



ชีววิทยาของดอกที่มีความสัมพันธ์กับการถ่ายละอองเกสร
และการติดผลของสะตอ (*Parkia speciosa* Hassk.)

The Floral Biology in Relation to Pollination and Fruit Set
of Stinkbean (*Parkia speciosa* Hassk.)

สุคนธ์ วงศ์ชนะ

Sukon Wongchana

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาพืชศาสตร์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of
Doctor of Philosophy in Plant Science

Prince of Songkla University

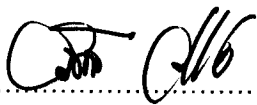
2551

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ ชื่อวิทยาของดอกที่มีความสัมพันธ์กับการถ่ายละอองเกสรและการติดผล
ของสะตอ (*Parkia speciosa* Hassk.)
ผู้เขียน นางสาวศุคนธ์ วงศ์ชนะ
สาขาวิชา พืชศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

คณะกรรมการสอบ



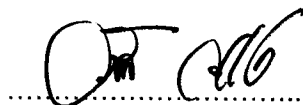
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิจิตต์ วรรณชิต)



.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ขวัญจิตร สันติประชา)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

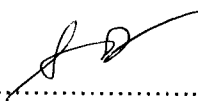


.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิจิตต์ วรรณชิต)

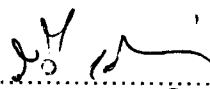


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาระ บำรุงศรี)



.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาระ บำรุงศรี)



.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รวิ เสรรฐภักดี)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้บัณฑิตวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาพืชศาสตร์



(รองศาสตราจารย์ ดร.เกริกชัย ทองหนู)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อวิทยานิพนธ์	ชีววิทยาของดอกที่มีความสัมพันธ์กับการถ่ายละอองเกสรและการติดผล ของสะตอ (<i>Parkia speciosa</i> Hassk.)
ผู้เขียน	นางสุคนธ์ วงศ์ชนะ
สาขาวิชา	พืชศาสตร์
ปีการศึกษา	2550

บทคัดย่อ

ศึกษาชีววิทยาของดอกที่มีความสัมพันธ์กับการถ่ายละอองเกสรและการติดผลของสะตอ ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยพืชสวนตรัง จังหวัดตรัง ระหว่างเดือนมกราคม 2548 ถึงเดือนธันวาคม 2549 พบว่าสะตอเป็นไม้ผลัดใบ มีการทิ้งใบและแตกยอดใหม่หลังเก็บเกี่ยวฝักในเดือนสิงหาคมถึงต้นเดือนกุมภาพันธ์ของปีถัดไป ช่อดอกมีการเจริญพัฒนาและดอกบานตั้งแต่ปลายเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมิถุนายนซึ่งเป็นฤดูแล้ง การติดฝักและการเจริญพัฒนาของฝักในกลางเดือนมีนาคมถึงเดือนกรกฎาคม เก็บเกี่ยวฝักกลางเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกรกฎาคมซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ไม้ผลัดใบ สะตอออกดอกเป็นช่อดอกรวมประกอบด้วย 1-12 ช่อดอก เฉลี่ย 5.2 ช่อดอก แต่ละช่อดอกประกอบด้วยดอกย่อยแบ่งตามโครงสร้างและหน้าที่ได้ 3 ชนิด คือดอกตัวผู้ที่เป็นหมันอยู่ติดกับก้านช่อดอก ดอกผลิตน้ำหวานอยู่กลางช่อดอก และดอกสมบูรณ์เพศอยู่ล่างสุด แต่ละดอกมีเกสรตัวผู้เฉลี่ย 10.6-11.5 อัน ในดอกสมบูรณ์เพศมีเกสรตัวเมีย 1 อัน ช่อดอกมีดอกย่อยเฉลี่ย 2,277 ดอก แยกเป็นดอกตัวผู้ที่เป็นหมัน 132 ดอก ดอกผลิตน้ำหวาน 529 ดอก และดอกสมบูรณ์เพศ 1,616 ดอก แบ่งระยะการเจริญเติบโตของช่อดอกได้ 7 ระยะ ใช้เวลา 44-49 วัน แต่ละต้นมีช่อดอกบานเฉลี่ย 620 ช่อดอก ระยะเวลาการบานของช่อดอกเฉลี่ย 58 วัน แต่ละวันมีช่อดอกบานเฉลี่ย 11 ช่อดอก ช่อดอกบานสูงสุดในวันที่ 19 เฉลี่ย 23 ช่อดอก ช่อดอกเริ่มบานตอนเย็น ในเวลา 18.00 นาฬิกา มีช่อดอกบานมากที่สุด 93 เปอร์เซ็นต์ ช่อดอกสะตอบานนาน 1 คืน ลักษณะของเกสรตัวเมียของดอกสมบูรณ์เพศเป็นตัวกำหนดเพศดอกของสะตอ ดอกที่มีเกสรตัวเมียมีขนาดเล็กและก้านเกสรตัวเมียสั้นเป็นดอกเพศผู้ (male flower) และช่อดอกที่มีดอกสมบูรณ์เพศเป็นดอกเพศผู้เรียกว่าช่อดอกเพศผู้ (male capitulum) ดอกสมบูรณ์เพศที่มีเกสรตัวเมียขนาดใหญ่มีก้านเกสรตัวเมียยาวเป็นดอกกะเทย (hermaphrodite flower) ช่อดอกที่มีดอกสมบูรณ์เพศเป็นดอกกะเทย หรือมีทั้งดอกกะเทยและดอกเพศผู้เป็นช่อดอกกะเทย (hermaphrodite capitulum) แต่ละช่อดอกรวมมีช่อดอกเพศผู้เฉลี่ย 3.7 ช่อ ช่อดอกกะเทยเฉลี่ย 1.5 ช่อ มีการติด

ผักเจี๋ย 1.1 ซ่อ แต่ละตันมีเปอร์เซ็นต์ช่อดอกเพศผู้ ช่อดอกกะเทย และมีการติดฝัก 71 29 และ 25 เปอร์เซ็นต์ ละอองเกสรของสะตออยู่เป็นกลุ่ม แต่ละกลุ่มมีละอองเกสร 16 อัน แต่ละอับละอองเกสรของดอกตัวผู้ที่เป็นหมัน ดอกผลิตน้ำหวานและดอกสมบูรณ์เพศมีจำนวนกลุ่มละอองเกสรเจี๋ย 15 79 และ 111 กลุ่ม ตามลำดับ ละอองเกสรของดอกสมบูรณ์เพศถูกปลดปล่อยออกมาในเวลา 19.00-22.00 นาฬิกา และสูงสุดในเวลา 20.00 นาฬิกา เจี๋ย 91 เปอร์เซ็นต์ ละอองเกสรที่ปลดปล่อยออกมาใหม่ ๆ มีค่าความมีชีวิต 100 เปอร์เซ็นต์ มีความงอก 94 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 72 ชั่วโมง มีค่าความมีชีวิต 100 เปอร์เซ็นต์ ความงอกเหลือเท่ากับ 89 เปอร์เซ็นต์ เกสรตัวเมียพบเฉพาะในดอกสมบูรณ์เพศ ในรังไข่มีไข่อ่อนเจี๋ย 16.6 อัน ก้านเกสรตัวเมียเริ่มมีการยืดยาวหลังจากเวลา 16.00 นาฬิกา ในเวลา 19.00 นาฬิกา ก้านเกสรตัวเมียยืดยาวมากที่สุด 51 เปอร์เซ็นต์ การหลังสารของยอดเกสรตัวเมียเกิดขึ้นตั้งแต่เวลา 19.00-22.00 นาฬิกา และสูงสุดในเวลา 20.00 นาฬิกา เท่ากับ 79 เปอร์เซ็นต์ ความพร้อมรับการถ่ายละอองเกสรพบการติดฝักเกิดขึ้นสูงสุดในเวลา 22.00-24.00 นาฬิกา เจี๋ย 86 เปอร์เซ็นต์ ระยะเวลาความพร้อมรับการถ่ายละอองเกสรของเกสรตัวเมียเริ่มประมาณเวลา 20.00 นาฬิกา และสิ้นสุดในเวลา 08.00 นาฬิกา มีช่วงระยะเวลาประมาณ 10-12 ชั่วโมง รูปแบบการถ่ายละอองเกสรของสะตอเป็นแบบผสมข้าม การถ่ายละอองเกสรแบบผสมข้ามและผสมเปิดมีการติดฝักเจี๋ย 85 และ 77 เปอร์เซ็นต์ การถ่ายละอองเกสรแบบผสมตัวเองทั้งภายในช่อดอกเดียวกันและต่างช่อดอกภายในต้นเดียวกัน และการคลุมช่อดอกไม่มีการติดฝัก ค้างคาวเล็บกุด (*Eonycteris spelaea*) เป็นชีวพาหะที่พบมากและมีพฤติกรรมช่วยในการถ่ายละอองเกสรของสะตอ รองลงมาคือผึ้ง มี 4 ชนิด คือ ผึ้งหลวง (*Apis dorsata*) ผึ้งมัม (*A. florea*) ผึ้งโพรง (*A. cerana indica*) และชันโรง (*Trigona* spp.) ผีเสื้อกลางคืนมี 3 วงศ์ คือ Arctiidae Sphingidae และ Noctuidae แมลงอื่นๆ ที่พบ เช่น แมลงวัน แมลงวันผลไม้ มด ยุง ตัวต่อ แมลงปีกแข็งและแมลงสาป ในช่วงกลางฤดูซึ่งมีช่อดอกสะตอบานมากพบค้างคาวมาเยือนช่อดอกมากกว่าในช่วงต้นฤดูที่ช่อดอกเริ่มบานและช่วงปลายฤดู พบค้างคาวมาเยือนช่อดอกในช่วงเวลาประมาณ 19.45-03.00 นาฬิกา และมาเยือนช่อดอกมากที่สุดในเวลา 21.00-22.00 นาฬิกา ดอกผลิตน้ำหวานหลังน้ำหวานในเวลา 18.00-06.00 นาฬิกา และมีการหลั่งน้ำหวานสูงสุดในเวลา 21.00-22.00 นาฬิกา เจี๋ย 2.0 มิลลิลิตรต่อช่อดอก ความเข้มข้น 14.3 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตรรวม 9.3 มิลลิลิตรต่อช่อดอกต่อคืน ความเข้มข้นเจี๋ย 14.8 เปอร์เซ็นต์ เก็บน้ำหวานครั้งเดียวในตอนเช้ามีปริมาตรเจี๋ย 9.2 มิลลิลิตรต่อช่อดอกต่อคืน ความเข้มข้น 15.4 เปอร์เซ็นต์ ระยะเวลาการพัฒนากาของฝักและเมล็ดหลังจากช่อดอกบานและมีการผสมเกสรถึงวันที่สามารถเก็บเกี่ยวได้ใช้เวลาประมาณ 49- 56 วัน

Thesis Title	The Floral Biology in Relation to Pollination and Fruit Set of Stinkbean (<i>Parkia speciosa</i> Hassk.)
Author	Mrs. Sukon Wongchana
Major Program	Plant Science
Academic Year	2007

Abstract

This study on floral biology in relation to pollination and fruit set of stinkbean (*Parkia speciosa* Hassk.) was conducted at the Trang Horticultural Research Centre in Trang province from January 2005-December 2006. Leaf shedding and flushing were started after harvesting pods from August to February. Flowers developed and bloomed during the dry season from February to June. The stinkbean pods were harvested from mid-May to July in the rainy season. Stinkbean flowers are characterised through the compound inflorescences, consisting of 1-12 capitula, average 5.2. A capitulum consists of many small flowers with different floral structures and functions that can be divided into 3 types: staminodial flowers at the proximal end, nectar-secreting flowers at the middle, and fertile flowers at the distal end. Each flower has 10.6-11.5 stamens. Only a single carpel is found in fertile flowers. On average, the number of flowers per capitulum, divided into staminodial, nectar-secreting and fertile flowers, in this study were 2,277, 133, 529 and 1,616, respectively. The capitulum development is divided into 7 stages. The time it took a young capitulum bud to mature was 44-49 days. Each tree had an average of 620 capitula. The time from the first to the last capitulum opening was 58 days, and an average 11 capitula opened per day. The peak of flower blooming was at 19 days, with an average of 23 capitula. Most flowers in the capitulum (93%) opened in the afternoon around 18.00h and opened for 1 night. The size of the carpel controlled the functions of the fertile flower. The fertile flower had a small carpel and short style which became the functional male flower and male capitulum. Fertile flowers which had a large carpel and long style were functional

hermaphrodite flowers and capitula. Compound inflorescences had male, hermaphrodite and fruit set capitula averaging 3.7, 1.5 and 1.1, respectively with percentages in each tree of 71, 29 and 25%, respectively. One polyad had 16 pollen grains. The number of polyad in staminodial, nectar-secreting and fertile flower anthers were 15, 79 and 111, respectively. The time of fertile flower anthers released the polyads was around 19.00-22.00h and peaked at 20.00h (91%). At the time of polyad release they had 100% viability and 94% germination, and after 72 hours the viability and germination were 100 and 89%, respectively. One carpel in a fertile flower had 16.6 ovules. The style of hermaphrodite flowers exerted after 16.00h and peaked at 19.00h (51%). The stigma exuded around 19.00-22.00h, peaking at 20.00h (79%). Cross-pollination during 20.00-24.00h gave the highest fruit set (86%). The effective pollination period started at 20.00h and finished at 08.00h, about 10-12 hours. Pollination type of stinkbean was considered out crossing. Fruit set were found in cross and open pollination averaging 85 and 77%, respectively. Self and no pollination (bag) did not set fruit. Bats (*Eonycteris spelaea*) were the most frequent visitor and effective pollinator followed by *Apis dorsata*, *A. Floea*, *A cerana indica* and *Trigona* spp. Others visitors were moths, flies, fruit flies, ants, mosquitoes and wasps. During peak of flowering period, there were more number of bats if compare with early and lately flowering. But the pattern of bat visits each night was the same. The bats visited from 19.45-03.00h and were most numerous at 21.00-22.00h. The nectar was secreted at 18.00h until 06.00h. Nectar secretion was highest at 21.00-22.00h, average nectar volume and concentration were 2.0 ml./capitulum and 14.8 %, respectively. Total nectar volume collected at hourly intervals and in the early morning were 9.3 and 9.2 ml./capitulum/night and average nectar concentrations were 14.8 and 15.4 %, respectively. After pollination fruit growth and development to harvesting took 49-56 days.

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิจิตต์ วรรณชิต ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สาระ บำรุงศรี กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำปรึกษา แนะนำ ในการศึกษาและวิจัย และตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ และขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. ขวัญจิตร สันติประชา และรองศาสตราจารย์ ดร.รวิ เสฐฐภักดี กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำและตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณผู้อำนวยการศูนย์วิจัยพืชสวนตรัง ชำราชากร และลูกจ้างรายเดือน และรายวันทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือในการทำงานวิจัยภาคสนาม ขอขอบคุณบุคลากร พี่ๆ น้องๆ และเพื่อนๆ ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ ทุกท่านที่ให้คำแนะนำและช่วยเหลืองานวิจัยในห้องปฏิบัติการ

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย (BRT) ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ขอขอบคุณ คุณบุญชนะ วงศ์ชนะ พี่ๆ น้องๆ และน้องสุภัทรชัย วงศ์ชนะ ที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จการศึกษา

สุคนธ์ วงศ์ชนะ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ.....	(3)
Abstract.....	(5)
กิตติกรรมประกาศ.....	(7)
สารบัญ.....	(8)
รายการตาราง.....	(9)
รายการตารางภาคผนวก.....	(10)
รายการภาพประกอบ.....	(11)
บทที่	
1 บทนำ.....	1
บทนำตั้งเรื่อง.....	1
การตรวจเอกสาร.....	3
วัตถุประสงค์.....	27
2 วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ.....	28
วัสดุและอุปกรณ์.....	28
วิธีการ.....	29
3 ผล.....	39
4 วิจารณ์.....	78
5 สรุป.....	93
เอกสารอ้างอิง.....	96
ภาคผนวก.....	106
ประวัติผู้เขียน.....	118

รายการตาราง

ตารางที่	หน้า
1 ความยาวเฉลี่ยก้านช่อดอกและขนาดช่อดอกเฉลี่ยของกลุ่มดอกตัวผู้ที่เป็นหมัน ดอกผลิตน้ำหวานและดอกสมบูรณเพศของสะตอ (n=50).....	46
2 ขนาดเฉลี่ยของดอกตัวผู้ที่เป็นหมัน ดอกผลิตน้ำหวานและดอกสมบูรณเพศ จำนวนเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียของสะตอ (n=300).....	47
3 จำนวนดอกย่อยแต่ละชนิดในช่อดอกสะตอ (n=50).....	47
4 ลักษณะการบานในรอบวันของดอกสะตอ.....	51
5 จำนวนช่อดอกกะเทย ช่อดอกเพศผู้ การติดฝักของช่อดอกรวม และเปอร์เซ็นต์ เพศช่อดอกและการติดฝักในแต่ละต้นของสะตอ (n=120).....	54
6 จำนวนและขนาดละอองเกสรของดอกตัวผู้ที่เป็นหมัน ดอกผลิตน้ำหวานและดอก สมบูรณเพศของสะตอ (n=200).....	58
7 ขนาดเกสรตัวเมียของดอกสมบูรณเพศสะตอที่ทำหน้าที่เป็นดอกกะเทยและ ดอกเพศผู้และจำนวนไข่อ่อนเฉลี่ย (n=300).....	61
8 ผลของการถ่ายละอองเกสรตามช่วงเวลาการพร้อมรับของเกสรตัวเมียต่อ คุณภาพเมล็ดสะตอ.....	66
9 คุณภาพเมล็ดสะตอที่ได้จากการถ่ายละอองเกสรแบบผสมข้ามและผสมเปิด.....	69
10 ความเข้ากันไม่ได้ของละอองเกสรกับเกสรตัวเมียของสะตอเป็นผลมาจากการ ถ่ายละอองเกสรแบบต่างๆ.....	70
11 ชีวิตาหะที่เข้ามาเยือนช่อดอกสะตอ.....	71
12 ปริมาตรและความเข้มข้นเฉลี่ยของน้ำหวานต่อช่อดอกสะตอต่อคืน ที่ได้จากการ ตรวจวัดต่างกันในเวลากลางคืน.....	74
13 จำนวนเมล็ดทั้งหมด เมล็ดดี เมล็ดลีบและน้ำหนัก 10 เมล็ดของสะตอที่ได้จาก การถ่ายละอองเกสรแบบเปิดในวันเก็บเกี่ยว.....	77

รายการตารางภาคผนวก

ตารางผนวกที่	หน้า
1 ปริมาณน้ำฝนของจังหวัดตรังในปี 2548 (หน่วย : มิลลิเมตร).....	109
2 ปริมาณน้ำฝนของจังหวัดตรังในปี 2549 (หน่วย : มิลลิเมตร).....	110
3 การระเหยน้ำของจังหวัดตรังในปี 2548 (หน่วย : มิลลิเมตร).....	111
4 การระเหยน้ำของจังหวัดตรังในปี 2549 (หน่วย : มิลลิเมตร).....	112
5 อุณหภูมิต่ำสุดของจังหวัดตรังในปี 2548 (หน่วย : เซลเซียส).....	113
6 อุณหภูมิต่ำสุดของจังหวัดตรังในปี 2549 (หน่วย : เซลเซียส).....	114
7 อุณหภูมิสูงสุดของจังหวัดตรังในปี 2548 (หน่วย : เซลเซียส).....	115
8 อุณหภูมิสูงสุดของจังหวัดตรังในปี 2549 (หน่วย : เซลเซียส).....	116
9 เพอร์เซ็นต์พืชช่อดอกเพศผู้ ช่อดอกกะเทย การติดฝักของสะตอแต่ละต้น.....	117

รายการภาพภาพประกอบ

ภาพที่	หน้า
1 โครงสร้างช่อดอกและดอกของพืชสกุล <i>Parkia</i> ในกลุ่ม <i>Parkia</i> <i>Platyparkia</i> และ <i>Sphaeroparkia</i>	4
2 ลักษณะใบ ช่อดอกและฝักของสะตอ (ก,ข,ค) เหยียง (ง,จ,ฉ) ค้อนก๊อง (ช,ซ,ณ) และลูกดิ่ง (ญ,ฎ,ฏ).....	6
3 ลักษณะช่อดอกของพืชสกุล <i>Parkia</i> ในกลุ่ม <i>Parkia</i>	10
4 ลักษณะช่อดอก (ก) ดอกตัวผู้ที่เป็นหมัน (ข) ดอกผลิตน้ำหวาน (ค) ดอกสมบูรณ์เพศ (ง) พืชสกุล <i>Parkia</i> ในกลุ่ม <i>Parkia</i> ชนิด <i>P. bicolor</i>	12
5 โครงสร้างดอกสมบูรณ์เพศของพืชสกุล <i>Parkia</i> ชนิด <i>P. bicolor</i> ที่ทำหน้าที่เป็นดอกเพศผู้ (ก) และดอกกะเทย (ข) ps, psuedopedicel; ca, calyx; co, corolla; an, anther; sti, stigma; sty, style; ov, ovary; gy, gynophore.....	16
6 ลักษณะละอองเกสรแบบ polyad ของ <i>P. panurensis</i> . (ก,ข), <i>P. sumatrana</i> var. <i>streptocarpa</i> (ค,ง), <i>P. biglandulosa</i> (จ,ฉ), <i>P. singularis</i> (ช,ซ).....	18
7 ลักษณะการถ่ายละอองเกสรของค้างคาวให้กับช่อดอกพืชสกุล <i>Parkia</i> ชนิด <i>P. discolor</i> (ก-จ) <i>P. cachimboensis</i> (ฉ-ช).....	25
8 ปริมาณน้ำฝน การระเหยน้ำ อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดและต่ำสุด ของจังหวัดตรัง ในปี 2548.....	40
9 ปริมาณน้ำฝน การระเหยน้ำ อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดและต่ำสุด ของจังหวัดตรัง ในปี 2549.....	40
10 การทิ้งใบและการแตกยอดของสะตอ ในศูนย์วิจัยพืชสวนตรัง ในปี 2548.....	42
11 การทิ้งใบและการแตกยอดของสะตอ ในศูนย์วิจัยพืชสวนตรัง ในปี 2549.....	42
12 การออกดอกและการติดฝักของสะตอ ในศูนย์วิจัยพืชสวนตรัง ในปี 2548.....	43
13 การออกดอกและการติดฝักของสะตอ ในศูนย์วิจัยพืชสวนตรัง ในปี 2549.....	43
14 พิโนไลย์การทิ้งใบ การแตกยอด การออกดอก การติดฝักและการเก็บเกี่ยวฝักของสะตอ ในศูนย์วิจัยพืชสวนตรัง ตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2548 ถึงกรกฎาคม 2549..	44
15 ลักษณะช่อดอกและดอกย่อยของสะตอ.....	45
16 ลักษณะดอกย่อย 3 ชนิดของดอกสะตอ.....	46
17 การเจริญเติบโตของช่อดอกที่อายุต่างๆ.....	48

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
18 การเจริญเติบโตของช่อดอกสะตอ 7 ระยะ ตั้งแต่เริ่มเห็นช่อดอกถึงดอกบาน.....	49
19 การบานของช่อดอกสะตอทั้งต้นในแต่ละวัน.....	50
20 เพอร์เซ็นต์การบานของช่อดอกสะตอในเวลาต่างๆ.....	52
21 ช่อดอกสะตอตามลักษณะของดอกสมบุรณ์เพศ ช่อดอกเพศผู้ (ก) และช่อดอกกะเทย (ข).....	53
22 ลักษณะอับละอองเกสรของดอกตัวผู้ที่เป็นหมัน (ก) ดอกผลิตน้ำหวาน (ข) และดอกสมบุรณ์เพศ (ค).....	55
23 เพอร์เซ็นต์การปลดปล่อยละอองเกสรของดอกสมบุรณ์เพศของดอกสะตอ.....	56
24 ละอองเกสรของดอกสมบุรณ์เพศสะตอ ภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน แบบส่องกราด.....	57
25 การติดสีย้อมอะซีโตคาร์มีนของละอองเกสรของดอกสมบุรณ์เพศสะตอที่เก็บ รักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำและที่อุณหภูมิห้องในระยะเวลาต่างกัน.....	59
26 ละอองเกสรดอกสมบุรณ์เพศของสะตอมีชีวิตที่ติดสีย้อมอะซีโตคาร์มีน (ก) และละอองเกสรที่ตายไม่ติดสีย้อม (ข).....	59
27 ความงอกของละอองเกสรของดอกสมบุรณ์เพศสะตอที่เก็บรักษาไว้ที่ อุณหภูมิต่ำและที่อุณหภูมิห้องในระยะเวลาต่างกัน.....	60
28 ลักษณะการงอกของละอองเกสรสะตอ.....	60
29 เกสรตัวเมียของดอกสมบุรณ์เพศที่ทำหน้าที่เป็นดอกเพศผู้ (ก) และดอกกะเทย (ข).....	61
30 การยืดยาวของเกสรตัวเมียของดอกสมบุรณ์เพศสะตอที่ทำหน้าที่เป็นดอกกะเทย...	62
31 การหลั่งสารของยอดเกสรตัวเมียของดอกสมบุรณ์เพศสะตอที่ทำหน้าที่เป็น ดอกกะเทยในช่วงเวลาต่างๆ.....	63
32 ผลของการถ่ายละอองเกสรตามช่วงเวลาการพร้อมรับของเกสรตัวเมีย ต่อการติดฝัก.....	64
33 ผลของการถ่ายละอองเกสรตามช่วงเวลาการพร้อมรับของเกสรตัวเมีย ต่อจำนวนฝักต่อช่อของสะตอ.....	65
34 ผลของการถ่ายละอองเกสรต่อการติดฝักของสะตอ.....	67

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
35 จำนวนฝักต่อช่อของสะตอหลังการถ่ายละอองเกสรแบบผสมข้ามและผสมเปิด ในวันต่างๆ.....	68
36 ความถี่การมาเยือนช่อดอกสะตอของค้างคาวในระยะที่มีการบาน ของช่อดอกต่างๆ.....	72
37 การหลั่งน้ำหวานของช่อดอกสะตอในช่วงเวลาที่เริ่มหลั่งออกมานอกดอกผลิต น้ำหวาน (ก) และในเวลาที่มีน้ำหวานหลั่งมากไหลออกนอกช่อดอก (ข).....	73
38 ปริมาตรและความเข้มข้นของน้ำหวานของช่อดอกสะตอในเวลาต่างๆ.....	74
39 การพัฒนาการของฝักสะตอหลังการถ่ายละอองเกสรแบบเปิดและระยะ การติดฝักต่างกัน 2 วัน (ก) 4 วัน (ข) 7 วัน (ค) และ 15 วัน (ง).....	75
40 จำนวนและขนาดของฝักสะตอหลังการถ่ายละอองเกสรแบบผสมเปิด ในระยะต่างๆ.....	76
41 น้ำหนักสดและแห้งของเมล็ดสะตอจากการถ่ายละอองเกสรแบบผสมเปิด ที่อายุต่างๆ กัน.....	77

บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

สะตอมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Parkia speciosa* Hassk. เป็นพืชยืนต้น พบทั่วไปในภาคใต้ของประเทศไทย มาเลเซีย บรูไน และอินโดนีเซีย (Hopkins, 1994; Nielsen, 1985; Siemonsma and Piluek, 1994) การบริโภคจะใช้เมล็ดนำมารับประทานสดเป็นผักจิ้มหรือนำไปปรุงอาหาร ในเมล็ดสะตอมีโปรตีนสูงถึง 8.7 เปอร์เซ็นต์ (วัลลี และพลสุข, 2531) มีสาร stigmast-4-en-3-one ช่วยลดน้ำตาลในเลือด กระตุ้นการบีบตัวของลำไส้และช่วยระบาย (Jamaluddin et al., 1995) ในอดีตผลผลิตสะตอได้จากการเก็บจากต้นสะตอที่ขึ้นอยู่ในป่าแต่เมื่อพื้นที่ป่าลดลง อีกทั้งความต้องการสะตอมีมากขึ้น การเก็บผลผลิตสะตอจากป่าเพียงอย่างเดียวไม่เพียงพอับความต้องการของตลาดและการบริโภค จึงมีการนำสะตอมาปลูกเป็นระบบสวน โดยอาจปลูกเป็นพืชร่วม พืชแซมหรือปลูกเป็นพืชหลักอย่างเดียว จากข้อมูลกรมส่งเสริมการเกษตรในปี 2550 พื้นที่ปลูกสะตอในประเทศไทยมี 115,915 ไร่ พื้นที่ให้ผลผลิตแล้ว 84,375 ไร่ ผลผลิตรวม 40,157 ตัน แหล่งปลูกที่สำคัญอยู่ในภาคใต้ได้แก่ จังหวัดชุมพร ระนอง นครศรีธรรมราช และมีปลูกบ้างในภาคตะวันออก ได้แก่ จังหวัดจันทบุรี และตราด ศิพัทธ์ (2546) รายงานว่าผู้เก็บหาสะตอจากป่าในจังหวัดตรังในปี 2545 มีรายได้เฉลี่ย 23,000 บาท ส่วนผู้ปลูกสะตอมีรายได้เฉลี่ย 81,560 บาท ผลผลิตจำหน่ายในตลาดตรังรวม 39,768,000 ผัก ตลาดค้าส่งสะตอภายในประเทศอยู่ในจังหวัดภาคใต้ทุกจังหวัด แต่ตลาดที่สำคัญ ได้แก่ ตลาดหาดใหญ่ สุโงะโลก สุราษฎร์ธานี กระบี่ ตรัง ชุมพร และระนอง ซึ่งขายสะตอในรูปผักสด ส่วนตลาดสำหรับส่งต่างประเทศ คือ ตลาดหัวอิฐ หาดใหญ่ สุโงะโลก ส่งออกทั้งในรูปผักสดและเมล็ดที่แกะแล้ว แหล่งตลาดที่สำคัญ ได้แก่ มาเลเซีย สหรัฐอเมริกา และประเทศต่างๆ ในทวีปยุโรป (สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2540)

จากการที่เดิมสะตอเป็นพืชป่า เมื่อนำมาพัฒนาเป็นพืชปลูกในระบบสวนที่สวนใหญ่นิยมปลูกโดยใช้ต้นกล้าที่ได้จากการเพาะเมล็ด ซึ่งเป็นพันธุ์ผสมเปิดตามธรรมชาติทำให้การติดผักและเมล็ดมีความแปรปรวนสูง คุณภาพของผักและเมล็ดต่ำและไม่สม่ำเสมอ คือมีจำนวนผักต่อต้น ผักต่อช่อน้อย และมีจำนวนเมล็ดในผักไม่สม่ำเสมอ ไม่เป็นที่ต้องการของตลาด สาเหตุของปัญหาดังกล่าว น่าจะมาจากลักษณะชีววิทยาของดอกที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการถ่ายละออง

เกสรและการติดฝักและเมล็ดของสะตอ ดังเช่นที่มีรายงานการศึกษาในไม้ผลยืนต้นและไม้ป่าเขตร้อนหลายชนิด (Honsho *et al.*, 2004; Tandon *et al.*, 2001; Tangmitcharoen and Owens, 1997) ที่ผ่านมาการศึกษาวิจัยพืชสกุล *Parkia* จะเน้นเกี่ยวกับการจัดจำแนก (Hopkins, 1983; 1984; 1986; 1994; Luckow and Hopkins, 1995) และการศึกษาชนิดและพฤติกรรมของพาหะในกระบวนการถ่ายละอองเกสร (Grünmeier, 1990; Pettersson and Knudsen, 2001) แต่ยังไม่มีการศึกษาชีววิทยาของดอกที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายละอองเกสร การติดฝักและติดเมล็ดของพืชสกุล *Parkia* ดังนั้นจึงได้ศึกษาชีววิทยาของดอกที่มีความสัมพันธ์กับการถ่ายละอองเกสรและการติดผลของสะตอ โดยทำการศึกษาฟีโนโลยีการออกดอกและการติดฝัก ชีววิทยาของดอก การถ่ายละอองเกสร การติดฝักและการพัฒนาฝักและเมล็ดสะตอ ผลการศึกษาที่ได้จะเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการศึกษาวิจัยต่อเนื่องและทำให้มีความเข้าใจเกี่ยวกับรูปแบบการออกดอก ระบบการถ่ายละอองเกสร การติดฝักและเมล็ดของสะตอและสามารถนำผลการศึกษาไปปรับใช้ในการดูแลจัดการสวนเพื่อเพิ่มปริมาณและคุณภาพผลผลิตของสะตอให้สูงขึ้น

การตรวจเอกสาร

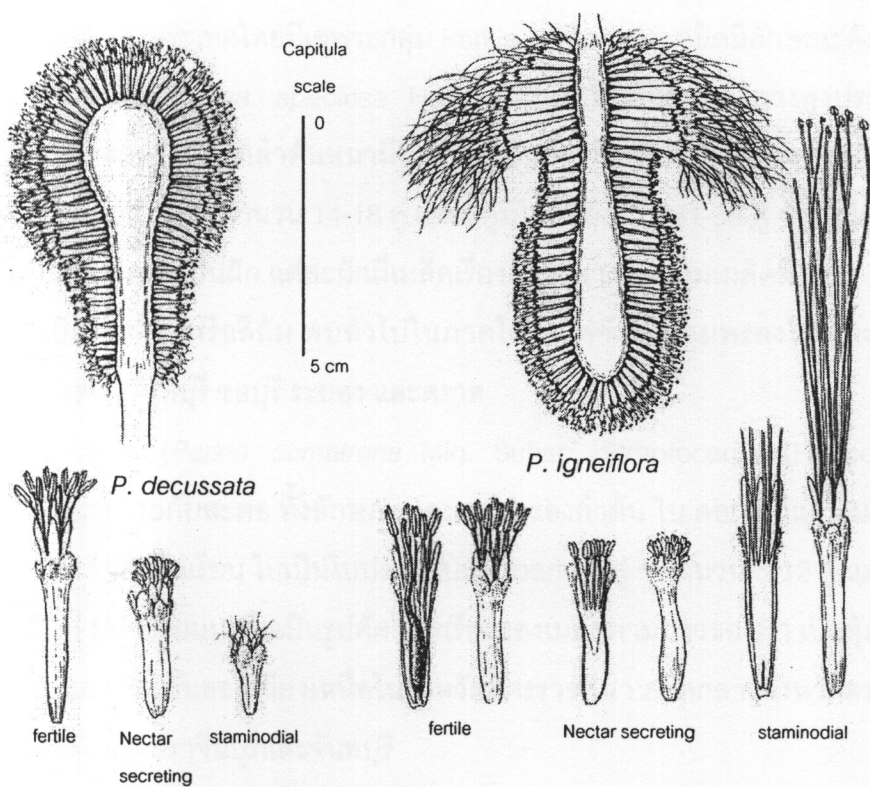
1. พืชสกุล *Parkia*

พืชสกุล *Parkia* จัดอยู่ในวงศ์ Leguminosae-Mimosoideae (เต็ม, 2544) มีอยู่ประมาณ 40 ชนิด (species) พบกระจายทั่วไปในเขตร้อนชื้นและเขตกึ่งร้อนในบริเวณทวีปอเมริกาใต้ แอฟริกาและเอเชีย เป็นไม้ยืนต้นที่มีจำนวนโครโมโซม $2n=24$ และ 26 ลักษณะเด่นของพืชในสกุลนี้คือมีดอกเล็กๆ จำนวนมากบนช่อดอกและเรียกช่อดอกว่า capitula การจัดเรียงของดอกบนช่อดอกเป็นแบบ head (Hopkins, 1986) Hopkins (1983; 198; 1986) และ Luckow และ Hopkins (1995) ได้ศึกษาการจัดจำแนกพืชสกุล *Parkia* โดยใช้ลักษณะของดอก การจัดเรียงและตำแหน่งของดอกในแต่ละช่อดอกออกเป็นกลุ่มๆ ได้ 3 กลุ่ม (section) (ภาพที่ 1) ดังนี้

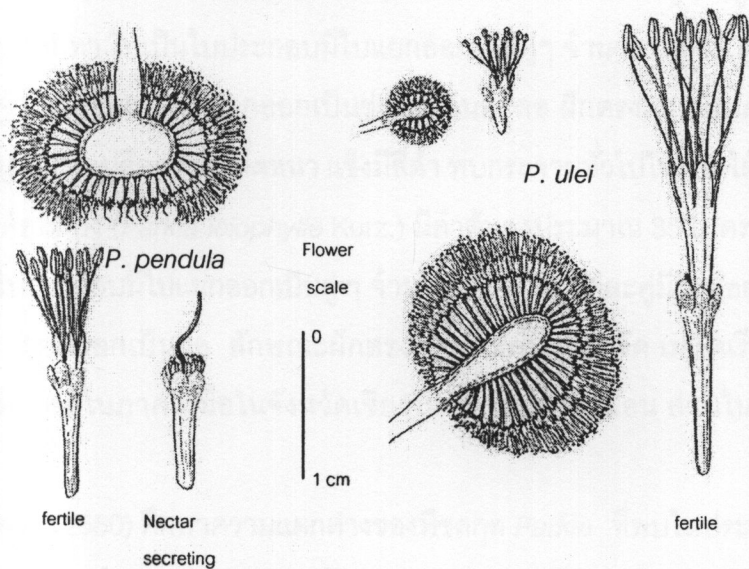
1 กลุ่ม *Parkia* ในแต่ละช่อดอกประกอบด้วยดอก 3 ชนิด คือดอกตัวผู้ที่เป็นหมัน (staminodial flower) ติดกับฐานช่อดอก (proximal end) ดอกสมบูรณ์เพศ (fertile flower) อยู่บริเวณปลายดอก (distal end) และดอกผลิตน้ำหวาน (nectar secreting flower) อยู่ระหว่างดอกตัวผู้ที่เป็นหมันและดอกสมบูรณ์เพศ พบในแถบทั้งเอเชียและแปซิฟิก 12 ชนิด อเมริกาใต้ 11 ชนิด และในทวีปแอฟริกา 4 ชนิด เช่น *P. discolor*, *P. bicolor*, *P. panurensis*, *P. sumatrana*, *P. speciosa* เป็นต้น

2 กลุ่ม *Platyparkia* ลักษณะช่อดอกประกอบด้วยดอก 2 ชนิด คือดอกสมบูรณ์เพศอยู่บริเวณฐานถึงกลางช่อดอก และดอกผลิตน้ำหวานอยู่บริเวณปลายช่อดอก พบในทวีปอเมริกาใต้มี 3 ชนิดคือ *P. platycephala*, *P. pendula* และ *P. paraensis*

3 กลุ่ม *Sphaeroparkia* ทั้งช่อดอกประกอบด้วยดอกสมบูรณ์เพศ แต่ขนาดของดอกสมบูรณ์เพศมีความแตกต่างกันตามตำแหน่งของดอก ดอกสมบูรณ์เพศที่อยู่ใกล้ฐานช่อดอกมีขนาดเล็กกว่าดอกที่อยู่ในตำแหน่งอื่นๆ พบพืชกลุ่มนี้เฉพาะในทวีปอเมริกาใต้มี 4 ชนิด คือ *P. ulei*, *P. Multijugab*, *P. multijugam* และ *P. velutina*



Section Parkia



Section Platyparkia

Section Sphearoparkia

ภาพที่ 1 โครงสร้างช่อดอกและดอกของพืชสกุล *Parkia* ในกลุ่ม *Parkia* *Platyparkia* และ *Sphaeroparkia*

ที่มา : Hopkins, 1984

จากรายงานของสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (2540) และ เต็ม (2544) พบว่าพืชสกุล *Parkia* ในประเทศไทยมีเฉพาะกลุ่ม *Parkia* 4 ชนิด แต่ละชนิดมีลักษณะดังนี้

1 สะตอ (*Parkia speciosa* Hassk.) เป็นไม้ยืนต้นขนาดกลางสูงประมาณ 30 เมตร ลำต้นค่อนข้างตรง เปลือกลำต้นหนามีสีน้ำตาลปนเทา ผิวลำต้นค่อนข้างเรียบ ใบเป็นใบประกอบ มีใบแยกออกเป็นคู่ ๆ จำนวน 14-18 คู่ แต่ละคู่มีใบย่อยเล็กๆ 31-38 คู่ ปลายใบกลมหรือมน ดอกออกเป็นช่อ ติดผลเป็นฝัก แต่ละฝักมีเมล็ดเรียงตามขวาง เนื้อหุ้มเมล็ดมีสีขาว เมื่อฝักแก่และสุกเปลี่ยนเป็นสีเหลืองหรือสีส้ม พบทั่วไปในภาคใต้ตั้งแต่จังหวัดชุมพรลงไป และทางภาคตะวันออก เช่น จังหวัดจันทบุรี ชลบุรี ระยอง และตราด

2 ลูกดิ่ง (*Parkia sumatrana* Miq. Subsp. *Streptocarpa* (Hance) H.C.F. Hopkins) ลักษณะคล้ายกับสะตอ ทั้งลักษณะและขนาดของลำต้น ใบ ดอก ฝักและเมล็ด ต้นสูงประมาณ 35 เมตร ผิวลำต้นเรียบ ใบเป็นใบประกอบแยกออกเป็นคู่ ๆ จำนวน 5-12 คู่ แต่ละคู่มีใบย่อยเล็กๆ 12-27 คู่ ปลายใบมนหรือเป็นรูปตัด การเรียงของเมล็ดตามยาวของฝัก เนื้อหุ้มเมล็ดมีสีขาว พบลูกดิ่งทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือในจังหวัดนครราชสีมา ภาคกลางจังหวัดสระบุรี และภาคตะวันออกในจังหวัดปราจีนบุรีและจันทบุรี

3 เหยียง (*Parkia timoriana* Merr.) เป็นไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ ต้นสูงถึง 50 เมตร ลักษณะลำต้นเกลี้ยงมีสีเทา ใบเป็นใบประกอบมีใบแยกออกเป็นคู่ ๆ จำนวน 18-33 คู่ แต่ละคู่มีใบย่อยเล็กๆ 40-70 คู่ ปลายใบแหลม ดอกออกเป็นช่อเหมือนสะตอ ฝักตรงและแบน มีเมล็ดเรียงตามขวาง เมล็ดไม่มนมาก เปลือกหุ้มเมล็ดหนา แข็งมีสีดำ พบกระจายทั่วไปในภาคใต้

4 ค้อนก๊อง (*Parkia leiophylla* Kurz.) มีลำต้นสูงประมาณ 35 เมตร บริเวณกิ่งมีขนปกคลุม ใบเป็นใบประกอบมีใบแยกออกเป็นคู่ ๆ จำนวน 14-20 คู่ แต่ละคู่มีใบย่อยเล็กๆ 30-45 คู่ ปลายใบแหลม ดอกออกเป็นช่อ ลักษณะฝักตรงเห็นเมล็ดนูนเด่นชัด เมล็ดเรียงตามขวาง เปลือกหุ้มเมล็ดแข็ง พบในภาคเหนือในจังหวัดเชียงใหม่และแม่ฮ่องสอน ส่วนในภาคใต้พบที่จังหวัดสตูล

กุลยา (2550) ศึกษาความแตกต่างของพืชสกุล *Parkia* ที่พบในประเทศไทย จากลักษณะพื้นฐานวิทยาของใบ ดอก ฝักและเมล็ด พบว่าสามารถแยกความแตกต่างของใบได้ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มปลายใบมน ได้แก่สะตอและลูกดิ่ง และกลุ่มปลายใบแหลม ได้แก่เหยียงและค้อนก๊อง โดยลูกดิ่งมีขนาดใบย่อยใหญ่ที่สุด รองลงมาคือค้อนก๊อง เหยียงและสะตอ ตามลำดับ ช่อดอกลูกดิ่งมีสีเหลืองเข้มเนื่องจากสีของดอกตัวผู้ที่เป็นหมันและดอกสมบูรณ์เพศ ขณะที่ช่อดอกสะตอ เหยียงและค้อนก๊องมีสีขาวหรือสีครีม ลักษณะฝักของเหยียงสั้น หนา แข็งและค่อนข้างแบน การ

เรียงของเมล็ดลูกดิ่งตามความยาวฝัก ขณะที่เมล็ดสะตอ เหยียงและค้อนก้องเรียงตามแนวขวางของฝัก (ภาพที่ 2) เมล็ดลูกดิ่งคล้ายกับเมล็ดสะตอคือมีเปลือกหุ้มเมล็ดบางและมีสีครีม ขณะที่เมล็ดเหยียงและค้อนก้องมีเปลือกหุ้มเมล็ดหนาสีดำ



ก



ข



ค



ง



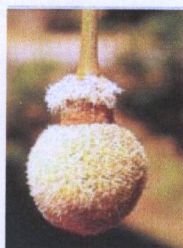
จ



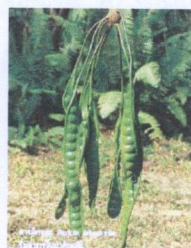
ฉ



ช



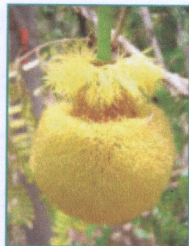
ซ



ณ



ญ



ฎ



ฏ

ภาพที่ 2 ลักษณะใบ ช่อดอกและฝักของสะตอ (ก,ข,ค) เหยียง (ง,จ,ฉ) ค้อนก้อง (ช,ซ,ณ) และลูกดิ่ง (ญ,ฎ,ฏ)

ที่มา : กุลยา (2550)

สะตอในประเทศไทยเป็นชนิด *Parkia speciosa* Hassk จากลักษณะฝักและเมล็ด และรสชาติสามารถแยกสะตอได้ 2 ลักษณะหรือที่เรียกกันทั่วไปว่า 2 พันธุ์ คือสะตอข้าวและสะตอดาน (สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2540)

1 สะตอข้าว ฝักมีขนาดเล็ก ความยาวฝัก 31 เซนติเมตร กว้าง 3.5 เซนติเมตร จำนวนฝักต่อช่อ 8-20 ฝัก ฝักเป็นสีเขียวอ่อน เมล็ดมีขนาดเล็กและค่อนข้างชิดกัน ขอบฝักชิดกับเมล็ด แต่ละฝักมี 10-20 เมล็ด รสชาติมัน กลิ่นไม่ฉุนจัด เนื้อเมล็ดไม่ค่อยแน่น

2 สะตอดาน ฝักมีขนาดใหญ่ ความยาวฝัก 32.5 เซนติเมตร กว้าง 3.9 เซนติเมตร แต่ละช่อมี 8-15 ฝัก ฝักมีสีเขียวแก่ เมล็ดมีขนาดใหญ่ ช่องว่างระหว่างเมล็ดห่างกันขอบฝักจะห่างจากเมล็ด จำนวนเมล็ดต่อฝักมี 10-12 เมล็ด รสชาติค่อนข้างเผ็ด มีกลิ่นฉุนจัด เนื้อเมล็ดแน่น

กุลยา (2550) รายงานว่าลักษณะของต้น ใบ ช่อดอกและดอกไม่สามารถใช้แยกความแตกต่างของสะตอข้าวและสะตอดานได้ แต่ลักษณะของฝักและเมล็ดมีความแตกต่างกัน โดยสะตอดานมีขนาดของฝักและเมล็ดใหญ่กว่าสะตอข้าว เมื่อศึกษาความแปรปรวนทางพันธุกรรมโดยใช้เทคนิคอาร์เอพีดี พบว่าไม่สามารถแยกความแตกต่างของแถบดีเอ็นเอของสะตอทั้ง 2 ลักษณะได้

การศึกษาฟีโนโลยีการทิ้งใบ การแตกยอดอ่อน การออกดอกและติดผลของสะตอ การเจริญพัฒนาของดอก ลักษณะและควมมีชีวิตของเกสรตัวผู้ ช่วงเวลาพร้อมรับของเกสรตัวเมีย รูปแบบการถ่ายละอองเกสร รวมทั้งการพัฒนารวมของฝักและเมล็ดของสะตอ ครั้งนี้จะไม่แยกสะตอข้าวและสะตอดาน

2. ฟีโนโลยีของพืช

ฟีโนโลยีเป็นการแสดงออกของพืชที่เกี่ยวข้องกับการทิ้งใบ การแตกใบใหม่ การออกดอกรวมทั้งการติดผล การกระจายของผลและเมล็ด ตามช่วงเวลาต่างๆ ในรอบปี (Bawa and Ng, 1990) ฟีโนโลยีของพืชแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของพืชและสภาพแวดล้อมแต่ละสถานที่ Tandon และคณะ (2001) รายงานว่าฟีโนโลยีของ *Acacia senegal* ในประเทศอินเดียมีการผลัดใบในช่วงฤดูแล้งระหว่างเดือนมีนาคมถึงกลางเดือนมิถุนายน แตกยอดอ่อนในฤดูฝนซึ่งประมาณปลายเดือนมิถุนายน ออกดอกและติดฝักในปลายเดือนกันยายน ในเดือนมกราคมเริ่มผลัดใบเป็นเวลาเดียวกันที่ผลแก่ เดือนมีนาคมทั้งต้นผลัดใบหมดแต่ยังคงมีผลติดอยู่บนต้น Raju และ Roa (2002) รายงานว่า *Acacia sinuate* ทิ้งใบและแตกใบใหม่ในฤดูแล้ง ออกดอกใน

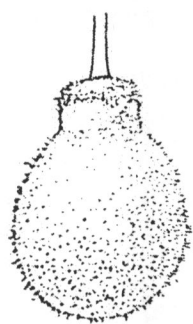
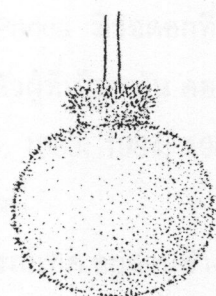
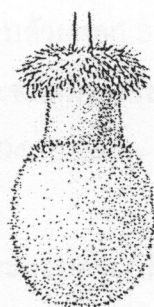
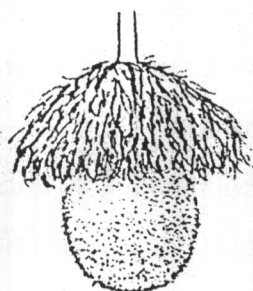
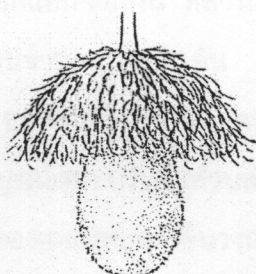
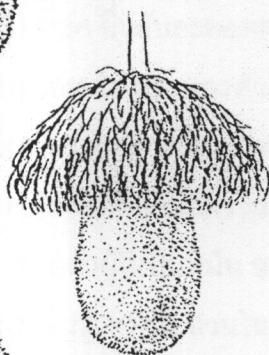
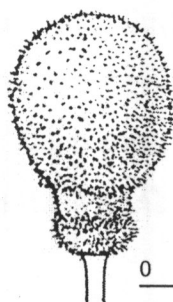
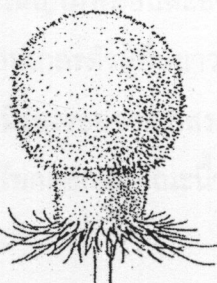
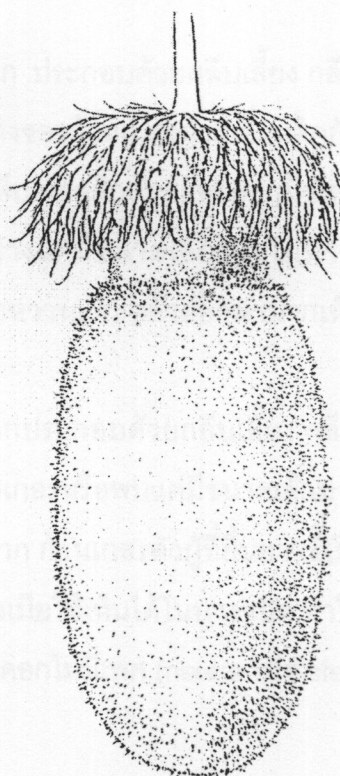
กลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนเมษายน และฝักแก่หลังดอกบาน 9 เดือน ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่เริ่มมีดอกในปีถัดไป ไมตรี และวิจิตร (2538) รายงานว่าส้มโอฟันธุ์หอมหาใหญ่ ในเขตอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ทอยยอดทยอยอ่อนและออกดอกเกือบทุกเดือน การแตกยอดอ่อนและออกดอกเกิดขึ้นสูงสุดในช่วงเดือนเมษายน หลังจากที่ต้นได้รับแสงไประยะหนึ่งและได้รับน้ำฝนในปริมาณที่พอเหมาะในเวลาต่อมา Tandon และคณะ (2003) รายงานว่าฟิโลยีของ *Butea monosperma* ในทางตอนเหนือของกรุงนิวเดลี ประเทศอินเดีย มีความแตกต่างกัน 2 ลักษณะ คือมีต้นที่ผลัดใบและไม่ผลัดใบ ต้นที่ไม่ออกดอกในปีที่ผ่านมาจะไม่มีการผลิตใบขณะที่ต้นที่ออกดอกในปีที่ผ่านมาจะผลัดใบโดยเริ่มมีการผลัดใบในเดือนธันวาคมถึงเดือนมกราคม และมีตาดอกเกิดขึ้นในปลายเดือนกุมภาพันธ์ ดอกเริ่มบานในต้นเดือนถึงกลางเดือนมีนาคม มีระยะดอกบานนาน 6-8 สัปดาห์ ดอกบานมากที่สุดในช่วงสัปดาห์แรกของเดือนเมษายน และการติดผลเกิดขึ้นในปลายเดือนมีนาคมถึงต้นเมษายนและผลแก่ในเดือนพฤษภาคม สุดารัตน์ และคณะ (2542) รายงานว่าฟิโลยีของไม้พะยุงที่ปลูกในแปลงทดลองปลูกพรรณไม้ปากท่อ อำเภอปากท่อ จังหวัดราชบุรี ในปี 2539 เริ่มผลัดใบเดือนธันวาคม หลังจากผลัดใบหมดทั้งต้นแล้วเริ่มแตกใบอ่อนและยอดใหม่ ต่อมายอดใหม่นี้เจริญเติบโตเต็มที่จนใบมีสีเขียวเข้ม ออกดอกในกลางเดือนมีนาคม การศึกษาฟิโลยีของพืชใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับนำพืชไปปลูกในที่ปลูกแห่งใหม่หรือการพัฒนาพืชป่ามาเป็นพืชปลูกใหม่อย่างเช่นสะตอ จากรายงานที่ผ่านมาพบว่าสะตอสามารถปลูกได้ตั้งแต่ที่ระดับน้ำทะเลถึงระดับความสูง 1,500 เมตร จากระดับน้ำทะเล แต่ระดับความสูงที่เหมาะสมคือ 500-1,000 เมตร จากระดับน้ำทะเล (Siemonsma and Piluek, 1994) แหล่งปลูกสะตอควรมีปริมาณน้ำฝน 1,500-2,000 มิลลิเมตร ลักษณะดินเหนียวปนทรายหรือดินร่วน หรือดินที่มีความชื้นสูง อุณหภูมิ 20-30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 75-80 เปอร์เซ็นต์ สะตอทั่วไปออกดอกในเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน และติดฝักประมาณเดือนพฤษภาคมถึงกรกฎาคม (สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2540) ขณะที่มีบุญ (2531) รายงานว่าสะตอเริ่มออกดอกหลังจากปลูกในปีที่ 4-6 ขึ้นอยู่กับพันธุ์ วัสดุปลูกและการดูแลรักษา ระยะเวลาตั้งแต่ดอกบานถึงเก็บเกี่ยวฝักประมาณ 70 วัน แต่ยังไม่เคยมีการศึกษาฟิโลยี การแตกยอดอ่อน การออกดอก การติดฝักและการเก็บเกี่ยวฝักสะตอที่ปลูกเป็นระบบสวนในภาคใต้ของประเทศไทย

3. ชีววิทยาดอก

ชีววิทยาดอก เช่น การออกดอก ลักษณะดอก การบานของดอก ลักษณะเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมีย ช่วงเวลาการปลดปล่อยและควมมีชีวิตของละอองเกสรรวมทั้งช่วงเวลาความพร้อมในการรับละอองเกสรของเกสรตัวเมีย จะเกี่ยวข้องกับการทำหน้าที่ในการถ่ายละอองเกสรและการผสมพันธุ์ ซึ่งนำไปสู่การติดผลและเมล็ดของพืชดอก (Faegri and Pijl, 1979; Sedgley and Griffin, 1989; Tandon *et al.*, 2003; Tangmitchareon and Owens, 1997) ชีววิทยาดอกที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายละอองเกสร มีดังต่อไปนี้

3.1 ลักษณะดอกและจำนวนดอก

Hopkins (1984) รายงานว่าพืชสกุล *Parkia* ออกดอกที่ปลายกิ่งลักษณะเป็นช่อดอกรวม (inflorescence) ประกอบด้วยช่อดอกที่เรียกว่า capitula ตั้งแต่ 1-10 ช่อดอก การจัดเรียงช่อดอกในช่อดอกรวมเหมือนลักษณะการจัดเรียงของใบ คือ แบบตรงกันข้าม (opposite) หรือแบบสลับ (alternate) ในแต่ละช่อดอกมีดอกเล็กๆ จำนวนมากอยู่บนฐานรองดอกเดียวกัน ลักษณะของฐานรองดอก จำนวนและขนาดดอกในแต่ละช่อดอกทำให้ขนาดช่อดอกของพืชสกุล *Parkia* แต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน เช่น *P. ulei* มีขนาดของช่อดอกเพียง 1.4x1.4 เซนติเมตร ขณะที่ช่อดอก *P. gigantocarpa* มีขนาด 18x20 เซนติเมตร รูปร่างช่อดอกของพืชสกุล *Parkia* มีหลายแบบ เช่น รูปกระบอง (clavate) รูปทรงกลม (spherical) (ภาพที่ 3) Hopkins (1983; 1984; 1986) รายงานเพิ่มเติมว่าจำนวนดอกในแต่ละช่อดอกของพืชสกุล *Parkia* ในแต่ละกลุ่มมีความแตกต่างกัน จำนวนดอกในกลุ่ม *Parkia* มีประมาณ 1,000-3,200 ดอก ในกลุ่ม *Platyparkia* มีดอก 1,300 ดอก และในกลุ่ม *Sphaeroparkia* มี 120-650 ดอก

*P. filicordea**P. biglobosa**P. timoriana**P. bicolor**P. nitida**P. discolor**P. igneiflora**P. decussata**P. cachimboensis**P. giganticarpa*

0 5 cm

ภาพที่ 3 ลักษณะช่อดอกของพืชสกุล *Parkia* ในกลุ่ม *Parkia*

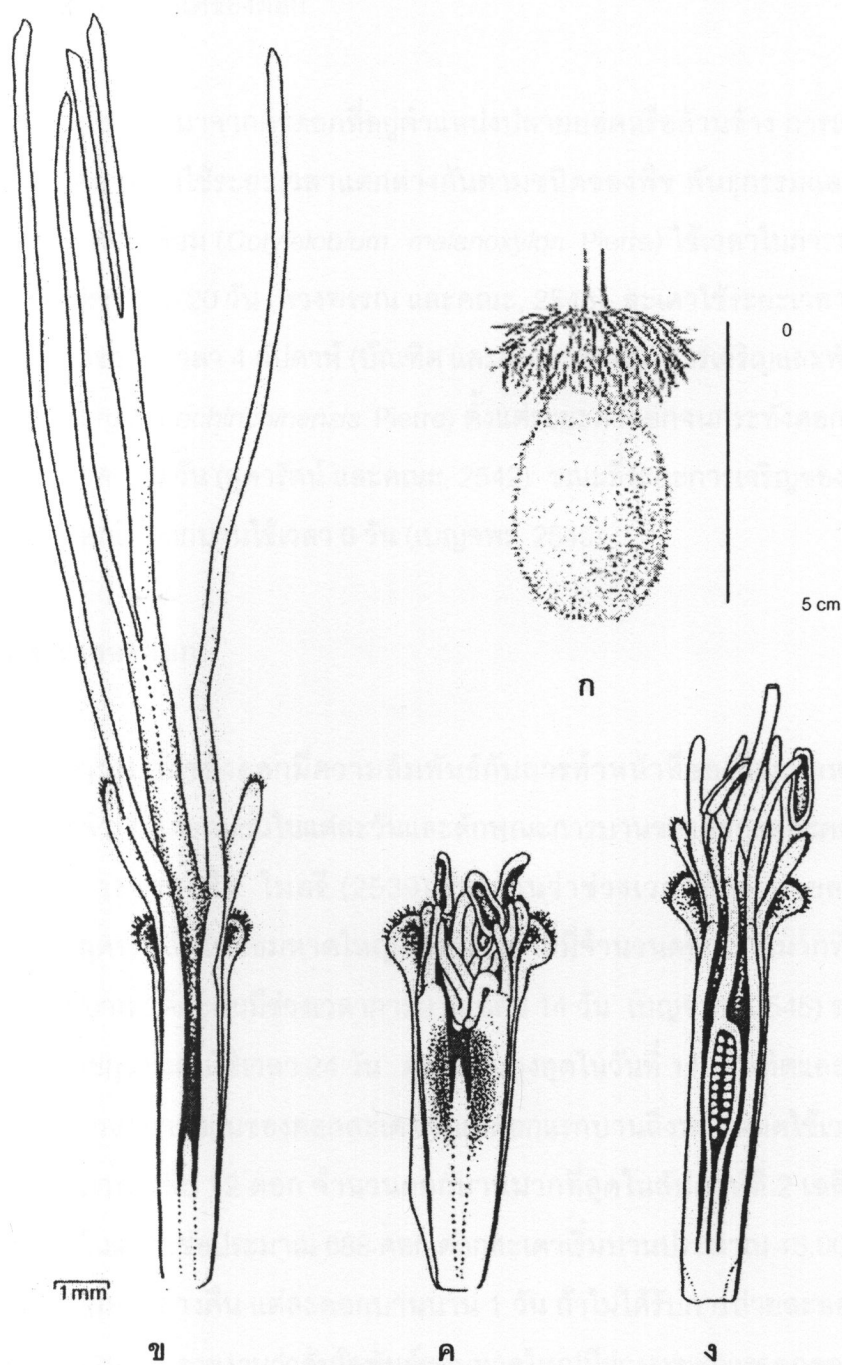
ที่มา : Hopkins, 1984

พืชในกลุ่ม *Parkia* มีช่อดอกที่ประกอบด้วยดอก 3 ชนิด คือ ดอกสมบูรณ์เพศ ดอกผลิตน้ำหวาน และดอกตัวผู้ที่เป็นหมัน ดอกแต่ละชนิดมีโครงสร้างและหน้าที่แตกต่างกัน (Grünmeier, 1990; Hopkins, 1983; 1984; 1986; 1994; Luckow and Hopkins, 1986; Wee and Rao, 1980) (ภาพที่ 4) ดังนี้

1 ดอกสมบูรณ์เพศ อยู่ส่วนล่างสุด ประกอบด้วยกลีบเลี้ยง กลีบดอก เกสรตัวผู้ และเกสรตัวเมีย โดยที่ส่วนล่างของกลีบเลี้ยงติดกันเป็นรูปกรวย ส่วนปลายแยกจากกันเป็น 5 กลีบ 2 กลีบมีขนาดใหญ่ อีก 3 กลีบมีขนาดเล็กกว่า กลีบดอกยื่นออกจากวงกลีบเลี้ยงมี 5 กลีบ ส่วนล่างมีสีขาหรือไม่มีสี ส่วนปลายกลีบมีสีขา สีส้มหรือสีแดง เกสรตัวผู้มี 10 อัน ส่วนล่างติดกันเป็นหลอดและส่วนที่พ้นกลีบดอกแยกจากกัน ที่ส่วนปลายของเกสรตัวผู้มีอับละอองเกสร เกสรตัวเมียมี 1 อัน ภายในรังไข่มีไข่อ่อนจำนวน 18-37 อัน

2 ดอกผลิตน้ำหวาน อยู่ส่วนกลางของช่อดอก ประกอบด้วยกลีบเลี้ยง กลีบดอก และเกสรตัวผู้ มีจำนวนเท่ากับดอกสมบูรณ์เพศ บริเวณส่วนล่างของก้านเกสรตัวผู้เชื่อมติดกันและขดตัวอยู่ภายในวงกลีบดอก ยื่นอับละอองเกสรออกมาพ้นวงกลีบดอกเล็กน้อยและดอกมีขนาดเล็กกว่าของดอกสมบูรณ์เพศ ไม่พบเกสรตัวเมียหรืออาจพบบ้างแต่มีขนาดเล็กและไม่ทำหน้าที่โครงสร้างดอกจึงเป็นดอกเพศผู้ ดอกชนิดนี้ทำหน้าที่ผลิตน้ำหวานและหลั่งออกมามากเห็นเป็นหยดน้ำหวานบริเวณกลุ่มดอกผลิตน้ำหวานชัดเจน

3 ดอกตัวผู้ที่เป็นหมัน อยู่ติดกับก้านช่อดอกประกอบด้วยกลีบเลี้ยง กลีบดอก อย่างละ 5 กลีบ มีเกสรตัวผู้ 10 อัน ส่วนใหญ่ไม่พบอับละอองเกสรหรือพบแต่มีขนาดเล็กมาก พืชสกุล *Parkia* บางชนิดมีกลีบดอกและก้านเกสรตัวผู้ยืนยาวมาก ก้านเกสรตัวผู้ที่ยืนยาวนี้เรียกว่า fringe ในดอกไม่พบเกสรตัวเมียหรืออาจมีร่องรอยของเกสรตัวเมียให้เห็นได้ในบางชนิด ทำให้การแยกเพศของดอกได้ไม่ชัดเจนในบางครั้งเรียกดอกลักษณะนี้ว่าดอกไม่มีเพศ (neuter หรือ sterile)



ภาพที่ 4 ลักษณะช่อดอก (ก) ดอกตัวผู้ที่เป็นหมัน (ข) ดอกผลิตน้ำหวาน (ค) ดอกสมบูรณ์เพศ (ง)

พืชสกุล *Parkia* ในกลุ่ม *Parkia* ชนิด *P. bicolor*

ที่มา : Grünmeier (1990)

3.2 การเจริญเติบโตของดอก

ดอกเกิดมาจากตาดอกที่อยู่ตำแหน่งปลายยอดหรือด้านข้าง การเจริญของดอก ตั้งแต่ตาดอกถึงดอกบานใช้ระยะเวลาแตกต่างกันตามชนิดของพืช พันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม (เทียมใจ, 2542) ดอกเคี่ยม (*Cotylelobium melanoxydon* Pierre) ใช้เวลาในการพัฒนาจากตา ดอกถึงดอกบานประมาณ 20 วัน (พวงพรรณ และคณะ, 2548) สะเดาใช้ระยะเวลาดังแต่ตาดอก ผลิถึงดอกเริ่มบานของใช้เวลา 4 สัปดาห์ (บัณฑิต และคณะ, 2542) การเจริญและการพัฒนาการของ ดอกพะยุง (*Dalbergia cochinchinensis* Pierre) ตั้งแต่ระยะตาดอกจนกระทั่งดอกพร้อมที่จะรับ การผสมพันธุ์ใช้เวลา 30 วัน (สุดารัตน์ และคณะ, 2542) ขณะที่ระยะการเจริญของดอกส้มโชกุน ตั้งแต่เห็นตุ่มตาดอกถึงดอกบานใช้เวลา 6 วัน (เบญจพร, 2545)

3.3 การบานของดอก

การบานของดอกมีความสัมพันธ์กับการทำหน้าที่ของชีวะพาหะในการถ่าย ละอองเกสร โดยจำนวนดอกบานในแต่ละวันและลักษณะการบานของดอกแต่ละดอก ซึ่งมีผลต่อ การถ่ายละอองเกสรของพืช ไมตรี (2539) รายงานว่าช่วงเวลาที่มีการถ่ายละอองเกสรมี ประสิทธิภาพสูงสุดของส้มโอหอมหาดใหญ่คือช่วงเวลาที่มียานดอกบานมากที่สุดคือวันที่ 4 หลังจากดอกแรกบาน แต่ละต้นมีช่วงเวลากการบานเฉลี่ย 14 วัน เบญจพร (2545) รายงานว่าการ บานของดอกส้มโชกุนทั้งต้นใช้เวลา 24 วัน ดอกบานสูงสุดในวันที่ 11 บัณฑิตและคณะ (2542) รายงานว่า ระยะเวลากการบานของดอกสะเดาตั้งแต่ดอกแรกบานถึงบานหมดใช้เวลา 3 สัปดาห์ ในวันแรกมีดอกบานเฉลี่ย 12 ดอก จำนวนดอกบานมากที่สุดในสัปดาห์ที่ 2 เฉลี่ย 49 ดอก มี จำนวนดอกเฉลี่ยในแต่ละช่อประมาณ 688 ดอก ดอกสะเดาเริ่มบานประมาณ 15.00 นาฬิกา และ ทยอยบานจนถึงเวลากลางคืน แต่ละดอกบานนาน 1 วัน ถ้าไม่ได้รับการถ่ายละอองเกสรจะร่วง ไมตรี และวิจิตร (2538) รายงานว่าส้มโอพันธุ์หอมหาดใหญ่มีช่วงระยะการออกดอกจนดอกบาน หมดใช้เวลา 21 วัน วันที่ดอกแรกเริ่มบานหลังจากเริ่มเห็นดอก 7 วัน ดอกบานสูงสุดในวันที่ 11

Hopkins (1984) รายงานว่าพืชสกุล *Parkia* มีจำนวนช่อดอกต่อต้นมาก จำนวน การบานของช่อดอกแต่ละต้นมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของ *Parkia* แบ่งลักษณะการบาน ของดอกได้ 3 ลักษณะดังนี้ คือ

1 การบานพร้อมกัน (mass flowering) ระยะการบานของช่อดอกแต่ละต้นสั้น ประมาณ 2 สัปดาห์ แต่ละต้นมีจำนวนช่อดอกบานประมาณ 150-200 ช่อดอก พบใน *P. nitida* และ *P. pendula*

2 การบานต่อเนื่อง (cornucopia) ระยะการบานของช่อดอกแต่ละต้นค่อนข้างนานประมาณ 4 สัปดาห์ แต่ละต้นมีช่อดอกบานประมาณ 50 ช่อดอก เช่น *P. platycephala*

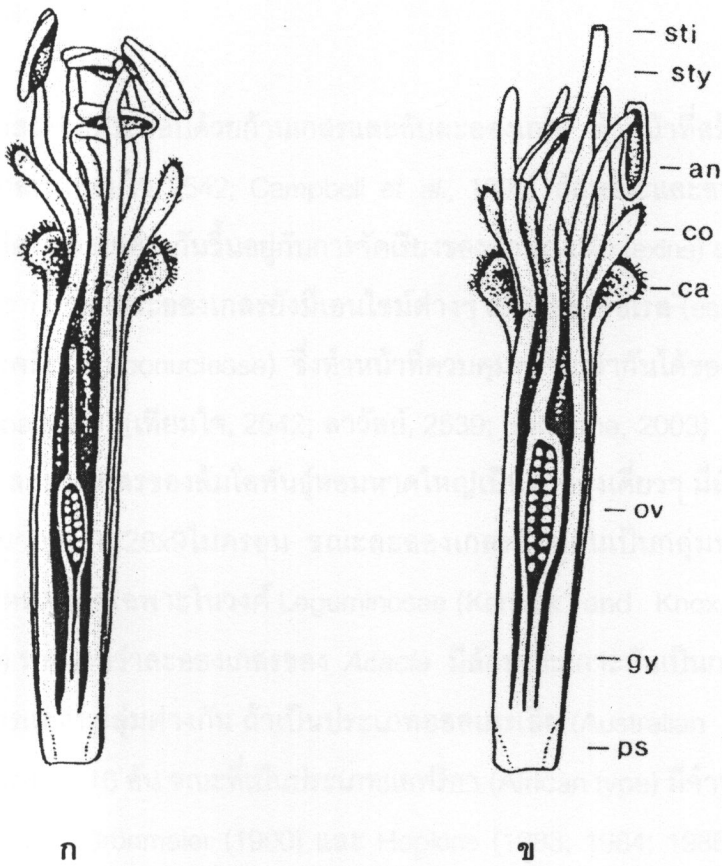
3 การทยอยบาน (modified steady-state) ระยะการบานของช่อดอกแต่ละต้นนานประมาณ 6-8 สัปดาห์ แต่ละต้นมีช่อดอกบานน้อยประมาณ 1-10 ช่อดอก เช่น *P. igneiflora* *P. cachimboensis* *P. decussate* *P. discolor* และ *P. panurensis*

ช่วงเวลาการบานของดอกทำให้สีของช่อดอกเปลี่ยนไปและแตกต่างกันตามชนิดของพืชในสกุล *Parkia* ซึ่งสีของช่อดอกขึ้นอยู่กับสีของอับละอองเกสรของดอกสมบูรณ์เพศและสีของก้านเกสรตัวผู้ของดอกตัวผู้ที่เป็นหมัน สีของช่อดอกในกลุ่ม *Platyparkia* มีสีแดง ส่วนกลุ่ม *Sphaeroparkia* มีสีครีม ขณะที่ช่อดอกในกลุ่ม *Parkia* ที่พบในแถบทวีปแอฟริกาสีของก้านเกสรตัวผู้มีสีแดงแต่ในแถบทวีปเอเชียมีสีครีม ลักษณะการบานของช่อดอกในกลุ่ม *Parkia* สังเกตได้โดยก่อนดอกบาน 1 วัน กลีบดอกจะเริ่มแยกจากกันและหลังจากนั้นสีของช่อดอกจะค่อยๆ เปลี่ยนไปตามช่วงระยะการบานของดอกแต่ละชนิด (Grunmeier, 1990; Hopkins, 1986) ดอกของพืชสกุล *Parkia* บานในตอนบ่ายและช่วงค่ำอับละอองเกสรของดอกสมบูรณ์เพศเริ่มปลดปล่อยละอองเกสรออกมา และดอกผลิตน้ำหวานจะขับน้ำหวาน หลังดอกบาน 2-3 ชั่วโมง เมื่อดอกบานเต็มที่ก้านเกสรตัวเมียในดอกสมบูรณ์เพศยื่นส่วนยอดเกสรตัวเมียออกมาพ้นจากส่วนเกสรตัวผู้ (Grunmeier, 1990; Hopkins, 1984; Wee and Rao, 1980) Wee และ Rao (1980) รายงานว่าเมื่อช่อดอก *P. javanica* บาน สีของดอกสมบูรณ์เพศมีสีเหลืองน้ำตาลถึงสีครีม ส่วนดอกผลิตน้ำหวานมีสีน้ำตาล ดอกตัวผู้ที่เป็นหมันสีครีมหรือสีขาว ขั้นตอนการบานดอกจะเริ่มจากดอกตัวผู้ที่เป็นหมันบานก่อน ถัดมาเป็นดอกสมบูรณ์เพศ เมื่อดอกสมบูรณ์เพศเริ่มบานดอกเริ่มมีกลิ่น ก้านเกสรตัวผู้ยื่นอับละอองเกสรโผล่พ้นกลีบดอก โดยที่เกสรตัวผู้วงนอกยื่นออกมาก่อนเกสรตัวผู้วงใน ขณะที่ก้านเกสรตัวเมียและยอดเกสรตัวเมียยังคงอยู่ในกลีบดอก ดอกผลิตน้ำหวานบานหลังสุด โดยก้านเกสรตัวผู้ไม่ยืดยาวออกมาแต่จะขดอยู่ในภายในกลีบดอกเห็นแต่ส่วนของอับละอองเกสร Grunmeier (1990) รายงานว่าการบานของช่อดอก *P. bicolor* แบ่งได้ 2 ระยะ คือระยะแรกเป็นการบานของดอกทั้ง 3 ชนิด ดอกมีการสร้างน้ำหวานและกลิ่น ดอกตัวผู้ที่เป็นหมันบานก่อน และบานหมดในช่วงพลบค่ำ ละอองเกสรจากดอกสมบูรณ์เพศถูกปลดปล่อยออกมาหลังดอกบาน 1 ชั่วโมง ในขณะที่ก้านเกสรตัวเมียของดอกสมบูรณ์เพศยังไม่ยืดยาวระยะนี้เริ่มตั้งแต่เวลา 19.00-

20.00 นาฬิกา ระยะที่ 2 ก้านเกสรตัวเมียยื่นยอดเกสรตัวเมียออกพ้นกลุ่มอับละอองเกสร ประมาณ 1-2 มิลลิเมตร เริ่มหลังเวลา 24.00 นาฬิกา ขณะที่อับละอองเกสรเริ่มร่วง การสร้าง น้ำหวานและกลั่นเริ่มลดลง ก้านเกสรตัวผู้เริ่มเหี่ยว และในตอนเช้าเห็นช่อดอกเป็นสีขาวเพราะสี ของก้านเกสรตัวเมีย สีของดอกเริ่มซีดและดอกร่วงในตอนบ่าย Bumrungsri และคณะ (2007) รายงานว่าช่อดอกสะตอบานในเวลาประมาณ 17.00-18.30 นาฬิกา ส่วนช่อดอกเหี่ยวบานใน เวลา 17.00 นาฬิกา ช่อดอกทั้ง 2 ชนิดบานนาน 1 คืน

3.4 เพศดอก

เพศดอกถูกกำหนดโดยเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับ ชนิดของพืช บางชนิดดอกเพศผู้และเพศเมียอยู่แยกต้น ขณะที่บางต้นมีทั้ง 2 เพศ ส่งผลให้ รูปแบบการถ่ายละอองเกสรแตกต่างกัน (Sedgley and Griffin, 1985) ในกลุ่ม *Parkia* ใช้ลักษณะ ของเกสรตัวเมียของดอกสมบูรณ์เพศเป็นตัวแบ่งเพศดอก แบ่งลักษณะของดอกสมบูรณ์เพศของ พืชกลุ่ม *Parkia* ได้ 2 แบบ คือดอกสมบูรณ์เพศที่มีก้านเกสรตัวเมียยาวและยื่นยอดเกสรตัวเมียพ้น หรืออยู่ที่ระดับเดียวกันกับอับละอองเกสร ทั้งเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียของดอกสมบูรณ์เพศทำ หน้าที่ในการถ่ายละอองเกสรได้อย่างสมบูรณ์เรียกว่าดอกกะเทย (hermaphrodite flower) การติด ผลสามารถเกิดขึ้นได้กับดอกที่มีลักษณะดังกล่าว ส่วนดอกสมบูรณ์เพศที่เกสรตัวเมียมีขนาดเล็ก และความยาวก้านเกสรตัวเมียสั้น ไม่สามารถยื่นส่วนของยอดเกสรตัวเมียให้พ้นระดับของอับ ละอองเกสรได้ โอกาสที่ยอดเกสรตัวเมียจะรับละอองเกสรจากการถ่ายละอองเกสรเกิดได้น้อย เรียกว่าดอกเพศผู้ (staminate หรือ male flower) การติดผลหรือฝักเกิดได้ยาก ดอกจึงทำหน้าที่ให้ ละอองเกสรเป็นหลัก (ภาพที่ 5) ช่อดอกที่มีดอกสมบูรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นดอกเพศผู้ทั้งหมดเรียกช่อดอกเพศผู้ (male capitulum) และช่อดอกที่มีดอกสมบูรณ์ทำหน้าที่เป็นดอกกะเทยเพียงอย่าง เดียวหรือมีทั้งดอกกะเทยและดอกเพศผู้เรียกช่อดอกกะเทย (hermaphrodite capitulum) พืชใน สกุล *Parkia* หลายชนิดที่มีการออกดอกเป็นแบบ andromonoecious คือในต้นเดียวกันมีทั้งดอก เพศผู้และดอกกะเทย อัตราส่วนดอกเพศผู้และดอกกะเทยแต่ละต้นขึ้นอยู่กับชนิดของพืชสกุล *Parkia* นั้นๆ (Grünmeier, 1990; Hopkins, 1984; 1986)

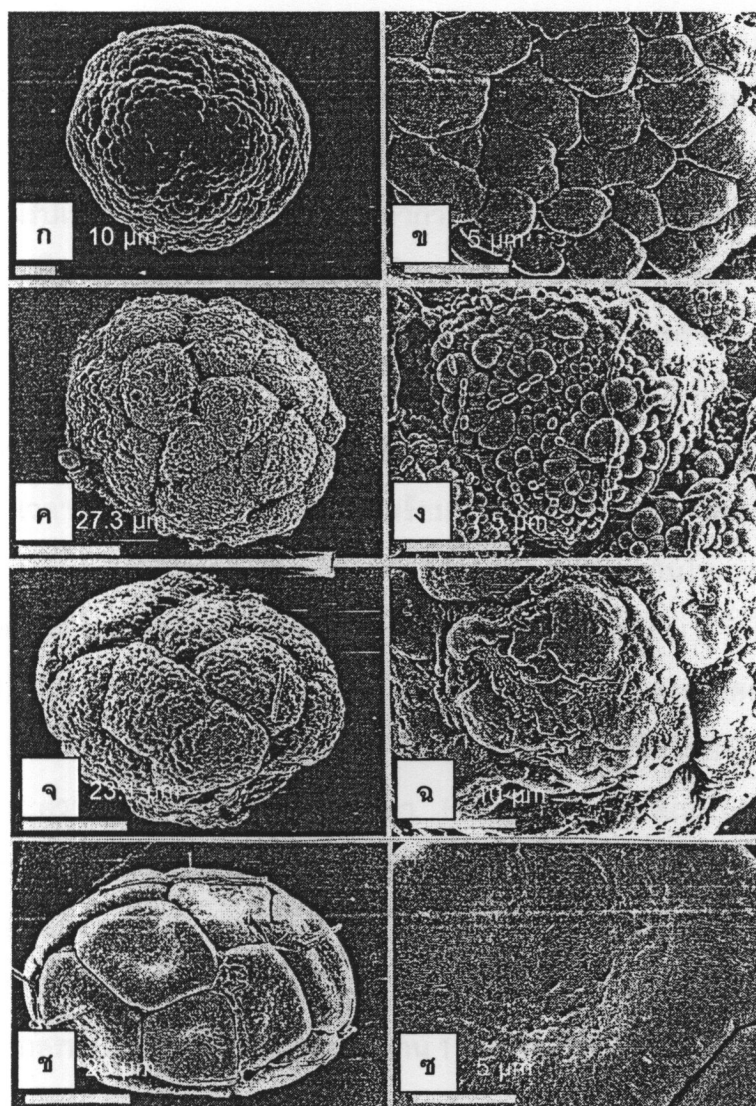


ภาพที่ 5 โครงสร้างดอกสมบูรณ์เพศของพืชสกุล *Parkia* ชนิด *P. bicolor* ที่ทำหน้าที่เป็นดอกเพศผู้ (ก) และดอกกะเทย (ข) ps, pseudopedicel; ca, calyx; co, corolla; an, anther; sti, stigma; sty, style; ov, ovary; gy, gynophore

ที่มา : Grünmeier, 1990

3.5 เกสรตัวผู้

เกสรตัวผู้ประกอบด้วยก้านเกสรและอับละของเกสร ทำหน้าที่สร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้หรือละของเกสร (เทียมใจ, 2542; Campbell *et al.*, 1999) ลักษณะและขนาดละของเกสรของพืชแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับการจัดเรียงของลักษณะผิว (exine) และสารประกอบภายในละของเกสร ที่ผิวของละของเกสรมีเอนไซม์ต่างๆ เช่น เอสเทอเรส (esterase) อไมเลส (amylase) โรโบนิวคลีเอส (ribonuclease) ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมความเข้ากันได้ของละของเกสรกับเกสรตัวเมีย (compatibility) (เทียมใจ, 2542; ลาวัลย์, 2539; Shivanna, 2003) วิจิตต์และไมตรี (2537) รายงานว่าละของเกสรของส้มโอพันธุ์หอมหาคใหญ่เป็นละของเดี่ยวๆ มีลักษณะทรงกลม (spheroidal) ขนาดเฉลี่ย 28x9 ไมครอน ขณะละของเกสรที่อยู่กันเป็นกลุ่มพบประมาณ 15 เปอร์เซ็นต์ของพืชดอก โดยเฉพาะในวงศ์ Leguminosae (Kenrick and Knox, 1982) Kenrick และ Knox (1981) รายงานว่าละของเกสรของ *Acacia* มีลักษณะเกาะกันเป็นกลุ่ม แต่ละชนิดมีจำนวนละของเกสรแต่ละกลุ่มต่างกัน ถ้าเป็นประเภทออสเตรเลีย (Australian type) มีจำนวนละของเกสรต่อกลุ่ม 4 8 16 อัน ขณะที่ เป็นประเภทแอฟริกา (African type) มีจำนวนละของเกสรต่อกลุ่ม 16 และ 32 อัน Grünmeier (1990) และ Hopkins (1983; 1984; 1986) รายงานว่าพืชสกุล *Parkia* มีเกสรตัวผู้ของดอกสมบูรณ์เพศ 10 อัน แต่ละอันมีความยาวของก้านเกสรยาวเท่าๆ กัน ส่วนล่างอยู่ติดกันเป็นหลอดและบริเวณฐานของก้านเกสรติดกับวงกลีบดอกเรียกลักษณะแบบนี้ว่า stemonozone ส่วนปลายของก้านเกสรแยกออกและยื่นพ้นวงกลีบดอกประมาณ 1-1.5 มิลลิเมตร สีของอับละของเกสร มีสีขาว เหลือง ส้ม หรือชมพู ส่วนปลายของเกสรมีอับละของเกสรที่มีลักษณะเป็นพู 2 พู แต่ละพูมีละของเกสรเรียงอยู่ 2 แถว ลักษณะของละของเกสรอยู่กันเป็นกลุ่มไม่สามารถทำให้แยกออกจากกันได้เรียกว่า polyad รูปร่างและการจัดเรียงของละของเกสรในแต่ละกลุ่มแตกต่างกันขึ้นอยู่กัขนิดของพืชสกุล *Parkia* แต่ละกลุ่มละของเกสรมีจำนวนละของเกสร 16 24 หรือ 32 อัน (Hopkins, 1984; Luckow and Hopkins, 1995) (ภาพที่ 6)



ภาพที่ 6 ลักษณะของเกสรแบบ polyad ของ *P. panurensis*. (ก,ข), *P. sumatrana* var. *streptocarpa* (ค,ง), *P. biglandulosa* (จ,ฉ), *P. singularis* (ซ,ฅ)

ที่มา : Luckow และ Hopkins, 1995

ช่วงเวลาการปลดปล่อยละอองเกสรเกิดขึ้นหลังจากดอกบานและมักเกิดขึ้นไม่พร้อมกับความพร้อมรับการถ่ายละอองเกสรของเกสรตัวเมีย ลักษณะละอองเกสรที่ปลดปล่อยออกมาก่อนที่จะเกสรตัวเมียพร้อมรับเรียกว่า protandry ส่วนละอองเกสรที่ปลดปล่อยออกมาหลังจากเกสรตัวเมียพร้อมรับเรียกว่า protogyny ช่วงเวลาการปลดปล่อยละอองเกสรของพืชแต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน พืชทั่วไปปลดปล่อยละอองเกสรในสภาพที่มีความชื้นของอากาศต่ำ อุณหภูมิสูงพอเหมาะและมีลมพัด ถ้ามีฝนตกการปลดปล่อยละอองเกสรจะเกิดช้าหรืออาจไม่เกิดขึ้น (Sedgley and Griffin, 1989) Tangmitchareon และ Owens (1997) ศึกษาการปลดปล่อยละอองเกสรของสัก (*Tectona grandis* Linn) พบว่าดอกบานในเวลา 7.00 นาฬิกา ละอองเกสรถูกปลดปล่อยมาเวลา 8.00 นาฬิกา เกสรตัวเมียพร้อมรับในเวลา 11.00 นาฬิกา Tandon และคณะ (2001) ศึกษาลักษณะดอกของ *Acacia senegal* พบว่าดอกบานในเวลา 7.30 นาฬิกา ละอองเกสรปลดปล่อยในเวลา 10.30 นาฬิกา หลังจากเกสรตัวเมียพร้อมรับ 2 ชั่วโมง Petanidou และคณะ (2001) พบว่า *Gentiana pneumonanthe* ปลดปล่อยละอองเกสรเมื่อดอกบานและก่อนตัวเมียพร้อมรับ 3 วัน การปลดปล่อยละอองเกสรในช่วงที่ละอองเกสรพัฒนายังไม่สมบูรณ์ จะทำให้ความมีชีวิตและความแข็งแรงของละอองเกสรต่ำ Kalinganire และคณะ (2000) รายงานว่าละอองเกสรของดอก *Grevillea robusta* ก่อนดอกบาน 2 วัน ไม่พบละอองเกสรงอก ก่อนดอกบาน 1 วัน มีละอองเกสรงอก 52 เปอร์เซ็นต์ วันที่ดอกบานมีความงอกของละอองเกสรสูงสุด 95 เปอร์เซ็นต์ หลังดอกบาน 3 วัน ความงอกต่ำ และวันที่ 4 และ 5 หลังดอกบาน ไม่พบว่าละอองเกสรงอก ละอองเกสรปลดปล่อยออกมาก่อนดอกบาน 1 วัน ก่อนตัวเมียพร้อมรับ 2 วัน

ความมีชีวิตและความแข็งแรงของละอองเกสรของพืชแต่ละชนิด แต่ละสายพันธุ์มีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับโครงสร้างของละอองเกสรและสภาพแวดล้อม (Dafni et al., 2000; Shivanna, 2003) ละอองเกสรของธัญพืชหลังจากปลดปล่อยออกมาในสภาพธรรมชาติประมาณ 30 นาที ไม่พบความมีชีวิต (Shivanna, 2003) Dag และคณะ (2000) รายงานว่ามะม่วงพันธุ์ Kent ที่ปลูกในประเทศอิสราเอล พบว่าละอองเกสรของดอกที่บานในเดือนเมษายนและเดือนพฤษภาคม ปี 1997 มีความมีชีวิตของเท่ากับ 23 และ 82-96 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เนื่องจากเดือนเมษายนอุณหภูมิต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส ทำให้ละอองเกสรมีความผิดปกติสูง ความมีชีวิตของละอองเกสรจะมีความสัมพันธ์กับการบานของดอก และมีความสำคัญต่อการถ่ายละอองเกสรของพืช ไมตรี (2539) รายงานว่าละอองเกสรของส้มโอพันธุ์หอมหาดีใหญ่ที่ปลดปล่อยออกมาใหม่ ๆ มีความมีชีวิต 100 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บรักษาไว้นาน 24 ชั่วโมง ความมีชีวิตลดลงเหลือ

24.9 เปอร์เซ็นต์ และช่วงเวลาการถ่ายละอองเกสรมีประสิทธิภาพสูงสุดคือช่วงเวลาคอกบานใหม่ ๆ เพราะละอองเกสรมีค่าความงอกและการปฏิสนธิสูงสุด

3.6 เกสรตัวเมีย

เกสรตัวเมียเป็นส่วนของดอกที่อยู่ในส่วนประกอบด้วยยอดเกสรตัวเมีย ก้านเกสรตัวเมียและรังไข่ ภายในรังไข่มีไข่อ่อนทำหน้าที่เป็นเซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย มีความสำคัญในกระบวนการถ่ายละอองเกสร โดยจะควบคุมช่วงเวลาความพร้อมรับละอองเกสรและความเข้ากันได้หรือไม่ได้ของละอองเกสรกับเกสรตัวเมีย และมีผลต่อการติดผลและเมล็ด (Shivanna, 2003) ลักษณะของเกสรตัวเมียแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดพืช และในแต่ละรังไข่อาจมีจำนวนไข่อ่อนเพียงอันเดียวถึงหลายอัน (Shivanna, 2003; Shivanan *et al.*, 1997; Sedgley and Griffin, 1989) เกสรตัวเมียของพืชสกุล *Parkia* ประกอบด้วยยอดเกสรตัวเมียลักษณะเป็นรูปถ้วย รังไข่มี 1 อัน ภายในรังไข่มีไข่อ่อนประมาณ 18-36 อัน (Hopkins, 1986)

ความพร้อมรับการถ่ายละอองเกสรของเกสรตัวเมีย คือความสามารถของเกสรตัวเมียในการรับละอองเกสร ให้ละอองเกสรเกาะที่ยอดเกสรตัวเมียออกไปผสมกับไข่อ่อนในรังไข่ได้ (Sanzol and Herrero, 2001) ระยะความพร้อมรับการถ่ายละอองเกสรเกิดขึ้นตั้งแต่ก่อนดอกบานจนถึงหลังดอกบาน มีช่วงระยะเวลาตั้งแต่ 2-3 ชั่วโมง ถึง 10 วัน ขึ้นอยู่กับชนิดของพืช ช่วงเวลาความพร้อมรับการถ่ายละอองเกสรเป็นปัจจัยที่ควบคุมกระบวนการถ่ายละอองเกสรของพืชที่มีผลต่อการติดผลและเมล็ด (Kalinganire *et al.*, 2000; Young and Gravitz, 2002; Egea and Burgos, 1992) สามารถตรวจสอบได้จากการเปลี่ยนสี การยืดยาวของ papillae การเกิดร่อง (groove) การหลั่งสาร (exudate) การเกิดเอนไซม์ และการถ่ายละอองเกสรเพื่อตรวจสอบการงอกของละอองเกสรและการติดผล (Dafni, 1992; Souza *et al.*, 2004) Kalinganire และคณะ (2000) ศึกษาความพร้อมรับการถ่ายละอองเกสรของเกสรตัวเมียของ *Grevillea robusta* พบว่าเกสรตัวเมียพร้อมรับการถ่ายละอองเกสรหลังดอกบาน 1 วัน โดยมีการยืดยาวของ papillae ร่องของยอดเกสรตัวเมียขยายขนาดสูงสุด มีการหลั่งสาร เมื่อมีการถ่ายละอองเกสร ละอองเกสรสามารถงอกและเข้าไปในเกสรตัวเมียได้ Gribel และคณะ (1999) รายงานว่าดอก *Ceiba pentandra* บานตอนใกล้ค่ำ ยอดเกสรตัวเมียเป็นแบบเปือกและพร้อมรับการถ่ายละอองเกสรในเวลา 18.45-19.15 นาฬิกา อิสมะแอ (2549) รายงานว่าความพร้อมรับการถ่ายละอองเกสรของส้มจุก (*Citrus reticulata* Blanco) เกิดขึ้นภายในเวลา 3 ชั่วโมงหลังดอกบาน โดยบริเวณปลายยอดเกสรตัวเมียแผ่แบนออกมีขนาดใหญ่ขึ้นเกิดเป็นร่อง Tangmitthareon และ Owens (1997) รายงานว่าเกสร

ตัวเมียของดอกสัก (*Tectona grandis* Linn) พร้อมรับการถ่ายละอองเกสรในเวลา 11.00 นาฬิกา Tandon และคณะ (2001) รายงานว่าเกสรตัวเมียของ *Acacia senegal* พร้อมรับการถ่ายละอองเกสรก่อนเกสรตัวผู้ปลดปล่อยละอองเกสร 2 ชั่วโมง ช่วงเวลาการถ่ายละอองเกสรควรอยู่ในช่วงที่เกสรตัวเมียยังคงพร้อมรับเพื่อให้มีการติดผลหรือเมล็ด

4. การถ่ายละอองเกสรของพืช

การถ่ายละอองเกสรเป็นกระบวนการที่มีการเคลื่อนย้ายละอองเกสรจากเกสรตัวผู้ไปยังยอดเกสรตัวเมีย มีปัจจัยที่เกี่ยวข้อง 3 อย่างคือ การปลดปล่อยละอองเกสรจากอับละอองเกสรของเกสรตัวผู้ ความพร้อมรับของเกสรตัวเมียในการที่จะรับละอองเกสร และพาหะที่ใช้ในการเคลื่อนย้ายละอองเกสรไปยังยอดเกสรตัวเมีย กระบวนการนี้มีความจำเป็นในพืชที่ต้องการให้เกิดผลและเมล็ด มีการแลกเปลี่ยนพันธุกรรมเกิดขึ้น ก่อให้เกิดความหลากหลายของพันธุกรรม มีความจำเป็นต่อการดำรงพันธุ์ มีประโยชน์ในด้านการผลิตพืช การผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสม รวมทั้งการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช (Faegri and Pijl, 1979; Sedgley and Griffin, 1989; Shivanna, 2003)

4.1 รูปแบบการถ่ายละอองเกสร

การถ่ายละอองเกสรของพืชอาจเกิดขึ้นในดอกเดียวกัน (autogamy) ต่างดอกแต่ภายในต้นและพันธุ์เดียวกัน (geitonogamy) หรือเกิดต่างต้นและต่างพันธุ์ (xenogamy) พืชที่ผสมตัวเอง (self pollination) เกิดจากการถ่ายละอองเกสรในดอกเดียวกัน ต่างดอกในต้นเดียวกัน หรือต่างต้นแต่ในพันธุ์เดียวกัน (Shivanna, 2003) ส่วนการผสมข้าม (cross pollination) เป็นการถ่ายละอองเกสรต่างต้นต่างพันธุ์กัน เนื่องจากส่วนประกอบของดอกขัดขวางการผสมตัวเองคือดอกตัวผู้ที่เป็นหมันและดอกตัวเมียแยกอยู่ต่างต้น หรือเป็นเพราะเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียแก่ไม่พร้อมกัน โอกาสที่ดอกในต้นเดียวกันผสมกันเกิดขึ้นได้ยาก ละอองเกสรในดอกเดียวกันหรือพันธุ์เดียวกันเป็นหมันต้องใช้เกสรจากต้นอื่นมาผสม หรือเกิดขึ้นเนื่องจากมียีนส์ป้องกันการผสมตัวเอง (ลาวัลย์, 2539; Li and Newbiggin, 2002; Shivanna, 2003) Grünmeier (1990) รายงานว่าดอก *P. bicolor* บานนาน 1 คืน (mononyctial) เกสรตัวผู้แก่ก่อนเกสรตัวเมีย (protandry) หลังจากก้านเกสรตัวเมียยืดยาวยอดเกสรตัวเมียยังคงพร้อมรับละอองเกสรก่อนที่จะเหี่ยวและร่วง Grünmeier (1990) และ Hopkins (1984; 1986) รายงานเพิ่มเติมว่าการติดผลเกิดได้เฉพาะในดอกสมบูรณ์เพศที่ทำหน้าที่เป็นดอกกะเทยเท่านั้น จากเหตุผลดังกล่าวทำให้การถ่ายละอองเกสร

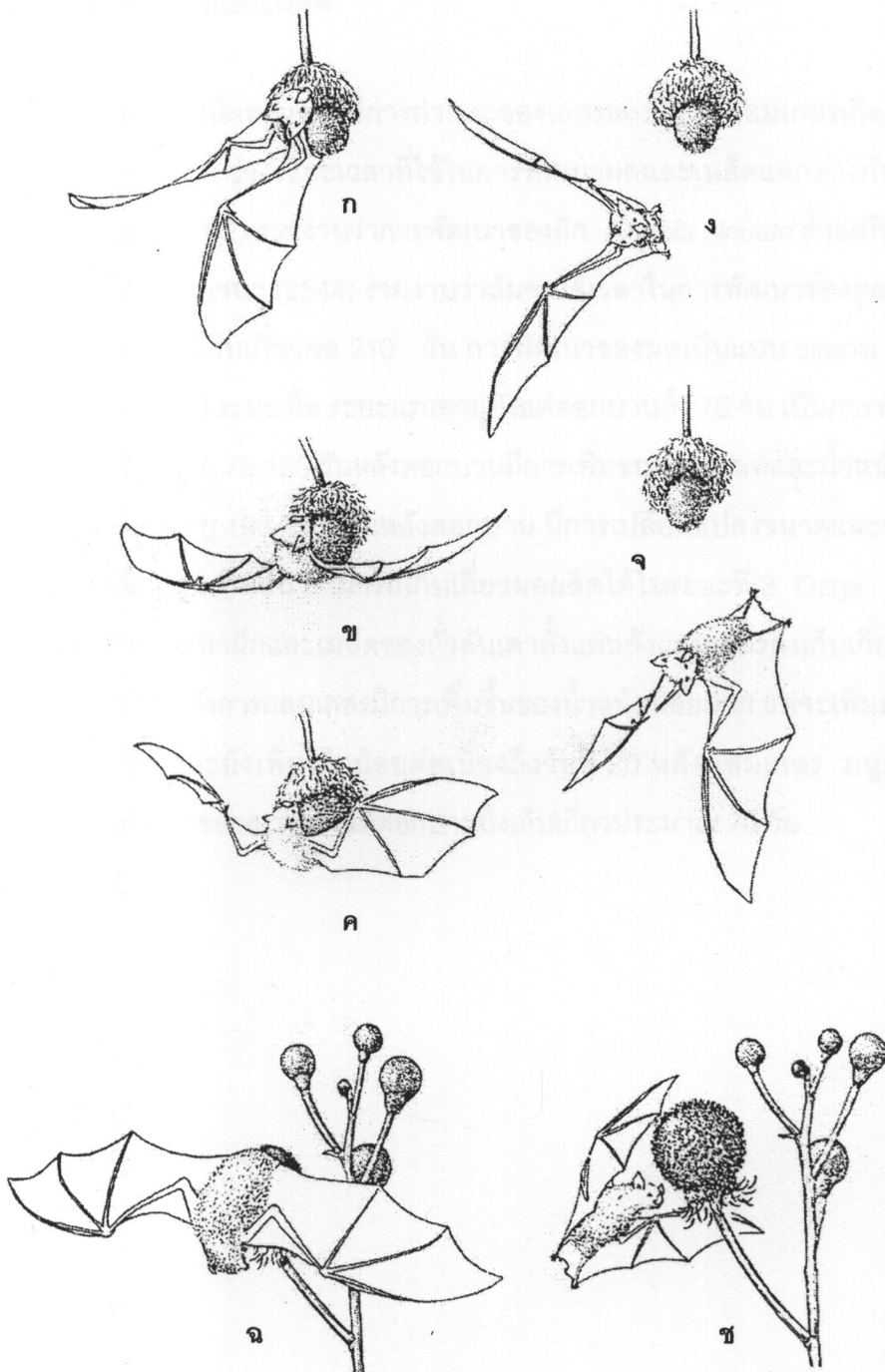
ของ *Parkia* มีความจำเพาะ Wee และ Rao (1980) รายงานว่า *P. javanica* ค่าการติดผลต่ำเพียง 0.1 % ของจำนวนดอกกะเทยในช่อดอก พืชสกุล *Parkia* มีจำนวนละอองเกสรต่อดอกมากเมื่อเทียบกับจำนวนรังไข่หรือไข่อ่อน Hopkins (1984) รายงานว่า *P. nitida* มีอัตราส่วนละอองเกสรต่อรังไข่ในแต่ละดอกประมาณ 2560 : 1 เมื่อคิดอัตราละอองเกสรต่อรังไข่ทั้งต้น 280,000 : 1 รูปแบบในการถ่ายละอองเกสรของ *Parkia* มีโอกาสจะเป็นแบบผสมข้าม เนื่องจากมีเกสรตัวผู้แก่ก่อนเกสรตัวเมีย ระดับของเกสรตัวผู้และยอดเกสรตัวเมียมีความแตกต่างกัน และมีอัตราส่วนจำนวนละอองเกสรต่อดอกและอัตราส่วนละอองเกสรต่อรังไข่สูง ซึ่งลักษณะดังกล่าวเป็นลักษณะของพืชที่ผสมข้าม (Seijo and Neeffa, 2004; Tandon *et al.*, 2001)

Honsho และคณะ (2004) รายงานว่าละอองเกสรทุเรียนพันธุ์กระดุมทองเมื่อนำไปถ่ายละอองเกสรให้กับพันธุ์หมอนทองทำให้การติดผลเพิ่มขึ้นจาก 7.7 เป็น 27.2 เปอร์เซ็นต์ อิศมะแอ (2549) รายงานว่าการถ่ายละอองเกสรของส้มจุกแบบข้ามต้น ปล่อยให้มีการติดผลตามธรรมชาติและไม่มีการถ่ายละอองเกสรมีการติดผล 40 22 และ 3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ Kaufman และ Rumpunen (2002) รายงานว่าการถ่ายละอองเกสรของ *Chaenimeles japonica* แบบผสมตัวเองมีการติดผลเพียง 1.3 เปอร์เซ็นต์ การถ่ายละอองเกสรแบบผสมข้ามต้นและปล่อยให้มีการติดผลตามธรรมชาติติดผล 55.5 และ 48.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ Johnson และคณะ (2004) รายงานว่าการถ่ายละอองเกสรของ *Oxylanthus pyriformis* subsp. *pyriformis* ภายในดอกเดียวกันไม่มีการติดผล การถ่ายละอองเกสรแบบข้ามต้นและปล่อยให้มีการติดผลตามธรรมชาติติดผล 73.1 และ 17.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ Kalinganire และคณะ (2000) รายงานว่าการถ่ายละอองเกสรของ *Grevillea robusta* A. Cunn ภายในดอกเดียวกันมีการติดผลน้อยมากเท่ากับ 0.04 เปอร์เซ็นต์ การถ่ายละอองเกสรแบบข้ามต้นและปล่อยให้มีการติดผลตามธรรมชาติติดผล 5.9-17.5 และ 0.1-3.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ Vange (2002) รายงานว่า *Knautia arvensis* เป็นพืชที่สามารถมีการถ่ายละอองเกสรผสมตัวเองได้แต่เมื่อนำเมล็ดไปทดสอบความงอกและความแข็งแรงของต้นกล้าพบว่าต่ำกว่าต้นที่ได้จากการผสมข้ามและให้น้ำหนักแห้งของเมล็ดต่ำกว่าการผสมข้ามถึง 50 เปอร์เซ็นต์ เป็นผลมาจากการผสมตัวเองทำให้เกิดความเสื่อมถอยทางพันธุกรรม การผสมข้ามจึงมีความจำเป็นเพื่อช่วยลดความเสื่อมถอยทางพันธุกรรมของพืชที่ผสมตัวเองได้

4.2 น้ำหวานและชีวพาหะในการถ่ายละอองเกสร

การถ่ายละอองเกสรของพืชจำเป็นต้องอาศัยพาหะเคลื่อนย้ายละอองเกสรจากอับละอองเกสรไปตกบนยอดเกสรตัวเมีย (Faegri and Pijl, 1979) แบ่งพาหะได้ 2 กลุ่ม คือพาหะที่ไม่มีชีวิต (abiotic pollinator) คือ ลมและน้ำ และพาหะที่มีชีวิตหรือชีวพาหะ (biotic pollinator) เช่น แมลง นก ค้างคาว (Endress, 1994; Sedgley and Griffin, 1989) ดอกไม้ที่มีชีวพาหะช่วยถ่ายละอองเกสรจะต้องมีสิ่งดึงดูดเพื่อให้ชีวพาหะมาเยือนดอก เช่น น้ำหวาน ละอองเกสร น้ำมัน และสารประกอบอื่นๆ ของดอก ซึ่งเป็นสิ่งดึงดูดหลัก (primary attractants) ส่วนกลิ่น รูปร่างดอก อุณหภูมิภายในดอกและการเคลื่อนไหวของดอกเป็นสิ่งที่ดึงดูดรอง (secondary attractants) (Faegri and Pijl, 1979; Sedgley and Griffin, 1989) น้ำหวานเป็นที่ต้องการของชีวพาหะหลายชนิด ในน้ำหวานประกอบด้วยน้ำตาลหลัก 3 ชนิด คือ ฟรุกโตส ซูโครสและกลูโคส มีบางชนิดที่มีไซลิทเป็นองค์ประกอบรอง อีสมะแอ (2549) รายงานว่าในน้ำหวานของส้มจุกประกอบด้วยฟรุกโตส ซูโครสและกลูโคส เท่ากับ 36.75 42.21 และ 81.9 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ เอกพงศ์ (2548) วิเคราะห์ปริมาณสารอาหารในน้ำหวานของสะตอเฉพาะที่จำเป็นสำหรับค้างคาวเพคเมีย ในภาวะสืบทพันธุ์พบว่าประกอบด้วยโปรตีน 20.63 เปอร์เซ็นต์ ไซเตียม โพแทสเซียม แคลเซียม และฟอสฟอรัส 3.59 5.69 4.31 และ 0.09 ไมโครกรัม ตามลำดับ ช่อทิพย์ และอุปถัมภ์ (2550) รายงานว่าในน้ำหวานสะตอประกอบด้วยน้ำตาล ฟรุกโตส ซูโครสและกลูโคส โดยพบน้ำตาลซูโครสมากที่สุด รองลงมาคือ ฟรุกโตส และกลูโคส ตามลำดับ ปริมาณและความเข้มข้นของน้ำหวานของดอกขึ้นอยู่กับชนิดพืช ชนิดของเพศดอกและช่วงเวลาการบานของดอก Grünmeier (1990) รายงานว่าการหลั่งน้ำหวานของช่อดอก *P. biglobosa* เริ่มในเวลาตอนบ่ายและมีการหลั่งน้ำหวานออกมามาก่อนเที่ยงคืน ช่อดอกมีการหลั่งน้ำหวานสูงสุดในเวลา 20.15 นาฬิกา หลังเวลา 06.00 นาฬิกา ช่อดอกหยุดหลั่งน้ำหวาน ในแต่ละคืนแต่ละช่อดอกมีปริมาตรน้ำหวานรวม 1.1–7.3 มิลลิลิตร Pettersson และ Knudsen (2001) รายงานว่าปริมาณการหลั่งน้ำหวานของช่อดอก *P. bicolor* เฉลี่ย 2.4 มิลลิลิตร ความเข้มข้น 16.5 เปอร์เซ็นต์ Langenberger และ Davis (2002) รายงานว่าหลังการบานของดอกในช่วงเวลาต่างๆ *Carum carvi* มีปริมาณการหลั่งน้ำหวานของดอกแตกต่างกัน ในระยะที่ละอองเกสรถูกปลดปล่อยออกมาน้ำหวานที่หลั่งออกมามีปริมาณเฉลี่ย 0.392 ไมโครลิตร ในขณะที่ช่วงระยะเวลาพร้อมรับของเกสรตัวเมียมีปริมาณการหลั่งของน้ำหวาน 1.083 ไมโครลิตร ปริมาณการหลั่งน้ำหวานของดอกมีความสัมพันธ์กับชนิด จำนวนและกิจกรรมของชีวพาหะ (Jackson and Nicolson, 2002; Langenberger and Davis,

2002; Freitas *et al.*, 2001) พืชแต่ละชนิดมีวิวัฒนาการร่วมกับชีวพาหะเพื่อเอื้อประโยชน์ซึ่งกันและกัน ค้างคาวเป็นชีวพาหะที่ช่วยถ่ายละอองเกสรในพืชหลายชนิด ลักษณะของดอกที่มีค้างคาวช่วยถ่ายละอองเกสรจะบานในเวลากลางคืน ดอกมีขนาดใหญ่และแข็งแรง สีของดอกค่อนข้างเขียว ม่วง ชมพู ขาว และดอกมีกลิ่นแรง มีน้ำหวานและละอองเกสรมาก พืชในสกุล *Parkia* มีทั้งค้างคาวและแมลงเป็นชีวพาหะ (Endress, 1994; Faegri and Pijl, 1979; Start and Marshall, 1976) Grünmeier (1990) รายงานว่าช่อดอก *P. biglobosa* บานในเวลากลางคืน มีการหลั่งน้ำหวาน และมีค้างคาวเป็นชีวพาหะที่ช่วยถ่ายละอองเกสร Hopkins (1984 ; 2000) รายงานว่าช่อดอกพืชในสกุล *Parkia* ในกลุ่ม *Parkia* และ *Platyparkia* มีการผลิตน้ำหวาน มีค้างคาวเป็น ชีวพาหะและในกลุ่ม *Sphaeroparkia* ไม่มีการผลิตน้ำหวานมีผึ้งเป็นชีวพาหะ Hopkins (1984) รายงานเพิ่มเติมว่าพฤติกรรมการเยือนช่อดอกและการช่วยถ่ายละอองเกสรของค้างคาวแตกต่างกันนั้นคือ ค้างคาวบินมาเกาะที่ช่อดอกและดูดกินน้ำหวาน หรือค้างคาวบินอยู่ใกล้ช่อดอกและกินน้ำหวานโดยไม่เกาะที่ช่อดอก (ภาพที่ 7) Hopkins และคณะ (2000) รายงานว่าช่อดอก *P. velutina* ไม่มีการหลั่งน้ำหวาน ผึ้งเป็นชีวพาหะมาเก็บละอองเกสรและช่วยในการถ่ายละอองเกสร



ภาพที่ 7 ลักษณะการถ่ายละอองเกสรของค้างคาวให้กับช่อดอกพืชสกุล *Parkia* ชนิด

P. discolor (ก-จ) *P. cachimboensis* (ฉ-ซ)

ที่มา : Hopkins (1984)

5 การเจริญพัฒนาของผลและเมล็ด

พืชแต่ละชนิดหลังจากมีการถ่ายละอองเกสรและมีการผสมเกสรเกิดขึ้น มีการพัฒนาเกิดเป็นผลและเมล็ด ช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการพัฒนาผลและเมล็ดแตกต่างกันตามชนิดของพืช Raju และ Roa (2002) รายงานว่าการพัฒนาของฝัก *Acacia sinuate* ตั้งแต่ติดฝักถึงฝักแก่ใช้เวลานาน 9 เดือน บุญชนะ (2544) รายงานว่าสัมฤทธิ์ใช้เวลาในการพัฒนาของผลตั้งแต่ดอกบานถึงระยะที่ผลสามารถเก็บเกี่ยวผล 210 วัน การพัฒนาของผลเป็นแบบ simple sigmoid curve แบ่งการพัฒนาเป็น 3 ระยะ คือ ระยะแรกอายุตั้งแต่ดอกบานถึง 75 วัน เป็นการพัฒนาส่วนของเปลือกผล ระยะที่ 2 อายุ 76-195 วันหลังดอกบานมีการเพิ่มขนาดของผลและน้ำหนักผลอย่างรวดเร็ว ส่วนระยะที่ 3 อายุ 196-210 วันหลังดอกบาน มีการเปลี่ยนแปลงขนาดและน้ำหนักผลน้อยแต่มีการสะสมน้ำตาลเพิ่มขึ้น สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ในระยะที่ 3 Ozga และคณะ (2003) รายงานว่าการพัฒนาฝักและเมล็ดของถั่วลิ้นเตาตั้งแต่หลังผสมเกสรถึงเก็บเกี่ยวฝักสดใช้เวลา 20 วัน ช่วง 2-5 วันหลังการผสมเกสรมีการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักน้อยมาก แต่จะเพิ่มมากในช่วง 6-12 วันหลังผสมเกสรและยังเพิ่มเล็กน้อยต่อเนื่องถึงวันที่ 20 หลังผสมเกสร มนูญ (2531) รายงานว่าระยะการพัฒนาของสะตอตั้งแต่ดอกบานถึงเก็บเกี่ยวประมาณ 70 วัน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาข้อมูลพื้นฐานฟีโนโลยีของการทิ้งใบ การแตกยอดอ่อน การออกดอกและการติดฝักของสะตอในรอบปีในแปลงวิจัย
2. เพื่อศึกษาลักษณะทางชีววิทยาของดอกสะตอ ได้แก่ ลักษณะดอก การเจริญเติบโตของดอก การบานของดอก เพศของดอกและการติดฝัก เกสรตัวผู้และเกสรตัวเมีย ซึ่งจะใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานของกระบวนการถ่ายละอองเกสรของสะตอ
3. เพื่อศึกษารูปแบบการถ่ายละอองเกสร ผลของการถ่ายละอองเกสรต่อการติดฝักและการติดเมล็ดของสะตอ ปริมาณและความเข้มข้นของน้ำหวานดอกสะตอ และชนิดและพฤติกรรมของพาหะที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายละอองเกสรของสะตอ
4. เพื่อศึกษาการพัฒนาการของฝักและเมล็ดของสะตอ

บทที่ 2

วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการ

วัสดุและอุปกรณ์

1. ต้นสะตอที่ได้จากการติดตามและมีประวัติให้ผลผลิตทุกปี ในแปลงคัดเลือกพันธุ์ที่ศูนย์วิจัยพืชสวนตรัง อำเภอส利เกา จังหวัดตรัง (รายละเอียดของแปลงที่ศึกษาในภาคผนวก)
2. อุปกรณ์การถ่ายละอองเกสร ได้แก่ ปากคีบปลายแหลม สำลี ถุงผ้า ตาข่ายพลาสติก ป้ายชื่อ ลวด เชือกฟาง บันไดอลูมิเนียม ไฟฉาย
3. อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการศึกษาลักษณะละอองเกสร ได้แก่ หลอดแก้วกันแหลม แท่งแก้ว ถ้วยกรอง เครื่องหมุนห่วย แป้นทองเหลือง โถดูดความชื้น สารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ กรดอะซิติก อะซิติกแอนไฮไดรด์ กรดซัลฟูริก เอธิลแอลกอฮอล์ สารละลายเบนซีน
4. อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการตรวจสอบความมีชีวิตและความงอกของละอองเกสร ได้แก่ แผ่นสไลด์ สไลด์หลุม กระดาษปิดสไลด์ สีอะซิโตคาร์มิน น้ำตาลซูโครส
5. อุปกรณ์เครื่องแก้ว ได้แก่ จานเพาะเลี้ยง ปิกเกอร์
6. กล้องจุลทรรศน์แบบเลนส์ประกอบ กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ และกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด
7. อุปกรณ์ศึกษาปริมาณและความเข้มข้นของน้ำหวาน ได้แก่ ถุงผ้า ตาข่ายพลาสติก ขวดแก้ว กระบอกฉีดยา เครื่องวัดความหวาน
8. อุปกรณ์บันทึกภาพ
9. เวอร์เนียและเทปวัด
10. แว่นขยาย

วิธีการ

1. การศึกษาฟีโนโลยีของสะตอ

การศึกษาฟีโนโลยีการทิ้งใบ การแตกยอดอ่อน การออกดอกและการติดฝักในรอบปีของสะตอ ศึกษาจากต้นสะตอจำนวน 45 ต้น บันทึกข้อมูลทุกๆ สัปดาห์ที่ 3 ของเดือน บันทึกการเปลี่ยนแปลงเป็นเปอร์เซ็นต์ โดยวิธีการเปรียบเทียบ เช่น เปอร์เซ็นต์การทิ้งใบ เปรียบเทียบกับใบที่ยังคงอยู่บนต้น ถ้าทั้งต้นไม่มีใบเหลือบนต้นเลยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์การทิ้งใบ 100 เปอร์เซ็นต์ แต่ถ้าไม่มีการทิ้งใบให้เปอร์เซ็นต์การทิ้งใบเท่ากับศูนย์ เปอร์เซ็นต์การแตกยอดอ่อน การออกดอกและการติดฝัก ให้การเปรียบเทียบลักษณะเดียวกับการทิ้งใบ แล้วนำผลเป็นค่าเฉลี่ยในแต่ละเดือน ใช้ข้อมูลอากาศจากสถานีอุตุนิยมวิทยา ท่าอากาศยาน จังหวัดตรัง ในแต่ละเดือนประกอบการศึกษา ระยะเวลาการศึกษา 2 ปี ตั้งแต่มกราคม 2548 ถึงธันวาคม 2549

2. การศึกษาชีววิทยาของดอกสะตอ

เป็นการศึกษาชีววิทยาของดอก เพื่อใช้ข้อมูลพื้นฐานในกระบวนการถ่ายละอองเกสร โดยใช้ต้นสะตอที่ได้จากการติดตามและมีการให้ผลผลิตสม่ำเสมอทุกปี ตั้งแต่เดือนมีนาคม 2548 ถึงธันวาคม 2549 โดยศึกษาดังต่อไปนี้

2.1 ศึกษาลักษณะดอกสะตอ

ทำการศึกษาลักษณะช่อดอกและดอกสะตอ โดยการคัดเลือกต้นสะตอ 10 ต้น แต่ละต้นเลือกช่อดอกที่บานจำนวน 5 ช่อดอก รวม 50 ช่อดอก ศึกษาดังต่อไปนี้

2.1.1 ขนาดของช่อดอก โดยการวัดความยาวก้านช่อดอก ขนาดของช่อดอกทุกช่อดอกที่บานจำนวน 50 ช่อดอก วัดความกว้างและความยาวของกลุ่มดอกที่อยู่บนช่อดอก 3 ตำแหน่ง คือ ดอกสมบูรณ์เพศ ดอกผลิตน้ำหวาน และดอกตัวผู้ที่เป็นหมัน ค่าที่ได้นำมาคำนวณค่าเฉลี่ย

2.1.2 ขนาดและส่วนประกอบของดอกย่อย โดยสุ่มดอกสมบูรณ์เพศ ดอกผลิตน้ำหวาน และดอกตัวผู้ที่เป็นหมันชนิดละ 2 ดอก จากแต่ละช่อดอกทั้งหมด 50 ช่อดอก จำนวนดอกแต่ละ

ชนิดเท่ากับ 100 ดอก วัดความกว้างและความยาวดอก นับจำนวนเกสรตัวผู้ และเกสรตัวเมีย นำข้อมูลคำนวณหาค่าเฉลี่ย

2.1.3 จำนวนดอกย่อย โดยนับจำนวนดอกสมบูรณ์เพศ ดอกผลิตน้ำหวาน และดอกตัวผู้ที่เป็นหมัน จากช่อดอก 50 ช่อ คำนวณหาสัดส่วนของดอกในแต่ละช่อดอก

2.2 ศึกษาการเจริญเติบโตของช่อดอก

ทำการศึกษาการเจริญเติบโตของช่อดอกสะตอในช่วงเวลาที่ต้นสะตอเริ่มมีช่อดอก โดยสุ่มต้นสะตอในช่วงที่เริ่มเห็นช่อดอกจำนวน 5 ต้น แต่ละต้นสุ่มช่อดอก 5 ช่อดอก บันทึกการเจริญเติบโตของช่อดอกทุกๆ 7 วัน ตั้งแต่วันที่เห็นช่อดอกถึงวันที่ช่อดอกบาน โดยวัดความยาวก้านช่อดอก ความกว้างและความยาวช่อดอก ค่าที่ได้นำมาคำนวณค่าเฉลี่ย

2.3 ศึกษาการบานของช่อดอก

2.3.1 การบานของช่อดอกทั้งต้น โดยคัดเลือกต้นที่มีประวัติการให้ผลผลิตสม่ำเสมอ ทุกๆปีจำนวน 15 ต้น นับจำนวนช่อดอกบานในเวลา 17.00 นาฬิกา ของทุกๆ วัน ตั้งแต่ช่อดอกแรกบานจนถึงวันที่ช่อดอกสุดท้ายบาน คำนวณค่าเฉลี่ยจำนวนช่อดอกบานในแต่ละต้นแต่ละวัน

2.3.2 การบานของดอกในรอบวัน โดยคัดเลือกต้นสะตอ 5 ต้น แต่ละต้นเลือกช่อดอกก่อนดอกบาน 1 วัน จำนวน 5 ช่อ รวม 25 ช่อ ในวันที่ช่อดอกบานบันทึกการบานของดอก โดยศึกษาจากการบานของกลีบเลี้ยงและกลีบดอกที่บานเต็มที่ในระยะเวลาต่าง ๆ ตั้งแต่เวลา 08.00 ถึง 24.00 นาฬิกา นำข้อมูลการบานของดอกแต่ละช่วงวันมาคิดเป็นเปอร์เซ็นต์

2.4 ศึกษาเพศช่อดอกและการติดฝักของสะตอ

ศึกษาเพศของช่อดอกและการติดฝักของสะตอในช่วงที่สะตอออกดอกมาก โดยคัดเลือกต้นสะตอ 10 ต้น แต่ละต้นคัดเลือกช่อดอกรวมที่มีขนาดใกล้เคียงกันและมีช่อดอกที่เริ่มบานพร้อมๆ กันจำนวน 12 ช่อ รวม 120 ช่อ ทำเครื่องหมายช่อดอก เมื่อแต่ละช่อดอกบาน นับจำนวนช่อดอกเพศผู้ ช่อดอกกะเทย และจำนวนช่อดอกทั้งหมดตามหลักของ Grünmeier (1990)

และ Hopkins (1984; 1986) ปลดปล่อยให้ช่อดอกถ่ายละอองเกสรตามธรรมชาติ บันทึกจำนวนและตำแหน่งของช่อดอกที่ติดฝัก โดยกำหนดให้ช่อดอกที่ต่อจากปลายกิ่งเป็นช่อดอกตำแหน่งที่ 1 และช่อดอกถัดไปเป็นช่อดอกตำแหน่งที่ 2, 3 ตามลำดับ ข้อมูลที่ได้นำมาคำนวณเปอร์เซ็นต์ช่อดอกเพศผู้ ช่อดอกกะเทยและการติดฝัก ดังต่อไปนี้

$$\text{ช่อดอกเพศผู้ (\%)} = \frac{\text{จำนวนช่อดอกเพศผู้} \times 100}{\text{จำนวนช่อดอกทั้งหมด}}$$

$$\text{ช่อดอกกะเทย (\%)} = \frac{\text{จำนวนช่อดอกกะเทย} \times 100}{\text{จำนวนช่อดอกทั้งหมด}}$$

$$\text{การติดฝัก (\%)} = \frac{\text{จำนวนช่อดอกที่ติดฝัก} \times 100}{\text{จำนวนช่อดอกทั้งหมด}}$$

2.5 ศึกษาเกสรตัวผู้ของสะตอ

2.5.1 ลักษณะเกสรตัวผู้และการปลดปล่อยละอองเกสร โดยการศึกษาลักษณะเกสรตัวผู้ในดอกตัวผู้ที่เป็นหมัน ดอกผลิตน้ำหวานและดอกสมบูรณ์เพศ และบันทึกภาพ ส่วนการศึกษาช่วงเวลาการแตกของอับละอองเกสรและการปล่อยละอองเกสรของสะตอ โดยศึกษาเฉพาะในดอกสมบูรณ์เพศ สุ่มช่อดอกก่อนดอกบานในระยะเดียวกันจากต้นสะตอ 5 ต้น ต้นละ 5 ช่อ รวม 25 ช่อ ศึกษาการแตกของอับละอองเกสรและการปล่อยละอองเกสรของดอกสมบูรณ์เพศโดยใช้แว่นขยายทุกๆ 1 ชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 15.00 นาฬิกา จนกระทั่งอับละอองเกสรแตกหมด บันทึกข้อมูลการแตกของอับละอองเกสรและการปล่อยละอองเกสรในแต่ละช่วงเวลามาคิดเป็นเปอร์เซ็นต์

$$\text{การปลดปล่อยละอองเกสร (\%)} = \frac{\text{จำนวนช่อดอกที่ปลดปล่อยละอองเกสร} \times 100}{\text{จำนวนช่อดอกที่ศึกษาทั้งหมด}}$$

2.5.2 ศึกษาลักษณะและจำนวนละอองเกสร

2.5.2.1 ศึกษาลักษณะละอองเกสร สุ่มกลุ่มละอองเกสรจากการนับจำนวนกลุ่มละอองเกสรต่ออับละอองเกสรจำนวน 1 กลุ่ม นับจำนวนละอองเกสรในแต่ละกลุ่มละอองเกสร คำนวณหาจำนวนละอองเกสรเฉลี่ยต่อกลุ่มละอองเกสร และการศึกษาลักษณะของละอองเกสรของดอกสมบูรณเพศโดยวิธีอชิโตไลซิส นำละอองเกสรไปติดบนแท่นติดตัวอย่าง (stubs) แล้วนำไปฉาบด้วยทองคำ ศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

2.5.2.2 ศึกษาจำนวนละอองเกสร โดยคัดเลือกต้น 5 ต้น แต่ละต้นสุ่มช่อดอกก่อนบาน 5 ช่อ เมื่อช่อดอกบานและอับละอองเกสรยังไม่แตก สุ่มดอกสมบูรณเพศ ดอกผลิตน้ำหวานและดอกตัวผู้ที่เป็นหมันชนิดละ 2 ดอก และแต่ละดอกสุ่มอับละอองเกสรมา 2 อัน แต่ละชนิดดอกสุ่มอับละอองเกสร 100 อัน รวมศึกษาดอกทั้งหมด 3 ชนิด 300 อัน แขน้ำยารักษาสภาพ นับจำนวนกลุ่มละอองเกสรในแต่ละอับละอองเกสร โดยนำอับละอองเกสรมาล้างด้วยน้ำเปล่า วางอับละอองเกสรบนสไลด์ปิดด้วยแผ่นปิดสไลด์ กดให้อับละอองเกสรแบนราบ นำไปศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบเลนส์ประกอบ นับจำนวนกลุ่มละอองเกสร ค่าที่ได้นำมาคำนวณจำนวนกลุ่มละอองเกสรเฉลี่ยต่ออับละอองเกสร

2.5.3 ความมีชีวิตและความงอกของละอองเกสร สุ่มต้นละ 5 ต้น ในแต่ละต้นสุ่มช่อดอกบานมา 5 ช่อ รวม 25 ช่อ ศึกษาความมีชีวิตและความงอกของละอองเกสรของดอกสมบูรณเพศ และนำไปเก็บรักษา 2 ระดับอุณหภูมิแยกเก็บไว้โดยการเคาะละอองเกสรลงบนแผ่นสไลด์และสไลด์หลุม นำใส่กล่องพลาสติกที่สะอาดเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องและที่อุณหภูมิต่ำเพื่อทดสอบความมีชีวิตและความงอกหลังจากการเก็บรักษาไว้ที่ 2 ระดับอุณหภูมิเป็นเวลา 0, 6, 12, 24, 48 และ 72 ชั่วโมง

2.5.3.1 ทดสอบความมีชีวิตโดยการย้อมด้วยสีอะซีโตคาร์มิน เมื่อครบกำหนดตามระยะเวลาการเก็บรักษานำบนแผ่นสไลด์ที่มีละอองเกสรที่เก็บรักษาไว้ทั้ง 2 ระดับอุณหภูมิจำนวน 5 สไลด์ต่อระดับ ย้อมด้วยสีอะซีโตคาร์มิน 1 เปอร์เซ็นต์ ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์วางไว้ 2-3 นาที สุ่มนับละอองเกสรที่ติดสีและจำนวนละอองเกสรทั้งหมดภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบประกอบ

ที่กำลังขยาย 100 เท่า จำนวน 10 จุดต่อ 1 สไลด์ คำนวณค่าการย้อมติดสีของละอองเกสรเป็นเปอร์เซ็นต์

$$\text{การติดสีย้อมอะซีโตคาร์มีน (\%)} = \frac{\text{จำนวนละอองเกสรที่ติดสี}}{\text{จำนวนละอองเกสรทั้งหมด}} \times 100$$

2.5.3.2 ทดสอบความงอกของละอองเกสร โดยนำสไลด์หลุมที่มีละอองเกสรทั้ง 2 ระดับอุณหภูมิ ในแต่ละช่วงเวลาแต่ละระดับอุณหภูมิมาจำนวน 5 แผ่น หยดน้ำตาลซูโครสความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ วางไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมง นำมาตรวจนับการงอกของละอองเกสรด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบประกอบที่กำลังขยาย 100 เท่า 5 จุดต่อหลุม สุ่มนับจำนวนละอองเกสรที่งอกและละอองเกสรทั้งหมด นำมาคำนวณเปอร์เซ็นต์ความงอก

$$\text{ความงอก (\%)} = \frac{\text{จำนวนละอองเกสรที่งอก}}{\text{จำนวนละอองเกสรทั้งหมด}} \times 100$$

2.6 ศึกษาเกสรตัวเมียของสะตอ

2.6.1 ลักษณะของเกสรตัวเมีย สุ่มช่อดอกสะตอที่บ้านในระยะเดียวกันจำนวน 5 ต้น ต้นละ 10 ช่อดอก แยกเป็นช่อดอกกะเทย 5 ช่อดอก ช่อดอกเพศผู้ 5 ช่อดอก คัดเลือกดอกกะเทย และดอกเพศผู้ที่สมบูรณ์จากดอกดังกล่าวอย่างละ 100 ดอก ไปเป็นตัวอย่างในการศึกษาลักษณะเกสรตัวเมีย แยกเกสรตัวเมียนำมาวัดความกว้างและความยาวด้วยเวอร์เนียร์ นำข้อมูลมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย ส่วนการศึกษาจำนวนไข่อ่อนนำเกสรตัวเมียของดอกสมบูรณ์เพศที่ทำหน้าที่เป็นดอกกะเทยจำนวน 100 อัน แช่ในสารละลายไฮเดรอกไซด์ความเข้มข้น 1 นอร์มอล ที่อุณหภูมิ 60 °ซ นาน 30 นาที ย้อมด้วยอะซีโตคาร์มีนเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ นำไปศึกษาจำนวนไข่อ่อนภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบเลนส์ประกอบ ค่าที่ได้นำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย

2.6.2 ช่วงเวลาความพร้อมรับการถ่ายละอองเกสรของเกสรตัวเมีย

2.6.2.1 การยืดยาวของก้านเกสรตัวเมีย สุ่มต้นสะตอก่อนช่อดอกบาน 5 ต้น แต่ละต้นคัดเลือกช่อดอกกะเทยมา 5 ช่อดอก รวม 25 ช่อดอก ศึกษาการยืดยาวของก้านเกสรตัวเมียโดยแกะเกสรตัวเมียจากดอกสมบูรณ์เพศ บันทึกจำนวนช่อดอกที่มีก้านเกสรตัวเมียยืดยาวในแต่

ละช่วงเวลาตั้งแต่เวลา 16.00 นาฬิกา และทุกๆ 1 ชั่วโมง และมาคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์การยืดยาวของก้านเกสรตัวเมียในแต่ละช่วงเวลาได้จากสูตร

$$\text{การยืดยาวของก้านเกสรตัวเมีย (\%)} = \frac{\text{จำนวนช่อดอกที่มีก้านเกสรตัวเมียยืดยาว}}{\text{จำนวนช่อดอกที่ศึกษาทั้งหมด}} \times 100$$

2.6.2.2 การหลังสารของยอดเกสรตัวเมีย สุ่มต้นสะตอก่อนช่อดอกบาน 5 ต้น แต่ละต้นคัดเลือกช่อดอกกะเทย 5 ช่อดอก รวม 25 ช่อดอก ศึกษาการหลังสารของยอดเกสรตัวเมีย ตั้งแต่เวลา 18.00 นาฬิกาและทุกๆ 1 ชั่วโมง ศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ บันทึกจำนวนการหลังของสารแต่ละช่อดอกในแต่ละช่วงเวลา นำมาคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์การหลังสารของยอดเกสรตัวเมียในแต่ละช่วงเวลาได้จากสูตร

$$\text{การหลังสารของยอดเกสรตัวเมีย (\%)} = \frac{\text{จำนวนช่อดอกที่มีการหลังสาร}}{\text{จำนวนช่อดอกที่ศึกษาทั้งหมด}} \times 100$$

2.6.2.3 การตรวจสอบความพร้อมรับของเกสรตัวเมียโดยการถ่ายละอองเกสร ศึกษาในช่วงเวลาที่ช่อดอกบานมาก คัดเลือกต้นที่มีช่อดอกมากและต้นไม่สูงเกินไปเพื่อสะดวกในการศึกษาจำนวน 10 ต้น วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (complete randomize design : CRD) วิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT) มี 8 ทรีตเมนต์ ๗ ละ 40 ช่อดอก รวมทั้งหมด 320 ช่อดอก โดยมีหน่วยการทดลองดังนี้

- ทรีตเมนต์ที่ 1 ถ่ายละอองเกสรในช่วงเวลา 18.00-20.00 นาฬิกา
- ทรีตเมนต์ที่ 2 ถ่ายละอองเกสรในช่วงเวลา 20.00-22.00 นาฬิกา
- ทรีตเมนต์ที่ 3 ถ่ายละอองเกสรในช่วงเวลา 22.00-24.00 นาฬิกา
- ทรีตเมนต์ที่ 4 ถ่ายละอองเกสรในช่วงเวลา 24.00-02.00 นาฬิกา
- ทรีตเมนต์ที่ 5 ถ่ายละอองเกสรในช่วงเวลา 02.00-04.00 นาฬิกา
- ทรีตเมนต์ที่ 6 ถ่ายละอองเกสรในช่วงเวลา 04.00-06.00 นาฬิกา
- ทรีตเมนต์ที่ 7 ถ่ายละอองเกสรในช่วงเวลา 06.00-08.00 นาฬิกา
- ทรีตเมนต์ที่ 8 ถ่ายละอองเกสรในช่วงเวลา 08.00-10.00 นาฬิกา

ในวันที่ศึกษาคัดเลือกช่อดอกที่ทำหน้าที่เป็นช่อดอกกะเทยก่อนช่อดอกบานและก่อนที่ละอองเกสรจะถูกปลดปล่อยออกมา วิธีการคัดเลือกช่อดอกกะเทยโดยการแกะเกสรตัวเมียจากดอกสมบูรณ์เพศเพื่อดูขนาดของเกสร คลุมช่อดอกด้วยถุงผ้าทั้งช่อดอก ไม่ได้ศึกษาแยกแต่ละดอกสมบูรณ์เพศ เนื่องจากดอกสมบูรณ์เพศแต่ละดอกมีขนาดเล็กและมีจำนวนมาก ไม่สามารถที่จะทำการตอนเกสรตัวผู้ได้ และไม่สามารถแยกคลุมแต่ละดอกย่อยได้จึงคลุมทั้งช่อดอก ส่วนละอองเกสรเก็บจากช่อดอกเพศผู้โดยเก็บทั้งช่อดอกเพื่อนำไปถ่ายละอองเกสรตามช่วงเวลา โดยใช้ช่อดอกเพศผู้ 1 ช่อดอกต่อช่อดอกกะเทย 1 ช่อดอก วิธีการถ่ายละอองเกสรโดยการหมุนช่อดอกไปรอบช่อดอกกะเทยให้ส่วนของดอกสมบูรณ์เพศสัมผัสกัน คลุมช่อดอกไว้ 24 ชั่วโมง บันทึกผลหลังถ่ายละอองเกสร 7 วัน บันทึกจำนวนฝักหลังถ่ายละอองเกสรทุกๆ 7 วัน ในวันที่เก็บเกี่ยว นับจำนวนฝัก จำนวนเมล็ดดีและเมล็ดลีบ น้ำหนักเมล็ด 10 เมล็ด ค่าที่ได้นำมาหาคำนวนค่าเฉลี่ยและเปอร์เซ็นต์การติดฝัก

$$\text{การติดฝัก} = \frac{\text{จำนวนช่อดอกที่ติดฝัก} \times 100}{\text{จำนวนช่อดอกที่ถ่ายละอองเกสร}}$$

3. การศึกษาการถ่ายละอองเกสรของดอกสะตอ

3.1 ศึกษาผลการถ่ายละอองเกสรต่อการติดฝัก

ศึกษาความเข้ากันได้ของละอองเกสรและเกสรตัวเมียโดยการถ่ายละอองเกสรด้วยมือ (hand pollination) ศึกษาในช่วงเวลาที่ช่อดอกบานมาก คัดเลือกต้นที่มีช่อดอกมากและต้นไม่สูงเกินไปเพื่อสะดวกในการศึกษาจำนวน 20 ต้น วางแผนการทดลองแบบ CRD วิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT มี 5 ทรีตเมนต์ ๆ ละ 120 ช่อดอก รวมทั้งหมด 600 ช่อดอก โดยมีหน่วยการทดลองดังนี้

ทรีตเมนต์ที่ 1 คลุมช่อดอกโดยไม่มีการถ่ายละอองเกสร

ทรีตเมนต์ที่ 2 ถ่ายละอองเกสรภายในช่อดอกเดียวกัน

ทรีตเมนต์ที่ 3 ถ่ายละอองเกสรจากต่างช่อดอกในต้นเดียวกัน

ทรีตเมนต์ที่ 4 ถ่ายละอองเกสรจากต่างช่อดอกและต่างต้น

ทรีตเมนต์ที่ 5 ปล่อยให้มีการถ่ายละอองเกสรตามธรรมชาติ

วิธีการคัดเลือกช่อดอกเช่นเดียวกับการตรวจสอบความพร้อมรับของเกสรตัวเมีย โดยการถ่ายละอองเกสร การถ่ายละอองเกสรภายในช่อดอกเดียวกันโดยใช้ลำไส้ที่สะอาดช่วยถ่าย ละออง ส่วนการถ่ายละอองเกสรจากต่างช่อดอกในต้นเดียวกันและการถ่ายละอองเกสรต่างต้น เก็บช่อดอกก่อนที่ละอองเกสรถูกปลดปล่อย เมื่อละอองเกสรปลดปล่อยนำช่อดอกที่ให้ละออง เกสรมาถ่ายละอองเกสรโดยการหมุนช่อดอกไปรอบช่อดอกกะเทยให้ส่วนของดอกสมบูรณ์เพศ สัมผัสกัน ส่วนการถ่ายละอองเกสรตามธรรมชาติหลังจากที่คัดเลือกช่อดอกได้ปล่อยให้ช่อดอกมี การถ่ายละอองเกสรตามธรรมชาติโดยไม่คลุมช่อดอกหรือช่วยถ่ายละอองเกสร การถ่ายละออง เกสรในช่อดอกเดียวกัน ต่างช่อดอกในต้นเดียวกัน และต่างช่อดอกต่างต้น ดำเนินการในช่วงเวลา 21.00 ถึง 23.00 นาฬิกา โดยการเปิดปากถุงและถ่ายละอองเกสรตามกรรมวิธีแล้วคลุมช่อดอกไว้ 24 ชั่วโมง บันทึกผลหลังถ่ายละอองเกสร 7 วัน และบันทึกจำนวนฝักหลังถ่ายละอองเกสรทุกๆ 7 วัน ในวันที่เก็บเกี่ยว นับจำนวนฝัก จำนวนเมล็ดดีและเมล็ดลีบ น้ำหนักเมล็ด 10 เมล็ด ค่าที่ได้ นำมาหาคำนวนค่าเฉลี่ย ค่าการติดฝัก และค่าความเข้ากันไม่ได้ของเกสรตัวเมียกับละอองเกสร โดยการประเมินความเข้ากันไม่ได้ของละอองเกสรและเกสรตัวเมียจากการคำนวณดังต่อไปนี้

1 อัตราความเข้ากันไม่ได้ (self-incompatibility rate : ISI) จากค่าการติดผลตาม วิธีการของ Dafni (1992)

$$ISI = \frac{\text{การติดผลจากการผสมตัวเอง}}{\text{การติดผลจากการผสมข้าม}}$$

ค่าจากการคำนวณนำมาเปรียบเทียบกับอัตราความเข้ากันไม่ได้ดังต่อไปนี้

- < 1 = self-incompatible
- >0.2<1 = partially self-incompatible
- <0.2 = mostly self-incompatible
- 0 = completely self-incompatible

2 ระดับความเข้ากันไม่ได้ (self-incompatibility : SI) จากจำนวนเมล็ดต่อฝักตามวิธีการของ Pound และคณะ (2002)

$$SI (\%) = 100 (Vep - Vsp)/Vep$$

SI = ระดับความเข้ากันไม่ได้

Vep = จำนวนเมล็ดต่อผลจากผสมข้าม

Vsp = จำนวนเมล็ดต่อผลจากผสมตัวเอง

3.2 ศึกษาชนิดและพฤติกรรมของพาหะ

คัดเลือกต้นสะตอที่ออกดอกพร้อม ๆ กันตั้งแต่ต้นฤดูการออกดอกในเดือนมีนาคม 2549 เพื่อให้สามารถศึกษาหัวข้อดังต่อไปนี้

3.2.1 ชนิดและพฤติกรรมของชีวพาหะที่มาเยือนช่อดอกสะตอ โดยสังเกตชนิดชีวพาหะที่เยือนช่อดอก ทุก ๆ 2 ชั่วโมง ตั้งแต่ช่อดอกเริ่มบานในเวลา 17.00 ถึง 09.00 นาฬิกา ของวันถัดไป บันทึกภาพและจับแมลงแช่น้ำยารักษาสภาพ ส่วนค้างคาวใช้ตาข่ายดัก เพื่อนำไปแยกอันดับและชนิด

3.2.2 ความถี่การเยือนช่อดอกของค้างคาว โดยเลือกตำแหน่งช่อดอกที่สามารถมองเห็นการมาเยือนของค้างคาวได้ชัดเจน บันทึกจำนวนครั้งที่ค้างคาวมาเยือนช่อดอกทุกๆ ชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 19.00 นาฬิกา เป็นต้นไป ศึกษาในต้นฤดูที่ช่อดอกเริ่มบาน กลางฤดูมีช่อดอกบานมาก และปลายฤดู แต่ละฤดูศึกษานาน 3 คืน แต่ละคืนศึกษาจากต้นสะตอ 1 ต้น ต้นละ 2 ช่อดอก ค่าที่ได้นำมาคิดค่าเฉลี่ยค้างคาวมาเยี่ยมช่อดอกในแต่ละช่วงเวลา

3.3 ศึกษาปริมาณและความเข้มข้นของน้ำหวาน

เลือกช่อดอกสะตอก่อนช่อดอกบาน คลุมช่อดอกด้วยถุงผ้าสำหรับห่อผลไม้ที่เสริมด้วยตาข่ายพลาสติก เพื่อไม่ให้ถุงสัมผัสช่อดอกและป้องกันแมลงและค้างคาวกินน้ำหวาน ร่องกันถุงด้วยถุงพลาสติกเพื่อรองรับน้ำหวานที่ไหลจากช่อดอก เก็บน้ำหวานทุกๆ ชั่วโมงตั้งแต่

เวลา 19.00 ถึง 06.00 นาฬิกา และเก็บครั้งเดียวในเวลา 06.00 นาฬิกา เมื่อถึงเวลาเก็บน้ำหวาน เปิดปากถุงแล้วใช้กระบอกลูกยางดูดน้ำหวานและวัดปริมาตรของน้ำหวานโดยใช้กระบอกลูกยาง วัดความเข้มข้นของน้ำหวานโดยใช้เครื่องวัดความหวาน วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด จำนวน 5 ซ้ำ ใช้ต้นเป็นซ้ำ แต่ละซ้ำใช้ช่อดอกละ 6 ช่อ รวมช่อดอกที่ศึกษาทั้งหมด 60 ช่อ ส่วนเก็บน้ำหวานครั้งเดียวเลือกช่อดอกจากต้นเดิมเพิ่มอีกต้นละ 6 ช่อดอก รวม 60 ช่อดอก เก็บน้ำหวานในเวลา 6.00 นาฬิกา ค่าที่ได้นำมาหาค่าเฉลี่ยการหลั่งน้ำหวานในแต่ละช่วงเวลา และเปรียบเทียบปริมาณและความเข้มข้นของน้ำหวานที่ได้จากวิธีการเก็บต่างกัน

4. การศึกษาการพัฒนาของฝักและเมล็ดสะตอ

ทำการศึกษาในแปลงคัดเลือกพันธุ์สะตอ คัดเลือกสะตอ 5 ต้น แต่ละต้นคัดเลือกช่อดอกกะเทยที่ปล่อยให้มีการถ่ายละอองเกสรแบบธรรมชาติ 10 ช่อดอก ศึกษาพัฒนาการของฝักและเมล็ดหลังช่อดอกบานทุกๆ 7 วัน บันทึกจำนวนฝัก วัดความยาวก้านฝัก ความกว้างและความยาวฝัก เมื่อเก็บเกี่ยวนับจำนวนเมล็ดดี เมล็ดลีบและจำนวนเมล็ดทั้งหมด น้ำหนักเมล็ดสด 10 เมล็ด และน้ำหนักแห้งโดยนำไปอบที่อุณหภูมิ 70 °ซ นาน 72 ชั่วโมง ค่าที่ได้นำมาหาค่าเฉลี่ยส่วนความชื้นของเมล็ดคำนวณได้จากสูตร

$$\text{ความชื้นเมล็ด (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักเมล็ดสด} - \text{น้ำหนักเมล็ดแห้ง}}{\text{น้ำหนักเมล็ดสด}} \times 100$$

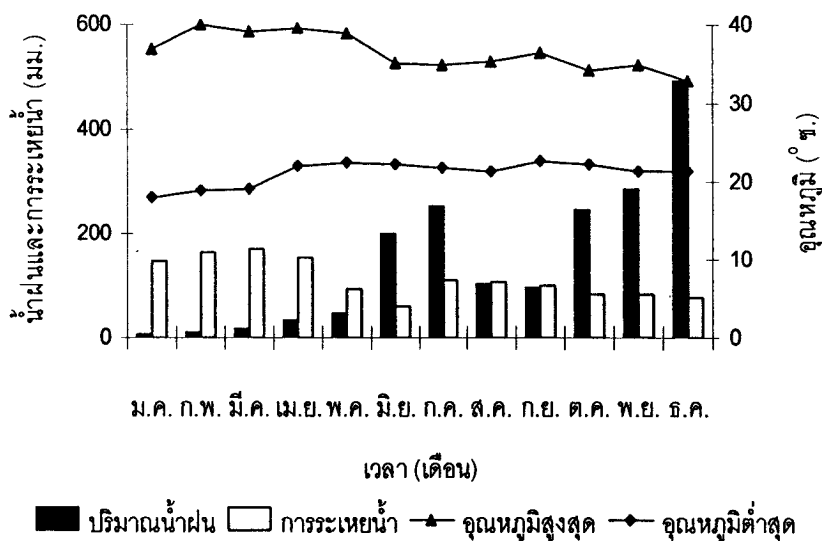
บทที่ 3

ผล

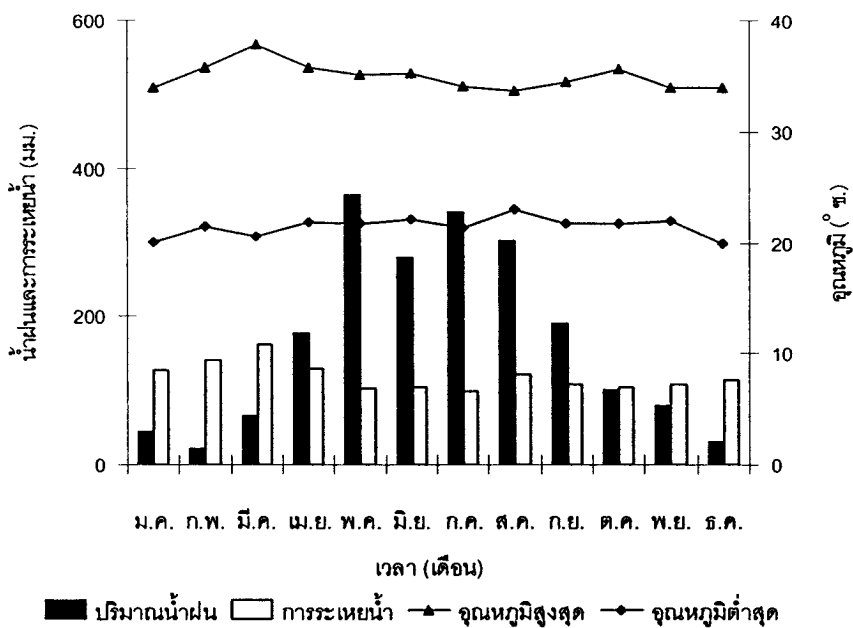
1. สภาพฟ้าอากาศและฟีโนโลยีของสะตอ

จากการศึกษาข้อมูลสภาพฟ้าอากาศจากสถานีอุตุนิยมวิทยาท่าอากาศยาน จังหวัดตรัง สำหรับประกอบการศึกษาฟีโนโลยีของสะตอในครั้งนี้ พบว่าในปี 2548 มีปริมาณฝนตกตลอดทั้งปีรวม 1,798.6 มิลลิเมตร ในเดือนมกราคมถึงเดือนพฤษภาคมมีปริมาณฝนตกแต่ละเดือนต่ำกว่าในเดือนมิถุนายนถึงเดือนธันวาคม ปริมาณฝนตกต่ำที่สุดในเดือนมกราคมเท่ากับ 7.7 มิลลิเมตร และสูงสุดในเดือนธันวาคมเท่ากับ 494.2 มิลลิเมตร ค่าการระเหยของน้ำเฉลี่ยต่ำสุดในเดือนมิถุนายนเท่ากับ 61.1 มิลลิเมตร และสูงสุดในเดือนมีนาคมเท่ากับ 171.1 มิลลิเมตร อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยในเดือนกุมภาพันธ์เท่ากับ 40°C และต่ำสุดเฉลี่ยในเดือนมกราคมเท่ากับ 18.1°C (ภาพที่ 8)

ส่วนสภาพฟ้าอากาศในปี 2549 มีปริมาณฝนตกตลอดทั้งปีรวม 1,998.7 มิลลิเมตร แต่ปริมาณฝนตกช่วงปลายปีต่ำกว่าในปี 2548 มาก ในเดือนกุมภาพันธ์มีปริมาณฝนตกต่ำที่สุดเท่ากับ 20.7 มิลลิเมตร และปริมาณฝนตกสูงสุดในเดือนพฤษภาคมเท่ากับ 365.3 มิลลิเมตร ค่าการระเหยของน้ำเฉลี่ยต่ำสุดในเดือนกรกฎาคมเท่ากับ 97.9 มิลลิเมตร และเฉลี่ยสูงสุดในเดือนมีนาคมเท่ากับ 162.9 มิลลิเมตร อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยในเดือนมีนาคมเท่ากับ 37.8°C และต่ำสุดเฉลี่ยในเดือนธันวาคมเท่ากับ 20°C (ภาพที่ 9)



ภาพที่ 8 ปริมาณน้ำฝน การระเหยน้ำ อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดและต่ำสุด ของจังหวัดตรังในปี 2548



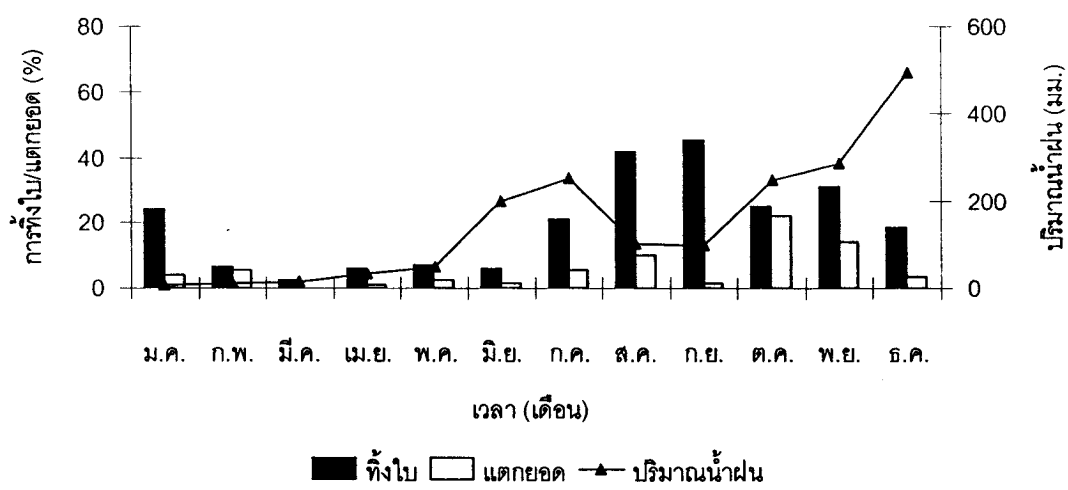
ภาพที่ 9 ปริมาณน้ำฝน การระเหยน้ำ อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดและต่ำสุด ของจังหวัดตรังในปี 2549

1.1 การทิ้งใบและการแตกยอด

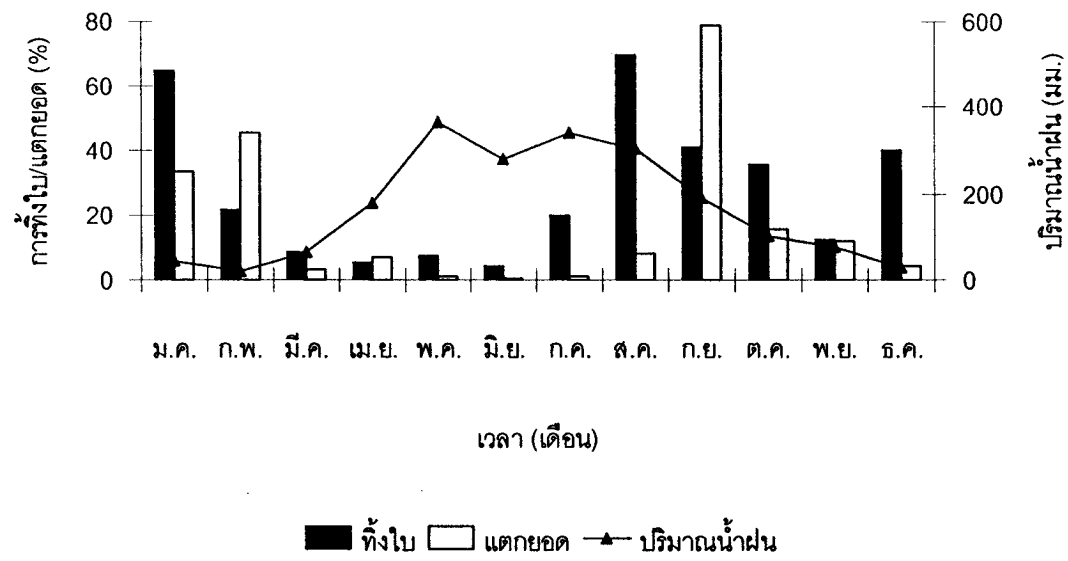
การทิ้งใบและการแตกยอดของสะตอในปี 2548 เกิดขึ้นเกือบทุกเดือนตลอดทั้งปี แต่เกิดขึ้นมากในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงธันวาคม การทิ้งใบสูงสุดในเดือนกันยายนเท่ากับ 45.2 เปอร์เซ็นต์ และน้อยที่สุดในเดือนมีนาคมเท่ากับ 2.5 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการแตกยอดอ่อนสูงสุดในเดือนตุลาคมเท่ากับ 22.0 เปอร์เซ็นต์ และไม่พบการแตกยอดอ่อนในเดือนมีนาคม (ภาพที่ 10) ในปี 2549 พบว่าต้นสะตอมีการทิ้งใบและแตกยอดเกือบทุกเดือนตลอดทั้งปีเช่นเดียวกับในปี 2548 โดยยอดเกิดขึ้นมาก 2 ช่วง คือช่วงแรกในเดือนมกราคมถึงกุมภาพันธ์และช่วงที่สองเดือนกรกฎาคมถึงธันวาคม การทิ้งใบสูงสุดในเดือนสิงหาคมเท่ากับ 70.0 เปอร์เซ็นต์ และต่ำสุดในเดือนมิถุนายนเท่ากับ 4.5 เปอร์เซ็นต์ การแตกยอดอ่อนสูงสุดในเดือนกันยายนเท่ากับ 78.9 เปอร์เซ็นต์ และต่ำสุดในเดือนมิถุนายนเท่ากับ 0.6 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 11)

1.2 การออกดอกและติดฝัก

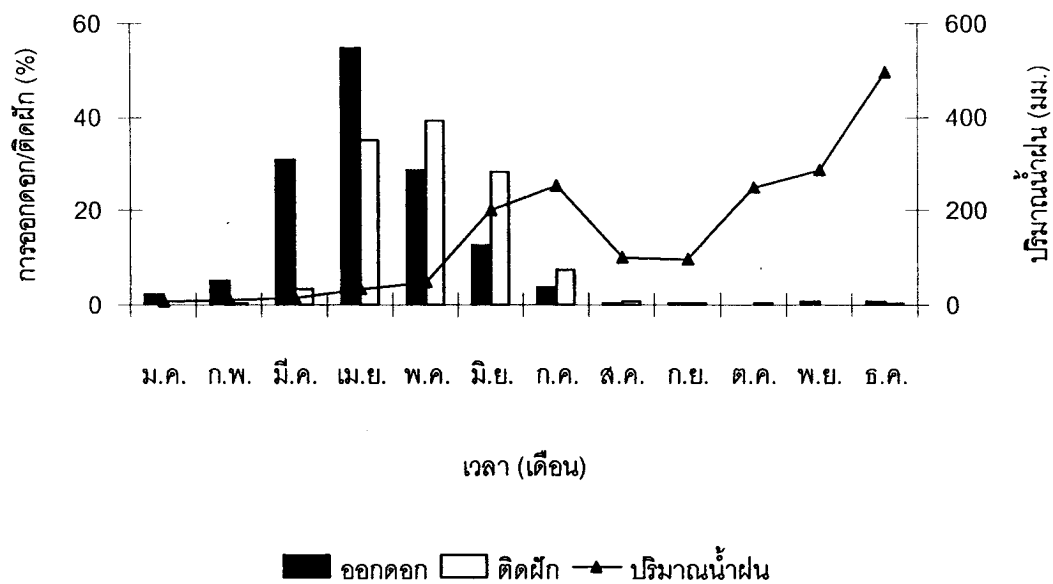
การออกดอกและการติดฝักของสะตอในปี 2548 เกิดขึ้นในเดือนมกราคมถึงกรกฎาคม โดยในเดือนมกราคมพบต้นสะตอมีการออกดอกเท่ากับ 2.3 เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้นการออกดอกเพิ่มขึ้นและสูงสุดในเดือนเมษายนเท่ากับ 54.9 เปอร์เซ็นต์ ในเดือนตุลาคมต้นสะตอมีการออกดอกต่ำที่สุดเท่ากับ 0.1 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการติดฝักเริ่มเกิดขึ้นในเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนกรกฎาคม ในเดือนกุมภาพันธ์ติดฝักเท่ากับ 0.4 เปอร์เซ็นต์ และการติดฝักสูงสุดในเดือนพฤษภาคมเท่ากับ 39.3 เปอร์เซ็นต์ และในเดือนมกราคมไม่พบการติดฝัก (ภาพที่ 12) ในปี 2549 ต้นสะตอมีการออกดอกและติดฝักในช่วงเวลาเดียวกันในรอบปีเช่นเดียวกับในปี 2548 ในเดือนมกราคมสะตอมีการออกดอกเท่ากับ 1.1 เปอร์เซ็นต์ และออกดอกสูงสุดในเดือนเมษายนเท่ากับ 26.7 เปอร์เซ็นต์ ในเดือนกันยายนและตุลาคมไม่พบการออกดอก การติดฝักเกิดขึ้นในเดือนกุมภาพันธ์ถึงสิงหาคม ในเดือนกุมภาพันธ์มีการติดฝักเท่ากับ 0.9 เปอร์เซ็นต์ การติดฝักสูงสุดในเดือนพฤษภาคมเท่ากับ 20.0 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในเดือนกันยายนถึงพฤศจิกายนไม่พบการติดฝัก (ภาพที่ 13)



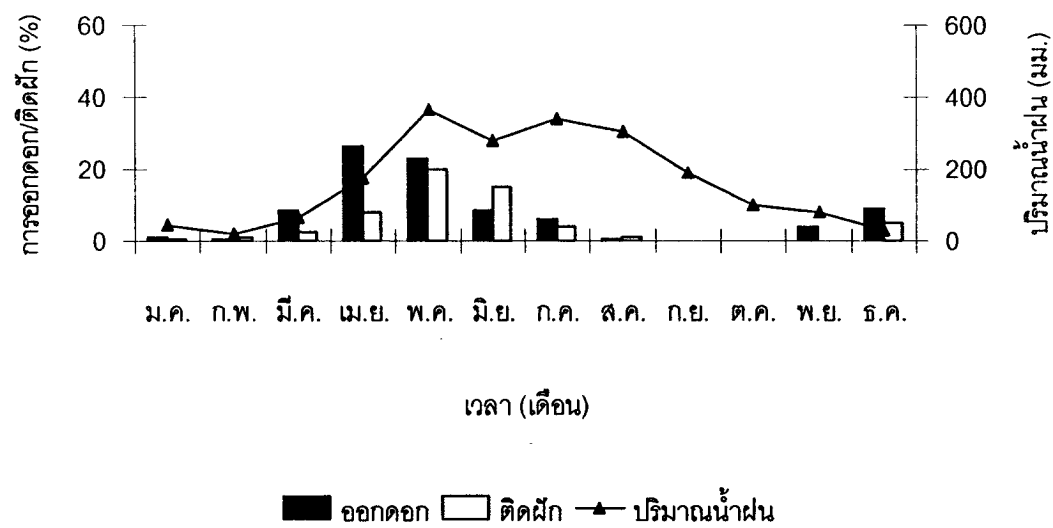
ภาพที่ 10 การทิ้งใบและการแตกยอดของฝ้าย ในศูนย์วิจัยพืชสวนตรัง ในปี 2548



ภาพที่ 11 การทิ้งใบและการแตกยอดของฝ้าย ในศูนย์วิจัยพืชสวนตรัง ในปี 2549

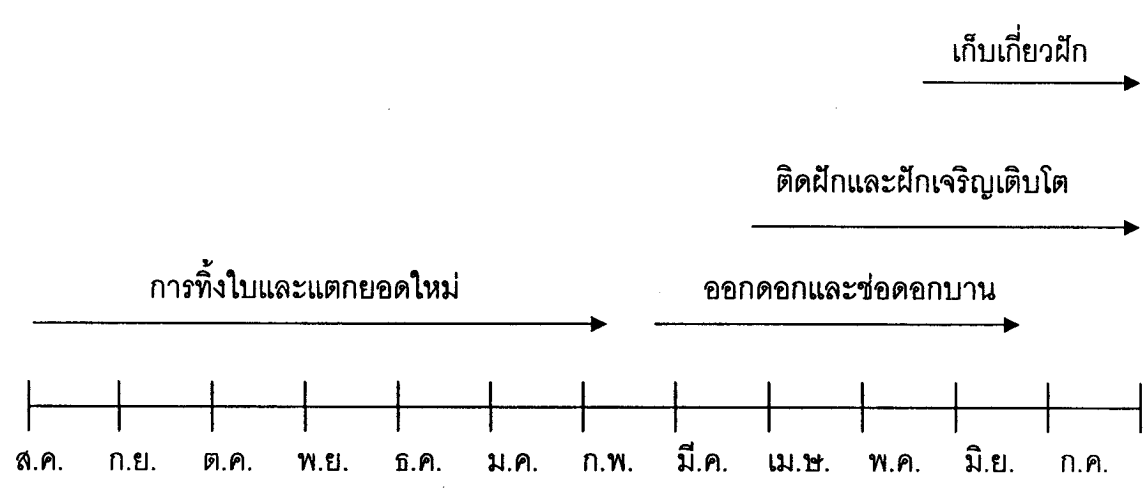


ภาพที่ 12 การออกดอกและการติดฝักของสะตอ ในศูนย์วิจัยพืชสวนตรัง ในปี 2548



ภาพที่ 13 การออกดอกและการติดฝักของสะตอ ในศูนย์วิจัยพืชสวนตรัง ในปี 2549

ฟีโนโลยีการทิ้งใบ การแตกยอด การออกดอกและการติดฝักของสะตอ ที่ศูนย์วิจัยพืชสวนตรังในภาคใต้ฝั่งตะวันตกในปี 2548 และ 2549 สัมพันธ์กับสภาพฟ้าอากาศโดยพบว่าต้นสะตอมีการทิ้งใบและแตกยอดใหม่ภายใต้สภาพอากาศที่แห้งแล้งติดต่อกัน ในช่วงเวลาสั้นๆ หลังจากทิ้งใบแล้วมีการแตกยอดอ่อนตามมา การออกดอกและช่อดอกมีการเจริญพัฒนามารวมทั้งช่อดอกบานเกิดขึ้นในช่วงปลายเดือนกุมภาพันธ์ถึงมิถุนายนซึ่งเป็นช่วงฤดูแล้ง ส่วนการติดฝักและการเจริญและพัฒนาของฝักเกิดหลังจากช่อดอกบานคือประมาณกลางเดือนมีนาคมถึงเดือนกรกฎาคม สามารถเก็บเกี่ยวฝักได้ประมาณกลางเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกรกฎาคมซึ่งเป็นช่วงเวลาที่มีฝนตกค่อนข้างมาก จากผลการศึกษาดังกล่าวสามารถสรุปเป็นฟีโนโลยีของสะตอได้ดังภาพที่ 14



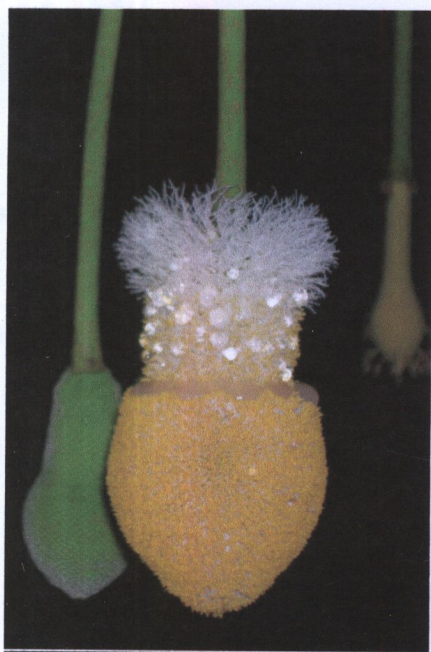
ภาพที่ 14 ฟีโนโลยีการทิ้งใบ การแตกยอด การออกดอก การติดฝักและการเก็บเกี่ยวฝักของสะตอ ในศูนย์วิจัยพืชสวนตรัง ตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2548 ถึง กรกฎาคม 2549

2. ชีวิตวิทยาของดอกสะตอ

2.1 ลักษณะดอกสะตอ

2.1.1 ขนาดช่อดอก

ช่อดอกสะตอประกอบด้วยก้านช่อดอกและดอกย่อยเล็กๆ อยู่บนฐานรองดอกเดียวกัน (ภาพที่ 15) สะตอมีก้านช่อดอกยาว 28.9 ± 10.6 เซนติเมตร ขนาดช่อดอกมีความยาว 8.8 ± 0.7 เซนติเมตร ความกว้างหรือความหนาแต่ละตำแหน่งแตกต่างกัน ขนาดของกลุ่มดอกตัวผู้ที่เป็นหมัน กลุ่มดอกผลิตน้ำหวานและกลุ่มดอกสมบูรณ์เพศมีขนาด 3.9×1.6 , 3.0×2.7 และ 4.5×5.0 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 1)



- ← Pedicel
- ← Staminodial flower
- ← Nectar secreting flower
- ← Fertile flower

ภาพที่ 15 ลักษณะช่อดอกและดอกย่อยของสะตอ

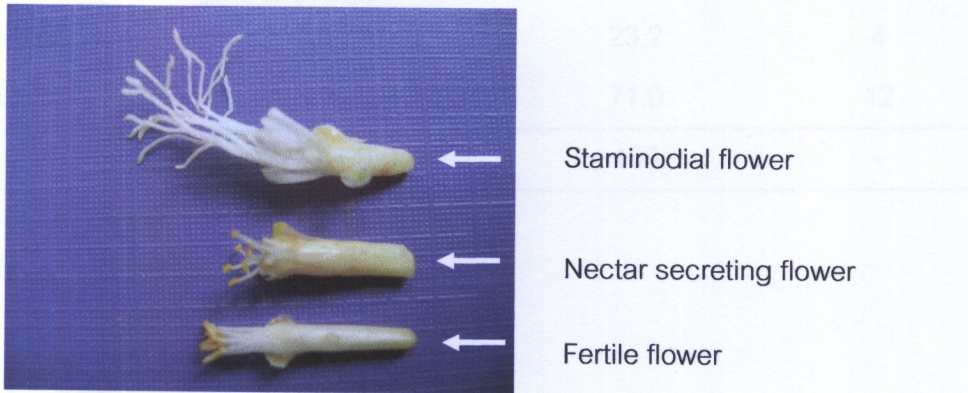
ตารางที่ 1 ความยาวเฉลี่ยก้านช่อดอกและขนาดช่อดอกเฉลี่ยของกลุ่มดอกตัวผู้ที่เป็นหมัน ดอกผลิตน้ำหวานและดอกสมบูรณ์เพศของสะตอ (n=50)

	ความยาว ก้านช่อดอก (ซม.)	ความยาว ช่อดอก (ซม.)	ขนาดกลุ่มดอก (ซม.)		
			ดอกตัวผู้ที่เป็นหมัน	ดอกผลิตน้ำหวาน	ดอกสมบูรณ์เพศ
			กว้าง x ยาว	กว้าง x ยาว	กว้าง x ยาว
เฉลี่ย	28.9	8.8	3.9 x 1.6	3.0 x 2.7	4.5 x 5.0
SD (+)	10.6	0.7	0.5 , 0.5	0.3 , 0.4	0.4 , 0.3

SD± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
n= จำนวนที่ศึกษา

2.1.2 ขนาดและส่วนประกอบของดอกย่อย

ดอกย่อยทั้ง 3 ชนิดของสะตอมีความแตกต่างกัน ดอกตัวผู้ที่เป็นหมันมีก้านเกสรตัวผู้ยาวอย่างเห็นได้ชัด ส่วนดอกผลิตน้ำหวานก้านเกสรตัวผู้สั้นที่สุด (ภาพที่ 16) ขนาดความกว้างและความยาวของดอกตัวผู้ที่เป็นหมัน ดอกผลิตน้ำหวานและดอกสมบูรณ์เพศเท่ากับ 2.5x20.0, 2.8x11.9 และ 2.2x14.4 มิลลิเมตร ตามลำดับ ดอกทั้ง 3 ชนิดมีจำนวนเกสรตัวผู้ไม่เท่ากัน โดยดอกตัวผู้ที่เป็นหมันมีมากที่สุดเท่ากับ 11.5 อัน ส่วนดอกผลิตน้ำหวานและดอกสมบูรณ์เพศมีจำนวนเฉลี่ยเท่ากับ 10.8 และ 10.6 อัน ตามลำดับ (ตารางที่ 2) เกสรตัวเมียเห็นเด่นชัดเฉพาะในดอกสมบูรณ์เพศโดยมีจำนวน 1 อัน ส่วนในดอกตัวผู้ที่เป็นหมันและดอกผลิตน้ำหวานไม่พบเกสรตัวเมียแต่จะเห็นเป็นตุ่มเล็กๆ



ภาพที่ 16 ลักษณะดอกย่อย 3 ชนิดของดอกสะตอ

ตารางที่ 2 ขนาดเฉลี่ยของดอกตัวผู้ที่เป็นหมัน ดอกผลิตน้ำหวานและดอกสมบูรณเพศ จำนวน
เกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียของละตอ (n=300)

ชนิดดอก	ขนาดดอก (มม.)		เกสรตัวผู้	เกสรตัวเมีย
	กว้าง	ยาว	(อัน)	(อัน)
ดอกตัวผู้ที่เป็นหมัน	2.5±0.2	20.0±1.0	11.5±0.5	0
ดอกผลิตน้ำหวาน	2.8±0.2	11.2±0.4	10.8±0.6	0
ดอกสมบูรณเพศ	2.2±0.2	14.4±1.5	10.6±0.8	1

SD± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

n= จำนวนที่ศึกษา

2.1.3 จำนวนดอกย่อย

แต่ละช่อดอกละตอมีจำนวนดอกย่อยทั้งหมด 2,277.0±109 ดอก ประกอบด้วย
ดอกตัวผู้ที่เป็นหมัน 132.5±28 ดอก ดอกผลิตน้ำหวาน 529.3±26 ดอก และดอกสมบูรณเพศ
1,615.9±107 ดอก คิดเป็น 5.8 23.2 และ 71.0 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ หรือคิดเป็นสัดส่วนดอกตัว
ผู้ที่เป็นหมัน ดอกผลิตน้ำหวานและดอกสมบูรณเพศเท่ากับ 1:4:12 (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 จำนวนดอกย่อยแต่ละชนิดในช่อดอกละตอ (n=50)

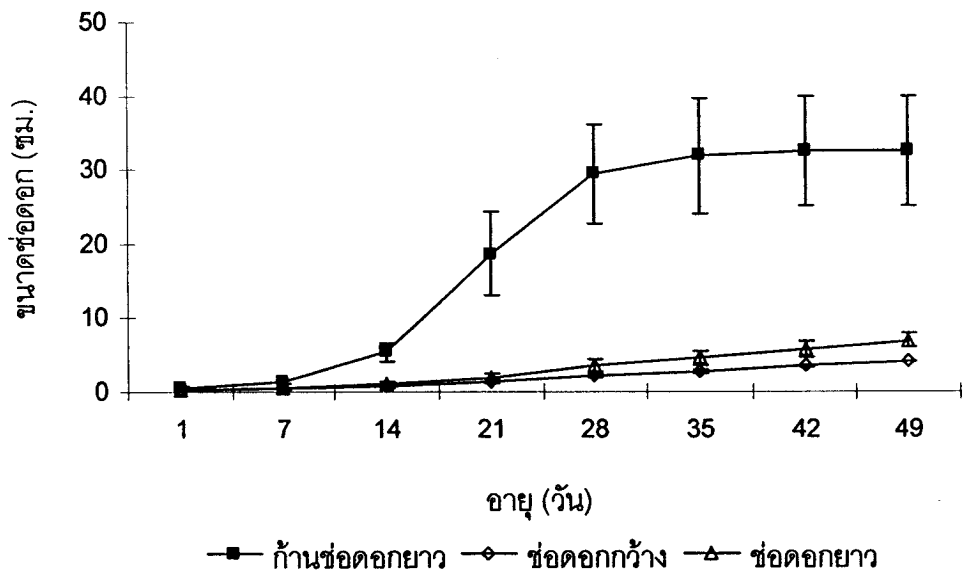
ชนิดดอกย่อย	จำนวน (ดอก)	เปอร์เซนต์	สัดส่วน
ดอกตัวผู้ที่เป็นหมัน	132.5±28	5.8	1
ดอกผลิตน้ำหวาน	529.3±26	23.2	4
ดอกสมบูรณเพศ	1615.9±107	71.0	12
รวม	2277.0±109	100	-

SD± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

n= จำนวนที่ศึกษา

2.2 การเจริญเติบโตของช่อดอกสะตอ

ในวันที่ 1 พบว่าแต่ละช่อดอกรวมมีความยาวก้านช่อดอก ความกว้างและความยาวช่อดอก 0.7 ± 0.3 0.2 ± 0.9 และ 0.4 ± 0.1 เซนติเมตร ตามลำดับ วันที่ 7 ช่อดอกมีความยาวก้านช่อดอก ความกว้างและความยาวช่อดอก 1.4 ± 0.3 0.4 ± 0.1 และ 0.6 ± 0.1 เซนติเมตรตามลำดับ ตั้งแต่วันที่ 14-28 การเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว วันที่ 14 ช่อดอกมีความยาวก้านช่อดอก ความกว้างและความยาว 5.3 ± 1.1 0.7 ± 0.1 และ 1.1 ± 0.3 เซนติเมตร ตามลำดับ วันที่ 28 ช่อดอกมีความยาวก้านช่อดอก ความกว้างและความยาวช่อดอกเพิ่มเป็น 29.5 ± 6.8 2.1 ± 0.2 และ 3.6 ± 0.9 เซนติเมตร ตามลำดับ หลังจากนั้นการเจริญเติบโตของช่อดอกค่อยๆลดลง วันที่ 42 มีความยาวก้านช่อดอก ความกว้างและความยาวช่อดอก 32.5 ± 7.4 3.5 ± 0.1 และ 5.8 ± 1.1 เซนติเมตร ตามลำดับ ในช่วงวันที่ 49 ความยาวก้านช่อดอกเพิ่มน้อยมาก (32.5 ± 7.4 เซนติเมตร) ความกว้างและความยาวช่อดอกเพิ่มเป็น 4.2 ± 0.1 และ 6.9 ± 0.9 เซนติเมตรตามลำดับ (ภาพที่ 17)



ภาพที่ 17 การเจริญเติบโตของช่อดอกที่อายุต่างๆ

การเจริญเติบโตของช่อดอกสะตอ แบ่งตามลักษณะการเปลี่ยนแปลงของขนาดช่อดอกได้เป็น 7 ระยะ (ภาพที่ 18) คือ

ระยะที่ 1 อายุ 1-14 วัน ช่อดอกมีขนาดเล็ก สีน้ำตาล มีตาหุ้มช่อดอกและมีใบขนาดเล็กรองรับช่อดอก

ระยะที่ 2 อายุ 14-28 วัน ช่อดอกโตขึ้นลักษณะกลมรี มีสีเขียว ตาหุ้มและใบรองรับช่อดอกร่วง

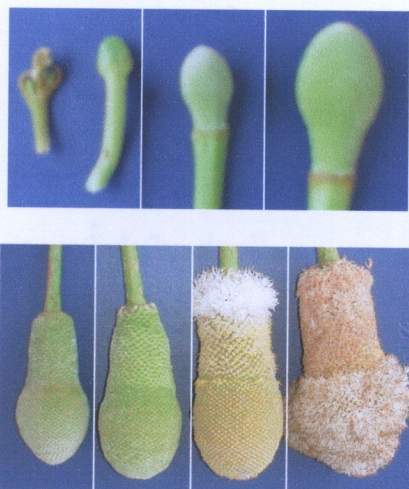
ระยะที่ 3 อายุ 28-35 วัน ช่อดอกมีลักษณะคล้ายลูกสาลี (pear shape) มีสีเขียว

ระยะที่ 4 อายุ 35-42 วัน ช่อดอกมีสีเขียว ก้านช่อดอกยาว เริ่มปรากฏดอกย่อยเล็กๆ จำนวนมาก

ระยะที่ 5 อายุ 42-44 วัน ช่อดอกโตเต็มที่ ความยาวก้านช่อดอกคงที่ ปลายช่อดอกมีสีเขียวอมเหลือง ส่วนโคนช่อดอกมีสีเขียวอมขาว

ระยะที่ 6 อายุ 44-49 วัน ดอกบาน ก่อนดอกบานในตอนเช้าดอกย่อยที่อยู่ติดกับก้านช่อดอกมีสีขาวแกมเขียว ส่วนกลางและส่วนล่างช่อดอกมีสีเขียวอมเหลือง ในเวลาบ่ายดอกบานเห็นช่อดอกมีเขียว สีเหลืองและสีขาว และในตอนกลางคืนที่บริเวณดอกตัวผู้ที่เป็นหมันมีสีขาว ดอกผลิตน้ำหวานและดอกสมบูรณ์เพศมีสีเหลือง

ระยะที่ 7 อายุ 50-51 วัน ดอกร่วงและติดฝัก ช่อดอกที่เป็นช่อดอกเพศผู้ร่วงทั้งช่อดอก ส่วนช่อดอกกะเทยที่มีการถ่ายละอองเกสร ดอกตัวผู้ที่เป็นหมันและดอกผลิตน้ำหวานร่วงและมีการติดฝักบริเวณส่วนล่างของช่อดอก

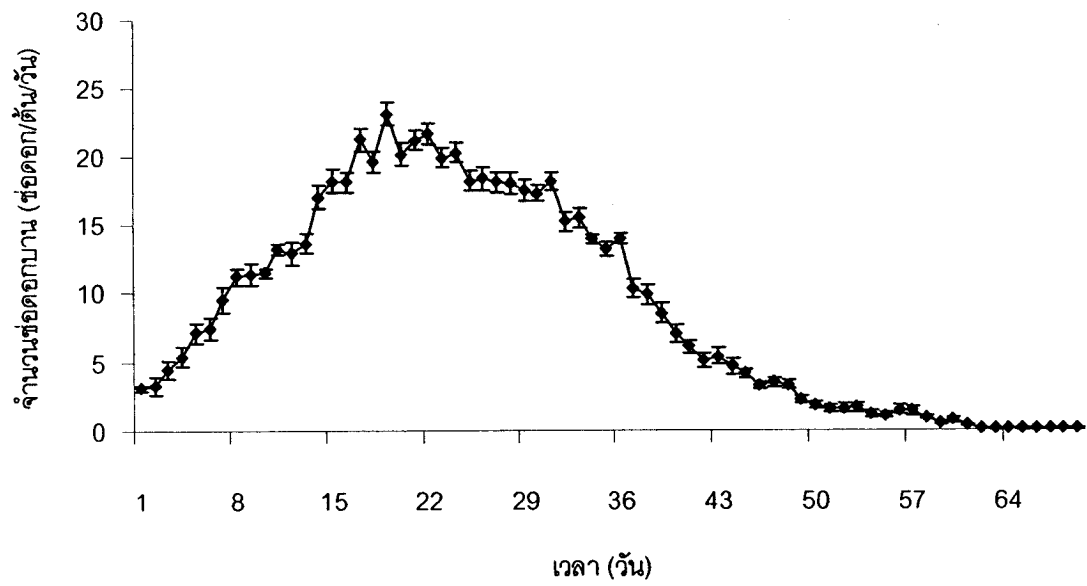


ภาพที่ 18 การเจริญเติบโตของช่อดอกสะตอ 7 ระยะ ตั้งแต่เริ่มเห็นช่อดอกถึงดอกบาน

2.3 การบานของช่อดอกสะตอ

2.3.1 การบานของช่อดอกทั้งต้น

สะตอที่ศึกษามีช่อดอกบานตั้งแต่เดือนมีนาคม แต่ละต้นจำนวนช่อดอกที่บานทั้งหมดเฉลี่ย 619.6 ± 51.7 ช่อ ระยะเวลาการบานของช่อดอกตั้งแต่ช่อดอกแรกบานถึงวันที่ช่อดอกบานหมดในแต่ละต้นใช้เวลาเฉลี่ย 57.5 ± 5.4 วัน แต่ละวันมีจำนวนช่อดอกบานเฉลี่ย 10.8 ± 2.8 ช่อ วันแรกที่ช่อดอกบานมีจำนวนเฉลี่ย 3.1 ± 0.2 ช่อ ในวันต่อมาจำนวนช่อดอกบานเพิ่มขึ้นตามลำดับ ในวันที่ 19 มีช่อดอกบานสูงสุดเฉลี่ย 23.1 ± 3.7 ช่อ หลังจากนั้นจำนวนช่อดอกบานค่อยๆลดลงตามลำดับ จนถึงวันที่ 65-69 เหลือช่อดอกบานเพียง 0.1 ช่อ (ภาพที่ 19)



ภาพที่ 19 การบานของช่อดอกสะตอทั้งต้นในแต่ละวัน

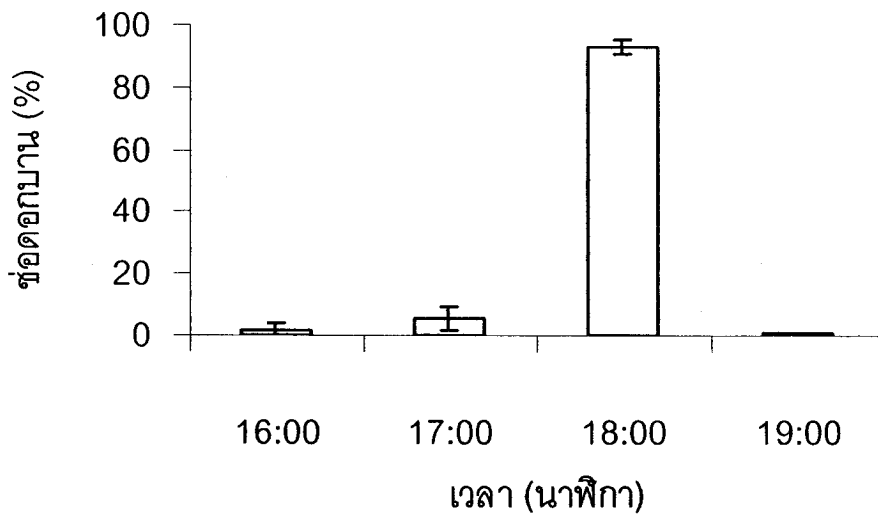
2.3.2 การบานของดอกในรอบวัน

การบานของช่อดอกและดอกย่อย 3 ชนิด มีลักษณะดังรายละเอียดในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ลักษณะการบานในรอบวันของดอกสะตอ

เวลา (นาฬิกา)	ลักษณะดอก
08:00	ดอกตัวผู้ที่เป็นหมันซึ่งอยู่ติดกับก้านช่อดอกมีสีขาวแกมสีเขียว บางดอกมีเกสรตัวผู้สีขาวตันกลีบเลี้ยงและกลีบดอกออกมาเล็กน้อย ขณะที่ดอกผลิตน้ำหวานและดอกสมบูรณ์เพศยังไม่บาน
10:00	ดอกตัวผู้ที่เป็นหมันมีสีขาวและสีเขียว กลีบเลี้ยงเริ่มคลี่บาน เกสรตัวผู้ยืนยาวออกพ้นกลีบเลี้ยงแต่ยังไม่เห็นกลีบดอก บริเวณดอกผลิตน้ำหวานและดอกสมบูรณ์เพศยังไม่บาน
12:00	กลีบเลี้ยงและกลีบดอกของดอกตัวผู้ที่เป็นหมันคลี่บาน ก้านเกสรตัวผู้ยื่นพ้นวงกลีบเลี้ยงและกลีบดอกแต่ยังยืดยาวไม่เต็มที่และมีสีขาว ดอกผลิตน้ำหวานและดอกสมบูรณ์เพศเริ่มบาน
14:00	ดอกตัวผู้ที่เป็นหมันมีเกสรตัวผู้ยืดยาวพ้นวงกลีบเลี้ยงและกลีบดอกทำให้เห็นเกสรตัวผู้มีสีขาว กลีบดอกของดอกผลิตน้ำหวานบานเห็นอับละอองเกสรสีเหลืองอยู่ภายในดอก ส่วนอับละอองเกสรของดอกสมบูรณ์เพศเริ่มต้นกลีบเลี้ยงคลี่บาน สีดอกเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเหลืองอมเขียว
16:00	ดอกตัวผู้ที่เป็นหมันบานเต็มที่ ดอกผลิตน้ำหวานมีอับละอองเกสรสีเหลืองก้านเกสรตัวผู้สีขาวบางอันยื่นพ้นกลีบดอกและกลีบเลี้ยงขณะที่ส่วนใหญ่ยังคงอยู่ภายในดอก ดอกสมบูรณ์เพศมีอับละอองเกสรยืดยาวพ้นวงกลีบดอกและกลีบเลี้ยงแต่ก้านเกสรตัวผู้ยังคงอยู่ภายในดอก ดอกมีสีเหลืองแซมเขียว
18:00	ดอกผลิตน้ำหวานบานเต็มที่และเริ่มขับน้ำหวานออกมา เกสรตัวเมียของดอกสมบูรณ์เพศเริ่มยืดยาวแต่ยังอยู่ภายในดอก
20:00	ดอกผลิตน้ำหวานบานเต็มที่และหลั่งน้ำหวานไหลออกมาก เกสรตัวเมียในดอกสมบูรณ์เพศยืดยาวเต็มที่ ดอกสมบูรณ์เพศเริ่มปลดปล่อยละอองเกสร
22:00	ยอดเกสรตัวเมียในดอกสมบูรณ์เพศบางดอกอยู่เหนือส่วนอื่นของดอก
24:00	ดอกสมบูรณ์เพศบานเต็มที่ ยอดเกสรตัวเมียยืนยาวอยู่เหนือส่วนอื่นของดอก

นับการบานของช่อดอกสะตอเมื่อดอกย่อยทั้งหมดบนช่อดอกบานหมด โดยเห็นกลีบเลี้ยง กลีบดอกและเกสรตัวผู้ของดอกย่อยทุกชนิด ในเวลา 16.00 นาฬิกา มีช่อดอกสะตอบานเฉลี่ย 1.3 เปอร์เซ็นต์ ในเวลา 17.00 นาฬิกา จำนวนช่อดอกบานเพิ่มขึ้นเป็น 5.3 เปอร์เซ็นต์ และในเวลา 18.00 นาฬิกา มีจำนวนช่อดอกบานมากที่สุดและบานหมดเท่ากับ 93.4 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 20)



ภาพที่ 20 เปอร์เซ็นต์การบานของช่อดอกสะตอในเวลาต่างๆ

2.4 เพศช่อดอกและการติดฝักของสะตอ

ช่อดอกสะตอแยกเป็นช่อดอกเพศผู้และช่อดอกกะเทย (ภาพที่ 21) ในแต่ละช่อดอกรวมประกอบด้วยช่อดอก 1-12 ช่อดอก เฉลี่ย 5.2 ± 1.2 ช่อดอก มีการจัดเรียงของช่อดอกเป็นแบบสลับ มีช่อดอกเพศผู้เฉลี่ย 3.7 ± 0.8 ช่อดอก (1-10 ช่อ) คิดเป็นช่อดอกเพศผู้ 71.4 เปอร์เซ็นต์ มีช่อดอกกะเทยเฉลี่ย 1.5 ± 0.5 ช่อ (0-4 ช่อ) ช่อดอกกะเทยเพียง 28.6 เปอร์เซ็นต์ หลังดอกบานมีการถ่ายละอองเกสรตามธรรมชาติและมีการติดฝัก แต่ละช่อดอกรวมมีการติดฝักเฉลี่ย 1.1 ± 0.2 ช่อ (0-3 ช่อ) การติดฝัก 25.4 เปอร์เซ็นต์ของช่อดอกทั้งต้น ตำแหน่งของการติดฝักพบในช่อดอกที่ 1-10 เฉลี่ยตำแหน่งที่ 4.3 ± 1.1 (ตารางที่ 5)



ก



ข

ภาพที่ 21 ช่อดอกสะตอตามลักษณะของดอกสมบูรณ์เพศ ช่อดอกเพศผู้ (ก) และช่อดอกกะเทย (ข)

ตารางที่ 5 จำนวนช่อดอกกะเทย ช่อดอกเพศผู้ การติดฝักของช่อดอกรวม และเปอร์เซ็นต์เพศ
ช่อดอกและการติดฝักในแต่ละต้นของสะตอ (n=120)

รายการ	จำนวนเฉลี่ย (ช่อ)	เปอร์เซ็นต์
ช่อดอกทั้งหมดในช่อดอกรวม	5.2 (± 1.2)	100
ช่อดอกกะเทย	1.5 (± 0.5)	28.6
ช่อดอกเพศผู้	3.7 (± 0.7)	71.4
การติดฝัก	1.1 (± 0.2)	25.4
ตำแหน่งช่อดอกที่ติดฝัก	4.3 (± 1.1)	-

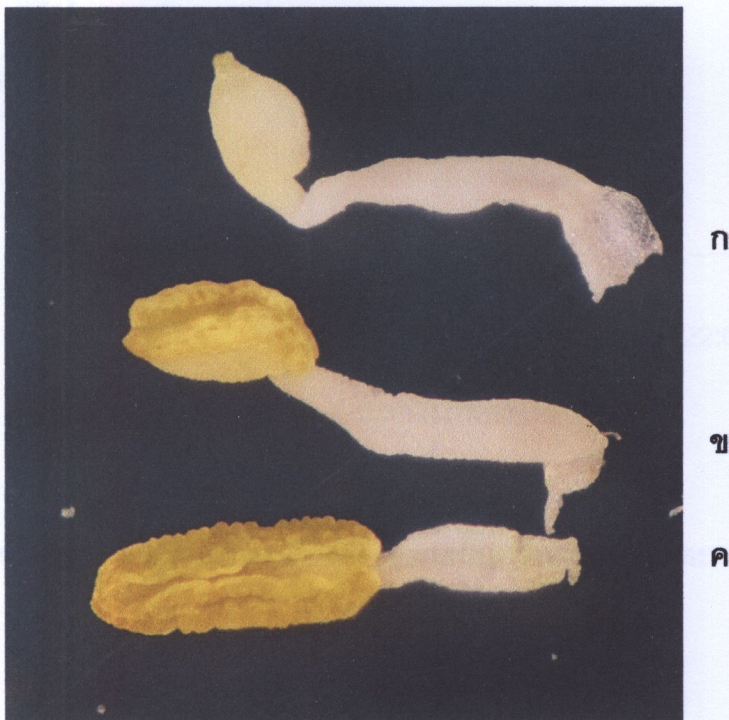
$\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

n= จำนวนที่ศึกษา

2.5 เกสรตัวผู้ของสะตอ

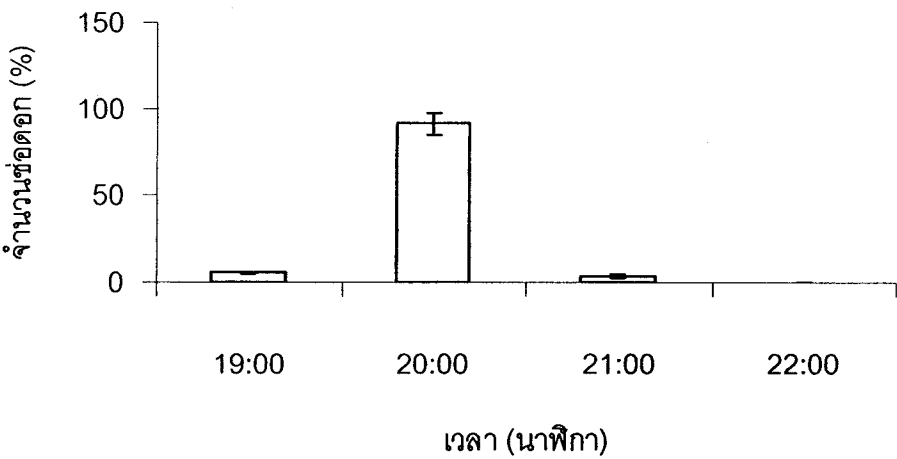
2.5.1 ลักษณะเกสรตัวผู้และการปลดปล่อยละอองเกสร

เกสรตัวผู้ประกอบด้วยก้านเกสรและอับละอองเกสร ก้านเกสรตัวผู้ของดอกตัวผู้ที่เป็นหมันยาวกว่าดอกสมบูรณ์เพศและดอกผลิตน้ำหวาน ตามลำดับ ขณะที่อับละอองเกสรของดอกสมบูรณ์เพศมีขนาดใหญ่ที่สุด ถัดมาเป็นดอกผลิตน้ำหวานและดอกตัวผู้ที่เป็นหมันตามลำดับ สีของอับละอองเกสรของดอกตัวผู้ที่เป็นหมันมีขาวหรือสีครีมภายในอับละอองเกสรส่วนมากไม่มีละอองเกสรแต่บางครั้งสามารถพบละอองเกสรได้ อับละอองเกสรของดอกผลิตน้ำหวานและดอกสมบูรณ์เพศมีสีเหลืองและภายในมีละอองเกสร (ภาพที่ 22)



ภาพที่ 22 ลักษณะอับละอองเกสรของดอกตัวผู้ที่เป็นหมัน (ก) ดอกผลิตน้ำหวาน (ข) และดอกสมบูรณ์เพศ (ค)

เนื่องจากอับละอองเกสรของดอกตัวผู้ที่เป็นหมันไม่แตก ส่วนอับละอองเกสรของดอกผลิตน้ำหวานส่วนมากอยู่ภายในดอกและมีน้ำหวาน จึงศึกษาการแตกของอับละอองเกสรเฉพาะในดอกสมบุรณ์เพศ พบว่าอับละอองเกสรจากดอกสมบุรณ์เพศแตกตามรอยด้านข้างทั้ง 2 ข้าง ละอองเกสรถูกปลดปล่อยออกมาในช่วงเวลา 19.00-22.00 นาฬิกา หลังดอกบาน 1 ชั่วโมง โดยในเวลา 19.00 นาฬิกา ละอองเกสรปลดปล่อยออกมาเฉลี่ย 5.3 ± 0.6 เปอร์เซ็นต์ ในเวลา 20.00 นาฬิกา ละอองเกสรปลดปล่อยออกมาสูงสุดเฉลี่ย 91.3 ± 6.1 เปอร์เซ็นต์ ในเวลา 21.00 นาฬิกา ละอองเกสรปลดปล่อยออกมาเฉลี่ย 3.4 ± 1.6 เปอร์เซ็นต์ ภายในเวลา 22.00 นาฬิกา ละอองเกสรปลดปล่อยออกมาหมด (ภาพที่ 23)

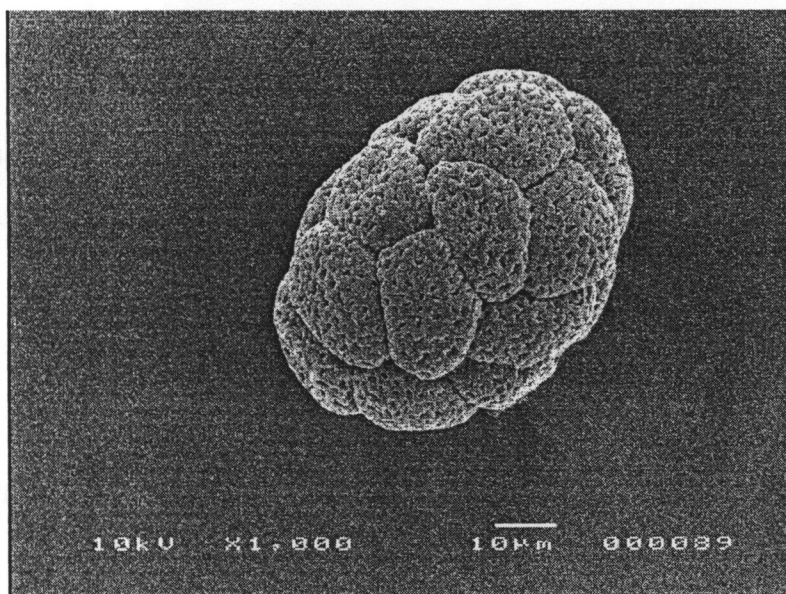


ภาพที่ 23 เปอร์เซ็นต์การปลดปล่อยละอองเกสรของดอกสมบุรณ์เพศของดอกสะตอ

2.5.2 ลักษณะและจำนวนละอองเกสร

2.5.2.1 ลักษณะละอองเกสร

ละอองเกสรของดอกสมบุรณ์เพศสะตออยู่ติดกันเป็นกลุ่ม แต่ละกลุ่มประกอบด้วยละอองเกสร 16 อัน ลักษณะสัณฐานวิทยาละอองเกสรของดอกสมบุรณ์เพศเป็นรูปทรงกลม (spherical) มีผิวแบบตาข่าย (reticulate) มีช่องเปิดอยู่บริเวณรอยต่อของละอองเกสร ดังภาพที่ 24



ภาพที่ 24 ละอองเกสรของดอกสมบุรณ์เพศสะตอ ภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

2.5.2.2 จำนวนละอองเกสร

จำนวนกลุ่มละอองเกสรในแต่ละอับละอองเกสรของดอกตัวผู้ที่เป็นหมัน ดอกผลิตน้ำหวานและดอกสมบูรณเพศเฉลี่ย 15.2±7.2 79.1±5.5 และ 111.0±4.3 กลุ่ม ตามลำดับ ขนาดกลุ่มละอองเกสรของดอกสมบูรณเพศมีขนาดกว้างxยาวเฉลี่ย 91.0x67.9 ไมโครเมตร และดอกผลิตน้ำหวานเฉลี่ย 72.5x61.4 ไมโครเมตร สัดส่วนของความยาวและความกว้างกลุ่มละอองเกสรในดอกสมบูรณเพศเฉลี่ย 1.34 และดอกผลิตน้ำหวานเฉลี่ย 1.18 (ตารางที่ 6) ส่วนขนาดและสัดส่วนของกลุ่มละอองเกสรในดอกตัวผู้ที่เป็นหมันไม่สามารถศึกษาได้เนื่องจากการศึกษาอับละอองเกสรไม่แตก

ตารางที่ 6 จำนวนและขนาดละอองเกสรของดอกตัวผู้ที่เป็นหมัน ดอกผลิตน้ำหวานและดอกสมบูรณเพศของสะตอ (n=200)

ชนิดดอก	จำนวน/อับละออง เกสร (กลุ่ม)	ขนาดกว้างxยาว (µm)	สัดส่วน กว้าง/ยาว	ละอองเกสร/กลุ่ม ละอองเกสร (อัน)
ดอกตัวผู้ ที่เป็นหมัน	15.2 (±7.2)	*	*	*
ดอกผลิตน้ำหวาน	79.1 (±5.5)	72.5 x 61.4 (±1.9,±2.1)	1.18 (±0.1)	16
ดอกสมบูรณเพศ	111.0 (±4.3)	91.0 x 67.9 (±1.9, ±1.2)	1.34 (±0.99)	16

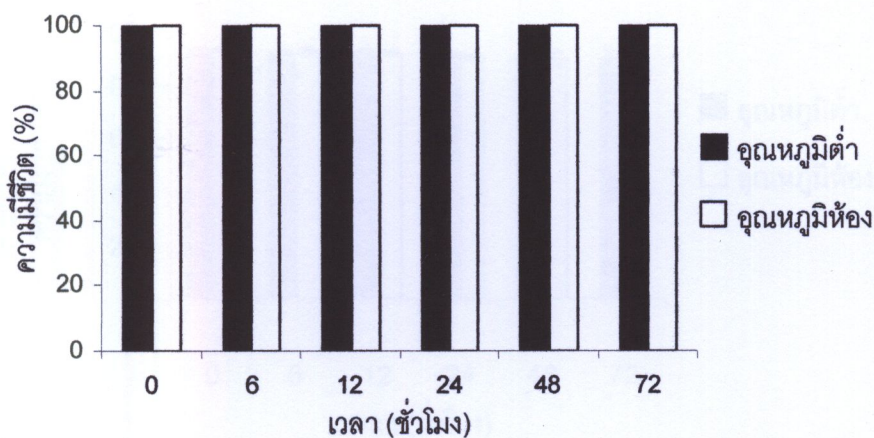
SD± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

n= จำนวนที่ศึกษา

*ไม่สามารถศึกษาได้

2.5.3 ความมีชีวิตและความงอกของละอองเกสร

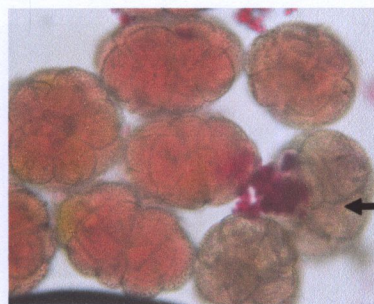
จากการทดสอบความมีชีวิตของละอองเกสรโดยวิธีการย้อมสีอะซีโตคาร์มิน พบว่าละอองเกสรที่ปลดปล่อยออกมาใหม่และเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 6 12 24 48 และ 72 ชั่วโมง โดยเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำและที่อุณหภูมิห้อง พบมีค่าความมีชีวิตสูงถึง 100 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 25) ละอองเกสรที่ปลดปล่อยออกมาใหม่และมีความมีชีวิตจะติดสีแดงเข้ม (ภาพที่ 26ก) ส่วนละอองเกสรที่ไม่มีชีวิตไม่ติดสีย้อม (ภาพที่ 26ข)



ภาพที่ 25 การติดสีย้อมอะซีโตคาร์มินของละอองเกสรของดอกสมบุรณ์เพศต่อที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำและที่อุณหภูมิห้องในระยะเวลาต่างกัน



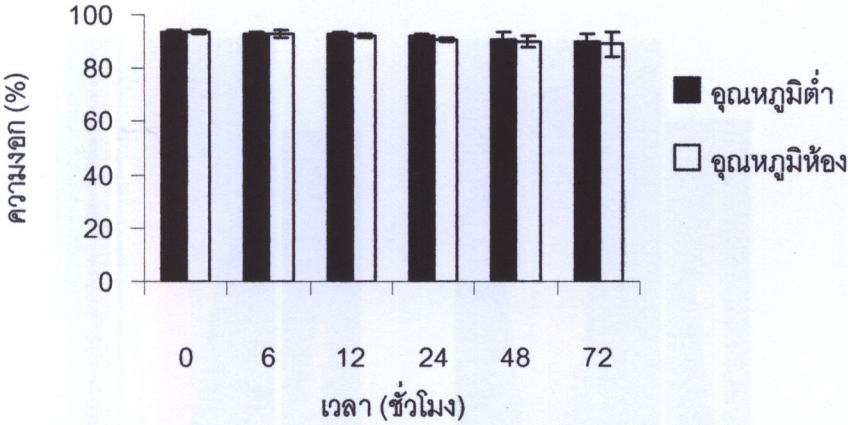
ก



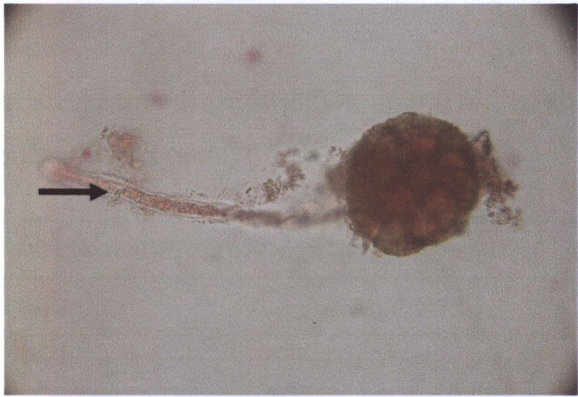
ข

ภาพที่ 26 ละอองเกสรดอกสมบุรณ์เพศของต่อมีชีวิตที่ติดสีย้อมอะซีโตคาร์มิน (ก) และละอองเกสรที่ตายไม่ติดสีย้อม (ข)

จากการทดสอบความงอกของละอองเกสรสะตอโดยใช้น้ำตาลซูโครสความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ พบว่าละอองเกสรที่ปลดปล่อยออกมาใหม่มีความงอก 93.8 ± 0.8 เปอร์เซ็นต์ การเก็บรักษาแต่เมื่อเก็บรักษาละอองเกสรไว้ที่อุณหภูมิตำนานาน 6 12 24 48 และ 72 ชั่วโมง มีความงอกเท่ากับ 93.2 ± 0.5 92.6 ± 0.9 92.0 ± 0.8 91.1 ± 2.8 และ 90.2 ± 3.0 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ในขณะที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 6 12 24 48 และ 72 ชั่วโมง มีความงอกเท่ากับ 93 ± 1.3 92.2 ± 0.7 91.0 ± 0.6 90.1 ± 2.3 และ 89.2 ± 4.6 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ภาพที่ 27) ละอองเกสรสะตอกลุ่มละ 16 อัน แต่มีหลอดละอองเกสรงอกเพียง 1 หลอด (ภาพที่ 28)



ภาพที่ 27 ความงอกของละอองเกสรของดอกสมบุรณ์เพศสะตอที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำและที่อุณหภูมิห้องในระยะเวลาต่างกัน

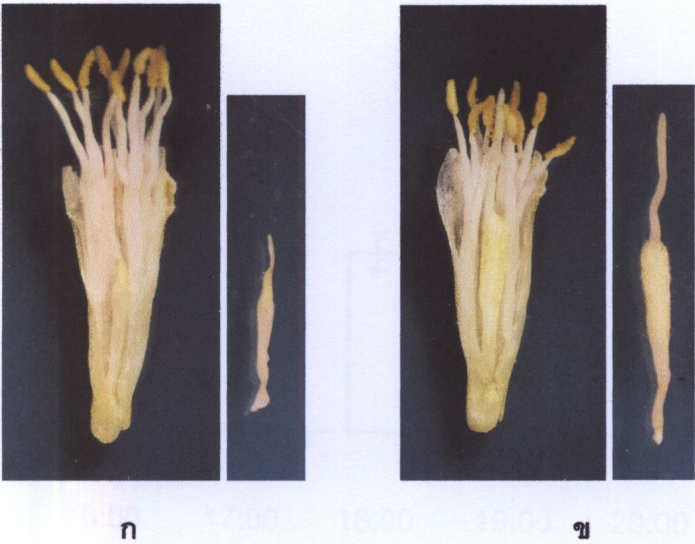


ภาพที่ 28 ลักษณะการงอกของละอองเกสรสะตอ

2.6 เกสรตัวเมียของสะตอ

2.6.1 ลักษณะเกสรตัวเมีย

เกสรตัวเมียของดอกสะตอพบเฉพาะในดอกสมบุรณ์เพศ แต่ขนาดเกสรตัวเมียที่พบมี 2 ขนาด คือเกสรตัวเมียที่มีขนาดเล็กกว่าพบในดอกสมบุรณ์เพศที่ทำหน้าที่เป็นดอกเพศผู้ มีขนาด 0.5x6.1 มิลลิเมตร (ภาพที่ 29ก) (ตารางที่ 7) และเกสรตัวเมียที่มีขนาดใหญ่พบในดอกสมบุรณ์เพศที่ทำหน้าที่เป็นดอกกะเทยมีขนาด 1.1x10.9 มิลลิเมตร (ภาพที่ 29ข) (ตารางที่ 7) ในแต่ละรังไข่ของดอกกะเทยมีจำนวนไข่อ่อนเฉลี่ย 16.6 อัน (ตารางที่ 7)



ภาพที่ 29 เกสรตัวเมียของดอกสมบุรณ์เพศที่ทำหน้าที่เป็นดอกเพศผู้ (ก) และดอกกะเทย (ข)

ตารางที่ 7 ขนาดเกสรตัวเมียของดอกสมบุรณ์เพศสะตอที่ทำหน้าที่เป็นดอกกะเทยและดอกเพศผู้ และจำนวนไข่อ่อนเฉลี่ย (n=300)

	ความกว้างxความยาวของเกสรตัวเมีย (มม.)		จำนวนไข่อ่อน (อัน)
	ดอกเพศผู้	ดอกกะเทย	
เฉลี่ย	0.5x6.1 (±0.0 , ±0.2)	1.1x10.9 (±0.1, ±0.5)	16.6 (±2.2)

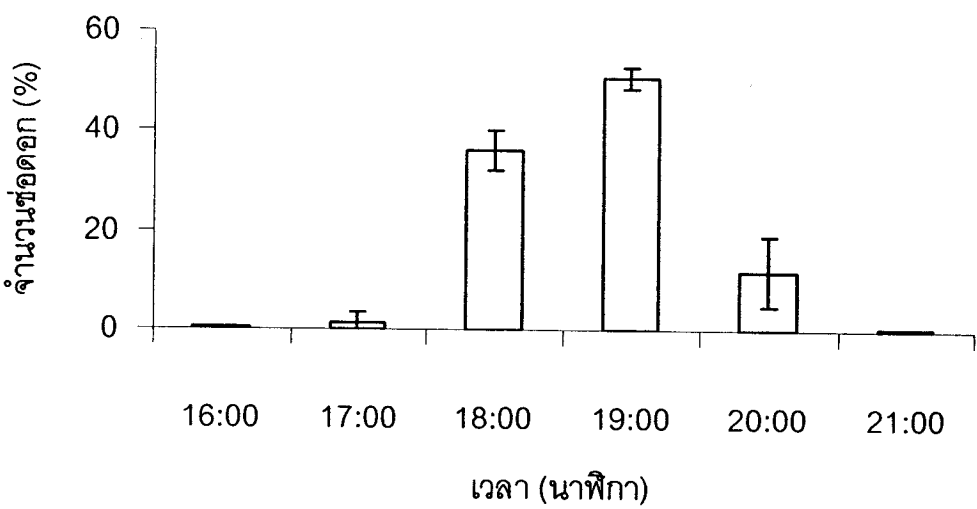
± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

n= จำนวนที่ศึกษา

2.6.2 ช่วงเวลาความพร้อมการถ่ายละอองเกสรของเกสรตัวเมีย

2.6.2.1 การยืดยาวของก้านเกสรตัวเมีย

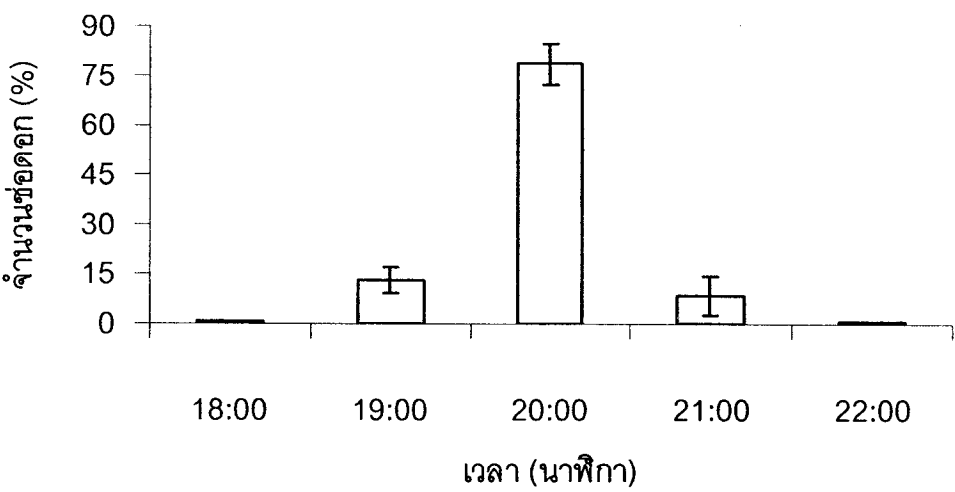
การยืดยาวของก้านเกสรตัวเมียเกิดขึ้นหลังดอกบาน ในเวลา 17.00นาฬิกา พบการยืดยาวของก้านเกสรตัวเมียจำนวน 1.3 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นจำนวนการยืดยาวของก้านเกสรตัวเมียจะเพิ่มขึ้นในช่วงเวลา 18.00 นาฬิกาเท่ากับ 36.0 เปอร์เซ็นต์ และพบก้านเกสรตัวเมียยืดยาวมากที่สุดในเวลา 19.00 นาฬิกาเท่ากับ 50.7 เปอร์เซ็นต์ และในเวลา 20.00 นาฬิกา ก้านเกสรตัวเมียยืดยาว 12 เปอร์เซ็นต์ หลังเวลา 21.00 นาฬิกา พบว่าก้านเกสรตัวเมียยืดยาวหมด (ภาพที่ 30)



ภาพที่ 30 การยืดยาวของเกสรตัวเมียของดอกสมบุรณ์เพศสะตอที่ทำหน้าที่เป็นดอกกะเทย

2.6.2.2 การหลังสารของยอดเกสรตัวเมีย

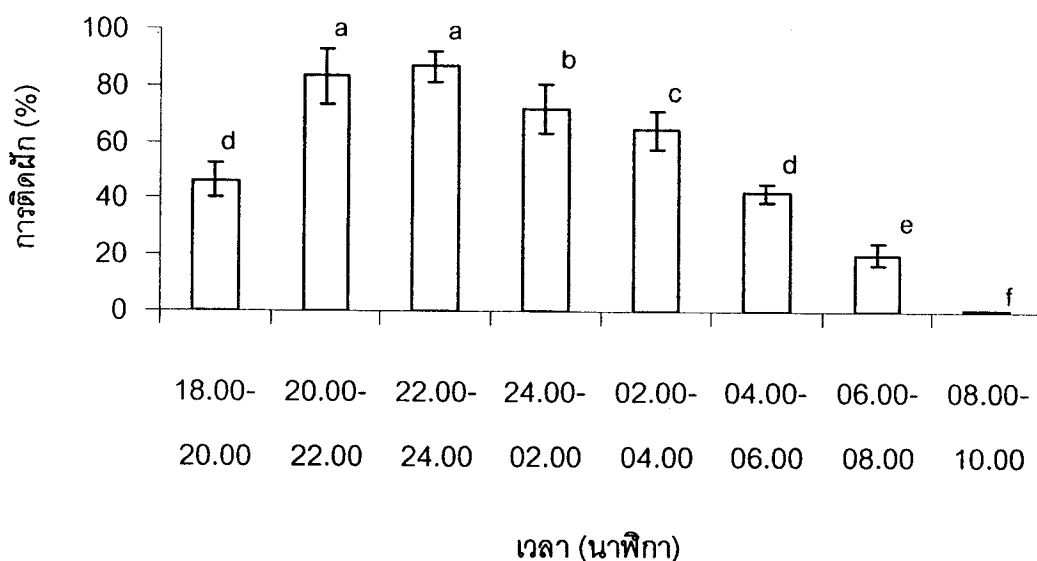
หลังจากที่ก้านเกสรตัวเมียของดอกสมบุรณ์เพศที่ทำหน้าที่เป็นดอกกะเทยยึดยาวเต็มที่ บริเวณยอดเกสรตัวเมียมีการหลังสารออกมาลักษณะของสารหลังมีสีใส ซึ่งเกิดขึ้นตั้งแต่เวลา 19.00 ถึง 22.00 นาฬิกา หลังดอกบาน 2 ชั่วโมง ในช่วงเวลา 19.00 นาฬิกา พบการหลังสารของยอดเกสรตัวเมียเท่ากับ 13 ± 3.9 เปอร์เซ็นต์ และการหลังสารของยอดเกสรตัวเมียสูงสุดในเวลา 20.00 นาฬิกา เท่ากับ 78.7 ± 6.1 เปอร์เซ็นต์ และในเวลา 21.00 นาฬิกา การหลังของสารที่ยอดเกสรตัวเมียเท่ากับ 8.3 ± 5.8 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 31)



ภาพที่ 31 การหลังสารของยอดเกสรตัวเมียของดอกสมบุรณ์เพศสะตอที่ทำหน้าที่เป็นดอกกะเทย ในช่วงเวลาต่างๆ

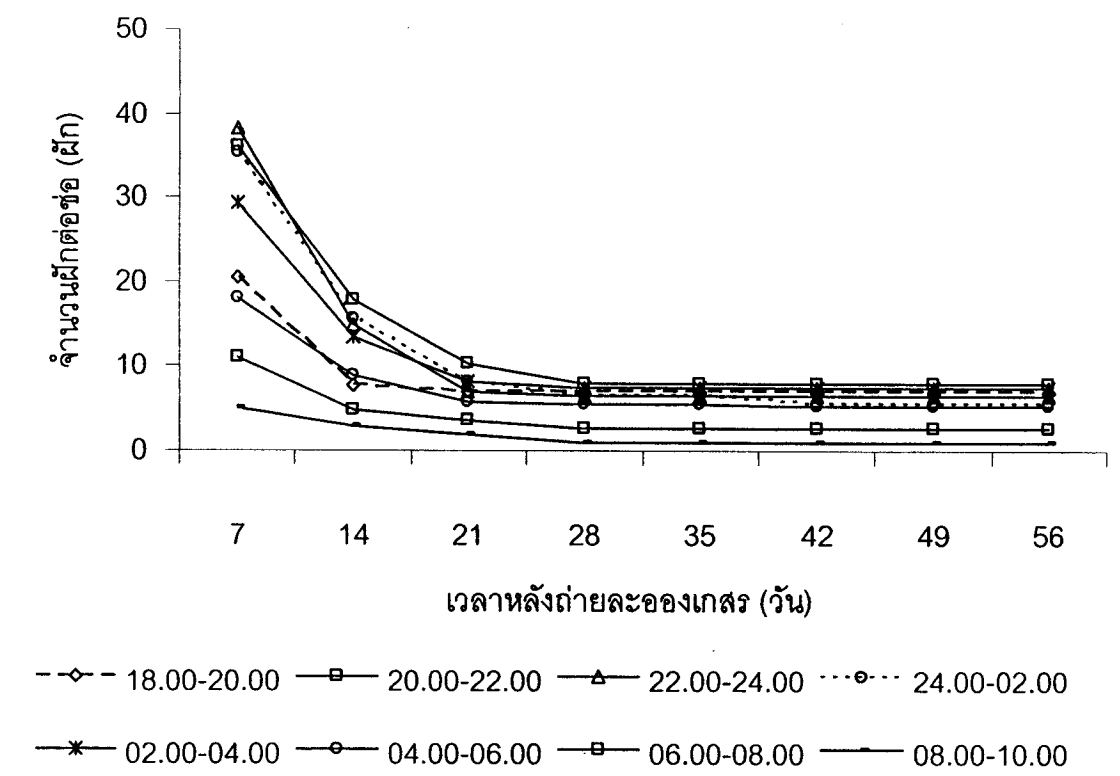
2.6.2.3 ความพร้อมรับของเกษตรกรตัวเมียโดยการถ่ายละอองเกสร

หลังการถ่ายละอองเกสร 7 วัน พบว่าโอกาสการติดฝักจากการถ่ายละอองเกสร เพื่อทดสอบความพร้อมรับของเกษตรกรตัวเมียในช่วงเวลาต่างๆ เกิดขึ้นได้ตั้งแต่เวลา 18.00 ถึง 10.00 นาฬิกา แต่การติดฝักในแต่ละช่วงเวลามีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยในช่วงเวลา 18.00-20.00 นาฬิกา มีค่าการติดฝัก 46.1 ± 6.1 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงเวลา 20.00-22.00 นาฬิกา ค่าการติดฝัก เพิ่มขึ้นเป็น 83.2 ± 9.9 เปอร์เซ็นต์ พบค่าการติดฝักสูงสุดในเวลา 22.00-24.00 นาฬิกา เฉลี่ย 86.1 ± 5.4 เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้นค่าการติดฝักลดลงในเวลา 24.00-02.00 นาฬิกา มีค่าการติดฝัก 71.9 ± 8.8 เปอร์เซ็นต์ ในเวลา 06.00-08.00 นาฬิกา มีค่าการติดฝัก 20.4 ± 3.8 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ในเวลา 08.00-10.00 นาฬิกา พบค่าการติดฝักน้อยที่สุดคือ 0.1 ± 0.3 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 32)



ภาพที่ 32 ผลของการถ่ายละอองเกสรตามช่วงเวลาการพร้อมรับของเกษตรกรตัวเมียต่อการติดฝัก

การถ่ายละอองเกสรแบบผสมข้ามในช่วงเวลาต่างๆ ให้จำนวนฝักต่อช่อแตกต่างกัน หลังการถ่ายละอองเกสร 7 วัน การถ่ายละอองเกสรในช่วงเวลา 18.00-20.00 นาฬิกา มีจำนวนฝักต่อช่อเฉลี่ย 20.4 ฝัก และการถ่ายละอองเกสรในช่วงเวลา 20.00-22.00 นาฬิกา จำนวนฝักเพิ่มขึ้นเป็น 36 ฝัก ในช่วงเวลา 22.00-24.00 นาฬิกา การถ่ายละอองเกสรให้จำนวนฝักมากที่สุดเฉลี่ย 38.3 ฝัก หลังจากนั้นการถ่ายละอองเกสรทำให้จำนวนฝักลดลง ในช่วงเวลา 24.00-02.00 02.00-04.00 04.00-06.00 06.00-08.00 นาฬิกา ให้จำนวนฝัก 35.3 29.3 18.1 และ 11.1 ฝัก ตามลำดับ ขณะที่การถ่ายละอองเกสรในช่วงเวลา 08.00-10.00 นาฬิกา ให้จำนวนฝักน้อยที่สุดเฉลี่ย 5 ฝัก ในวันที่เก็บเกี่ยวพบว่าการถ่ายละอองเกสรในช่วงเวลา 20.00-22.00 นาฬิกา ให้จำนวนฝักต่อช่อสูงสุดคือ 7.9 ฝัก การถ่ายละอองเกสรในช่วงเวลา 08.00-10.00 นาฬิกา มีจำนวนฝักต่อช่อต่ำสุดคือ 1 ฝัก (ภาพที่ 33)



ภาพที่ 33 ผลของการถ่ายละอองเกสรตามช่วงเวลาการพร้อมรับของเกสรตัวเมียต่อจำนวนฝักต่อช่อของสะตอ

การถ่ายละอองเกสรในช่วงเวลาต่างๆ ไม่มีผลทำให้จำนวนเมล็ดทั้งหมด เมล็ดดี เมล็ดลีบและน้ำหนัก 10 เมล็ด แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีจำนวนเมล็ดเฉลี่ย 14.4 ± 2.1 - 15.6 ± 1.9 เมล็ด แยกเป็นเมล็ดดี 13.4 ± 2.1 - 14.6 ± 0.9 เมล็ด เมล็ดลีบ 0.4 ± 0.5 - 1.3 ± 0.8 เมล็ด และมีน้ำหนัก 10 เมล็ด เฉลี่ย 21.2 ± 1.2 - 22.5 ± 0.9 กรัม (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 ผลของการถ่ายละอองเกสรตามช่วงเวลาการพร้อมรับของเกสรตัวเมียต่อคุณภาพ เมล็ดสะตอ

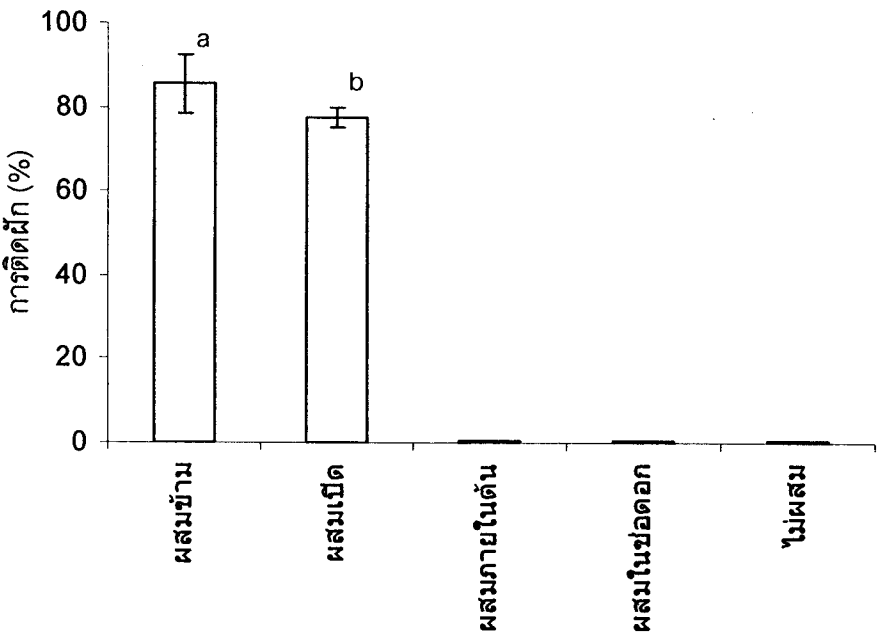
ช่วงเวลาถ่ายละอองเกสร (นาฬิกา)	จำนวน (เมล็ด)			น้ำหนัก 10 เมล็ด (กรัม)
	เมล็ดทั้งหมด	เมล็ดดี	เมล็ดลีบ	
18.00-20.00	14.7 ± 1.8	13.4 ± 2.1	1.3 ± 0.8	21.2 ± 1.2
20.00-22.00	14.8 ± 1.4	13.9 ± 2.5	0.9 ± 1.3	22.4 ± 0.9
22.00-24.00	15.1 ± 1.1	14.7 ± 0.9	0.6 ± 0.8	21.9 ± 1.1
24.00-02.00	15.6 ± 1.9	14.6 ± 0.9	1.0 ± 1.4	22.2 ± 0.8
02.00-04.00	14.9 ± 1.1	13.9 ± 1.5	1.0 ± 1.2	22.2 ± 1.2
04.00-06.00	14.4 ± 2.1	13.7 ± 2.3	0.7 ± 1.1	21.5 ± 1.4
06.00-08.00	14.67 ± 2.2	14.1 ± 2.1	0.4 ± 0.5	21.5 ± 0.8
08.00-10.00	15.0 ± 0	14.0 ± 0	1.0 ± 0	21.5 ± 0
F-test	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	18.5	17.3	28.6	13.9

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

3. การถ่ายละอองเกสรของดอกสะตอ

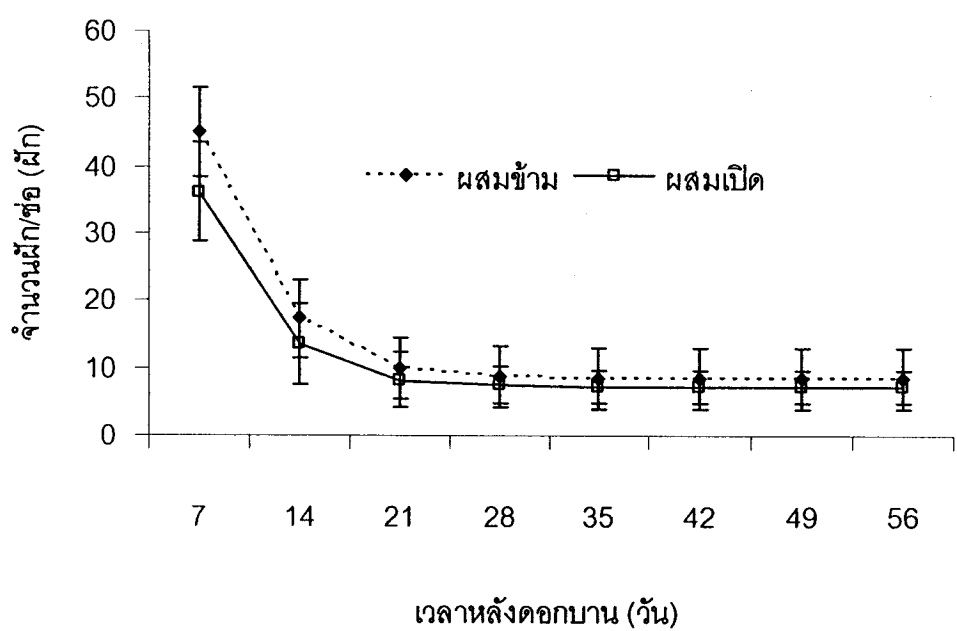
3.1 การถ่ายละอองเกสรต่อการติดฝัก

ศึกษาการถ่ายละอองเกสรของสะตอในแบบต่างๆ พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ การถ่ายละอองเกสรแบบผสมข้ามและผสมเปิดมีการติดฝักเฉลี่ย 85.3 ± 6.8 และ 77.3 ± 2.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนการถ่ายละอองเกสรแบบผสมตัวเองทั้งภายในช่อดอกเดียวกันและต่างช่อดอกภายในต้นเดียวกัน และการคลุมช่อดอกไม่มีการติดฝัก (ภาพที่ 34) ศึกษาการงอกของหลอดละอองเกสรในเกสรตัวเมียทั้งแบบผสมข้ามและผสมตัวเองไม่สามารถศึกษาได้



ภาพที่ 34 ผลของการถ่ายละอองเกสรต่อการติดฝักของสะตอ

การติดฝักและการร่วงของฝักสะท้อนในระยะเวลาต่างๆ หลังการถ่ายละอองเกสรแตกต่างกัน พบว่าหลังการถ่ายละอองเกสร 7 วัน การถ่ายละอองเกสรแบบผสมข้ามมีจำนวนฝักต่อช่อ 44.9 ± 6.7 ฝัก ซึ่งสูงกว่าการถ่ายละอองเกสรแบบผสมเปิดที่มีจำนวนฝัก 36.1 ± 7.3 ฝัก ในวันที่ 14 หลังถ่ายละอองเกสร ทั้งการถ่ายละอองเกสรแบบผสมข้ามและผสมเปิดมีการร่วงของฝักมาก ทำให้จำนวนฝักเฉลี่ยต่อช่อเหลือ 17.3 ± 5.9 และ 13.4 ± 6.0 ฝัก ตามลำดับ วันที่ 21 หลังการถ่ายละอองเกสรการร่วงของฝักน้อยลงคือมีจำนวนฝักเฉลี่ย 9.9 ± 4.5 และ 8.2 ± 4.0 ฝักตามลำดับ และคงที่หลังวันที่ 35 รูปแบบการลดลงของจำนวนฝักต่อช่อของการถ่ายละอองเกสรทั้ง 2 แบบคล้ายกัน ในวันที่เก็บเกี่ยวจำนวนฝักต่อช่อของการถ่ายละอองเกสรแบบผสมข้ามและแบบผสมเปิดมีจำนวนเฉลี่ย 8.3 ± 4.5 และ 7.2 ± 2.4 ฝัก ตามลำดับ (ภาพที่ 35)



ภาพที่ 35 จำนวนฝักต่อช่อของสะท้อนหลังการถ่ายละอองเกสรแบบผสมข้ามและผสมเปิดในวันต่างๆ

ในวันที่เก็บเกี่ยวฝักพบว่า การถ่ายละอองเกสรแบบผสมข้ามให้จำนวนเมล็ดทั้งหมด เมล็ดดี และเมล็ดลีบใกล้เคียงกับการถ่ายละอองเกสรแบบผสมเปิด คือ เฉลี่ย 15.5 ± 0.2 14.5 ± 0.7 และ 0.9 ± 0.5 เมล็ด ตามลำดับ และมีน้ำหนัก 10 เมล็ด เฉลี่ย 21.2 ± 0.7 กรัม ส่วนการถ่ายละอองเกสรแบบผสมเปิดมีจำนวนเมล็ดทั้งหมด เมล็ดดี และเมล็ดลีบเฉลี่ย 15.3 ± 0.8 13.9 ± 0.8 และ 1.3 ± 0.6 เมล็ด ตามลำดับ และน้ำหนัก 10 เมล็ด 21.1 ± 1.0 กรัม (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 9 คุณภาพเมล็ดสะตอที่ได้จากการถ่ายละอองเกสรแบบผสมข้ามและผสมเปิด

กรรมวิธี	จำนวน (เมล็ด)			น้ำหนัก 10 เมล็ด (กรัม)
	เมล็ดทั้งหมด	เมล็ดดี	เมล็ดลีบ	
ผสมข้าม	15.5 ± 0.2	14.5 ± 0.7	0.9 ± 0.5	21.2 ± 0.6
ผสมเปิด	15.3 ± 0.8	13.9 ± 0.8	1.4 ± 0.6	21.1 ± 1.0

จากผลของการถ่ายละอองเกสรนำค่าที่ได้มาคำนวณผลของความเข้ากันไม่ได้ของละอองเกสรกับเกสรตัวเมียจากค่าการติดฝัก พบว่าการถ่ายละอองเกสรของสะตอที่เกิดภายในช่อดอกเดียวกัน การถ่ายละอองเกสรต่างช่อดอกภายในต้นเดียวกันและการคลุมช่อดอกโดยไม่มีการถ่ายละอองเกสรให้ค่าของอัตราความเข้ากันไม่ได้เท่ากับ 0 หมายความว่าช่อดอกสะตอที่ได้จากรับการถ่ายเกสรแบบวิธีการดังกล่าวไม่มีโอกาสที่เกิดเป็นฝักได้เป็นความเข้ากันไม่ได้อย่างสมบูรณ์ ส่วนการถ่ายละอองเกสรแบบผสมเปิดมีอัตราความเข้ากันไม่ได้เท่ากับ 0.91 แสดงว่าช่อดอกที่มีการถ่ายละอองเกสรแบบนี้มีการติดฝักได้มากแต่มีบางครั้งที่ไม่ติดฝักเนื่องจากเกิดความไม่เข้ากันบางส่วน ส่วนระดับความเข้ากันไม่ได้ซึ่งคำนวณได้จากค่าการติดเมล็ด พบว่าการถ่ายละอองเกสรภายในช่อดอกเดียวกัน การถ่ายละอองเกสรต่างช่อดอกภายในต้นเดียวกันและไม่มีการถ่ายละอองเกสรมีระดับความเข้ากันไม่ได้เท่ากับ 100 เปอร์เซนต์ แสดงว่าไม่มีการติดเมล็ดเกิดขึ้น ขณะที่การถ่ายละอองเกสรแบบผสมเปิดมีระดับความเข้ากันไม่ได้ 16 เปอร์เซนต์ หมายความว่ามีโอกาส 16 เปอร์เซนต์ที่ไม่มีการติดเมล็ด (ตารางที่ 10)

ตารางที่ 10 ความเข้ากันไม่ได้ของละอองเกสรกับเกสรตัวเมียของสะตอเป็นผลมาจากการถ่าย
ละอองเกสรแบบต่างๆ

กรรมวิธี	อัตราความเข้ากันไม่ได้ ^{1/}	ระดับความเข้ากันไม่ได้ ^{2/} (%)
ไม่มีการผสม	0	100
ผสมภายในช่อดอก	0	100
ผสมต่างช่อดอกต้นเดียวกัน	0	100
ผสมข้ามต่างช่อดอกต่างต้น	1	0
ผสมเปิด	0.91	16

1/ คำนวณตามสมการของ Dafni (1992)
2/ คำนวณตามสมการของ Pound และคณะ (2002)

3.2 ชนิดและพฤติกรรมของพาหะ

3.2.1 ชนิดและพฤติกรรมของชีวพาหะที่มาเยือนช่อดอกสะตอ

พบชีวพาหะที่เยือนช่อดอกเป็น 2 กลุ่ม คือ ค้างคาว (*Eonycteris spelaea*) และแมลง ค้างคาวมาเยือนช่อดอกในช่วงเวลา 19.00-03.00 นาฬิกา ค้างคาวใช้เวลาในการเกาะและกินน้ำหวานจากช่อดอกประมาณ 1-2 วินาที แล้วบินไปช่อดอกอื่นหรือต้นอื่น ค้างคาวบินมาเกาะที่ช่อดอกโดยใช้กรงเล็บยึดที่ก้านช่อดอก ทำให้ส่วนนอก ปีกและท้องสัมผัสบริเวณดอกสมบูรณ์เพศแมลงที่ได้พบมากทุกเวลาที่ศึกษา คือ ผึ้ง มี 4 ชนิด คือผึ้งหลวง (*Apis dorsata*) ผึ้งมี้ม (*A. florea*) ผึ้งโพรง (*A. cerana indica*) และชันโรง (*Trigona spp.*) ในเวลา 19.00 นาฬิกา พบผึ้งทั้ง 4 ชนิดมาดูดกินน้ำหวานที่ดอกผลิตน้ำหวาน ตั้งแต่เวลา 20.00 นาฬิกา เป็นต้นไปพบเฉพาะผึ้งหลวงที่มาเก็บละอองเรณูที่บริเวณดอกสมบูรณ์เพศ ในเวลา 05.00-09.00 นาฬิกา ผึ้งทั้ง 4 ชนิดมาดูดกินน้ำหวานที่ดอกผลิตน้ำหวาน และเก็บละอองเรณูทั้งที่ดอกผลิตน้ำหวานและดอกสมบูรณ์เพศพบผีเสื้อกลางคืน 3 วงศ์ คือ Arctiidae Sphingidae และ Noctuidae ผีเสื้อกลางคืนขนาดเล็กจะเกาะอยู่เฉพาะที่ดอกผลิตน้ำหวานและดูดกินน้ำหวาน ส่วนผีเสื้อกลางคืนตัวใหญ่เกาะอยู่ที่ดอกผลิตน้ำหวาน ดอกสมบูรณ์เพศหรือดอกตัวผู้ที่เป็นหมันแล้วยื่นงวงไปดูดน้ำหวานจากดอกผลิตน้ำหวาน ผีเสื้อกลางคืนใช้เวลาอยู่ที่ช่อดอกนานกว่าผึ้ง ส่วนมากจะดูดน้ำหวานจากช่อดอกที่อยู่ใน

ต้นเดิม แมลงอื่นๆที่พบ เช่น แมลงวัน แมลงวันผลไม้ มด ยุง ตัวต่อ มาดูคกินน้ำหวาน ดั่งวงปีกแข็ง และแมลงสาป (ตารางที่ 11)

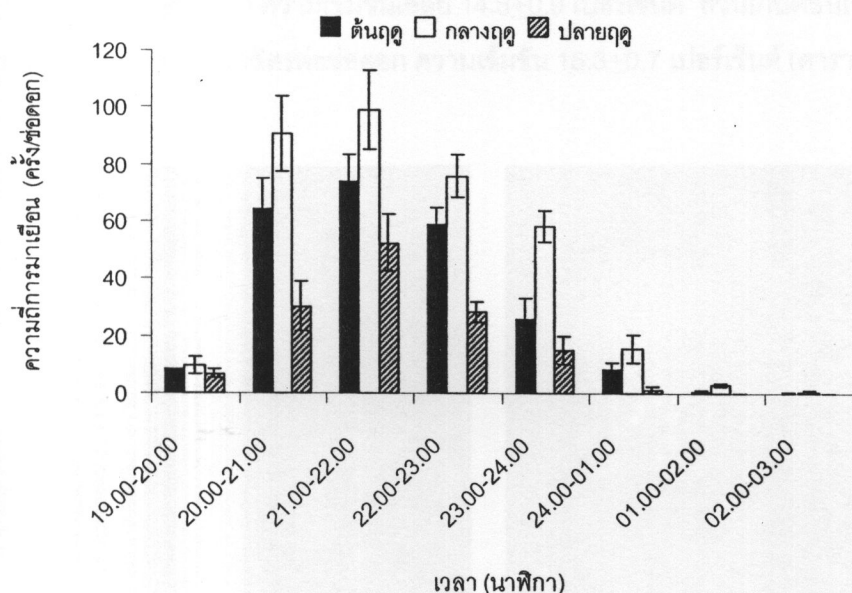
ตารางที่ 11 ชีวพาหะที่เข้ามาเยือนช่อดอกสะตอ

ชื่อสามัญ	วงศ์	ชื่อวิทยาศาสตร์
Bat	Pteropodidae	<i>Eonycteris spelaea</i>
Giant bee	Apidae	<i>Apis dorsata</i>
Dwarf bee	Apidae	<i>A. florea</i>
Indian bee	Apidae	<i>A. cerana indica</i>
Stingless bee	Apidae	<i>Trigona</i> spp
Moth	Arctiidae	
	Sphingidae	
	Noctuidae	

3.2.2 ความถี่การเยือนช่อดอกของค้างคาว

จากการศึกษาความถี่การเยือนช่อดอกสะตอของค้างคาวทั้ง 3 ช่วงเวลาคือต้น กลาง และปลายฤดู มีค้างคาวมาเยือนช่อดอกในแต่ละคืนจะเป็นช่วงเวลาที่ไม่ซ้ำกัน คือ ค้างคาวเริ่มมาเยือนช่อดอกเวลาประมาณ 17.45 นาฬิกา และไม่พบค้างคาวมาเยือนช่อดอกหลัง เวลา 03.00 นาฬิกา ในช่วงกลางฤดูมีจำนวนช่อดอกสะตอบานมาก พบปริมาณค้างคาวมาเยือน ช่อดอกในแต่ละคืนและแต่ละช่วงเวลามากกว่าในต้นฤดูที่มีช่อดอกสะตอเริ่มบานและปลายฤดูที่ สะตอมีการติดฝัก ช่วงต้นฤดูและกลางฤดูพบค้างคาวตัวสุดท้ายที่มาเยือนช่อดอกในเวลา 03.00 นาฬิกา ขณะที่ปลายฤดูในเวลา 01.00 นาฬิกา และรูปแบบการมาเยือนช่อดอกทั้ง 3 ครั้งการศึกษา คล้ายกัน ในช่วงเวลา 19.00-20.00 นาฬิกา ต้นฤดู กลางฤดูและปลายฤดูมีค้างคาวมาเยือนช่อ ดอกเท่ากับ 8.2 ± 0.5 9.6 ± 3.1 และ 6.8 ± 1.6 ครั้ง ตามลำดับ สำหรับในช่วงเวลา 21.00-22.00 นาฬิกา การมาเยือนของค้างคาวเพิ่มขึ้นและมากที่สุดเท่ากับ 74.0 ± 9.4 99.0 ± 13.5 และ 52.4 ± 9.7 ครั้ง ตามลำดับ หลังจากนั้นจำนวนการเยือนช่อดอกค่อยๆลดลง ในช่วงเวลา 24.00- 01.00 นาฬิกา มีจำนวนค้างคาวมาเยือนช่อดอกลดลงเหลือเท่ากับ 8.2 ± 2.6 15.8 ± 4.8 และ

1.4 ± 1.1 ครั้ง ตามลำดับ ส่วนหลังเวลา 01.00-02.00 นาฬิกา พบค้างคาวมาเยือนช่อดอกเท่ากับ 2.1 ± 0.6 และ 3.0 ± 0.7 ครั้ง ตามลำดับ ส่วนปลายฤดูจะไม่พบค้างคาว (ภาพที่ 36)

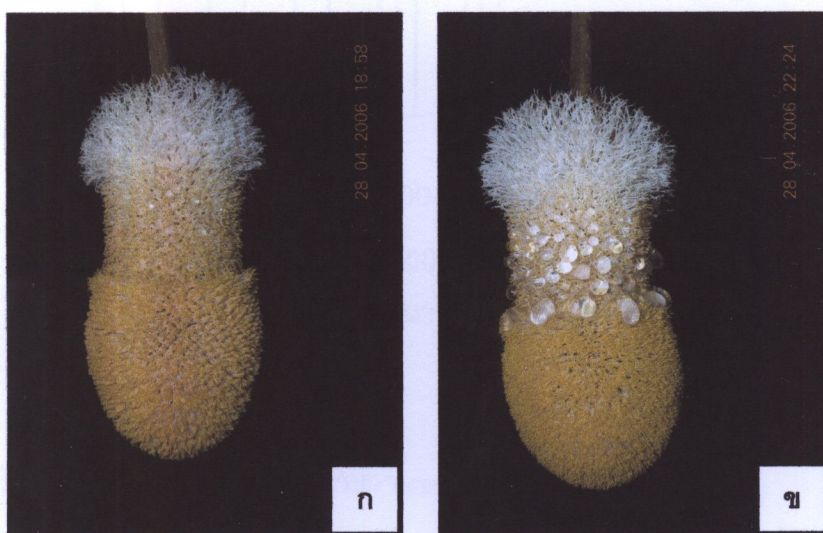


ภาพที่ 36 ความถี่การมาเยือนช่อดอกสะสมของค้างคาวในระยะเวลาที่มีการบานของช่อดอกต่างๆ

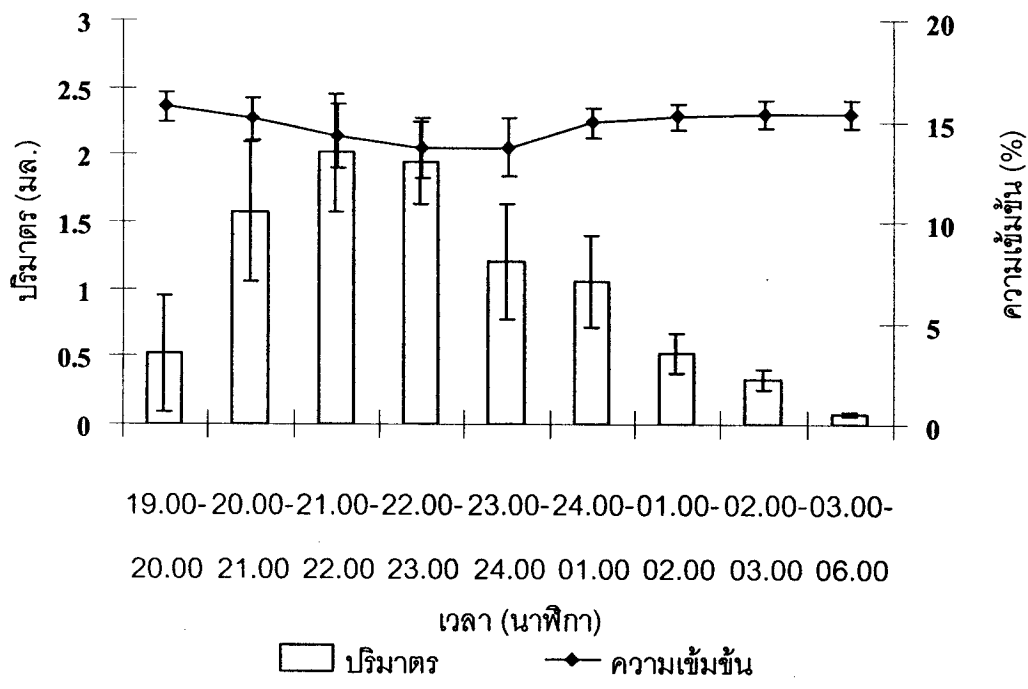
3.3 ปริมาณและความเข้มข้นของน้ำหวาน

ช่อดอกสะตอบานในเวลากลางคืนนาน 1 คืน โดยมีดอกผลิตน้ำหวานทำหน้าที่สร้างน้ำหวานและขับน้ำหวานออกนอกดอกผลิตน้ำหวานตั้งแต่เวลาประมาณ 19.00 นาฬิกา (ภาพที่ 37ก) เมื่อมีการผลิตน้ำหวานอย่างต่อเนื่อง และหลังออกมาสะสมอยู่บริเวณกลุ่มดอกผลิตน้ำหวานและรอยต่อของดอกสมบูรณ์เพศและไหลออกจากช่อดอก (ภาพที่ 37ข) ในช่วงเวลา 19.00-20.00 20.00-21.00 21.00-22.00 และ 22.00-23.00 นาฬิกา มีการขับน้ำหวานเฉลี่ย 0.5 ± 0.4 1.6 ± 0.5 2.0 ± 0.4 และ 1.9 ± 0.3 มิลลิลิตรต่อช่อดอก ตามลำดับ ความเข้มข้นน้ำหวาน 15.7 ± 0.8 15.1 ± 1.1 14.3 ± 1.6 และ 13.7 ± 1.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ หลังจากนั้นปริมาตรการขับน้ำหวานลดลง โดยในช่วงเวลา 23.00-24.00 24.00-01.00 01.00-02.00 และ 02.00-03.00 นาฬิกา มีปริมาตรน้ำหวานเฉลี่ย 1.2 ± 0.4 1.1 ± 0.3 0.5 ± 0.2 และ 0.3 ± 0.1 มิลลิลิตรต่อช่อดอก ตามลำดับ ความเข้มข้นน้ำหวาน 13.7 ± 1.4 14.9 ± 0.7 15.2 ± 0.7 และ 15.4 ± 0.7 เปอร์เซ็นต์

ตามลำดับ หลังจากเวลา 03.00 น. การขับน้ำหวานลดลงมากทำให้ไม่สามารถเก็บน้ำหวานทุกชั่วโมง ได้จึงเก็บในเวลา 06.00 น. ซึ่งมีปริมาตรรวมเพียง 0.07 ± 0.01 มิลลิลิตรต่อช่อดอก และความเข้มข้นน้ำหวาน 15.4 ± 0.7 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 38) การเก็บน้ำหวานทุกๆ ชั่วโมงมีปริมาตรรวม 9.3 ± 1.5 มิลลิลิตรต่อช่อดอก ความเข้มข้นเฉลี่ย 14.8 ± 0.9 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเก็บตอนเช้าครั้งเดียวมี ปริมาตรเฉลี่ย 9.2 ± 1.5 มิลลิลิตรต่อช่อดอก ความเข้มข้น 15.3 ± 0.7 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 12)



ภาพที่ 37 การหลั่งน้ำหวานของช่อดอกสะตอในช่วงเวลาที่เริ่มหลังออกมานอกดอกผลิตน้ำหวาน (ก) และในเวลาที่มีน้ำหวานหลังมากไหลออกนอกช่อดอก (ข)



ภาพที่ 38 ปริมาตรและความเข้มข้นของน้ำหวานของช่อดอกสะตอในเวลาต่างๆ

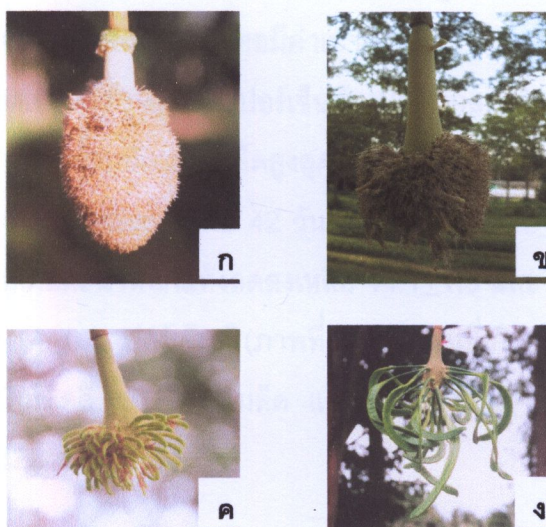
ตารางที่ 12 ปริมาตรและความเข้มข้นเฉลี่ยของน้ำหวานต่อช่อดอกสะตอต่อคืน ที่ได้จากการ
ตรวจวัดต่างกันในช่วงกลางวัน

การตรวจวัดน้ำหวาน	ปริมาตร(มล.)	ความเข้มข้น (%)
เก็บทุกๆ ชั่วโมง	9.3±1.5	14.8±0.9
เก็บครั้งเดียวในตอนเช้า	9.2±1.5	15.3±0.7

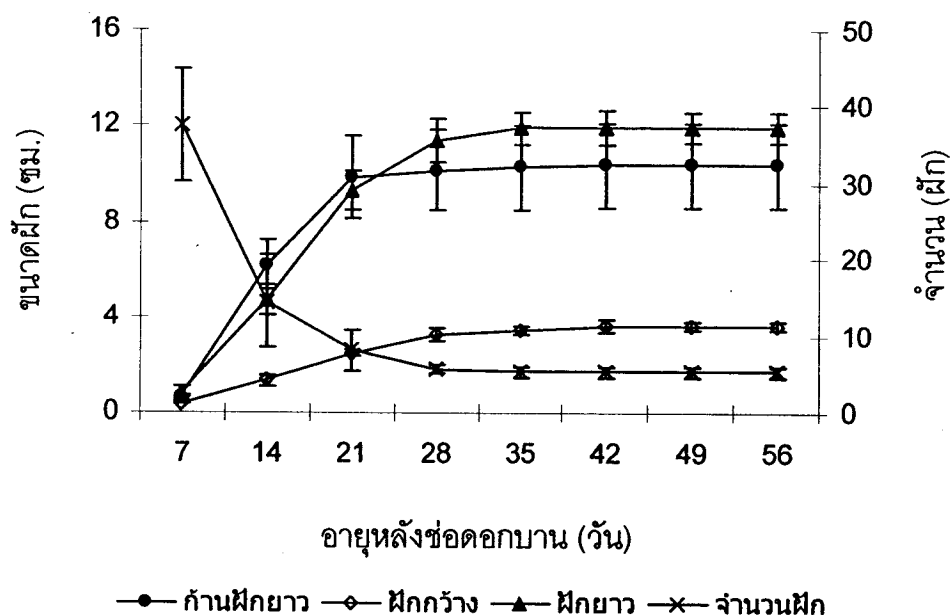
4. การพัฒนาของฝักและเมล็ด

หลังช่อดอกบานและมีการผสมเกสรพบว่าจำนวนฝักแต่ละช่อมาก เมื่ออายุฝักเพิ่มขึ้นจำนวนฝักต่อช่อลดลง (ภาพที่ 39) ในวันที่ 7 หลังช่อดอกบานมีจำนวนฝักต่อช่อเฉลี่ย 37.6 ± 7.3 ฝัก หลังช่อดอกบาน 14 วัน จำนวนฝักลดลงเหลือ 14.5 ± 6.1 ฝัก หลังช่อดอกบาน 21 วัน แต่ละช่อมีจำนวนฝักเฉลี่ย 8.1 ± 2.8 ฝัก ตั้งแต่วันที่ 35 ถึงวันที่เก็บเกี่ยวจำนวนฝักไม่มีการเปลี่ยนแปลงมีจำนวนฝักเฉลี่ย 7.0 ± 0.6 ฝัก (ภาพที่ 40)

การพัฒนาการของฝักสะตอ พบว่าหลังจากช่อดอกบาน 7 วัน ขนาดของความยาวก้านฝัก ความกว้างฝัก และความยาวฝักเฉลี่ย 0.6 ± 0.1 0.4 ± 0.1 และ 2.6 ± 0.7 เซนติเมตร ตามลำดับ จากนั้นขนาดฝักเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงหลังช่อดอกบาน 7-28 วัน หลังช่อดอกบาน 14 วัน ขนาดของความยาวก้านฝัก ความกว้างฝัก และความยาวฝักเฉลี่ย 6.2 ± 1.0 , 1.3 ± 0.2 และ 14.7 ± 2.0 เซนติเมตร ตามลำดับ หลังจากช่อดอกบาน 28 วัน ขนาดของความยาวก้านฝัก ความกว้างฝัก และความยาวฝักเพิ่มเป็น 10.2 ± 1.7 3.3 ± 0.3 และ 35.5 ± 2.8 เซนติเมตร ตามลำดับ และเพิ่มขึ้นสูงสุดหลังช่อดอกบาน 42 วัน ขนาดของความยาวก้านฝัก ความกว้างฝัก และความยาวฝักเฉลี่ย 10.4 ± 1.8 3.6 ± 0.3 และ 37.3 ± 2.3 เซนติเมตร ตามลำดับ หลังจากนั้นขนาดของฝักไม่มีการเปลี่ยนแปลง (ภาพที่ 40)

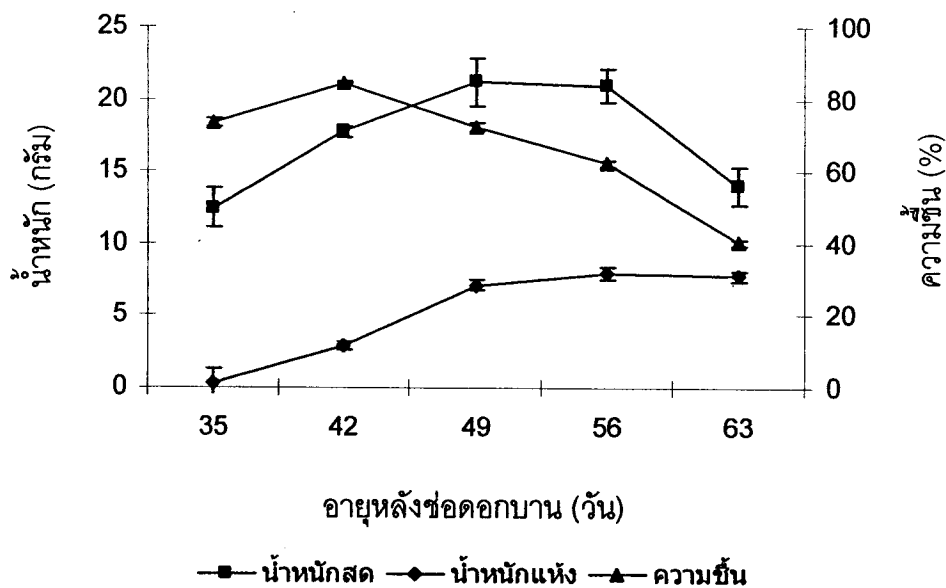


ภาพที่ 39 การพัฒนาการของฝักสะตอหลังการถ่ายละอองเกสรแบบเปิดและระยะการติดฝัก
ต่างกัน 2 วัน (ก) 4 วัน (ข) 7 วัน (ค) และ 15 วัน (ง)



ภาพที่ 40 จำนวนและขนาดของฝักสะท้อนหลังการถ่ายละอองเกสรแบบผสมเปิดในระยะต่างๆ

การพัฒนาของเมล็ด พบว่าสามารถเก็บข้อมูลได้หลังจากช่อดอกบาน 35 วัน โดยมีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของเมล็ดสะท้อนมีค่าเท่ากับ 12.5 ± 1.4 และ 0.2 ± 1.0 กรัม ตามลำดับ มีความชื้นของเมล็ด 73.4 ± 1.1 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักสดเพิ่มขึ้นสูงสุดหลังช่อดอกบาน 49 วัน เท่ากับ 21.2 ± 1.2 กรัม น้ำหนักแห้งเมล็ดสูงสุดหลังช่อดอกบาน 56 วัน เท่ากับ 7.9 ± 0.5 กรัม ส่วนความชื้นของเมล็ดสูงสุดหลังช่อดอกบาน 42 วัน มีค่าเท่ากับ 84.6 ± 1.1 เปอร์เซ็นต์ หลังช่อดอกบาน 63 วัน น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งลดลงเหลือ 14.1 ± 1.3 และ 7.8 ± 0.4 กรัม ตามลำดับ และความชื้นของเมล็ด 40.4 ± 0.8 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 41) ในวันที่เก็บเกี่ยวนับจำนวนเมล็ดต่อฝักเฉลี่ย 15.3 ± 0.8 เมล็ด มีเมล็ดดี 13.9 ± 0.8 เมล็ด และเมล็ดลีบ 1.4 ± 0.6 เมล็ด น้ำหนักเมล็ด 10 เมล็ดเฉลี่ย 21.1 ± 1.0 กรัม (ตารางที่ 13)



ภาพที่ 41 น้ำนมสดและแห้งของเมล็ดสะท้อนจากการถ่ายละอองเกสรแบบผสมเปิดที่อายุต่างๆ กัน

ตารางที่ 13 จำนวนเมล็ดทั้งหมด เมล็ดดี เมล็ดลีบและน้ำนม 10 เมล็ดของสะท้อนที่ได้จากการถ่ายละอองเกสรแบบเปิดในวันเก็บเกี่ยว

รายการ	ปริมาณ	SD (±)
เมล็ดทั้งหมด (เมล็ด)	15.3	0.8
เมล็ดดี (เมล็ด)	13.9	0.8
เมล็ดลีบ (เมล็ด)	1.4	0.6
น้ำนมสด 10 เมล็ด (กรัม)	21.1	1.0

บทที่ 4

วิจารณ์

1. ฟิโนโลยีของสะตอ

ต้นสะตอเป็นไม้ที่มีการผลัดใบทุกปี การทิ้งใบ แรกยอด ออกดอกและติดผล ภายใต้อากาศแวดล้อมในพื้นที่นั้น ๆ เช่นเดียวกับที่พบในไม้ผลและไม้ป่าทั่วไป (ไมตรีและวิจิตต์, 2538; Bawa and Ng, 1990; Tandon *et al.*, 2003) มีการทิ้งใบและทยอยแตกยอดใหม่หลายครั้งในฤดูแล้ง การทิ้งใบเกิดขึ้น 2 ลักษณะคือการทิ้งใบพร้อมกันทั้งต้นและทยอยทิ้งใบบางส่วน การทิ้งใบพร้อมกันทั้งต้นส่วนมากพบหลังจากเก็บเกี่ยวฝักหรือหลังจากฝักแก่ประมาณเดือนสิงหาคมและพบในช่วงการทิ้งใบครั้งสุดท้ายก่อนที่มีการออกดอกประมาณเดือนกุมภาพันธ์ โดยหลังจากทิ้งใบหมดจะมีการแตกยอดใหม่พร้อมๆ กัน ส่วนการทิ้งใบไม่พร้อมกันคือแต่ละต้นแบ่งการทิ้งใบและทยอยแตกใบใหม่ แต่ครั้งมีการทิ้งใบ 30-50 เปอร์เซ็นต์ของต้น ขณะที่อีก 50-70 เปอร์เซ็นต์ยังคงเป็นใบแก่อยู่บนต้น เมื่อส่วนที่ทิ้งใบมีการแตกยอดใหม่และเป็นใบแก่ ตามลำดับใบส่วนที่เหลือจึงจะเริ่มมีการทิ้งใบ ลักษณะเช่นนี้จะเกิดขึ้นตลอดถ้าต้นยังไม่ได้รับฝนหรือมีช่วงแล้งติดต่อกันนาน ส่วนการแตกยอดเกิดได้ 2 ลักษณะเช่นเดียวกัน คือ การแตกยอดที่เกิดจากกิ่งเดิมที่ไม่มีการทิ้งใบและการแตกยอดที่เกิดหลังจากทิ้งใบ การแตกยอดจากกิ่งเดิมเป็นลักษณะของการต่อยอด เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่ไม่มีการทิ้งใบและเกิดขึ้นในบางกิ่งเท่านั้น ส่วนการแตกยอดใหม่ที่เกิดหลังจากทิ้งใบประมาณ 7-10 วัน โดยมียอดใหม่แตกมาจากตาใบของกิ่ง ระยะเวลาตั้งแต่เริ่มแตกยอดถึงใบแก่ประมาณ 3-4 สัปดาห์

การออกดอกของสะตอเกิดในหน้าแล้งหลังจากที่ต้นสะตอมีการแตกยอดใหม่และเจริญเป็นใบแก่ในที่สมบูรณ์ ไมตรี (2539) รายงานว่าส้มโอพันธุ์หอมหวนใหญ่ได้รับสภาพแล้งนาน 2-3 เดือน เมื่อได้รับน้ำฝนหรือมีการให้น้ำเพียงพอจะออกดอก ส่วนสะตอออกดอกหลังจากใบชุดสุดท้ายแก่ประมาณ 4-6 สัปดาห์ พบว่าที่ปลายกิ่งเริ่มมีช่อดอก ช่อดอกมีการเจริญพัฒนาและช่อดอกบาน พบการออกดอกมากในช่วงระยะเวลาดังแต่ปลายเดือนกุมภาพันธ์ถึงต้นเดือนมิถุนายน ปริมาณช่อดอกบานสูงสุดในเดือนเมษายน ในแต่ละช่อดอกรวมมีช่อดอกตั้งแต่ 1-12 ช่อดอก หลังจากช่อดอกแรกบานประมาณ 2-3 สัปดาห์ เริ่มมีการติดฝัก และสามารถเก็บเกี่ยวฝักได้ตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกรกฎาคม ซึ่งอยู่ในช่วงฤดูฝน หลังเก็บเกี่ยวฝัก 1-2 เดือน ต้นสะตอจะมีการทิ้งใบ บางต้นทิ้งใบหมดก่อนที่จะเก็บเกี่ยวฝักหมด จึงพบฝักยังอยู่บนต้นแต่ไม่มีใบ

หลังจากนั้นมีการแตกยอดใหม่ มีดอกและติดฝักต่อไป มีบางต้นหลังจากทิ้งใบมีใบใหม่จะมีดอกในเดือนพฤศจิกายนและธันวาคม แต่จำนวนช่อดอกในช่อดอกรวมน้อยมีเพียง 1 ช่อดอก พบบ้างที่มี 2-3 ช่อดอก การติดฝักจึงน้อยมาก

สะตอออกดอกและดอกบานมากที่สุดในเดือนเมษายนซึ่งเป็นฤดูแล้งทำให้มีชีวะพาหะมาเยือนช่อดอกและช่วยถ่ายละอองเกสรดีกว่าในฤดูฝนและน่าจะช่วยเพิ่มปริมาณการติดฝักและเมล็ดได้ Sornsathapornkul และ Owens (1998) รายงานว่า *Acacia* ลูกผสม (*A. mangium* Wild x *A. auriculiformis* A. Cumm. Ex Benth) ที่ปลูกที่อำเภอมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี ดอกบานในฤดูฝนประมาณเดือนกรกฎาคมถึงเดือนตุลาคม พบจำนวนแมลงมาเยือนดอกลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับดอกที่บานในวันที่อากาศอบอุ่นและมีแดด โดยเฉพาะผึ้งที่ชอบออกกินน้ำหวานหรือละอองเกสร (Proctor et al., 1996)

รูปแบบการทิ้งใบ การแตกยอดใหม่ การออกดอกและการติดฝักของสะตอในปี 2548 และ 2549 คล้ายกัน แต่ระยะเวลาแตกต่างกันเนื่องจากสภาพฟ้าอากาศที่ต่างกัน ในปี 2548 มีฝนทิ้งช่วงทำให้การทิ้งใบและการแตกยอดใหม่เกิดขึ้นหลายครั้ง ส่งผลให้การออกดอกและปริมาณดอกในปี 2549 จึงน้อย การออกดอกของสะตอน่าจะเกี่ยวข้องกับทั้งปริมาณน้ำฝนและการสะสมอาหารภายในต้นร่วมกัน ถ้าการสะสมอาหารภายในต้นไม่มากพอแม้ว่าได้รับน้ำฝนก็ไม่มีดอกหรือมีปริมาณการออกดอกน้อย ดังเช่นที่พบในเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคมของทั้ง 2 ปี

2. ชีววิทยาของดอกสะตอ

การศึกษาชีววิทยาของดอกที่มีความสัมพันธ์หรือกำหนดหรือควบคุมการถ่ายละอองเกสร ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับกระบวนการถ่ายละอองเกสรและการติดฝักของสะตอ ได้แก่ การเจริญเติบโตของดอก การบานของดอก เพศดอก ลักษณะเกสรตัวผู้และตัวเมีย

2.1 ลักษณะดอกสะตอ

สะตอออกดอกเป็นช่อดอกรวม แต่ละช่อดอกรวมมีช่อดอก 1-12 ช่อดอก ดอกสะตอที่เห็นทั่วไปแท้จริงคือช่อดอกซึ่งประกอบเป็นดอกเล็กๆ จำนวนมากที่อยู่บนฐานรองดอกเดียวกัน ดอกสะตอมีก้านช่อดอกยาวและช่อดอกมีขนาดใหญ่ ลักษณะของดอกในแต่ละช่อดอกมีความแตกต่างตามโครงสร้างและหน้าที่ซึ่งแบ่งได้ 3 ชนิด คือ ดอกตัวผู้ที่เป็นหมันอยู่ส่วนบนสุด

ติดกับก้านช่อดอก เห็นดอกเป็นสีขาวเนื่องจากมีเกสรตัวผู้ยาวมากช่วยให้ชีวพาหะเห็นได้ชัด ดอกผลิตน้ำหวานดอกอยู่ส่วนกลางของช่อดอกมีการหลั่งน้ำหวานช่วยให้ชีวพาหะมาเยือนช่อดอก และดอกสมบูรณ์เพศอยู่ส่วนปลายสุดของช่อดอกและมีการติดฝักในบริเวณนี้ ในแต่ละช่อดอก สะตอมีดอกย่อยทั้งหมด 2,277 ดอก มีดอกตัวผู้ที่เป็นหมัน 132 ดอก ดอกผลิตน้ำหวาน 529 ดอก และดอกสมบูรณ์เพศ 1,616 ดอก มีกลีบเลี้ยงและกลีบดอกอย่างละ 5 กลีบ เกสรตัวผู้ 10-12 อัน เกสรตัวเมียพบเฉพาะในดอกสมบูรณ์เพศและมี 1 อัน ในแต่ละช่อดอกสะตอมีจำนวนดอกสมบูรณ์เพศที่ทำหน้าที่เป็นดอกกะเทยมากทำให้อิทธิพลการรับละอองเกสรจากกระบวนการถ่ายละออง เกสรและการติดฝักเพิ่มขึ้น ช่อดอกเพศผู้ซึ่งมีดอกสมบูรณ์เพศที่ทำหน้าที่เป็นดอกเพศผู้ไม่พบการ ติดฝัก สอดคล้องกับรายงานของ Sunnichan และคณะ (2004) พบว่าจำนวนดอกสมบูรณ์เพศมีความสัมพันธ์กับจำนวนการติดผลของ *Sterculia urens* ต้นที่มีดอกสมบูรณ์เพศมาก จำนวนการ ติดผลดีกว่า และต้นที่ไม่มีดอกสมบูรณ์เพศไม่พบการติดผลเกิดขึ้น

ลักษณะดอกสะตอมีโครงสร้างและหน้าที่ดอกเช่นเดียวกับดอกในพืชสกุล *Parkia* ในกลุ่ม *Parkia* สอดคล้องกับรายงานของ Grünmeier (1990) Hopkins (1983; 1984; 1986) และ Luckow และ Hopkins (1995) ว่าแต่ละช่อดอกของ *Parkia* ในกลุ่ม *Parkia* ประกอบด้วย ดอกย่อยทั้ง 3 ชนิด จำนวนดอกย่อยแตกต่างกันขึ้นกับชนิดของ *Parkia* สะตอจัดอยู่ในกลุ่ม *Parkia* ลักษณะโครงสร้างและหน้าที่ของดอกจะสัมพันธ์กับรูปแบบการถ่ายละอองเกสร และชีวพาหะที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายละอองเกสร คือ ขนาดช่อดอกใหญ่แข็งแรง มีก้านช่อดอกที่ยาว มีการหลั่งน้ำหวาน ซึ่งเป็นลักษณะของดอกที่มีค้างคาวช่วยถ่ายละอองเกสร

2.2 การเจริญเติบโตของช่อดอก

ช่อดอกของสะตอแตกต่างจากปลายกิ่ง ขณะที่ดอกมีขนาดเล็กแต่ละช่อดอกรวม ประกอบด้วยช่อดอกเล็กๆ สีน้ำตาลจำนวนมาก ทุกช่อดอกมีใบและตาหุ้มช่อดอกเพื่อช่วยป้องกัน ช่อดอกถูกทำลาย ซึ่งพบได้ทั่วไปใบไม้ผลชนิดอื่นๆ (Sedgley and Griffin, 1989) ในวันที่ 9-14 กลีบและใบรองรับช่อดอกร่วงเห็นช่อดอกมีสีเขียวอ่อนและช่อดอกยังมีขนาดเล็ก วันที่ 14-28 ช่อดอกมีการขยายขนาดการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว หลังจากนั้นการเจริญเติบโตค่อยๆ ลดลง ในวันที่ 35 ความยาวก้านช่อดอกเพิ่มขึ้นเล็กน้อยและคงที่ในวันที่ 42-49 แต่ความกว้าง และความยาวช่อดอกยังคงเพิ่มขึ้น การเจริญเติบโตของช่อดอกตั้งแต่เห็นช่อดอกถึงช่อดอกบานใช้เวลาประมาณ 44-49 วัน หรือการเจริญของช่อดอกตั้งแต่กลีบรองรับช่อดอกร่วงถึงช่อดอกบานใช้

เวลา 33-37 วัน Forbes และ Watson (1992) รายงานว่าในช่วงแรกที่เริ่มเห็นดอก ดอกมีกลีบเลี้ยงหรือใบเล็กๆ ที่ทำหน้าที่พิเศษเป็นริ้วประดับเรียกว่า bract หุ้มดอกไว้ เรียกกระยะนี้ว่าตาดอก มีการเปลี่ยนแปลงของอวัยวะดอก เช่น รังไข่และเกสรตัวผู้ การเจริญเติบโตในระยะที่ 1 (อายุ 1-14 วัน) ขนาดของช่อดอกไม่เพิ่ม แต่ก้านช่อดอกมีการยืดยาว หลังจากนั้นตาดอกเปิดออก ขนาดของช่อดอกเพิ่มขึ้นจนกระทั่งช่อดอกบาน แต่ละช่อดอกรวมของสะตอมีจำนวนตาดอกมาก พบเพียง 21-60 ตาดอก ที่สามารถพัฒนาเป็นช่อดอกในระยะแรกได้ หลังจากนั้นช่อดอกทยอยร่วง ในแต่ละช่อดอกรวมมีเพียง 1-12 ช่อดอก ที่สามารถเจริญเติบโตต่อไปจนช่อดอกบาน ซึ่งการร่วงของช่อดอกเกิดจากปริมาณอาหารภายในต้น Jackson และ Palmer (1977) รายงานว่าปริมาณของคาร์โบไฮเดรตที่เป็นประโยชน์เป็นสิ่งสำคัญสามารถช่วยยับยั้งการร่วงของดอกได้ Hopkins (1986) รายงานว่าเมื่อช่อดอกมีการเจริญเติบโต กลีบรองรับช่อดอกร่วง ช่อดอกที่อ่อนสุดและส่วนปลายของช่อดอกรวมร่วง ส่วนช่อดอกที่อยู่มีการขยายขนาดต่อไป พบพืชสกุล *Parkia* 2-3 ชนิดที่มีช่อดอกมากและสามารถเจริญเติบโตถึงช่อดอกบานได้

2.3 การบานของช่อดอก

สะตอแต่ละต้นมีจำนวนช่อดอกมาก ระยะเวลาตั้งแต่ช่อดอกแรกบานจนช่อดอกสุดท้ายบานใช้เวลานาน พบจำนวนช่อดอกตั้งแต่ 325-869 ช่อดอก จำนวนช่อดอกบานต่อต้นเฉลี่ย 620 ช่อดอก ระยะเวลาที่ช่อดอกบาน 50-69 วัน เฉลี่ย 58 วัน ในแต่ละวันมีจำนวนช่อดอกบานเฉลี่ย 11 ช่อดอก ในวันที่ 1-7 มีจำนวนช่อดอกบานแต่ละต้นไม่ถึง 10 ช่อดอก แต่จำนวนช่อดอกจะบานเพิ่มขึ้นตามเวลา ระหว่างวันที่ 8-37 มีช่อดอกบานมากกว่า 10 ช่อดอก โดยในวันที่ 19 มีดอกบานสูงสุด เฉลี่ย 23 ช่อดอก และหลังวันที่ 38 จำนวนช่อดอกบานลดลง การศึกษาเรื่องที่เกี่ยวข้องกับช่อดอกและต้องการใช้ปริมาณช่อดอกจำนวนมาก เช่น การถ่ายละอองเกสรควรศึกษาในระหว่างวันที่ 3-37 เพราะแต่ละต้นมีจำนวนช่อดอกที่บานเกิน 10 ช่อดอก ระยะเวลาการบานของช่อดอกทั้งต้นขึ้นอยู่กับจำนวนช่อดอกทั้งต้นและจำนวนช่อดอกในแต่ละช่อดอกรวม ถ้าต้นมีจำนวนช่อดอกน้อยและแต่ละช่อดอกรวมมีจำนวนช่อดอกน้อย ระยะเวลาบานของช่อดอกของต้นจะสั้น แต่ถ้ามีจำนวนช่อดอกมากและมีช่อดอกในแต่ละช่อดอกรวมมากระยะเวลาที่ใช้ในการบานนาน ส่งผลให้ระยะการบานของช่อดอกทั้งต้นนาน รูปแบบการบานของช่อดอกสะตอเป็นแบบทยอยบาน เนื่องจากแต่ละต้นมีระยะเวลาที่ช่อดอกบานประมาณ 8 สัปดาห์ และมีจำนวนช่อดอกบานในแต่ละวันประมาณ 10 ช่อดอก ในแต่ละช่อดอกรวมมีช่อดอกบานครั้งละ 1 ช่อดอก ตลอดการศึกษามีประมาณ 3 เปอร์เซ็นต์ ที่แต่ละช่อดอกรวมมีช่อดอกบานพร้อมกัน 2 ช่อดอก และไม่

พบช่อดอกรวมที่มีช่อดอกบานมากกว่า 2 ช่อดอกในวันเดียวกัน ลักษณะการบานของช่อดอก สะดอทั้งต้นน่าจะเกี่ยวข้องกับพาหะที่ช่วยในการถ่ายละอองเกสร จำนวนช่อดอกที่บานต่อวันน้อย จึงช่วยลดความผิดพลาดของการถ่ายละอองเกสรได้ สอดคล้องกับรายงานของ Dayanandan และคณะ (1990) ว่าจำนวนดอกที่บานต่อวันของแต่ละช่อดอกรวมที่มีจำกัด 1-7 ดอก และระยะเวลาการบานของช่อดอก 2-10 วัน ช่วยให้การรักษาระดับของพาหะที่มาเยี่ยมดอก และช่วยลดความเสี่ยงที่เกิดจากสภาพอากาศที่ไม่ช่วยส่งเสริมกระบวนการถ่ายละอองเกสร

ช่อดอกสะดอบานในตอนเย็น อายุการบานของดอกนาน 1 คืน โดยดอกตัวผู้ที่เป็นหมันบานก่อนช่วยดึงดูดพาหะ ถัดมาดอกผลิตน้ำหวานและดอกสมบูรณ์เพศบานหลังสุด ดอกทั้งช่อดอกบานหมดในเวลา 18.00 นาฬิกา หลังเวลา 18.00 นาฬิกา ดอกผลิตน้ำหวานเริ่มมีการสร้างน้ำหวานช่วยดึงดูดให้พาหะมาเยือนดอกและเก็บกินน้ำหวาน ก้านเกสรตัวเมียของดอกสมบูรณ์เพศที่ทำหน้าที่เป็นดอกกะเทยยึดยาว ในเวลา 20.00 นาฬิกา ยอดเกสรตัวเมียมีการหลั่งสาร อับละอองเกสรแตกและปลดปล่อยละอองเกสร เมื่อมีพาหะมาเยือนช่อดอกทำให้เกิดการถ่ายละอองเกสรได้ การบานของดอกสะดอเป็นลักษณะเดียวกันที่พบใน *Parkia* ชนิดอื่นๆ (Grünmeier, 1990; Hopkins, 1984; 1986; Pettersson and Knudsen, 2001) ดอกสะดอบานกลางคืนและมีการหลั่งน้ำหวาน ชีวพาหะที่มาเยือนดอกจึงเป็นชนิดที่ออกหากินในเวลากลางคืนโดยเฉพาะค้างคาว ดังมีรายงานในพืชหลายชนิดที่ดอกบานในเวลากลางคืน (Endress, 1994; Faegri and Pijl, 1979; Start and Marshall, 1976)

2.4 เพศช่อดอกและการติดฝักของสะดอ

สะดอมีจำนวนช่อดอกต่อต้นมาก ภายในต้นเดียวกันมีทั้งช่อดอกเพศผู้และช่อดอกกะเทย (andromonoecious) ซึ่งเป็นลักษณะที่พบได้ทั่วไปในพืชสกุล *Parkia* (Grünmeier, 1990; Hopkins, 1983; 1984; 1986; Wee and Rao, 1980) สะดอแต่ละต้นมีจำนวนช่อดอกเพศผู้เฉลี่ยสูงถึง 71 เปอร์เซ็นต์ ส่วนช่อดอกกะเทยมี 29 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบอัตราส่วนช่อดอกเพศผู้ต่อช่อดอกกะเทยประมาณ 3:1 อย่างไรก็ตามเปอร์เซ็นต์ช่อดอกเพศผู้และช่อดอกกะเทยแตกต่างกันในแต่ละต้น (ตารางผนวกที่ 9) ในแต่ละต้นพบช่อดอกเพศผู้ตั้งแต่ 59-84 เปอร์เซ็นต์ แสดงให้เห็นว่าสะดอมีจำนวนช่อดอกเพศผู้มากกว่าช่อดอกกะเทย ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Hopkins (1984) พบว่า *P. nitida* มีอัตราส่วนช่อดอกเพศผู้ต่อช่อดอกกะเทย 4:1 และจากรายงานของ Grünmeier (1990) พบว่าอัตราส่วนเพศของช่อดอก *P. biglobosa* มีจำนวนช่อดอกเพศผู้ต่อช่อดอกกะเทย 2:1 ทุกชนิดของพืชในสกุล *Parkia* มีช่อดอกเพศผู้มากกว่าช่อดอกกะเทย และ

อัตราส่วนของเพศช่อดอกมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของ *Parkia* เมื่อปล่อยให้ช่อดอกสะตอ มีการถ่ายละอองเกสรตามธรรมชาติพบว่าการติดฝักเกิดขึ้นในช่อดอกกะเทยเท่านั้นและมีการติดฝัก 25 เปอร์เซ็นต์ ของช่อดอกทั้งต้น แสดงให้เห็นว่าช่อดอกกะเทยไม่ได้มีการติดฝักทุกช่อดอก ในแต่ละช่อดอกรวมพบช่อดอกเพศผู้มากในช่อดอกที่บ้านแรกๆ ขณะที่ช่อดอกที่บ้านในตอนหลังหรือช่วงกลางของช่อดอกรวมเป็นช่อดอกกะเทย จากการบันทึกเพศช่อดอกของสะตอพบว่าแต่ละต้นมีจำนวนช่อดอกมาก ช่อดอกในช่อดอกรวมที่บ้านก่อนส่วนมากเป็นช่อดอกเพศผู้ น่าจะเป็นลักษณะชีววิทยาของดอกสะตอที่ช่วยให้มีชีวิปะพาหะมาเยือนช่อดอกและช่วยในการถ่ายละอองเกสร ช่อดอกเพศผู้หลังดอกบานและปลดปล่อยละอองเกสรและดอกร่วงไปภายในเวลา 24 ชั่วโมง โดยดอกร่วงพร้อมกันทั้งช่อดอก ส่วนช่อดอกกะเทยถ้าช่อดอกไม่ได้รับการถ่ายละอองเกสรช่อดอกร่วงหลังดอกบาน 24-72 ชั่วโมง ดอกทยอยร่วง พบน้อยมากที่ร่วงทั้งช่อดอก โดยดอกตัวผู้ที่เป็นหมันร่วงก่อนถัดมาเป็นดอกผลิต้นน้ำหวานและดอกสมบูรณ์เพศ ตามลำดับ เนื่องจากเกสรตัวเมียมีเฉพาะในดอกสมบูรณ์เพศ การติดฝักบนช่อดอกจึงพบได้บริเวณกลุ่มดอกสมบูรณ์เพศเท่านั้น การติดฝักของสะตอเกิดขึ้นในช่อดอกกะเทยที่อยู่ปลายช่อดอกรวมเฉลี่ยตำแหน่งที่ 4.3 แสดงให้เห็นว่าดอกสมบูรณ์เพศของสะตอเป็นตัวกำหนดบทบาทของช่อดอกในกระบวนการถ่ายละอองเกสร คือดอกสมบูรณ์เพศที่ทำหน้าที่เป็นดอกเพศผู้จะเป็นตัวให้ละอองเกสร ขณะที่ดอกสมบูรณ์เพศที่ทำหน้าที่เป็นดอกกะเทยให้ทั้งละอองเกสรและรับละอองเกสรและเกิดการติดฝัก Hopkins (1984) รายงานว่าดอกเพศผู้ใช้อาหารน้อยกว่าดอกกะเทย จึงทำให้ต้นที่มีช่อดอกเพศผู้มีระยะการบานของช่อดอกในแต่ละต้นนานต้นที่มีช่อดอกกะเทย ช่วยให้รักษาระดับการมาเยือนของชีวพาหะ Young (1990) กล่าวว่าดอกเพศผู้บอกถึงสัดส่วนของพาหะที่มาเยี่ยมดอก ดอกตัวผู้ที่เป็นหมันมากช่วยให้พาหะกระจายละอองเกสรได้ดี ดอกเพศเมียบอกถึงจำนวนผล แต่ทั้งดอกเพศผู้และเพศเมียมีผลต่อพาหะ ต้นที่มีดอกเพศผู้และดอกเพศเมียจำนวนมากช่วยให้มีพาหะมาเยี่ยมดอกมากกว่าต้นที่มีจำนวนดอกน้อย ในแต่ละต้นพืชจึงต้องมีจำนวนดอกทั้ง 2 เพศ มากพอที่จะให้พาหะมาเยี่ยมดอกเพื่อช่วยให้มีการถ่ายละอองเกสร ในการศึกษาครั้งนี้ไม่สามารถบอกได้ว่าปัจจัยอะไรที่ผลต่อการแสดงออกของเพศดอกสะตอ อาจจะเกี่ยวกับความสมบูรณ์ของต้นหรือเกี่ยวข้องกับสายพันธุ์สะตอจึงควรมีการศึกษาต่อไป

2.5 เกสรตัวผู้

ละอองเกสรของสะตอติดกันเป็นกลุ่มแต่ละกลุ่มประกอบด้วยละอองเกสร 16 อัน อับละอองเกสรของดอกสมบูรณ์เพศมีจำนวนกลุ่มละอองเกสรมากกว่าดอกผลิต้นน้ำหวานและดอก

ตัวผู้ที่เป็นหมัน ขนาดกลุ่มละอองเกสรของดอกสมบูรณ์เพศใหญ่กว่าดอกผลิตน้ำหวาน จาก สัดส่วนของความยาวและความกว้างของกลุ่มละอองเกสร พบว่ากลุ่มละอองเกสรของดอก สมบูรณ์เพศมีลักษณะรูปกลมรีกว่าดอกผลิตน้ำหวาน สอดคล้องกับรายงานของ Hopkins (1984) Grünmeier (1990) และ Luckow และ Hopkins (1995) ที่พบว่าลักษณะของละอองเกสรอยู่กัน เป็นกลุ่มไม่สามารถทำให้แยกออกจากกันได้ แต่ละกลุ่มมีจำนวนละอองเกสร 16 24 หรือ 32 อัน ขึ้นอยู่กับชนิดของ *Parkia* ละอองเกสรของสะตอมีขนาดใหญ่ การกระจายของละอองเกสรโดยลม และไปผสมข้ามกับต้นอื่นเป็นไปได้ยาก เพราะฉะนั้นในการถ่ายละอองเกสรจึงต้องอาศัยชีวพาหะ เท่านั้น

ละอองเกสรจากดอกสมบูรณ์เพศของสะตอปลดปล่อยออกมาในเวลา 20.00-22.00 นาฬิกา ละอองเกสรปลดปล่อยออกมาสูงสุดในเวลา 20.00 นาฬิกา หลังจากดอกบาน 2 ชั่วโมง ละอองเกสรของสะตอที่ปลดปล่อยออกมาใหม่ๆ มีความมีชีวิตสูงถึง 100 เปอร์เซ็นต์ มีความงอกประมาณ 94 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อเก็บรักษาละอองเกสรไว้ที่อุณหภูมิต่ำและที่ อุณหภูมิห้องนาน 72 ชั่วโมง ความมีชีวิตยังคงไม่เปลี่ยนแปลง และมีความงอก 90 และ 89 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าละอองเกสรสะตอคงความมีชีวิตและความงอกไว้ได้นาน สอดคล้องกับรายงานของ Shivanna (2003) ว่าละอองเกสรของพืชในวงศ์ Leguminosae สามารถ มีชีวิตอยู่ได้นานกว่า 6 เดือน ละอองเกสรสะตอแต่ละกลุ่มมี 16 อัน แต่เมื่อละอองเกสรงอกมี หลอดละอองเกสรเพียง 1 อัน ก็สามารถผสมกับไซโนเกสรวัดตัวเมียได้หมด เป็นเพราะว่าละอองเกสร ของพืชสกุล *Parkia* มีช่องเปิดด้าน distal end ซึ่งอยู่บริเวณผิวด้านนอกของกลุ่มละอองเกสร 3-4 ช่อง ขณะที่ด้าน proximal end มีช่องเปิดหลายช่องและเชื่อมต่อกันหมดทุกละอองเกสร (Feuer et. al., 1985) เมื่อละอองเกสรงอกทำให้หน่วยพันธุ์กรรมสามารถผ่านช่องเปิดภายในและเข้าไป ผสมกับไซโนอันได้แม้มีละอองเกสรงอกเพียง 1 อัน

จากการศึกษครั้งนี้พบว่าทั้งต้นของสะตอมีจำนวนช่อดอกมาก มีช่วงระยะการ บานของช่อดอกทั้งต้นนานประมาณ 8 สัปดาห์ แต่ละคืนมีช่อดอกบานเฉลี่ย 10 ช่อดอก มีช่อดอกเพศผู้สูงถึง 71 เปอร์เซ็นต์ ในตำแหน่งช่อดอกที่ 1-3 ของช่อดอกรวมและช่อดอกบานในช่วงแรกๆ ส่วนมากเป็นช่อดอกเพศผู้ ประกอบกับละอองเกสรมีชีวิตอยู่ได้นานแม้ในอุณหภูมิปกติ เป็นลักษณะชีววิทยาของช่อดอกสะตอที่ช่วยในการกระจายละอองเกสร เมื่อมีชีวพาหะมาเยี่ยม ช่อดอกทำให้เพิ่มโอกาสของละอองเกสรที่จะไปตกบนยอดเกสรตัวเมียในช่วงที่ช่อดอกกะเทยบาน และช่วยเพิ่มการติดฝักของสะตอได้ ต้นสะตอที่ปลูกเดี่ยวๆ สามารถมีการติดฝักได้น่าจะเป็น

เพราะชีวพาหะที่มาเยือนช่อดอกและที่ตัวชีวพาหะมีละอองเกสรจากต่างต้นที่อยู่ต่างสถานที่ติดตัวมาและตกลงบนยอดเกสรตัวเมียมีการถ่ายละอองเกสรและผสมเกสรเกิดเป็นฝัก

2.6 เกสรตัวเมีย

ในสละตอพบเกสรตัวเมียเฉพาะในดอกสมบูรณเพศ ดอกที่มีเกสรตัวเมียขนาดเล็กและก้านชูเกสรตัวเมียสั้นไม่สามารถยื่นส่วนของยอดเกสรตัวเมียให้พ้นระดับของอับละอองเกสรได้ โอกาสที่ยอดเกสรตัวเมียรับละอองเกสรจากกระบวนการถ่ายละอองเกสรเกิดได้น้อย การเกิดผลหรือติดฝักเกิดได้ยาก ดอกสมบูรณเพศจึงทำหน้าที่ให้ละอองเกสรเพียงอย่างเดียว ส่วนดอกสมบูรณเพศที่มีเกสรตัวเมียขนาดใหญ่มีก้านชูเกสรตัวเมียยาว ส่วนของยอดเกสรตัวเมียให้อยู่ระดับเดียวกันหรือยื่นพ้นระดับของอับละอองเกสร ดอกทำหน้าที่ให้ละอองเกสรและมีโอกาสที่จะรับละอองเกสรจากกระบวนการถ่ายละอองเกสรได้ การติดฝักตามธรรมชาติเกิดขึ้นได้ในดอกสมบูรณเพศที่เป็นดอกกะเทย ดังมีรายงานการศึกษาของ Grünmeier (1990) และ Hopkins (1984; 1986) ที่พบว่า การติดฝักพบในดอกสมบูรณเพศที่เป็นดอกกะเทย จำนวนไข่อ่อนของสละตอพบตั้งแต่ 13–21 อัน โอกาสเกิดเมล็ดต่อฝักเกิดได้ถึง 21 เมล็ด จำนวนละอองเกสรในแต่ละกลุ่มมีเพียง 16 อัน จะเห็นว่าจำนวนไข่อ่อนและจำนวนละอองเกสรแต่ละกลุ่มมีจำนวนใกล้เคียงกัน เพราะฉะนั้นในการถ่ายละอองเกสรแต่ละครั้งเกสรตัวเมียต้องการกลุ่มละอองเกสร 1-2 อัน เพื่อให้การติดเมล็ดเกิดได้สมบูรณ Kenric และ Knox (1982) ศึกษาลักษณะเกสรตัวเมียและกลุ่มละอองเกสรของ *Acacia* พบว่าจำนวนไข่อ่อนในแต่ละรังไข่จะสัมพันธ์กับจำนวนละอองเกสรในแต่ละกลุ่ม พบ *Acacia* 40 ชนิดที่มีจำนวนละอองเกสร 16 อันต่อกลุ่ม และรังไข่มีไข่อ่อน 5-16 อัน *Acacia* 3 ชนิด มีละอองเกสร 8 อันต่อกลุ่ม และรังไข่มีไข่อ่อน 2-10 อัน *Acacia* 1 ชนิด มีละอองเกสร 32 อันต่อกลุ่ม และรังไข่มีไข่อ่อน 24 อัน *Acacia* อีกชนิดมีละอองเกสร 4 อันต่อกลุ่ม และรังไข่มีไข่อ่อน 1-3 อัน เช่นเดียวกับที่พบใน *Acacia* ชนิดอื่นๆ (Baranelli et al., 1995)

ช่อดอกสละตอที่ดอกสมบูรณเพศที่ทำหน้าที่เป็นดอกกะเทย โดยทั่วไปก่อนที่ดอกบานยอดเกสรตัวเมียอยู่ภายในดอกเนื่องจากก้านเกสรตัวเมียยังไม่ยืดยาวออก หลังดอกบานก้านเกสรตัวเมียค่อยๆ ยืดยาวทำให้ยอดเกสรตัวเมียอยู่ระดับเดียวกับหรือสูงกว่าส่วนอื่นของดอก การยืดยาวของก้านเกสรตัวเมียเกิดขึ้นหลังจากดอกภายในช่อดอกบานหมด เริ่มเห็นก้านเกสรตัวเมียยืดออกตั้งแต่เวลา 19.00 นาฬิกา หลังดอกบาน 1 ชั่วโมง และยืดยาวหมดภายในเวลา 21.00 นาฬิกา Grünmeier (1990) รายงานว่าดอกสมบูรณเพศที่ทำหน้าที่เป็นดอกกะเทยของ *P. bicolor* ก่อนดอกบานก้านเกสรตัวเมียขดอยู่ภายในดอก หลังดอกบานก้านเกสรตัวเมียยืดยาวออกและยื่นยอด

เกสรตัวเมียพันกลุ่มอับละอองเกสร แต่จากการศึกษาการยืดยาวของก้านเกสรตัวเมียของดอก สะตอพบว่าบางต้นที่ก้านเกสรตัวเมียดยาวและยื่นยอดเกสรตัวเมียอยู่เหนือส่วนอื่นของดอก ก่อนที่ดอกสมบูรณ์เพศบานและพบทุกช่อดอกในต้นที่เป็นช่อดอกกะเทย แต่การยืดยาวของก้าน เกสรตัวเมียเกิดขึ้นหลังเวลา 17.00 นาฬิกา ซึ่งต้นสะตอที่มีดอกสมบูรณ์เพศที่มีลักษณะดังกล่าว น่าจะช่วยเพิ่มโอกาสในการรับละอองเกสรจากการถ่ายละอองเกสรแบบผสม แต่บางครั้งพบดอก สมบูรณ์เพศที่ดอกทำหน้าที่เป็นดอกกะเทยมีก้านเกสรตัวเมียที่ขดอยู่ภายในดอกไม่ยืดยาวออกแม้ ดอกเหี่ยวและร่วงไปก้านเกสรตัวเมียยังคงอยู่ลักษณะเดิม ทำให้ยอดเกสรตัวเมียไม่สามารถรับ ละอองเกสรจากการถ่ายละอองเกสรลดโอกาสในการผสมเกสรและการติดฝัก สาเหตุเกิดจากอะไร น่าจะมีการศึกษาต่อไป

หลังดอกบานและก้านเกสรตัวเมียของดอกสะตอยืดยาวเต็มที่ ในเวลา 19.00 นาฬิกา ยอดเกสรตัวเมียของดอกสมบูรณ์เพศที่ทำหน้าที่เป็นดอกกะเทยของสะตอเริ่มมีการหลัง สารและเกิดขึ้นสูงสุดในเวลา 20.00 นาฬิกา หรือหลังดอกบาน 2 ชั่วโมง และสารหลังยังคงอยู่ที่ ยอดเกสรตัวเมียถึงเวลาเช้า พบว่าสารหลังแห้งพร้อมๆ กับดอกเริ่มเหี่ยว จากการศึกษาการหลัง ของสารที่ยอดเกสรตัวเมียสามารถใช้เป็นตัวกำหนดความพร้อมรับของเกสรตัวเมียของสะตอได้

การทดสอบความพร้อมรับละอองเกสรของเกสรตัวเมียของสะตอโดยการถ่าย ละอองเกสรแบบผสมข้ามในช่วงเวลาต่างๆ พบการติดฝักเกิดขึ้นได้ตั้งแต่ช่วงเวลา 18.00-20.00 นาฬิกา และพบว่าในเวลา 22.00-24.00 นาฬิกา มีค่าการติดฝักสูงสุด 86 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่มีความ แตกต่างทางสถิติกับการถ่ายละอองเกสรในเวลา 20.00-22.00 นาฬิกา มีการติดฝัก 83 เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้นค่าการติดฝักค่อยๆ ลดลง ช่วงเวลา 08.00-10.00 นาฬิกา มีค่าการติดฝักเพียง 0.1 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อพิจารณาถึงช่วงเวลาการถ่ายละอองเกสรต่อจำนวนฝักต่อช่อ พบว่าการถ่าย ละอองเกสรในเวลาตั้งแต่ 18.00-06.00นาฬิกา หลังจากถ่ายละอองเกสร 7 วัน ให้จำนวนฝักต่อ ช่อ เท่ากับ 18-38 ฝัก ขณะที่การถ่ายละอองเกสรในช่วงเวลา 06.00-10.00 นาฬิกา ให้จำนวนฝัก ต่อช่อ 5-11 ฝัก ในวันที่เก็บเกี่ยวการถ่ายละอองเกสรการถ่ายละอองเกสรในเวลา 18.00 ถึง 06.00 นาฬิกา ให้จำนวนฝักต่อช่อ 5-8 ฝัก ส่วนการถ่ายละอองเกสรในช่วงเวลา 04.00-10.00 นาฬิกา ให้จำนวนฝักต่อช่อ 1-2 ฝัก จากการศึกษาลักษณะของเกสรตัวเมียทั้งการยืดยาวของก้าน เกสรตัวเมีย การหลังสารของยอดเกสรตัวเมีย และการติดฝักของสะตอ รวมทั้งจำนวนฝักต่อช่อ สรุปได้ว่าระยะเวลาความพร้อมรับของเกสรตัวเมียของสะตอเริ่มเวลาประมาณ 20.00 นาฬิกา หลังดอกบาน 2 ชั่วโมง และสิ้นสุดในเวลา 08.00 นาฬิกา มีช่วงระยะเวลาประมาณ 12 ชั่วโมง แต่เมื่อพิจารณาจากการติดฝักและจำนวนฝักต่อช่อ ช่วงเวลาที่เหมาะในการถ่ายละอองเกสร

น่าจะไม่เกินเวลา 06.00 นาฬิกา คือ มีระยะเวลาประมาณ 10 ชั่วโมง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศ ถ้าอากาศร้อนและความชื้นในอากาศต่ำสารหลังที่ยอดเกสรตัวเมียจะแห้งเร็ว ยอดและก้านเกสรตัวเมียเหี่ยว ทำให้ช่วงระยะเวลาความพร้อมรับละอองเกสรของเกสรตัวเมียสั้นกว่าช่วงเวลาที่มียอดเกสรตัวเมียและความชื้นของอากาศสูง สารหลังที่ยอดเกสรตัวเมียแห้งช้ากว่าช่วยเพิ่มระยะเวลาในการรับละอองเกสรของยอดเกสรตัวเมียเพิ่มโอกาสในการติดฝักได้

3. การถ่ายละอองเกสร

3.1 การติดฝัก

จากการศึกษารูปแบบการถ่ายละอองเกสรของสะตอ พบว่าการถ่ายละอองเกสรแบบผสมข้ามมีค่าการติดฝักสูงสุด 85 เปอร์เซ็นต์ การถ่ายละอองเกสรแบบผสมเปิดตามธรรมชาติมีค่าการติดฝัก 77 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการถ่ายละอองเกสรแบบผสมตัวเองและการคลุมช่อดอกโดยไม่มีการถ่ายละอองเกสรไม่มีการติดฝัก สะตอไม่สามารถติดฝักได้ถ้าไม่มีการถ่ายละอองเกสรแบบผสมข้ามต้น มีรายงานการศึกษาในพืชชนิดอื่นๆ ที่พบว่ารูปแบบการถ่ายละอองเกสรต่างกันให้ค่าการติดผลแตกต่างกัน การผสมข้ามทำให้มีค่าการติดผลสูงกว่าการผสมตัวเองและการผสมเปิด ดังเช่นจากการศึกษาในพืชหลายชนิด (Kaufmane and Rumpunen, 2002; Johnson *et al.*, 2004; Gribel *et al.*, 1999; Raju and Roa, 2002) ทั้งนี้เนื่องจากความไม่เข้ากันของละอองเกสรกับเกสรตัวเมีย ซึ่งเป็นกลไกที่ป้องกันการผสมตัวเอง ทำให้เกิดการยับยั้งการงอกของละอองเกสรและหลอดละอองเกสร อาจเกิดบริเวณยอดเกสรตัวเมียหรือในก้านชูเกสรตัวเมีย ละอองเกสรที่มาจากดอกเดียวกันหรือต่างดอกแต่มีความใกล้ชิดทางพันธุกรรม ไม่สามารถงอกหรือเจริญเข้าไปผสมกับไข่อ่อน ทำให้ไม่มีการติดผลเกิดขึ้น (Campbell *et al.*, 1999; Li and Newbigin, 2002; Shivanna, 2003) ความไม่เข้ากันของละอองเกสรกับเกสรตัวเมียของสะตอเกิดขึ้นที่บริเวณใดนั้นควรมีการศึกษาต่อไป

รูปแบบการถ่ายละอองเกสรของสะตอต่างกันมีผลต่อจำนวนฝักต่อช่อ ในช่วง 7 วัน หลังการถ่ายละอองเกสร การถ่ายละอองเกสรแบบผสมข้ามมีจำนวนฝักต่อช่อเฉลี่ย 45 ฝัก สูงกว่าการถ่ายละอองเกสรแบบผสมเปิดที่มีจำนวนฝัก 36 ฝัก หลังจากนั้นมีการร่วงของฝักรูปแบบการร่วงของฝักทั้งการถ่ายละอองเกสรแบบผสมข้ามและผสมเปิดคล้ายกัน คือ ในช่วงวันที่ 7-14 หลังถ่ายละอองเกสรมีฝักร่วงมากกว่า 60 เปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบกับจำนวนฝักหลังการถ่ายละอองเกสร 7 วัน จำนวนฝักต่อช่อคงที่ตั้งแต่วันที่ 35 หลังการถ่ายละอองเกสรถึงวันที่เก็บเกี่ยว

ซึ่งพบว่ามีจำนวนฝักที่ยังคงอยู่บนต้นเพียง 18-20 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนฝักหลังการถ่ายละอองเกสร 7 วัน Dayanandan และคณะ (1990) รายงานว่าการติดผลของ *Shorea* spp. ที่ได้จากการถ่ายละอองเกสรวิธีต่างกัน ให้จำนวนการติดผลและจำนวนผลที่เก็บเกี่ยวได้ต่างกัน การติดผลจากการผสมข้ามสูงกว่าการผสมเปิดและการผสมตัวเอง และจำนวนผลหลังการถ่ายละอองเกสร 1-5 วัน มีจำนวนมากกว่าจำนวนผลในวันที่เก็บเกี่ยว

การถ่ายละอองเกสรทั้งผสมข้ามและผสมเปิดมีจำนวนเมล็ดต่อฝักเฉลี่ย 15.5 และ 15.32 เมล็ด ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ รูปแบบการถ่ายละอองเกสรต่างกันไม่ได้มีผลต่อจำนวนเมล็ดทั้งหมดต่อฝัก และจำนวนเมล็ดต่อฝักไม่เกินจำนวนไข่อ่อน สอดคล้องกับรายงานของ Hopkins (1984) กล่าวว่าจำนวนเมล็ดจะมีได้ไม่เกินจำนวนไข่อ่อนในแต่ละรังไข่ ซึ่งพืชในสกุล *Parkia* แต่ละชนิดมีจำนวนไข่อ่อน 18-37 อัน จำนวนเมล็ดจึงมีได้ 18-37 เมล็ด แสดงให้เห็นว่าจำนวนเมล็ดถูกกำหนดมาก่อนที่จะมีการถ่ายละอองเกสร จำนวนเมล็ดดีและเมล็ดลีบในแต่ละฝักน่ามีผลมาจากการถ่ายละอองเกสร การผสมข้ามให้จำนวนเมล็ดดีสูงกว่า ขณะที่การผสมเปิดมีจำนวนเมล็ดลีบสูงกว่า อาจเนื่องมาจากการผสมเปิดมีการถ่ายละอองเกสรทั้งผสมข้ามและบางส่วนที่มีการถ่ายละอองเกสรแบบผสมตัวเอง ส่วนที่เกิดการผสมตัวเองมีผลทำให้เกิดความเข้ากันไม่ได้ของละอองเกสรกับเกสรตัวเมีย ทำให้มีจำนวนเมล็ดลีบมากกว่า (Bittencort and Semir, 2005; Gribel *et al.*, 1999)

จากการศึกษาในครั้งนี้สรุปได้ว่าสะตอเป็นพืชที่ต้องการผสมข้าม เพราะลักษณะชีววิทยาของดอกดังที่ได้ศึกษามา คือ มีโครงสร้างของช่อดอกที่ประกอบด้วยดอกทั้ง 3 ชนิด แต่ละชนิดมีโครงสร้างและหน้าที่ต่างกัน ในดอกสมบูรณ์เพศมีจำนวนละอองเกสรต่อดอกสูงมีอัตราส่วนละอองเกสรต่อรังไข่ประมาณ 3530 : 1 ซึ่งสอดคล้องตามรายงานของ Cruden (2000) ว่าอัตราส่วนละอองเกสรต่อรังไข่สูงเป็นลักษณะของพืชผสมข้าม เช่นเดียวกับการศึกษาของ Seijo และ Neeffa (2004) ว่าอัตราส่วนกลุ่มละอองเกสรต่อรังไข่ของ *Mimosa bimucronata* เท่ากับ 16,000 : 1 และ Raju และ Roa (2002) รายงานว่า *Acacia sinuate* มีอัตราส่วนละอองเกสรต่อไข่อ่อน 349:1 เป็นพืชผสมข้าม นอกจากนี้ช่อดอกสะตอที่ประกอบด้วยก้านช่อดอกที่ยาว ดอกห้อยอยู่ในทรงพุ่ม ดอกมีการหลั่งน้ำหวานมาก และจากการถ่ายละอองเกสรแบบผสมตัวเองและการคลุมช่อดอกไม่มีการติดฝัก การติดฝักเกิดขึ้นได้ การถ่ายละอองเกสรแบบผสมข้ามและการผสมเปิด ซึ่งค่าของความเข้ากันไม่ได้ของละอองเกสรกับเกสรตัวเมียที่ได้จากการคำนวณอัตราความเข้ากันไม่ได้มีค่าเท่ากับศูนย์และระดับความเข้ากันไม่ได้สูงสุดเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ สะตอไม่มีโอกาสที่จะเกิดฝักได้ถ้าไม่ได้รับการถ่ายละอองเกสรแบบผสมข้าม การถ่ายละอองเกสรแบบเปิดพบความเข้ากัน

ไม่ได้ของละอองเกสรกับเกสรตัวเมียบางส่วน เนื่องมาจากการผสมเปิดมีการถ่ายละอองเกสรทั้งแบบผสมข้ามและผสมตัวเอง แสดงให้เห็นว่าการที่สะตอดิดฝักและเมล็ดมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับโอกาสของการผสมข้าม จึงควรวางแผนการปลูกต้นสะตอให้มีความแตกต่างของต้นให้มาก เมื่อสะตอออกดอกจะช่วยเพิ่มโอกาสในการผสมข้ามตามธรรมชาติ และน่าจะช่วยในการติดฝักและเมล็ดได้ดีขึ้น นอกจากนี้การเพิ่มชีวพาหะเข้ามาในแปลงในช่วงที่สะตอมีช่อดอกบานน่าจะเพิ่มโอกาสการติดฝักเพิ่มขึ้น ดังเช่น การนำรังผึ้งเข้ามาเพื่อช่วยเพิ่มการติดฝักและเมล็ดของ *Acacia sinuate* (Raju and Roa, 2002)

3.2 ชนิดของพาหะและพฤติกรรมของพาหะ

ลักษณะช่อดอกสะตอมีก้านช่อดอกยาวและห้อยลงภายในทรงพุ่ม ดอกบานในเวลาใกล้ค่ำและบานนาน 1 คืน ดอกมีกลิ่นแรง หลังน้ำหวานและมีละอองเกสรมาก พบค้างคาวเล็บกุด (*Eonycteris spelaea*) มีพฤติกรรมเป็นชีวพาหะที่ช่วยในการถ่ายละอองเกสรของสะตอ ค้างคาวต้องการน้ำหวานและใช้เวลาในการกินน้ำหวานจากช่อดอกสะตอประมาณ 1-2 วินาที และบินไปช่อดอกอื่นและต้นอื่น สอดคล้องกับรายงานของเอกพงศ์ (2548) และ Bumrungsri และคณะ (2007) รายงานว่าค้างคาวบินมาเกาะที่ช่อดอกสะตอโดยใช้กรงเล็บยึดที่ก้านช่อดอก ทำให้ออก ปีกและท้องสัมผัสบริเวณดอกสมบูรณ์เพศละอองเกสรจะติดตัวค้างคาวเมื่อค้างคาวบินไปกินน้ำหวานจากช่อดอกอื่นเป็นการช่วยถ่ายละอองเกสร Endress (1994) รายงานว่าค้างคาวที่ช่วยในการถ่ายละอองเกสรของพืชสกุล *Parkia* เป็นค้างคาวขนาดกลางและเล็ก เอกพงศ์ (2548) และ Bumrungsri และคณะ (2007) รายงานว่าค้างคาวที่มาเยือนช่อดอกสะตอเป็นค้างคาวเล็บกุด (*Eonycteris spelaea*) และค้างคาวขอบหูขาวเล็ก (*Cynopterus brachyotis*)

แมลงที่มาเยือนช่อดอกสะตอมากคือผึ้ง ในช่วงเวลาที่ช่อดอกเริ่มบานพบผึ้งมาเก็บน้ำหวานที่บริเวณดอกผลิตน้ำหวาน หลังเวลา 20.00 นาฬิกา พบผึ้งมาเก็บละอองเกสรที่ดอกสมบูรณ์เพศและพบตลอดคืน ตอนเช้าพบผึ้งเก็บน้ำหวานที่ดอกผลิตน้ำหวานและละอองเกสรทั้งดอกผลิตน้ำหวานและดอกสมบูรณ์เพศ แต่ไม่พบผึ้งไปเกาะที่ดอกตัวผู้ที่เปื้อนหมัน ผึ้งตัวใหญ่จะใช้เวลาอยู่ที่ช่อดอกนานกว่าผึ้งตัวเล็กแต่ระยะเวลาไม่เกิน 1 นาที ลักษณะการเก็บน้ำหวานและละอองเกสรของผึ้งทุกชนิดจะเหมือนกัน คือ บินมาเกาะแล้วเก็บน้ำหวานหรือละอองเกสรโดยการไต่ไปรอบๆ ช่อดอกแล้วบินไปแล้วกลับมาใหม่ แมลงชนิดอื่นที่พบเช่น ผีเสื้อกลางคืน โดยผีเสื้อกลางคืนตัวเล็กเกาะอยู่เฉพาะที่ดอกผลิตน้ำหวานและดูดกินน้ำหวาน ส่วนผีเสื้อกลางคืนตัวใหญ่

อาจเกาะอยู่ที่ดอกผลิตน้ำหวาน ดอกสมบุรณ์เพศหรือดอกตัวผู้ที่เป็นหมันแล้วยื่นท่อไปดูดน้ำหวานจากดอกผลิตน้ำหวาน ผีเสื้อกลางคืนใช้เวลาอยู่ที่ช่อดอกนานกว่าผึ้ง ส่วนมากดูดน้ำหวานจากช่อดอกที่อยู่ในต้นเดียวกัน นอกจากนี้ยังพบมด ตัวต่อ ยุง และแมลงสาบ จากการศึกษาพบแมลงที่มีส่วนช่วยในถ่ายละอองเกสรของสะตอ คือ ผึ้ง *A. dorsata* เก็บละอองเกสรที่ดอกสมบุรณ์เพศในช่วงเวลาที่เกสรตัวเมียยังคงพร้อมรับคือเวลา 20.00-06.00 นาฬิกา Bumrungsri และคณะ (2007) รายงานว่าแมลงมีส่วนช่วยในการถ่ายละอองเกสรและทำให้สะตอมีการติดผลได้ถึง 13.2 เปอร์เซ็นต์

ในระยะเวลาที่มีช่อดอกสะตอบานมาก พบปริมาณค้างคาวมาเยือนช่อดอกในแต่ละคืนและแต่ละช่วงเวลามากกว่าในระยะที่ช่อดอกสะตอเริ่มบานและมีการติดฝัก ระยะที่มีช่อดอกสะตอบานมากและระยะที่ช่อดอกเริ่มบานพบค้างคาวตัวสุดท้ายที่มาเยือนช่อดอกในเวลา 03.00 นาฬิกา ขณะที่ระยะที่สะตอติดฝักมีช่อดอกสะตอบานน้อยไม่พบค้างคาวมาเยือนช่อดอกหลังเวลา 01.00 นาฬิกา รูปแบบการมาเยือนช่อดอกทั้ง 3 ครั้ง que ศึกษาเหมือนกัน คือ พบค้างคาวตัวแรกมาเยือนช่อดอกในเวลา 17.40-17.50 นาฬิกา และเพิ่มขึ้นตามเวลาโดยพบค้างคาวมาเยือนช่อดอกมากในช่วงเวลา 20.00-24.00 นาฬิกา และหลังเวลา 03.00 นาฬิกา ไม่พบค้างคาวมาเยือนช่อดอกสะตอ สอดคล้องกับรายงานของเอกพงศ์ (2548) พบว่าค้างคาวมาเยือนช่อดอกสะตอในเวลา 20.00-03.00 นาฬิกา Bumrungsri และคณะ (2007) รายงานว่าเริ่มมีค้างคาวมาเยือนช่อดอกเหียงและสะตอในเวลา 19.50 และ 20.00 นาฬิกา ตามลำดับ และไม่พบค้างคาวหลังเวลา 02.00 นาฬิกา การมาเยือนช่อดอกของชีวพาหะจะขึ้นอยู่กับปริมาณช่อดอกที่บ้านในแต่ละคืนและฤดูกาล ถ้าช่อดอกบานมากปริมาณการเยือนมากเนื่องจากปริมาณน้ำหวานที่ช่อดอกสะตอหลังเพียงพอกับจำนวนค้างคาวที่มาเยือน จากการสังเกตพบว่าในคืนที่มีฝนตกปริมาณการเยือนช่อดอกสะตอของค้างคาวลดลงกว่าวันที่ไม่มีฝนตก สอดคล้องกับรายงานของ Sornsathapornkul และ Owens (1998) ว่าในฤดูแล้งมีแมลงมาเยือนดอก *Acacia* ลูกผสมมากกว่าในฤดูฝน

3.3 ปริมาณและความเข้มข้นของน้ำหวาน

ช่อดอกสะตอบานในเวลากลางคืนและมีการหลั่งน้ำหวานในปริมาณมาก น้ำหวานหลั่งหลังจากดอกบาน และเห็นน้ำหวานหลั่งออกมานอกดอกผลิตน้ำหวานในเวลาประมาณ 19.00 นาฬิกา หรือหลังดอกบาน 1 ชั่วโมง ปริมาณน้ำหวานหลั่งมากก่อนเวลา 24.00

นาฬิกา ในเวลา 21.00-22.00 นาฬิกา ช่อดอกมีการหลั่งน้ำหวานสูงสุดและหลังเวลา 06.00 นาฬิกา ไม่สามารถเก็บน้ำหวานได้น่าจะไม่มีการหลั่งน้ำหวาน ความเข้มข้นของน้ำหวานมีการเปลี่ยนแปลงน้อย แต่มีแนวโน้มว่าช่วงที่ช่อดอกสะตอมีการหลั่งน้ำหวานมากความเข้มข้นลดลงเล็กน้อย ปริมาณและความเข้มข้นของน้ำหวานนอกจากขึ้นอยู่กับช่วงเวลาการบานของดอกแล้วยังขึ้นอยู่กับชนิดของพืช (Freitas *et al.*, 2001; Grünmeier, 1990; Jackson and Nicolson, 2002; Langenberger and Davis, 2002)

ปริมาณน้ำหวานของสะตอที่ทยอยเก็บทุกชั่วโมงสูงกว่าและความเข้มข้นของน้ำหวานต่ำกว่าการเก็บครั้งเดียวเล็กน้อยแต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ การเก็บน้ำหวานออกจากช่อดอกสะตอไม่ได้ทำให้การหลั่งน้ำหวานของช่อดอกเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับรายงานของ Pettersson และ Knudsen (2001) พบว่าการเก็บน้ำหวานหลายครั้งในช่อดอก *P. bicolor* ไม่ได้ทำให้ปริมาณและความเข้มข้นของน้ำหวานแตกต่างกับการเก็บเพียง

การหลั่งน้ำหวานของช่อดอกสัมพันธ์กับพฤติกรรมของชีวพาหะ ในช่วงก่อนเวลา 19.00 นาฬิกา เล็กน้อยช่อดอกสะตอเริ่มมีการหลั่งน้ำหวานแต่มีปริมาณน้อยและยังมีแสงพบผึ้งมากินน้ำหวาน หลังเวลา 19.00 นาฬิกา ปริมาณการหลั่งน้ำหวานของช่อดอกสะตอเพิ่มขึ้น พบค้างคาวมากินน้ำหวาน น้ำหวานช่อดอกสะตอหลั่งมากในช่วงเวลาก่อนเที่ยงคืนเช่นเดียวกับจำนวนค้างคาวที่มาเยือนช่อดอก ช่วงเวลาที่ช่อดอกมีการหลั่งน้ำหวานสูงสุดเป็นเวลาเดียวกันที่มีค้างคาวมาเยือนช่อดอกสูงสุด คือ ในเวลา 21.00-22.00 นาฬิกา สอดคล้องกับการศึกษาของเอกพงศ์ (2548) รายงานว่าช่อดอกสะตอเริ่มหลั่งน้ำหวานในช่วงเวลา 19.00 นาฬิกา และค้างคาวมาเยี่ยมช่อดอกในเวลา 20.00 นาฬิกา ช่วงเวลาที่ค้างคาวมาเยือนช่อดอกดีที่สุดเป็นเวลาเดียวกับที่ช่อดอกสะตอมีอัตราการหลั่งน้ำหวานสูงสุดคือเวลา 21.00 นาฬิกา และความถี่ของการเยือนของค้างคาวมีความสัมพันธ์กับอัตราการหลั่งของน้ำหวานมากกว่าความเข้มข้นของน้ำหวาน

4. การพัฒนาของฝักและเมล็ด

หลังช่อดอกกะเทยของสะตอบานและมีการถ่ายละอองเกสรและการติดฝัก ในวันที่ 7 หลังช่อดอกบาน แต่ละช่อดอกมีดอกสมบูรณ์เพศที่พัฒนาเป็นฝักเฉลี่ย 37.6 ฝัก ในช่วง 7-14 วันหลังช่อดอกบาน จำนวนฝักต่อช่อลดลงมากเหลือเพียง 14.5 ฝัก หลังจากนั้นการร่วงของฝักลดลง หลังช่อดอกบาน 28 วัน ฝักร่วงน้อย ในวันที่เก็บเกี่ยวมีจำนวนฝักต่อช่อ 7.0 ฝัก การร่วงของฝักสะตอเกิดขึ้นตั้งแต่หลังช่อดอกบานและหลังจากการถ่ายละอองเกสรและช่วงที่ฝักพัฒนา การ

ร่วงที่เกิดขึ้นในช่วง 0-7 วันหลังช่อดอกบาน เกิดเนื่องมาจากดอกไม้ไม่ได้รับการถ่ายละอองเกสรหรือมีการถ่ายละอองเกสรแต่ไม่มีการผสมเกสรจึงทำให้ออกร่วงสูง ส่วนดอกที่ได้รับการผสมเกสรร่วงช้า มีการขยายขนาดและพัฒนาเป็นฝัก แต่การร่วงของฝักยังคงมีจนกระทั่งก่อนการเก็บเกี่ยว Sedgley และ Griffin (1989) รายงานว่าการร่วงของผลเกิดได้ 3 ระยะ คือการร่วงในสัปดาห์แรกเกิดจากดอกที่ไม่ได้ผสมเกสร ระยะที่ 2 จะสัมพันธ์กับการพัฒนาของเมล็ด เนื่องมาจากเมล็ดผิปกติหรือเกิดการแท้งของต้นอ่อนภายในเมล็ด การพัฒนาของผลไม่ต่อเนื่องผลจึงร่วง และระยะที่ 3 เกิดในช่วงก่อนที่ผลแก่

ในแต่ละช่อดอกสะตอมีดอกสมบูรณ์เพศจำนวนมากเฉลี่ย 1,616 ดอก เมื่อเปรียบเทียบจำนวนดอกสมบูรณ์เพศในแต่ละช่อดอกกับการติดฝักหลังช่อดอกบาน 7 วัน พบว่าในแต่ละช่อดอกมีการติดฝักเพียง 2.3 เปอร์เซ็นต์ แต่ถ้าเปรียบเทียบกับจำนวนฝักในช่วงเก็บเกี่ยวพบการติดฝักเพียง 0.4 เปอร์เซ็นต์ Wee และ Rao (1980) รายงานว่าใน *P. javanica* มีค่าการติดฝักเพียงประมาณ 0.1 % ของจำนวนดอกกะเทยในช่อดอก การติดฝักในช่วงแรกเป็นสัดส่วนของรังไข่ที่มีการเจริญเติบโต แต่การติดผลที่เก็บเกี่ยวได้เป็นสัดส่วนของรังไข่ที่สามารถแข่งขันและอยู่บนต้นได้จนเก็บเกี่ยว (Goldwin, 1992) Sedgley และ Griffin (1989) รายงานว่าการติดผลแตกต่างกันขึ้นกับชนิดของพืช การติดผลในช่วงแรกสูงอยู่ในช่วงประมาณ 50-100 เปอร์เซ็นต์ ของดอกบาน ไมตรี (2539) รายงานว่าการติดผลเบื้องต้นของส้มโอพันธุ์หอมหาคใหญ่ที่มีการถ่ายละอองเกสรตามธรรมชาติสูงถึง 80 เปอร์เซ็นต์ ของดอกบานทั้งหมด หลังจากนั้นจำนวนผลลดลงเหลือผลที่ติดจนแก่ประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่วอลนัทและอัลมอนด์มีจำนวนผลที่อยู่บนต้นสูงจนถึงผลแก่สูงถึง 100 เปอร์เซ็นต์ (Sedgley and Griffin, 1989)

หลังจากช่อดอกสะตอมีการถ่ายละอองเกสรและมีการติดฝัก หลังช่อดอกบาน 7-28 วัน ฝักมีการขยายขนาดอย่างรวดเร็ว หลังจากนั้นการขยายขนาดของฝักค่อยๆ ลดลง เมล็ดสะตอเริ่มมีการเพิ่มของน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งหลังการขยายขนาดของฝัก สามารถบันทึกน้ำหนักเมล็ดได้หลังช่อดอกบาน 35 วัน เมล็ดสะตอมีการสะสมน้ำหนักเมล็ดสดเพิ่มขึ้นและสูงสุดในวันที่ 49 หลังช่อดอกบาน หลังจากนั้นน้ำหนักสดลดลง ส่วนการสะสมน้ำหนักเมล็ดแห้งเป็นไปในรูปแบบเดียวกันแต่น้ำหนักสดเพิ่มสูงสุดในวันที่ 56 หลังช่อดอกบาน การเก็บเกี่ยวสะตอเพื่อบริโภคสามารถเก็บได้ตั้งแต่อายุ 49-56 วันหลังดอกบาน รูปแบบการเจริญของฝักสะตอเป็นแบบ simple sigmoid curve ซึ่งพบได้ทั่วไปในการพัฒนาของผลในพืชชนิดอื่น เช่น ในส้มจุก (บุญชนะ, 2544) ส้มโอพันธุ์หอมหาคใหญ่ (ไมตรี, 2539) และถั่วลิ้นเตา (Ozga et al., 2003)

บทที่ 5

สรุป

1. ฟิโลโลยีสะตอ

สะตอจัดเป็นไม้ผลัดใบ มีการทิ้งใบและแตกยอดใหม่เกือบตลอดทั้งปีภายใต้สภาพฟ้าอากาศที่แห้งแล้งติดต่อกัน การออกดอก มีการเจริญพัฒนาของดอกรวมทั้งดอกบานเกิดขึ้นในช่วงปลายเดือนกุมภาพันธ์ถึงมิถุนายนซึ่งเป็นช่วงฤดูแล้งตรงกับช่วงฤดูฝน มีการติดฝัก การเจริญและพัฒนาของฝักในเดือนมีนาคมถึงเดือนกรกฎาคม เก็บเกี่ยวฝักเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกรกฎาคมซึ่งเป็นช่วงเวลาที่มิฝนตก

2. ชีววิทยาดอกสะตอ

ช่อดอกสะตอประกอบด้วยก้านช่อดอกและส่วนปลายของช่อดอก แบ่งตามโครงสร้างและหน้าที่ได้ 3 ชนิด คือ ดอกตัวผู้ที่เป็นหมันอยู่ติดกับก้านช่อดอก ดอกผลิตน้ำหวานอยู่กลางช่อดอก และดอกสมบูรณ์เพศอยู่ล่างสุด แต่ละช่อดอกมีดอกทั้งหมด 2,277 ดอก แยกเป็นดอกตัวผู้ที่เป็นหมัน 132 ดอก ดอกผลิตน้ำหวาน 529 ดอก และดอกสมบูรณ์เพศ 1,616 ดอก ขนาดดอกตัวผู้ที่เป็นหมัน ดอกผลิตน้ำหวานและดอกสมบูรณ์เพศเฉลี่ย 2.5×20.0 2.8×11.2 และ 2.2×14.4 มิลลิเมตร ตามลำดับ มีจำนวนเกสรตัวผู้ในดอกตัวผู้ที่เป็นหมัน ดอกผลิตน้ำหวานและดอกสมบูรณ์เพศเฉลี่ย 11.5 10.8 และ 10.6 อัน ตามลำดับ เกสรตัวเมียพบเฉพาะในดอกสมบูรณ์เพศมี 1 อัน

ระยะการเจริญเติบโตของช่อดอกตามการเปลี่ยนแปลงของขนาดช่อดอกได้ 7 ระยะ การเจริญของช่อดอกตั้งแต่มีตาหุ้มช่อดอก (ระยะที่ 1) ถึงช่อดอกบาน (ระยะที่ 6) ใช้เวลา 44-49 วัน และระยะช่อดอกร่วงและติดฝัก (ระยะที่ 7 อายุ 50-51 วัน)

จำนวนช่อดอกบานแต่ละต้นเฉลี่ย 620 ช่อ ระยะเวลาการบานของช่อดอกตั้งแต่ช่อดอกแรกบานถึงวันที่ช่อดอกบานหมดใช้เวลาเฉลี่ย 58 วัน แต่每天有จำนวนช่อดอกบานเฉลี่ย 11 ช่อ ในวันที่ 19 มีช่อดอกบานสูงสุดเฉลี่ย 23 ช่อ ดอกย่อยในช่อดอกเริ่มบานในเวลา 16.00 นาฬิกา และเวลา 18.00 นาฬิกา มีจำนวนช่อดอกบานมากที่สุดเท่ากับ 93 เปอร์เซ็นต์

ในช่อดอกรวมประกอบด้วยช่อดอกเฉลี่ย 5.2 ช่อ มีช่อดอกเพศผู้เฉลี่ย 3.7 ช่อ ช่อดอกกะเทยเฉลี่ย 1.5 ช่อ มีการติดฝักเฉลี่ย 1.1 ช่อ แต่ละต้นมีเปอร์เซ็นต์ช่อดอกเพศผู้ ช่อดอกกะเทย และการติดฝัก 71 29 และ 25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ละอองเกสรของสะตออยู่เป็นกลุ่ม แต่ละกลุ่มมีละอองเกสร 16 อัน อับละอองเกสรของดอกตัวผู้ที่เป็นหมัน ดอกผลิตน้ำหวานและดอกสมบูรณ์เพศมีกลุ่มละอองเกสร 15 79 และ 111 กลุ่ม ตามลำดับ ละอองเกสรของดอกสมบูรณ์เพศถูกปลดปล่อยออกมาสูงสุดในเวลา 20.00 นาฬิกา เฉลี่ย 91 เปอร์เซ็นต์ ละอองเกสรที่ปลดปล่อยออกมาใหม่ๆ มีค่าความมีชีวิต 100 เปอร์เซ็นต์ มีความงอก 94 เปอร์เซ็นต์ เก็บรักษาละอองเกสรไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 72 ชั่วโมง ค่าความมีชีวิตเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ และความงอกลดลงเหลือ 89 เปอร์เซ็นต์

ขนาดเกสรตัวเมียของดอกสะตอมี 2 ขนาด เกสรตัวเมียที่มีขนาดเล็กกว่าพบในดอกสมบูรณ์เพศที่ทำหน้าที่เป็นดอกเพศผู้ เกสรตัวเมียที่มีขนาดใหญ่พบในดอกสมบูรณ์เพศที่ทำหน้าที่เป็นดอกกะเทย ในแต่ละรังไข่มีจำนวนไข่อ่อนเฉลี่ย 16.6 อัน การยืดยาวของก้านเกสรตัวเมียเกิดขึ้นมากที่สุดในเวลา 19.00 นาฬิกา เท่ากับ 51 เปอร์เซ็นต์ การหลั่งสารของยอดเกสรตัวเมียสูงสุดในเวลา 20.00-21.00 นาฬิกา เท่ากับ 79 เปอร์เซ็นต์

ช่วงเวลาความพร้อมรับของเกสรตัวเมียศึกษาได้จากการยืดยาวของก้านเกสรตัวเมีย การหลั่งของสารบริเวณยอดเกสรตัวเมียและการศึกษาการติดฝักที่ได้จากการถ่ายละอองเกสรแบบข้ามต้นในช่วงเวลาต่างๆ ระยะเวลาความพร้อมรับของเกสรตัวเมียเริ่มเวลา 20.00 นาฬิกา หลังดอกบาน 2 ชั่วโมง และสิ้นสุดในเวลา 08.00 นาฬิกา มีระยะเวลา 10-12 ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศ การติดฝักสูงสุดในเวลา 20.00-24.00 นาฬิกา เฉลี่ย 83-86 เปอร์เซ็นต์

3. การถ่ายละอองเกสรของสะตอ

รูปแบบการถ่ายละอองเกสรของสะตอเป็นแบบผสมข้าม การถ่ายละอองเกสรแบบผสมข้ามและผสมเปิดมีการติดฝักเฉลี่ย 85 และ 77 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การถ่ายละอองเกสรแบบผสมตัวเองทั้งภายในช่อดอกเดียวกันและต่างช่อดอกภายในต้นเดียวกัน และการคลุมช่อดอกไม่มีการติดฝัก หลังการถ่ายละอองเกสร 7 วัน การถ่ายละอองเกสรแบบผสมข้ามและการถ่ายละอองเกสรแบบผสมเปิดมีจำนวนฝักต่อช่อ 45 และ 36 ฝัก และในวันที่เก็บเกี่ยวการถ่ายละอองเกสรแบบผสมข้ามและแบบผสมเปิดมีจำนวนเฉลี่ย 8 และ 7 ฝัก

ชีวพาหะที่เยือนช่อดอกมี 2 กลุ่ม คือ ค้างคาวและแมลง ค้างคาวเล็บกุด (*Eonycteris spelaea*) เริ่มมาเยือนช่อดอกในเวลาประมาณ 17.45 นาฬิกา และมากที่สุดในเวลา

21.00-22.00 นาฬิกา หลังเวลา 03.00 นาฬิกา ไม่พบค้างคาวมาเยือนช่อดอก แมลงที่พบมาก คือ ผึ้ง มี 4 ชนิด คือ ผึ้งหลวง (*Apis dorsata*) ผึ้งมัม (*A. florea*) ผึ้งโพรง (*A. cerana indica*) และ ชันโรง (*Trigona* spp.) ผีเสื้อกลางคืนมี 3 วงศ์ คือ Arctiidae Sphingidae และ Noctuidae แมลงอื่นๆ ที่พบ เช่น แมลงวัน แมลงวันผลไม้ มด ยุง ตัวต่อ แมลงปีกแข็งและแมลงสาป

ช่อดอกสะตอบานในเวลากลางคืนนาน 1 คืน ดอกผลิตน้ำหวานทำหน้าที่สร้าง น้ำหวานในเวลา 18.00-06.00 นาฬิกา มีการหลั่งน้ำหวานสูงสุดในเวลา 21.00-22.00 นาฬิกา เฉลี่ย 2.0 มิลลิลิตร ความเข้มข้น 14.3 เปอร์เซ็นต์ การเก็บน้ำหวานทุกๆ ชั่วโมง มีปริมาตรรวม 9.3 มิลลิลิตรต่อช่อดอกต่อคืน ความเข้มข้นเฉลี่ย 14.8 เปอร์เซ็นต์ การเก็บน้ำหวานในตอนเช้าครั้ง เดียวมีปริมาตรเฉลี่ย 9.2 มิลลิลิตรต่อช่อดอกต่อคืน ความเข้มข้น 15.3 เปอร์เซ็นต์

4. การพัฒนาของฝักและเมล็ดสะตอ

ระยะเวลาในการพัฒนาการของฝักและเมล็ดหลังจากช่อดอกบานและมีการผสม เกสรถึงวันที่สามารถเก็บเกี่ยวได้ใช้เวลาประมาณ 49- 56 วัน

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2550. ข้อมูลเนื้อที่เพาะปลูก. www.doae.go.th/data/fruit/45.pdf (30 พ.ค.2550)

กุลยา สุวรรณรัตน์. 2550. ความแปรปรวนทางพันธุกรรมของสะตอ (*Parkia speciosa* Hassk) และความสัมพันธ์ของพืชสกุล *Parkia* โดยใช้เทคนิคอาร์เอพีดี (Random Amplified Polymorphic DNA, RAPD). วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ชอทิพย์ ปุรินทวรกุล และอุปถัมภ์ มีสวัสดิ์ 2550. การวิจัยชีววิทยาดอกและการเจริญเติบโตของดอกสะตอ. รายงานความก้าวหน้าของโครงการวิจัยประจำปี 2550. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

เต็ม สมิตินันท์. 2544. ชื่อพันธุ์ไม้แห่งประเทศไทย. กรุงเทพฯ : ฟีนีทาบลิซซิง.

เทียมใจ คมกฤส. 2542. กายวิภาคของพฤษภ. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

บัณฑิต โพธิ์น้อย, นัฏฐากร เสมสันต์ และพิน เกื้อกุล. 2542. ความผันแปรของระยะการสุกแก่และการงอกของเมล็ดในช่อดอกเดียวกันของไม้สะเดา. รายงานวณิฉนวิจัยประจำปี 2542. กรุงเทพฯ : กรมป่าไม้ 200-208.

เบญจพร ชูสิงห์. 2545. ชีววิทยาของดอกส้มโชกุน (*Citrus reticulata* Balnco). วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

บุญชนะ วงศ์ชนะ. 2544. การศึกษาการเจริญเติบโตและพัฒนาการของผลส้มจุก. รายงานประจำปี 2544 ตรัง : ศูนย์วิจัยพืชสวนตรัง สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร.

พวงพรรณ ยงรัตน โกวิท ฉายสุรีย์ศรี และชนะ พรหมเดช. 2548. รูปแบบการพัฒนาการของ
ดอกและการแพร่กระจายของผลเคี่ยม. รายงานนวนวัฒนวิจัยประจำปี 2548 กรุงเทพฯ :
กรมป่าไม้.

มนูญ ศิริบุหงศ์. 2531. สะตอ. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ฐานเกษตรกรรม.

ไมตรี แก้วทับทิม. 2539. ชีววิทยาของดอกและการถ่ายละอองเกสรของส้มโอพันธุ์หอม
หาดใหญ่. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ไมตรี แก้วทับทิม และวิจิตต์ วรรณชิต. 2538. การศึกษาฟีโนโลยีของส้มโอพันธุ์หอมหาดใหญ่ใน
เขตพื้นที่อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา. วารสารสงขลานครินทร์ 17 : 173-179.

ลาวัลย์ รักสัตย์. 2539. ละอองเรณู (Pollen Grains). กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

วัลลี สุวจิตตานนท์ และพลสุข โพธิ์รักชิต. 2531. โปรตีนจากสะตอ. สงขลานครินทร์เวชสาร 6 :
23-30.

วิจิตต์ วรรณชิต และไมตรี แก้วทับทิม. 2538. ลักษณะสัณฐานวิทยาและชีววิทยาของดอกส้มโอ
พันธุ์หอมหาดใหญ่ในเขตพื้นที่อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา. วารสารสงขลานครินทร์
16 : 335-341.

ศิพัทธ์ ธารประสิทธิ์. 2546. การผลิตและการตลาดของสะตอในจังหวัดตรัง. วิทยานิพนธ์วิทยา
ศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สุदारัตน์ วิสุทธิเทพกุล พิศาล วสุวานิช สมหมาย นามสวาท และประเสริฐ สอนสถาพรกุลการ
เจริญและพัฒนาการของดอกพะยุง. [www.dnp.go.th/research/Journal/Vol1_No1/
Dalbergia.ht](http://www.dnp.go.th/research/Journal/Vol1_No1/Dalbergia.ht). (วันที่ 15 พฤศจิกายน 2550).

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. 2540. ไม้สกุลสะตอ : ทิศทางการวิจัยและพัฒนา.
กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์เฟื่องฟ้า พรินต์ติ้ง จำกัด.

อิสมะแอ เจ๊ะหลง. 2549. ชีววิทยาดอกและการถ่ายละอองเรณูของส้มจุก. วิทยานิพนธ์วิทยาศา
สตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

เอกพงศ์ ศรีเปารยะ. 2548. ความสัมพันธ์ระหว่างแหล่งน้ำหวานและการมาเยือนของค้างคาว
เล็บกูด (*Eonycteris spelaea*, Dobson) วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

Baranelli, J.L., A.A. Cocucci and A.M. Anton. 1995. Reproductive biology in *Acacia*
caven Mol. (Leguminosae) in the central region of Argentina. Botanical Journal
of the Linnean Society 119 : 65-76.

Bawa, K.S. and F.S.P. Ng. 1990. Phenology-commentary. In Reproductive Ecology of
Tropical Forest Plants. (eds. K. S. Bawa and M. Hadley) pp. 17-20, Paris : The
United Nations Educational Scientific and Cultural Organization.

Bittencort, N.S. Jr. and J. Semir. 2005. Late-acting self-incompatibility and other
breeding system in *Tabebuia chrysotrica*. Journal of Plant Science 166 : 493-506.

Bumrungsri, S., A. Harbit, C. Benzie, K. Carmouche, K. Sridith and P. A. Racey. 2007.
The pollination ecology of chiropterophilous canopy trees, *Parkia speciosa*
Hassk. and *P. timoriana* (DC.) Merr. (Mimosaceae) in southern Thailand.
Botanical Journal of the Linnean Society (submitted).

Campbell, N.A., J.B. Reece and L.G. Mitchell. 1999. Biology. 5th ed. California : An
Imprint of Addison Wesley Longman, Inc.,

- Cruden, R.W. 2000. Pollen ovule ratios : a conservative indicator of breeding systems in flowering plants. *Evolution* 31: 32-46.
- Dafni, A. 1992. *Pollination Ecology : A Practical Approach*. New York : Oxford University Press, Inc.,
- Dafni, A., M. Hesse and E. Pacini. 2000. *Pollen and Pollination*. Wien : Springer-Verlag.
- Dag, A., D. Essenstein and S. Gazit. 2000. Effect of temperature regime on pollen and the effective pollination of 'Kent' mango. *Scientia Horticulturae* 86 : 1-11.
- Dayanandan, S., D.N.C. Attygalla, A.W.W.L. Abeygunasekera, I.A.U.N. Gunatilleke and C.V.S. Gunatilleke. 1990. Phenology and floral morphology in relation to pollination of some Sri Lankan Dipterocarps. *In* *Reproductive Ecology of Tropical Forest Plants*. (eds. K. S. Bawa and M. Hadley) pp. 103-134, Paris : The United Nations Educational Scientific and Cultural Organization.
- Egea, J. and L. Burgos. 1992. Effect of pollination period as related to stigma receptivity in apricot. *Scientia Horticulturae* 52: 77-83.
- Endress, P.K. 1994. *Diversity and Evolutionary of Tropical Flowers*. Cambridge : Cambridge University Press.
- Faegri, K. and L. ven der Pijl. 1979. *The Principles of Pollination Ecology*. London : Pergamon Press.
- Feuer, S, C.J. Niezgoda and L.I. Nevling. 1985. Ultrastructure of *Parkia* Polyads (Mimosoideae : Leguminosae). *American Journal of Botany* 72 : 1872-1890.

Forbes, J.C. and R.D. Watson. 1992. Plants in Agriculture. Cambridge : Cambridge University Press.

Freitas, L, G.Bernardello, L Galetto and A.A.S. Paoli. 2001. Nectaries and reproductive biology of *Croton sarcopetalus* (Euphorbiaceae). Botanical Journal of the Linnean Society 136 : 267-277.

Goldwin, G.K. 1992. Environmental and internal regulation of fruiting, with particular reference to Cox's Orange Pippin apple. *In* Fruit and Seed Production : Aspects of Development, Environmental Physiology and Ecology. (eds. C. Marshall and J. Grace) pp. 75-100, Cambridge : Cambridge University Press.

Gribel, R., P.Gibbs and A.L. Queiroz. 1999. Flowering phenology and pollination biology of *Ceiba pentandra* (Bombacaceae) in Central Amazonia. Journal of Tropical Ecology 15 : 247-263

Grünmeier, R. 1990. Pollination by bats and non – flying mammals of the African tree *Parkia bicolor* (Mimosaceae). Memoirs of the New York Botanical Garden 55 : 83-104.

Honsho, C., S. Somsri, S. Subhadrabandhu and A. Sugiura. 2004. Marked improvement of fruit set in Thai durian by artificial cross-pollination. Scientia Horticulturae 101 : 399-406.

Hopkins, H.C. 1983. The taxonomy, reproductive biology and economic potential of *Parkia* (Leguminosae: Mimosoideae) in Africa and Madagascar. Botanical Journal of the Linnean Society 87 : 135-167.

- Hopkins, H.C. 1984. Floral biology and pollination ecology of the neotropical species of *Parkia*. *Journal of Ecology* 72 : 1-23.
- Hopkins, H.C. 1986. *Parkia* (Leguminosae: Mimosoideae). *Flora Neotropica* Monograph 43 : 1-124.
- Hopkins, H.C. 1994. The Indo-Pacific species of *Parkia* (Leguminosae: Mimosoideae). *Kew Bulletin* 49 : 181-234.
- Hopkins, M. J. G., H. C. F. Hopkins and C. A. Sothers. 2000. Nocturnal pollination of *Parkia velutina* by Megalopta bees in Amazonia and its possible significance in the evolution of chiropterophily. *Journal of Tropical Ecology* 16 : 733-746.
- Jackson, S. and S.W. Nicolson. 2002. Xylose as a nectar sugar: from biochemistry to ecology. *Comparative Biochemistry and Physiology* 131 : 613-620.
- Jackson, J.E. and J.W. Palmer. 1977. Effects of shade on the growth and cropping of apple tree. II. Effect on components of yield. *Journal of Horticultural Science* 52 : 253-266
- Jamaluddin, F., S. Mohamed and Md.N. Lajis. 1995. Hypoglycaemic effect of stigmast-4-en-3-one, from *Parkia speciosa* empty pods. *Food Chemistry* 54 : 9-13.
- Johnson, S.D., P.R. Neal, C I. Peter and T.J. Edward. 2004. Fruiting failure and limited recruitment in remnant populations of the hawkmoth-pollinated tree *Oxylanthus pyriformis* subsp. *Pyriformis* (Rubiaceae). *Biological Conservation* 120 : 31-39.

- 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.
- Kaufmane, E. and K. Rumpunen. 2002. Pollination, pollen tube growth and fertilization in *Chaenimeles japonica* (Japanese quince). *Scientia Horticulturae* 94 : 257-271.
- Kenrick, J and R.B. Knox. 1981. Post pollination exudates from stigma of *Acacia* (Mimosaceae). *Annals of Botany* 48 : 103-106.
- Kenrick, J and R.B. Knox. 1982. Function of the polyad in reproduction of *Acacia* (Mimosaceae). *Annals of Botany* 50 : 721-727.
- Langenberger, M.W. and A.R. Davis. 2002. Temporal changes in floral nectar production, reabsorption, and composition associated with dichogamy in annual Caraway (*Carum carvi*; Apiaceae). *American Journal of Botany* 89 : 1588-1598.
- Li, J. and E. Newbigin. 2002. Self – incompatibility in flower plants : the ribonuclease – base systems. *In* Plant Reproduction (eds. S. D O'Neill. and J. A. Roberts). *Annual Plant Reviews* Vol.6, pp. 257 – 278, Sheffield : Sheffield Academic Press.
- Luckow, M. and H.C. Hopkins. 1995. A cladistic analysis of *Parkia* (Leguminosae: Mimosoideae). *American Journal of Botany* 82 : 1300-1320.
- Nielson, I.C. 1985. Leguminosae – Mimosoideae. *Flora of Thailand* 4 : 131-222.

- Ozga, J.A., J. Yu and D.M. Reineck. 2003. Pollination development auxin-specific regulation of gibberellin 3 β -hydroxylase gene expression in pea fruit and seeds. *Plant Physiology* 131 : 1137-1146.
- Pettersson, S. and J. Knudsen. 2001. Floral scent and nectar production in *Pakia biglobosa* Jacq. (Leguminosae : Mimosoideae). *Botanical Journal of the Linnean Society* 135 : 97-106.
- Petanidou, T., A.C. Ellis-Adam, H.C. Den Nijs and J.O. Oostermeijer. 2001. Different pollination success in the course of individual flower development and flowering time on *Gentiana pneumonanthe* L. (Gentianaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society* 135 : 443-452.
- Pound, L.M., M.A.B. Wallwork, B.M. Potts and M. Sedgley. 2002. Self-incompatibility in *Eucalyptus globulus* Labill.spp. *globulus* (Myrtaceae). *Annals of Botany* 89 : 613-620.
- Proctor, M., P. Yeo and A. Lack. 1996. *The Natural History of Pollination*. Oregon: Timber Press.
- Raju, A.J.S. and S. P. Roa. 2002. Pollination ecology and fruiting behaviour in *Acacia sinuate* (Lour.) Merr. (Mimosaceae), a valuable non-timber forest plant species. *Current science* 82 : 1466-1471.
- Sanzol, J. and M. Herrero. 2001. The effective pollination period in fruit tree. *Scientia Horticulturae* 90 :1-17.
- Sedgley, M. and A.R. Griffin. 1989. *Sexual Reproductive of Tree Crops*. London: Academic Press.

- Seijo, J.G. and V.G.S. Neeffa. 2004. The cytological origin of the polyads and their significance in the reproductive biology of *Mimosa bimucronata*. Botanical Journal of the Linnean Society 144:343-349
- Shivanna, K.R. 2003. Pollen Biology and Biotechnology. New Hampshire : Science Publishers, Inc.
- Shivanan, K.R., M. Cresti and F. Ciampolini. 1997. Pollen development and pollen-pistil interaction. *In* Pollen Biotechnology for Crop Production and Improvement (eds. K. R Shivanan and V. K. Sawhney). pp. 15-39, Cambridge : Cambridge University Press.
- Siemonsma, J.S. and K. Piluek. 1994. Plant Resources of South-East Asia No.8. Bogor : Prosea foundation.
- Sornsathapornkul, P. and J.N. Owens. 1998. Pollination biology in a tropical Acacia Hybrid (*A. mangium* Wild x *A. auriculiformis* A. Cumm. Ex Benth). Journal of Botany 81 : 631-645
- Souza, M.M., T.N. Pereira, A. Pio Viana, M.G. Pereira, A.T. Amaral and H.G. Madureira. 2004. Flower receptivity and fruit characteristics associated to time *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Degener (Passifloraceae). Scientia Horticulturae 101 : 399-406
- Start, A.N. and A.G. Marshall. 1976. Nectarivorous bats as pollinators of trees in West Malaysia. *In* Tropical Trees: Variation, Breeding and Conservation (eds. J. Berley and B. Styles). pp. 141-150, London : Academic Press.

- Sunnichan, V.G., H.Y. Mohan Ram and K.R. Shivanna. 2004. Floral sexuality and breeding system in gum karaya tree, *Sterculia urens*. *Plant Systematics and Evolution* 244 : 201-218.
- Tandon, R., K.R. Shivanna and H.Y. Mohan Ram. 2001. Pollination biology and breeding system of *Acacia senegal*. *Botanical Journal of the Linnean Society* 135 : 251-262.
- Tandon, R., K.R. Shivanna and H.Y. Mohan Ram. 2003. Reproductive biology of *Butea monosperma* (Fabaceae). *Annals of Botany* 92 : 715-723.
- Tangmitcharoen, S. and J.N. Owens. 1997. Floral biology, pollination, pistil receptivity, and pollen tube growth of teak (*Tectona grandis* Linn f.) *Annals of Botany* 79 : 227-241.
- Vange, V. 2002. Breeding system and inbreeding depression in the clonal plant species *Knaulia arvensis* (Dipsacaceae) implications for survival in abandoned grassland. *Biological conservation* 108 : 59-67.
- Wee, Y.C. and A.N. Rao. 1980. Anthesis and variations in floral structure of *Parkia javanica*. *The Malaysian Forester* 43 : 493-499
- Young, H.J. 1990. Pollination and reproductive biology of an understory neotropical aroid. *In* *Reproductive Ecology of Tropical Forest Plants*. (eds. K. S. Bawa and M. Hadley) pp. 151-164, Paris : The United Nations Educational Scientific and Cultural Organization.
- Young, H.J. and L. Gravitz. 2002. The effect of stigma age on receptivity in *Silene alba* (Caryophyllaceae). *American Journal of Botany* 89 : 1237-1241.

ภาคผนวก

สภาพพื้นที่และลักษณะทั่วไปของศูนย์วิจัยพืชสวนตรัง

สถานที่ตั้ง

ศูนย์วิจัยพืชสวนตรัง ตั้งอยู่ทางภาคใต้ของฝั่งทะเลอันดามัน ในบริเวณเขตป่าสงวนเขาหลวง ควบและ หมู่ที่ 2 ตำบลไม้ฝาด อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง อยู่บนทางหลวงสายตรัง-สิเกา กิโลเมตรที่ 25.5 โดยมีอาณาเขตดังนี้

ทิศเหนือ	จดคลองอ่างทองและห้วยนาป่าหมาก
ทิศตะวันตก	จดคลองอ่างทอง
ทิศตะวันออก	จดภูเขาอ่างทอง
ทิศใต้	จดห้วยทับ

ลักษณะพื้นที่

พื้นที่โดยทั่วไปเป็นที่ราบถึงลูกคลื่นลอนชัน มีเนินเขาเตี้ยและมีลำธารขนาดเล็กไหลจากภูเขาอ่างทองด้านทางทิศตะวันออกของศูนย์วิจัยพืชสวนตรัง มาสู่คลองอ่างทองทางทิศเหนือ ซึ่งมีน้ำไหลผ่านตลอดปี พื้นที่ใกล้ลำธารเป็นที่ลุ่มมีน้ำขังเป็นแห่ง ๆ

สภาพภูมิอากาศ

จังหวัดตรังอยู่ในเขตภูมิอากาศแบบมรสุมเขตร้อน เนื่องจากพื้นที่เป็นแหลมยื่นออกไปในทะเล จึงได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมต่าง ๆ คือ

ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ จากมหาสมุทรอินเดีย เริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคม – ตุลาคม ทำให้มีฝนตกหนาแน่นทางภาคใต้ฝั่งตะวันตก

ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ พัดจากประเทศจีนผ่านอ่าวไทย ทำให้ภาคใต้ฝั่งตะวันออกมีฝนตกหนาแน่น ในระหว่างเดือนตุลาคม-มกราคม

ลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ พัดจากบริเวณความกดอากาศสูงในทะเลจีนใต้ ซึ่งเป็นลมร้อนชื้นทำให้อุณหภูมิทั่วไปสูงขึ้น และมีฝนตกน้อยกว่าระยะอื่น ๆ ในระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ – เมษายน

ลักษณะดิน

ศูนย์วิจัยพืชสวนตรังได้รับความร่วมมือจากศูนย์วิจัยยางสงขลา ในการสำรวจ และทำแผนที่ดินภายในศูนย์วิจัยฯ พบว่าลักษณะดินแบ่งออกเป็น 5 ชุด ดังนี้

- 1. ดินชุดท่าแซะ พื้นที่ 1,029 ไร่
- 2. ดินชุดสวี พื้นที่ 998 ไร่
- 3. ดินชุดชุมพร พื้นที่ 48 ไร่
- 4. ดินชุดวิสัย พื้นที่ 9 ไร่
- 5. ดินชุดฝั่งแดง พื้นที่ 15 ไร่

สถานที่ศึกษาปลูกในชุดดินชุมพร ทางทิศเหนือติดกับแปลงอบเชย ทิศใต้เป็นแปลงรวบรวมพันธุ์เนียง ทิศตะวันออกเป็นแปลงแคป้า และทิศตะวันตกเป็นแปลงทดสอบพันธุ์ทุเรียน แปลงที่ปลูกมีสละตอเพียงอย่างเดียว ซึ่งได้จากการรวบรวมสายพันธุ์จากการประกวดของกรมส่งเสริมการเกษตร ในเขตภาคใต้ 6 จังหวัด คือ ระนอง ภูเก็ต พังงา กระบี่ ยะลาและนราธิวาส นำพันธุ์ที่ได้มาติดตามและปลูกเพื่อคัดเลือกพันธุ์ตั้งแต่ปี 2533 ระยะปลูก 10 x 10 เมตร รวม 25 สายต้น แยกเป็นสละตอข้าว 15 สายต้น และสละตอดาน 10 สายต้น โดยมีแผนผังการปลูกดังนี้

แผนผังแปลงปลูกสละตอที่ใช้ในการทดลอง

		แปลงอบเชย																			
		ถนน																			
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
แปลงทดสอบพันธุ์ทุเรียน	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
	แปลงรวบรวมพันธุ์พืชสกุล Parkia										18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
											19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
											20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
											21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
											22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
											23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
											24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
											25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
											26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
	ถนน																				
	แปลงรวบรวมพันธุ์เนียง																				

ตัวเลขต่างกันสายพันธุ์สละตอต่างกัน

ตารางผนวกที่ 1 ปริมาณน้ำฝนของจังหวัดตรังในปี 2548 (หน่วย : มิลลิเมตร)

วันที่	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1	2.7	0.0	0.0	0.0	0.7	9.5	0.0	9.7	2.8	0.0	0.8	13.4
2	5.0	0.0	0.0	12.4	11.0	3.2	0.0	2.3	0.0	<0.1	2.9	11.4
3	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	11.0	0.0	1.3
4	0.0	0.0	0.0	0.4	1.0	62.7	4.4	0.0	2.1	4.7	2.5	0.0
5	0.0	0.0	0.0	0.0	3.7	21.1	0.1	0.0	1.9	6.1	0.4	3.3
6	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	3.3	22.0	0.0	0.1	0.0	0.0	1.6
7	0.0	0.0	0.0	0.0	8.9	12.8	0.1	0.0	0.0	10.0	26.2	4.1
8	0.0	0.0	0.0	8.3	39.7	12.0	0.5	0.0	0.0	38.5	0.0	36.9
9	0.0	0.0	0.0	<0.1	11.0	9.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.1
10	0.0	0.0	0.0	5.4	4.3	7.8	0.0	0.0	0.0	5.8	2.0	7.5
11	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0	0.0	0.0	<0.1	0.0	4.5	2.0	0.0
12	0.0	0.0	0.0	0.0	18.7	4.4	33.1	0.7	0.0	13.5	5.3	7.6
13	0.0	0.0	0.0	0.0	4.1	0.5	1.3	20.6	0.0	19.4	60.5	18.5
14	0.0	0.0	0.0	0.0	7.1	1.3	11.9	0.0	2.2	12.0	0.9	33.0
15	0.0	0.0	0.0	0.0	7.9	0.0	36.5	0.0	0.0	1.0	3.7	150.0
16	0.0	0.0	0.0	4.3	26.4	1.2	0.0	2.9	3.7	18.6	<0.1	68.2
17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.7	1.6	0.0	10.8	6.4	0.0	24.9
18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	23.4	1.0	0.0	32.4	28.5	6.1	25.9
19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	16.9	5.5	1.7	16.3	0.0	28.9	0.0
20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	51.6	2.0	1.9	4.9	10.2	0.0
21	0.0	0.0	0.0	0.0	10.4	0.5	0.0	2.7	6.3	<0.1	0.4	10.6
22	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.4	<0.1	0.0	26.7	0.0	52.4
23	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	0.7	1.7	0.6	0.0	<0.1	66.2	0.0
24	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.6	3.3	0.0	1.2	8.5	36.1	0.0
25	0.0	0.0	<0.1	0.0	3.1	0.0	0.0	17.0	13.0	0.4	0.4	<0.1
26	0.0	0.0	0.6	0.9	0.0	0.0	0.0	4.1	0.9	0.7	3.7	0.0
27	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	3.4	0.0	4.7	0.0	4.0
28	0.0	10.8	0.0	1.0	0.0	0.2	0.0	2.3	0.0	0.3	1.4	0.0
29	0.0		5.0	0.0	0.1	<0.1	0.0	16.2	2.4	0.0	<0.1	0.0
30	0.0		0.0	0.0	96.5	1.6	34.1	9.8	<0.1	9.3	25.4	0.0
31	0.0		1.2		13.7		37.3	6.1		12.4		
จำนวนวัน	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	30
ปริมาณรวม	7.7	10.8	16.1	33.4	282.3	201.5	252.8	102.4	98	247.9	286	494.0
วันที่ฝนตก	2	1	4	9	24	23	18	16	15	23	21	19
ปริมาณสูงสุด	5	10.8	9.3	12.4	96.5	62.7	51.6	20.6	32.4	38.5	66.2	150.0

ตารางผนวกที่ 2 ปริมาณน้ำฝนของจังหวัดตรังในปี 2549 (หน่วย : มิลลิเมตร)

วันที่	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1	2.0	4.1	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.4	20.8	0.0	0.0
2	2.6	0.0	0.0	6.8	0.2	0.0	25.4	0.0	0.0	6.7	0.0	0.0
3	8.8	0.0	0.0	0.5	0.2	0.0	1.6	0.0	0.0	5.3	16.4	0.0
4	0.0	0.3	0.0	0.6	0.0	0.0	0.1	0.6	12.3	0.2	2.9	0.0
5	0.6	0.0	0.0	0.0	16.3	0.1	4.7	66.7	6.5	0.5	7.9	2.5
6	0.5	0.0	0.0	0.0	22.6	4.5	8.8	0.5	0.0	13.8	20.7	2.1
7	20.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	14.8	4.3	0.0	0.0	0.0
8	0.3	0.0	0.0	10.6	0.0	0.9	5.4	7.0	20.3	0.0	0.0	0.0
9	3.7	0.9	0.0	64.8	0.0	10.3	16.2	<0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
10	4.5	11.7	0.0	37.6	12.3	7.2	50.0	<0.1	4.3	27.2	0.8	0.1
11	0.3	<0.1	0.0	22.3	1.2	0.2	90.7	<0.1	0.7	<0.1	0.7	8.1
12	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.2	2.2	29.6	0.0	0.0	1.6	9.9
13	0.0	2.1	0.0	0.0	0.0	6.7	58.8	8.9	0.9	2.1	11.1	0.0
14	0.0	0.1	<0.1	0.1	0.0	1.8	20.9	0.0	5.6	0.0	0.1	0.0
15	0.0	0.0	0.0	2.2	4.0	0.0	<0.1	51.8	2.7	0.0	0.9	<0.1
16	0.0	0.0	<0.1	0.8	4.2	0.3	0.0	5.9	7.9	10.8	2.2	2.3
17	0.0	0.0	0.0	0.0	87.0	8.9	0.0	<0.1	0.2	0.0	10.7	2.8
18	0.0	0.0	0.0	0.1	54.4	63.2	6.7	9.0	0.0	2.1	0.5	0.6
19	0.0	0.0	1.8	0.9	53.8	82.2	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0
20	0.0	0.0	0.0	0.0	30.0	23.6	2.5	0.0	0.0	2.2	0.0	0.6
21	0.0	0.0	7.6	<0.1	16.1	6.4	0.0	0.0	0.0	<0.1	0.0	1.1
22	0.0	0.0	7.7	26.6	44.5	1.8	0.0	0.0	0.0	3.7	0.0	<0.0
23	0.0	<0.1	16.3	<0.1	7.1	3.6	0.0	0.0	30.0	1.9	1.7	<0.1
24	0.0	0.0	12.1	0.0	0.5	8.7	2.5	0.0	0.4	0.8	<0.1	0.0
25	0.9	0.0	3.4	3.4	0.0	13.5	0.0	23.1	2.1	0.0	0.0	0.0
26	0.0	0.0	15.0	0.0	0.0	22.9	0.0	43.4	22.6	0.0	0.0	0.0
27	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	12.4	24.5	<0.1	32.3	0.0	0.0	0.0
28	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.5	25.8	<0.1	0.2	0.0	<0.1
29	0.0		0.0	<0.1	10.1	0.0	3.8	2.5	10.6	0.0	0.0	0.0
30	0.0		0.0	0.0	0.7	0.0	10.0	3.8	27.4	0.0	0.0	0.0
31	0.0		0.9		0.0		0.5	10.1		0.7		0.0
จำนวนวัน	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
ปริมาณรวม	44.8	20.7	65.2	177.3	365.3	279.4	341.8	303.5	191.5	100.8	78.2	30.1
วันที่ฝนตก	11	7	9	14	19	21	22	16	19	17	14	10
ปริมาณสูงสุด	20.6	11.7	16.3	64.8	87.0	82.2	90.7	66.7	32.3	27.2	20.7	9.9

ตารางผนวกที่ 3 การระเหยน้ำของจังหวัดตรังในปี 2548 (หน่วย : มิลลิเมตร)

วันที่	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1	2.8	6.1	7.0	7.3	4.1	0.0	2.9	1.6	2.9	3.1	2.4	2.2
2	1.7	5.4	5.2	5.7	4.9	0.0	3.5	1.3	2.8	1.8	3.2	1.5
3	3.1	6.2	6.5	3.5	5.7	0.0	5.8	4.5	4.6	5.0	2.9	4.3
4	5.6	6.2	7.2	5.0	4.0	0.0	5.3	3.5	1.4	1.6	3.3	3.0
5	4.9	6.1	4.4	5.6	5.1	0.0	2.1	4.6	3.5	4.0	2.1	1.4
6	5.6	6.3	5.4	5.8	3.4	0.0	4.5	5.2	1.3	5.5	3.8	3.5
7	5.9	4.4	4.8	4.2	3.4	0.0	2.7	4.1	5.2	1.3	4.1	1.1
8	3.1	7.0	6.5	4.4	2.8	0.0	5.7	4.4	2.3	2.3	2.3	1.1
9	4.9	4.6	6.5	4.1	3.2	0.0	3.7	4.5	2.1	5.9	5.2	1.9
10	5.2	7.4	4.0	5.3	3.1	0.0	3.5	5.0	4.5	2.4	3.7	1.6
11	4.2	7.1	7.2	5.5	5.1	0.0	4.6	3.4	3.5	2.6	5.2	3.6
12	5.9	5.9	6.5	4.3	4.9	0.0	2.2	5.4	5.0	3.1	2.1	1.4
13	6.3	7.4	6.2	6.3	3.7	0.0	3.0	4.5	1.6	3.7	2.0	1.3
14	4.2	5.0	4.9	5.2	2.9	2.9	5.1	2.7	3.0	3.6	2.6	1.8
15	5.1	4.1	3.2	5.1	2.8	1.1	0.0	5.3	4.9	3.0	4.3	-
16	4.9	6.7	6.6	4.2	1.8	2.5	4.8	4.1	3.6	1.9	2.4	-
17	2.4	3.7	6.5	3.6	4.9	4.7	2.7	3.5	0.7	1.4	4.5	-
18	6.1	6.5	5.8	6.6	2.1	5.6	3.3	3.3	2.2	1.9	3.4	1.3
19	5.5	7.5	6.5	6.2	2.9	3.5	3.5	2.2	2.5	2.2	2.0	3.0
20	5.1	6.1	7.0	5.6	2.6	1.8	2.9	3.3	1.9	0.7	1.1	6.4
21	5.8	6.9	5.5	6.4	2.9	1.8	3.9	1.7	2.5	3.2	3.4	2.8
22	4.4	7.0	5.2	6.1	3.8	3.8	2.6	3.1	4.5	1.7	4.1	1.3
23	5.8	4.7	4.9	4.0	2.1	2.2	1.2	3.2	6.1	1.7	0.0	3.5
24	6.6	6.2	4.8	4.3	3.8	4.4	4.0	4.8	5.3	4.5	2.0	5.0
25	5.4	6.4	3.2	4.8	4.3	3.0	3.7	1.8	1.8	3.1	0.1	2.8
26	5.6	4.5	3.0	6.0	3.0	5.5	4.3	1.5	4.5	0.5	3.5	4.1
27	2.7	5.4	4.4	3.6	-	5.7	3.1	3.9	3.7	3.5	2.7	3.6
28	5.2	4.0	7.1	4.5	-	3.8	3.9	2.5	1.9	2.5	0.2	3.1
29	6.1		7.4	5.6	-	3.5	4.4	3.0	4.6	1.2	2.3	4.1
30	3.8		7.2	4.7	-	5.3	4.5	2.9	5.6	4.8	2.1	1.8
31	3.7		0.5		-		2.1	2.3		0.7		4.0
รวม	147.6	164.8	171.1	153.1	93.3	61.1	109.5	107.2	100.0	84.4	83.0	76.5
เฉลี่ย	4.76	5.89	5.52	5.12	3.39	2.04	3.53	3.46	3.33	2.72	2.77	2.73

ตารางผนวกที่ 4 การระเหยน้ำของจังหวัดตรังในปี 2549 (หน่วย : มิลลิเมตร)

วันที่	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ต.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1	4.8	3.2	6.2	4.4	4.2	3.6	3.5	2.7	2.9	3.6	3.1	5.5
2	0.9	6.1	6.3	4.2	5.1	3.9	4.3	4.0	4.9	1.2	3.6	5.2
3	1.4	5.2	6.8	5.7	2.8	4.1	1.4	3.3	4.7	5.1	2.5	3.7
4	2.9	6.9	5.4	4.7	3.8	4.3	3.6	1.5	3.4	2.4	2.4	3.1
5	3.1	5.3	7.6	5.5	2.0	5.8	2.5	4.7	3.4	1.7	3.6	2.5
6	5.3	6.7	5.2	5.4	3.7	4.1	4.3	4.0	5.2	1.2	5.4	1.2
7	2.8	6.0	6.7	4.5	4.6	4.4	1.5	5.3	3.4	4.6	2.6	4.9
8	3.2	6.6	6.2	3.9	3.6	2.1	3.4	5.9	2.1	4.1	3.4	4.3
9	1.9	2.0	6.1	3.1	4.4	3.9	4.5	2.3	5.1	5.9	3.4	4.7
10	3.4	2.5	6.6	5.5	3.7	2.4	น้ำล้น	5.4	1.7	1.4	3.5	2.3
11	3.3	3.0	6.9	4.3	3.5	4.9	น้ำล้น	5.9	2.8	1.3	2.9	2.3
12	4.2	4.6	6.4	3.8	4.4	3.0	3.8	4.3	5.8	2.6	3.0	3.9
13	5.1	1.9	4.4	5.0	4.2	3.4	2.5	3.4	2.2	3.4	2.7	4.9
14	4.4	1.4	5.1	3.6	3.9	4.0	1.8	5.8	3.6	4.5	2.1	3.0
15	5.9	3.0	6.3	4.9	5.3	4.5	1.0	2.9	3.4	4.8	3.8	2.4
16	3.7	2.7	6.7	3.6	3.4	3.9	6.5	3.7	2.3	1.7	3.6	2.5
17	4.5	6.9	6.5	5.1	น้ำล้น	3.6	4.7	4.7	2.8	4.7	3.3	4.8
18	2.1	7.8	6.2	3.0	0.4	น้ำล้น	2.9	4.4	1.3	3.6	3.3	1.8
19	4.1	4.9	6.1	2.4	1.2	น้ำล้น	4.9	4.1	4.1	3.9	4.4	5.2
20	3.7	4.9	2.7	5.1	2.9	1.9	2.2	3.4	4.4	2.6	3.2	2.5
21	5.1	7.7	3.0	2.7	3.3	2.9	3.5	5.4	2.9	4.8	3.1	1.7
22	4.3	5.8	4.5	3.9	3.4	3.3	4.6	3.9	4.2	3.3	2.9	3.4
23	5.7	6.3	1.4	2.7	2.4	4.8	4.6	4.2	5.9	2.6	3.9	3.9
24	3.3	5.9	1.7	5.4	3.1	2.2	3.7	5.0	3.1	3.4	4.4	5.3
25	4.2	5.9	3.9	2.6	3.1	2.4	4.5	3.7	4.2	4.1	5.4	5.4
26	6.2	6.9	3.2	5.2	2.8	3.9	3.1	4.9	3.5	4.5	4.7	3.9
27	5.6	4.7	4.2	4.4	4.9	4.8	2.4	2.9	4.4	4.9	4.1	3.9
28	4.2	6.2	6.2	6.0	3.6	3.4	4.5	3.6	4.1	2.8	5.8	2.5
29	6.2		2.9	4.7	3.4	4.1	3.3	2.2	3.4	3.4	3.8	4.1
30	4.8		4.4	3.5	3.7	3.9	0.9	1.9	2.4	3.1	5.2	5.6
31	6.5		6.2		2.1		2.6	2.9		3.5		4.4
รวม	126.6	141.2	162.9	128.9	102.9	103.5	97.9	122.3	107.6	104.4	108.9	114.5
เฉลี่ย	4.1	5.0	5.3	4.3	3.4	3.7	3.4	3.9	3.6	3.4	3.6	3.7

ตารางผนวกที่ 5 อุณหภูมิต่ำสุดของจังหวัดตรังในปี 2548 (หน่วย : เซลเซียส)

วันที่	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1	24.6	21.8	22.1	23.4	24.3	22.8	22.6	23.3	22.7	23.5	23.0	22.9
2	23.6	20.6	22.6	23.6	24.0	22.8	23.4	21.3	23.0	23.7	23.5	22.3
3	23.5	21.0	21.8	23.4	23.8	24.0	22.1	23.3	24.2	23.2	23.9	23.0
4	22.3	23.0	20.8	24.2	24.2	23.8	23.1	23.0	24.7	23.1	23.0	23.0
5	24.1	22.0	22.2	23.0	24.0	23.9	22.6	23.2	23.5	22.8	23.2	22.5
6	21.6	23.0	23.0	23.0	24.4	23.0	22.8	24.3	23.0	23.4	23.5	21.6
7	20.2	19.2	22.4	22.7	23.7	23.6	23.0	23.0	23.2	23.9	22.6	23.0
8	24.2	21.5	20.8	23.0	23.2	24.0	23.0	23.8	23.4	22.7	21.4	22.9
9	22.6	21.1	19.5	22.0	22.5	24.4	23.5	24.3	23.8	22.9	22.7	22.4
10	22.0	21.1	19.1	23.3	23.5	22.8	22.9	23.9	23.0	24.2	23.5	22.9
11	21.1	24.1	20.8	23.2	23.6	23.7	22.7	24.2	23.1	23.1	23.5	22.8
12	24.9	23.0	21.3	22.0	23.2	24.7	23.5	24.3	22.8	24.2	23.8	24.2
13	22.7	22.7	21.5	22.0	23.7	23.3	22.2	23.9	23.7	22.5	22.7	23.5
14	22.2	21.1	22.9	22.5	23.1	23.7	22.2	21.9	24.5	23.2	22.8	23.3
15	22.0	21.8	23.4	23.3	23.5	24.1	22.8	23.8	23.2	23.4	22.7	22.2
16	20.7	22.8	24.0	24.0	23.8	24.0	21.8	23.5	22.7	23.0	24.2	21.3
17	24.3	23.9	21.3	22.7	23.7	24.0	24.1	24.2	24.1	22.3	23.7	22.7
18	23.8	23.0	24.6	22.7	24.2	22.7	22.7	23.5	22.7	23.5	23.2	22.6
19	22.3	20.6	25.1	22.0	23.5	23.0	23.5	24.6	22.7	22.4	23.5	21.7
20	20.8	21.6	21.8	23.3	23.6	24.3	22.8	23.4	22.9	22.5	21.5	22.6
21	20.5	22.1	25.7	23.4	23.5	23.4	22.0	22.4	23.0	22.7	22.2	22.4
22	23.8	21.9	22.5	23.2	23.2	23.2	23.2	23.0	22.7	22.5	21.6	22.9
23	21.4	20.2	23.1	22.8	23.0	24.6	22.5	23.2	23.0	22.4	22.5	22.3
24	19.4	20.3	23.7	23.0	22.7	22.7	24.0	22.9	22.8	23.0	22.6	23.6
25	21.1	21.4	24.1	23.4	23.4	22.2	23.0	23.8	23.5	23.2	22.7	23.4
26	19.2	22.7	22.9	24.0	23.4	24.0	23.3	22.6	23.2	23.2	23.0	23.0
27	18.1	23.3	23.4	24.5	24.2	22.7	23.3	22.8	23.9	23.2	23.4	23.0
28	20.2	23.5	22.2	23.4	23.2	23.2	23.7	22.5	23.1	23.5	23.8	22.6
29	20.5		22.4	24.3	23.3	23.3	23.0	23.1	23.7	23.5	22.3	22.6
30	20.4		22.9	24.5	23.3	23.5	23.6	23.0	23.8	23.5	22.3	22.2
31	22.1		22.5		22.5		21.7	22.7	23.3	23.8		22.6
เฉลี่ย	27	21.9	22.5	23.2	23.5	23.5	22.9	23.3		23.2	22.9	22.7

ตารางผนวกที่ 6 อุณหภูมิต่ำสุดของจังหวัดตรังในปี 2549 (หน่วย : เซลเซียส)

วันที่	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1	23.3	24.0	21.9	22.2	23.8	23.2	24.7	22.6	22.0	22.2	23.0	22.7
2	23.7	22.4	21.4	23.2	24.5	24.4	24.8	22.5	22.7	22.3	22.5	21.5
3	23.6	23.6	22.9	22.6	23.7	22.7	23.0	23.1	23.0	22.2	22.7	21.7
4	22.8	24.4	22.9	22.2	23.2	23.2	23.4	23.4	23.4	22.5	22.2	21.5
5	23.8	24.2	21.8	21.9	22.8	23.7	23.7	23.5	22.7	23.0	22.2	21.5
6	23.4	22.0	21.2	22.5	23.2	23.0	23.7	23.1	23.0	22.5	22.5	23.2
7	24.9	21.8	21.1	22.5	22.6	22.6	23.5	23.5	23.7	22.2	23.3	22.0
8	23.2	24.0	20.6	23.3	23.3	23.4	23.0	22.0	23.3	22.7	23.3	23.7
9	22.7	24.0	20.9	23.5	22.8	22.8	23.4	24.7	22.5	21.7	22.6	23.1
10	22.0	22.7	24.3	23.0	23.7	23.9	22.8	23.7	23.6	22.5	22.5	22.2
11	23.0	23.5	22.9	23.0	23.8	22.1	22.7	23.4	22.7	23.0	23.6	22.7
12	22.4	23.7	21.2	23.3	22.7	23.4	21.4	23.0	22.6	22.8	22.8	23.0
13	21.8	24.6	21.7	23.3	22.4	22.3	22.7	23.0	23.0	22.6	22.0	22.5
14	21.4	23.8	22.6	23.0	23.2	22.4	23.2	23.2	21.8	22.2	23.1	22.5
15	22.2	24.0	22.0	23.3	23.2	22.3	23.1	22.7	22.2	22.0	22.3	23.0
16	20.7	23.7	23.5	23.3	24.2	22.3	23.5	22.4	22.5	23.2	23.5	23.8
17	21.0	23.3	23.2	22.5	23.2	23.7	24.2	22.5	21.7	23.1	23.0	23.8
18	21.5	23.8	22.9	23.1	23.0	23.2	23.9	22.7	21.8	23.0	23.5	23.6
19	21.5	23.8	24.8	23.5	22.5	22.9	22.7	22.9	21.8	23.0	22.5	21.2
20	22.0	23.0	24.1	23.3	22.2	22.4	23.1	22.8	21.9	23.7	23.0	21.3
21	21.5	25.1	23.6	22.5	22.9	22.7	23.2	22.9	22.7	22.6	22.8	24.6
22	20.1	24.3	22.8	23.7	22.1	22.3	23.5	22.7	23.5	23.0	22.2	24.1
23	21.4	24.8	24.2	22.6	21.8	23.4	22.5	22.2	24.0	22.7	22.7	21.5
24	22.4	25.5	23.6	23.3	22.8	22.8	22.5	22.3	22.2	23.3	22.8	21.8
25	22.2	24.4	21.9	25.4	22.3	23.1	22.3	22.4	23.5	22.5	22.6	20.0
26	22.5	21.5	23.5	22.9	23.0	22.6	23.0	22.2	22.3	22.4	22.5	20.6
27	21.4	22.3	23.6	23.2	23.5	22.5	23.7	22.3	22.7	22.5	22.8	22.0
28	21.4	22.5	24.3	24.0	23.6	22.7	22.0	23.0	21.7	22.5	22.5	21.9
29	21.2		23.0	23.4	22.9	23.6	22.0	22.2	23.7	23.0	22.5	21.8
30	21.3		23.6	24.2	22.7	23.3	22.0	23.0	22.2	23.7	23.0	23.8
31	20.3		23.5		21.7		22.9	21.9		23.0		21.4
เฉลี่ย	22.2	23.6	22.8	23.1	23.0	23.0	23.1	23.1	22.7	22.7	22.8	22.4

ตารางผนวกที่ 7 อุณหภูมิสูงสุดของจังหวัดตรังในปี 2548 (หน่วย : เซลเซียส)

วันที่	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1	32.5	36.4	36.8	37.8	38.0	33.8	32.6	31.7	34.2	32.3	30.5	27.8
2	28.1	35.7	37.0	37.0	39.0	31.4	34.0	29.7	33.3	33.4	32.3	27.8
3	32.2	36.2	37.3	35.9	39.0	34.2	33.9	33.2	34.6	34.0	32.6	31.2
4	33.2	35.9	36.8	36.2	38.8	32.4	34.3	33.5	32.3	30.3	32.4	31.6
5	32.6	35.3	36.7	36.3	34.4	28.5	33.8	33.8	34.0	32.0	30.8	28.1
6	32.3	36.2	32.2	36.4	37.7	33.8	31.3	33.4	34.4	33.6	29.7	31.8
7	33.0	35.4	34.4	37.8	34.8	30.8	33.6	33.8	34.4	30.3	34.0	27.2
8	33.8	35.2	35.2	34.3	30.7	29.0	34.8	34.0	32.3	30.0	33.3	25.6
9	33.8	36.0	36.0	37.8	33.7	32.5	33.7	34.0	33.7	33.2	34.2	26.2
10	34.0	36.3	37.3	37.4	33.7	33.4	34.5	34.4	36.5	32.8	34.0	26.0
11	33.8	36.0	37.7	38.0	35.2	35.2	33.2	34.5	33.7	33.4	34.0	31.9
12	34.2	35.3	39.1	38.2	28.8	34.0	32.9	35.0	33.7	31.6	33.0	27.7
13	35.3	36.2	37.6	39.3	31.5	35.0	34.0	35.7	31.2	32.8	34.2	27.8
14	34.4	36.7	35.4	37.4	32.2	33.1	32.8	33.7	32.9	32.8	33.8	29.8
15	34.3	36.7	36.7	38.3	32.5	33.7	32.5	35.3	34.4	32.4	34.9	23.7
16	33.9	37.8	36.6	37.3	32.3	33.4	33.3	33.4	33.4	26.8	32.5	24.0
17	32.9	37.8	37.4	36.7	34.0	33.5	32.2	34.7	30.7	30.8	33.2	28.5
18	33.8	40.0	36.4	37.0	32.2	34.1	32.8	34.7	27.7	33.5	34.3	25.2
19	34.4	38.3	36.5	37.3	33.3	30.5	32.7	34.0	30.8	28.7	28.6	29.5
20	33.6	37.4	37.5	38.0	34.8	31.5	27.6	32.8	29.7	34.2	25.2	30.7
21	34.5	36.4	36.0	37.6	33.0	31.8	32.7	33.5	32.5	29.6	30.8	31.6
22	34.5	37.3	36.0	37.9	34.2	33.2	32.8	31.7	33.7	30.6	31.8	25.8
23	34.3	37.2	35.7	38.5	32.8	32.5	32.5	32.3	33.4	31.4	29.8	29.4
24	34.0	39.3	36.7	38.4	33.6	33.8	32.7	34.5	33.5	32.0	25.6	31.2
25	35.0	38.8	35.0	38.3	31.9	34.0	33.2	33.3	30.7	30.4	28.7	32.0
26	35.2	37.9	37.2	39.5	34.6	34.0	33.0	33.2	32.7	31.2	30.8	32.8
27	35.7	38.2	37.7	38.6	36.0	34.1	34.3	31.8	32.2	29.8	32.0	32.8
28	35.8	38.2	37.6	36.7	34.5	34.3	32.8	30.6	32.8	31.1	27.5	31.7
29	37.0		36.8	37.3	35.6	33.2	34.3	32.1	34.1	32.1	28.7	31.8
30	36.7		37.8	38.7	34.1	33.9	33.9	30.7	34.0	32.0	30.6	30.0
31	36.8		37.2		30.3		32.2	32.0		28.9		31.8
เฉลี่ย	34.1	36.9	36.6	37.5	34.1	33.0	33.1	33.3	32.9	31.5	31.5	29.1

ตารางผนวกที่ 8 อุณหภูมิสูงสุดของจังหวัดตรังในปี 2549 (หน่วย : เซลเซียส)

วันที่	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1	32.2	31.5	35.3	34.7	34.2	35.2	33.2	33.1	32.9	30.4	33.2	34.0
2	31.7	34.2	34.6	34.3	34.4	33.0	32.6	32.8	33.4	30.8	31.8	33.1
3	27.7	33.4	35.	34.3	34.2	33.8	30.9	32.0	33.2	32.3	30.8	32.7
4	32.2	33.2	34.4	35.6	34.7	33.8	33.4	32.8	34.2	31.5	32.3	33.6
5	31.2	33.1	35.3	35.5	31.2	33.1	31.2	32.1	33.0	31.7	33.0	33.9
6	32.2	33.5	35.2	35.8	32.8	33.6	32.9	33.2	33.5	29.7	33.3	30.8
7	30.8	33.7	35.2	35.3	31.4	33.7	31.3	33.2	33.4	33.1	29.8	33.7
8	30.2	33.2	35.8	35.7	33.3	33.2	31.7	32.7	30.2	34.6	32.7	33.2
9	30.4	32.1	35.6	32.5	34.7	31.3	31.4	32.8	32.2	35.6	33.8	33.6
10	30.8	31.7	35.8	33.6	34.3	33.2	29.5	33.8	31.2	30.2	28.2	30.5
11	31.0	32.1	36.6	32.8	33.1	32.2	27.5	33.7	33.0	29.2	33.3	33.2
12	31.5	29.3	37.8	33.8	33.6	32.1	29.7	32.7	32.0	30.6	32.7	33.0
13	32.4	29.9	35.9	34.7	34.2	31.8	31.8	32.7	31.8	31.2	31.8	33.0
14	33.2	32.4	37.3	34.8	35.1	32.2	30.0	32.5	32.2	33.4	29.0	33.3
15	32.7	32.2	36.2	34.8	32.3	33.7	33.2	32.7	30.2	33.0	31.8	31.8
16	32.8	33.6	36.2	34.3	34.0	33.1	33.4	32.3	32.1	32.7	31.4	30.0
17	33.6	34.0	35.5	34.0	32.1	33.3	33.3	33.2	31.2	34.1	31.0	31.2
18	32.8	33.7	36.9	28.3	27.2	31.3	32.1	32.9	30.7	33.6	31.8	28.8
19	33.2	33.7	35.7	30.7	32.4	28.5	34.1	33.0	33.5	33.2	32.8	31.4
20	33.4	33.7	32.3	33.5	30.8	30.3	30.5	33.2	33.4	29.3	32.8	32.1
21	34.0	34.3	35.3	33.9	32.2	30.3	33.3	33.8	32.8	32.8	33.6	29.3
22	33.7	33.7	35.0	33.2	28.6	32.6	32.7	33.2	34.5	31.6	33.8	29.5
23	33.8	33.6	30.8	33.7	32.2	33.0	33.5	33.9	33.5	31.8	33.2	30.5
24	32.0	33.7	27.0	35.3	32.2	31.3	33.2	34.7	32.0	32.1	33.6	31.3
25	31.3	34.2	34.5	34.1	32.5	31.2	33.9	33.1	31.7	33.8	33.2	31.8
26	31.7	35.7	33.9	34.4	31.7	31.2	33.9	30.6	31.3	32.9	33.8	32.1
27	32.9	34.5	32.8	34.8	33.8	31.2	31.1	31.0	29.4	34.3	33.8	32.7
28	33.4	35.7	34.3	35.0	32.6	33.2	32.1	32.0	34.5	34.1	34.0	31.2
29	33.3		34.7	34.7	32.3	33.0	32.6	31.7	33.9	33.4	33.6	31.8
30	33.7		34.8	34.2	32.3	33.4	28.4	29.2	29.3	32.7	33.7	32.0
31	33.6		34.8		33.8		30.5	28.8		33.4		33.1
เฉลี่ย	32.2	33.2	34.9	34.1	32.7	32.4	31.9	32.6	32.3	32.4	32.5	32.0

ตารางผนวกที่ 9 เปอร์เซ็นต์เพศช่อดอกเพศผู้ ช่อดอกกะเทย การติดฝักของละตอแต่ละต้น

ต้นที่	จำนวน (%)		
	ช่อดอกเพศผู้	ช่อดอกกะเทย	การติดฝัก
1	84.6	15.4	15.4
2	79.5	20.5	18.3
3	73.8	26.2	20.2
4	67.9	32.1	25.4
5	66.2	33.4	32.5
6	64.6	35.4	35.5
7	70.0	29.9	21.9
8	59.0	41.0	41.0
9	71.1	28.9	21.8
10	69.0	31.0	27.6
11	75.4	24.6	23.2
12	75.9	24.1	20.7
เฉลี่ย	71.4	28.6	25.4

