ผลของการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศต่อการแตกยอด ชีววิทยาดอก ชีวพาหะ การถ่ายละอองเรณู การติดผล และคุณภาพผลของส้มโชกุน (*Citrus reticulata* Blanco cv. Shogun)

The Effect of Climate Change on Leaf Flushing, Floral Biology, Pollinators, Pollination, Fruit Setting and Fruit Quality of Shogun (*Citrus reticulata* Blanco cv. Shogun)

อิสมะแอ เจ๊ะหลง

Isma-ae Chelong

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต 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
2557

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ผลของการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศต่อการแตกยอด ชีววิทยาดอก ชีวพาหะ การถ่ายละอองเรณู การติดผล และคุณภาพผลของส้มโชกุน

(*Citrus reticulata* Blanco cv. Shogun)

The Effect of Climate Change on Leaf Flushing, Floral Biology, Pollinators, Pollination, Fruit Setting and Fruit Quality of Shogun

(*Citrus reticulata* Blanco cv. Shogun)

อิสมะแอ เจ๊ะหลง

Isma-ae Chelong

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต 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
2557

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ ผลของการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศต่อการแตกยอด ชีววิทยาดอก ชีวพาหะ การถ่ายละอองเรณู การติดผล และคุณภาพผลของส้มโชกุน (*Citrus reticulata* Blanco cv. Shogun)

ผู้เขียน นายอิสมะแอ เจ๊ะหลง

สาขาวิชา พืชศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

……..

(รองศาสตราจารย์ ดร.สายัณห์ สดุดี)

คณะกรรมการสอบ

…….……ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมพร ณ นคร)

……กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สายัณห์ สดุดี)

…….....กรรมการ

(ศาสตราจารย์ ดร.สมปอง เตชะโต)

…….....กรรมการ

(อาจารย์ ดร.ลดาวัลย์ เลิศเลอวงศ์)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาพืชศาสตร์

……..

(รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระพล ศรีชนะ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้เป็นผลมาจากการศึกษาของนักศึกษาเอง และขอแสดงความขอบคุณบุคคลที่มีส่วนเกี่ยวข้อง

ลงชื่อ……..
(รองศาสตราจารย์ ดร.สายัณห์ สดุดี)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ลงชื่อ……..
(นายอิสมะแอ เจ๊ะหลง)
นักศึกษา

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้ไม่เคยเป็นส่วนหนึ่งในการอนุมัติปริญญาในระดับใดมาก่อนและไม่ได้ถูกใช้ในการยื่นขออนุมัติปริญญาในขณะนี้

ลงชื่อ……..

(นายอิสมะแอ เจ๊ะหลง)

นักศึกษา

ชื่อวิทยานิพนธ์ ผลของการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศต่อการแตกยอด ชีววิทยาดอก ชีวพาหะ การถ่ายละอองเรณู การติดผล และคุณภาพผลของส้มโชกุน (*Citrus reticulata* Blanco cv. Shogun)

ผู้เขียน นายอิสมะแอ เจ๊ะหลง

สาขาวิชา พืชศาสตร์

ปีการศึกษา 2556

บทคัดย่อ

จากสภาพอากาศที่แปรปรวนย่อมส่งผลต่อการแสดงออกทางชีววิทยา ปริมาณและคุณภาพผลผลิตของไม้ผล ดังนั้นจึงได้มีการศึกษาผลของการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศต่อการแตกยอด ชีววิทยาดอก ชีวพาหะ การถ่ายละอองเรณู การติดผล และคุณภาพผลของส้มโชกุน โดยดำเนินการในแปลงปลูกส้มโชกุนที่มีอายุ 8 ปี ของเกษตรกรในเขตอำเภอยะรัง จังหวัดปัตตานี และอำเภอยะหา จังหวัดยะลา ระหว่าง พ.ศ. 2554-2555 พบว่า ในปี 2554 ส้มโชกุนทยอยแตกยอดในช่วงเดือนมีนาคม มิถุนายนและพฤศจิกายนสำหรับแปลงปลูกที่จังหวัดปัตตานี และออกดอก 3 ช่วงได้แก่ เมษายน มิถุนายน และธันวาคม มีช่วงวันการบาน 12, 7 และ 5 วัน ตามลำดับ วันที่ดอกบานสูงสุดคือ วันที่ 6, 4 และ 3 ตามลำดับ ช่วงเวลาที่ดอกบานสูงสุด คือ 10:00-11:00 นาฬิกา สำหรับแปลงปลูกจังหวัดยะลาแตกยอดและออกดอกช่วงเดียวเดือนเมษายน มีช่วงการบาน 8 วัน บานสูงสุดวันที่ 4 และบานสูงสุดเวลา 9:00 นาฬิกา สำหรับปี 2555 แปลงปลูกจังหวัดปัตตานีแตกยอดและออกดอกเดือนเมษายน มีช่วงวันการบาน 11 วัน วันที่ดอกบานสูงสุดคือ วันที่ 5 และบานสูงสุด 10:00 นาฬิกา เช่นเดียวกับแปลงปลูกจังหวัดยะลาแตกยอดและออกดอกเดือนพฤษภาคม บานนาน 8 วัน บานสูงสุดวันที่ 4 และบานสูงสุดเวลา 9:00 นาฬิกา ตลอดการศึกษาทั้ง 2 แปลง พบว่า การทดสอบละอองเรณูในแปลงปลูกและห้องทดลองที่เก็บจากแปลงปลูกจังหวัดปัตตานีมีค่าความมีชีวิตสูงหลังถูกปลดปล่อยออกมาใหม่ๆ เท่ากับ 94.17 และ 93.45 เปอร์เซ็นต์ และแปลงปลูกจังหวัดยะลา เท่ากับ 90.41 และ 89.54 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่จะค่อยๆ ลดลง เมื่อเก็บรักษานานขึ้นจนกระทั่งเวลา 48 ชั่วโมง และตลอดการศึกษาละอองเรณูที่เก็บจากทั้ง 2 แปลงและเก็บรักษาที่ระดับอุณหภูมิต่ำสามารถรักษาความมีชีวิตของละอองเรณูได้ หากอุณหภูมิสูงกว่า 30 องศาเซลเซียสขึ้นไป ความมีชีวิตจะลดลงอย่างรวดเร็ว ละอองเรณูใช้เวลาในการงอกลงไปในเนื้อเยื่อเกสรเพศเมียจนกระทั่งถึงออวุลใช้เวลา 3 ชั่วโมง และเกิดขึ้นสูงสุดภายในเวลา 48 ชั่วโมง ส่วนความพร้อมรับการถ่ายละอองเรณูของเกสรเพศเมียเกิดขึ้นสูงสุดภายในเวลา

3 ชั่วโมงหลังจากดอกบาน บริเวณปลายยอดเกสรเพศเมียจะแผ่แบนออกมีขนาดใหญ่ขึ้น และใจกลางมีร่องลึกบุ๋มลงไปเล็กน้อย ชีวพาหะที่มีบทบาทสำคัญต่อการถ่ายละอองเรณูระหว่างการศึกษา พบว่า แปลงปลูกจังหวัดยะลามีชีวพาหะ ได้แก่ แมลงวันผลไม้ ชันโรง แมลงภู่ และมดดำ สำหรับแปลงปลูกจังหวัดปัตตานีมีมดแดงและผีเสื้อด้วย ทั้งนี้ แมลงวันผลไม้มีบทบาทสำคัญที่สุด โดยไต่ไปมาระหว่างปลายยอดเกสรเพศเมีย อับละอองเรณู และโคนกลีบดอก มักมาเยือนดอกระหว่างเวลา 9:00-11:00 นาฬิกาสำหรับแปลงปลูกจังหวัดปัตตานี และเวลา 8:00-10:00 นาฬิกาในแปลงปลูกจังหวัดยะลา ปี 2554 แปลงปลูกที่จังหวัดปัตตานีติดผลสูงสุด 49 เปอร์เซ็นต์ ด้วยการถ่ายละอองเรณูแบบผสมข้ามด้วยมือ รองลงมาคือการถ่ายละอองเรณูแบบเปิดตามธรรมชาติ 37 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ไม่มีการถ่ายละอองเรณูติดผลต่ำสุด 4 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่จังหวัดยะลาติดผลต่ำกว่า เท่ากับ 40, 14 และ 4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนปี 2555 แปลงปลูกที่จังหวัดปัตตานีและยะลาติดผลต่ำกว่าปี 2554 เท่ากับ 30, 19 และ 4 เปอร์เซ็นต์ และแปลงปลูกจังหวัดยะลาติดผลเพียง 20,10 และ 3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การเจริญเติบโตของผลในแปลงปลูกจังหวัดปัตตานีมีค่าสูงกว่าจังหวัดยะลา โดยเส้นผ่าศูนย์กลางผลระยะสุกแก่ในปี 2554 และ 2555 เท่ากับ 5.63 และ 5.62 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนแปลงปลูกจังหวัดยะลา เท่ากับ 5.02 และ 4.98 เซนติเมตร ตามลำดับ สำหรับคุณภาพผลผลิตด้านน้ำหนักผล และเนื้อ ปริมาณกรด ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ และความหวานจากผลส้ม พบว่า ในแปลงปลูกจังหวัดปัตตานีมีคุณภาพดีกว่าแปลงปลูกจังหวัดยะลา ความรุนแรงของการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศในแปลงปลูกจังหวัดยะลา ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน ความชื้นดิน และอุณหภูมิอากาศเป็นปัจจัยหลักที่สำคัญต่อการแตกยอด และการแสดงออกทางชีววิทยาต่างๆ ซึ่งส่งผลในแง่ลบต่อช่วงการบาน เวลาการบานสูงสุด ความมีชีวิตของละอองเรณู ชีวพาหะ การติดผล และคุณภาพผลส้มโชกุน

Thesis Title The Effect of Climate Change on Leaf Flushing, Floral Biology, Pollinators, Pollination, Fruit Setting and Fruit Quality of Shogun (*Citrus reticulata* Blanco cv. Shogun)

Author Mr. Isma-ae Chelong

Major Program Plant Science

Academic Year 2013

ABSTRACT

The climatic variability affected the floral biology display, quantity and fruit quality of fruit trees. Hence, the effect of climate change on leaf flushing, floral biology, pollinators, pollination, fruit setting and fruit quality of shogun was studied. Eight year-old uniform trees and field grown at Yarang, Pattani provinces and Yaha, Yala provinces were investigated during 2011-2012. In 2011, the results showed that, at Pattani, leaf flushing occurred in March, June and November. The flowering occurred in April, June and December. The flowering duration was on 12, 7 and 5 and peak on 6, 4 and 3 respectively, and the peak of flowering times on 10:00-11:00 a.m. At Yala, leaf flushing and flowering in April. The flowering duration was on 8 and the peak on 4 and peak of flowering times on 09:00 a.m. In 2012, at Pattani, leaf flushing and flowering in April. The flowering duration was on 11 and peak on 5, and the peak of flowering times on 10:00 a.m. At Yala, leaf flushing and flowering in May. The flowering duration was on 8 and the peak on 4 and peak of flowering times on 09:00 a.m. High viability of the fresh dehisced pollen at Pattani (94.17, 93.45%) and at Yala (90.41, 54%) and that decreased slightly after 48 h storage. Low temperatures were preserved pollen viability but rapid decreased viability at >30 $^{\circ}$C. The pollen penetrated to the style to ovule within 3 h with the highest peak at 48 h after pollination taking place. The receptivity of the pistil to pollen penetration was the highest within 3 h of flower-opening. The stigma at maturity had an expanded shape with a semi-hollow stigmatic groove. The important pollinators fruit flies, stingless bees, carpenter bees and black ants were found at Yala, however at

Pattani there were more pollinator (red ant and butterflies). The fruit flies were the most important to pollination and they scaled the stigma, anther and base of petal and pollinated times during 09:00-11:00 a.m. at Pattani and 08:00-10:00 a.m. at Yala. In 2011, at Pattani hand cross pollinations within the species had the highest fruit set of 49 percent, followed by open pollination with 37 percent fruit set, while no pollinations at 4 percent fruit set and fruit setting at Yala were lower than at Pattani at 40, 14 and 4 percent, respectively. In 2012, fruit setting at Pattani and at Yala were low than in 2011. Fruit growth at Pattani were higher than at Yala, fruit diameter harvested in 2011 and 2012 were 5.63 and 5.62 cm at Pattani and 5.02 and 4.98 cm at Yala, respectively. The investigation of fruit qualities (weight of fruit and texture, acid, total soluble solid and sweetness) it showed that fruit quality at Pattani were better than at Yala. The severity of climate variability in the field at Yala (rainfall, soil humidity and air temperature) was main factor on leaf flushing and floral display, biology and negative impact on the opening and flowering peak period, pollen viability, pollinators, fruit setting and quality of shogun fruit.

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สายัณห์ สดุดี ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำในการทำวิจัย และตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ และขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สมพร ณ นคร ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และศาสตราจารย์ ดร.สมปอง เตชะโต และดร. ลดาวัลย์ เลิศเลอวงศ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและตรวจทานแก้ไขวิทยานิพนธ์ ให้เสร็จสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และโครงการพัฒนาอาจารย์และบุคลากรสำหรับสถาบันอุดมศึกษาในเขตพัฒนาเฉพาะกิจจังหวัดชายแดนภาคใต้ สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) ที่มอบทุนสนับสนุนงานวิจัยในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

ขอขอบคุณเกษตรกรเจ้าของสวนส้มโชกุน สาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา และภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่และเครื่องมือในการทำวิจัย

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณ บุคลากรภาควิชาพืชศาสตร์ พี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ ที่ให้ความช่วยเหลือในการทำวิจัยครั้งนี้ และที่สำคัญขอขอบคุณ คุณพ่อ แม่ พี่เล๊าะห์ พี่เฮง น้องซะห์ ที่ช่วยเหลือในการให้ทุนสนับสนุน และให้กำลังใจที่ดีต่อผู้เขียนมาโดยตลอดจนสำเร็จการศึกษา

อิสมะแอ เจ๊ะหลง

สารบัญ **หน้า**

บทคัดย่อ (5)
ABSTRACT (7)
กิตติกรรมประกาศ (9)
สารบัญ (10)
รายการตาราง (11)
รายการภาพ (12)
บทที่
1. **บทนำ** 1
1.1 บทนำต้นเรื่อง 1
1.2 ตรวจเอกสาร 3
1.3 วัตถุประสงค์ 23
2. **วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ** 24
3. **ผล** 38
4. **วิจารณ์** 76
5. **สรุป** 85
เอกสารอ้างอิง 87
ประวัติผู้เขียน 106

รายการตาราง **หน้า**

ตารางที่

1	ปริมาณผลผลิตตามช่วงอายุต้นหลังเริ่มให้ผลผลิตของส้มโชกุน	6
2	ปริมาณ ราคา และมูลค่าส้มโชกุนของจังหวัดยะลา	7
3	การคัดขนาดและระบุเบอร์ผลส้มโชกุน	8
4	ระดับคะแนนและค่าสีที่ใช้กำหนดค่าสีของเปลือก	37
5	จำนวนละอองเรณูบนปลายยอดเกสรเพศเมียและเปอร์เซ็นต์การงอกของหลอดละอองเรณูเข้าไปในเกสรเพศเมียส้มโชกุนที่ได้รับการถ่ายละอองเรณูแบบผสมข้ามด้วยมือที่ระยะเวลาเก็บดอกนานต่างๆ กันจากแปลงปลูกส้มโชกุนจังหวัดปัตตานีและยะลา พ.ศ. 2554	65
6	จำนวนละอองเรณูบนปลายยอดเกสรเพศเมียและเปอร์เซ็นต์การงอกของหลอดละอองเรณูเข้าไปในเกสรเพศเมียส้มโชกุนที่ได้รับการถ่ายละอองเรณูแบบผสมข้ามด้วยมือที่ระยะเวลาเก็บดอกนานต่างๆ กันจากแปลงปลูกส้มโชกุนจังหวัดปัตตานีและยะลา พ.ศ. 2555	66
7	จำนวนละอองเรณูบนปลายยอดเกสรเพศเมียและเปอร์เซ็นต์การงอกของหลอดละอองเรณูเข้าไปในเกสรเพศเมียส้มโชกุนที่ได้รับการถ่ายละอองเรณูแบบผสมข้ามหลังดอกบานนานต่างๆ กันจากแปลงปลูกส้มโชกุนจังหวัดปัตตานีและยะลา พ.ศ. 2554	67
8	จำนวนละอองเรณูบนปลายยอดเกสรเพศเมียและเปอร์เซ็นต์การงอกของหลอดละอองเรณูเข้าไปในเกสรเพศเมียส้มโชกุนที่ได้รับการถ่ายละอองเรณูแบบผสมข้ามหลังดอกบานนานต่างๆ กันจากแปลงปลูกส้มโชกุนจังหวัดปัตตานีและยะลา พ.ศ. 2555	68
9	คุณภาพผลผลิตของผลส้มโชกุนจากแปลงปลูกในจังหวัดปัตตานีและยะลาระหว่าง พ.ศ. 2554 ถึง 2555	75

รายการภาพ **หน้า**

ภาพที่		
1	ปริมาณ อัตราการขยายตัว และแนวโน้มการผลิตส้มโชกุน	7
2	แนวโน้มผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศที่มีต่อการแตกยอด ชีววิทยาดอก ชีวพาหะ การถ่ายละอองเรณู การติดผล และคุณภาพผลผลิต	22
3	แผนที่ตั้งของแปลงปลูกส้มโชกุนในเขตอำเภอยะหา จังหวัดยะลา และอำเภอยะรัง จังหวัดปัตตานี	27
4	ลักษณะการวาง cubic quadrat ของต้นส้มโชกุน	31
5	ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนและการระเหยน้ำในแปลงปลูกส้มโชกุน จังหวัดปัตตานีและยะลา พ.ศ. 2554	39
6	ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนและการระเหยน้ำในแปลงปลูกส้มโชกุน จังหวัดปัตตานีและยะลา พ.ศ. 2555	40
7	ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิและความชื้นดินในแปลงปลูกส้มโชกุน จังหวัดปัตตานีและยะลา พ.ศ. 2554	42
8	ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิและความชื้นดินในแปลงปลูกส้มโชกุน จังหวัดปัตตานีและยะลา พ.ศ. 2555	43
9	ค่าเฉลี่ยของความเข้มแสงและความชื้นอากาศในแปลงปลูกส้มโชกุนจังหวัดปัตตานีและยะลา พ.ศ. 2554	44
10	ค่าเฉลี่ยของความเข้มแสงและความชื้นอากาศในแปลงปลูกส้มโชกุนจังหวัดปัตตานีและยะลา พ.ศ. 2555	45
11	ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิสะสมในแปลงปลูกส้มโชกุนจังหวัดปัตตานีและยะลา พ.ศ. 2554	46
12	ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิสะสมในแปลงปลูกส้มโชกุนจังหวัดปัตตานีและยะลา พ.ศ. 2555	47
13	การแตกยอดของส้มโชกุนในแปลงปลูกจังหวัดปัตตานี พ.ศ. 2554	48
14	การแตกยอดของส้มโชกุนในแปลงปลูกจังหวัดยะลาในช่วงเดือนเมษายน พ.ศ. 2554	49

รายการภาพ (ต่อ) **หน้า**

ภาพที่		
15	การแตกยอดของส้มโชกุนในแปลงปลูกจังหวัดปัตตานีในช่วงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2555	50
16	การแตกยอดของส้มโชกุนในแปลงปลูกจังหวัดยะลาในช่วงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2555	50
17	ลักษณะและส่วนประกอบของดอกส้มโชกุน	52
18	เปอร์เซ็นต์การบานของดอกส้มโชกุนในเดือนเมษายน พ.ศ. 2554 ในแปลงปลูกจังหวัดปัตตานี	53
19	เปอร์เซ็นต์การบานในรอบวันของดอกส้มโชกุนในช่วงที่ดอกบานสูงสุดในเดือนเมษายน พ.ศ. 2554 ในแปลงปลูกจังหวัดปัตตานี	53
20	เปอร์เซ็นต์การบานของดอกส้มโชกุนในเดือนเมษายน พ.ศ. 2555 ในแปลงปลูกจังหวัดปัตตานี	54
21	เปอร์เซ็นต์การบานในรอบวันของดอกส้มโชกุนในช่วงที่ดอกบานสูงสุด ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2555 ในแปลงปลูกจังหวัดปัตตานี	55
22	เปอร์เซ็นต์การบานของดอกส้มโชกุนในเดือนเมษายน พ.ศ. 2554 ในแปลงปลูกจังหวัดยะลา	56
23	เปอร์เซ็นต์การบานในรอบวันของดอกส้มโชกุนในช่วงที่ดอกบานสูงสุดในเดือนเมษายน พ.ศ. 2554 ในแปลงปลูกจังหวัดยะลา	56
24	เปอร์เซ็นต์การบานของดอกส้มโชกุนในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2555 ในแปลงปลูกจังหวัดยะลา	57
25	เปอร์เซ็นต์การบานในรอบวันของดอกส้มโชกุนในช่วงที่ดอกบานสูงสุดในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2555 ในแปลงปลูกจังหวัดยะลา	58
26	ความมีชีวิตของละอองเรณูดอกส้มโชกุนที่เก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิห้องระยะเวลาต่างๆ กัน ในแปลงปลูกจังหวัดปัตตานีและยะลา พ.ศ. 2554	59
27	ความมีชีวิตของละอองเรณูดอกส้มโชกุนที่เก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิห้องระยะเวลาต่างๆ กัน ในแปลงปลูกจังหวัดปัตตานีและยะลา พ.ศ. 2555	60

รายการภาพ (ต่อ) **หน้า**

ภาพที่		
28	ความมีชีวิตของละอองเรณูที่เก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆ กัน ที่เก็บจากแปลงปลูกจังหวัดปัตตานีและยะลา พ.ศ. 2554	61
29	ความมีชีวิตของละอองเรณูที่เก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆ กัน ที่เก็บจากแปลงปลูกจังหวัดปัตตานีและยะลา พ.ศ. 2555	62
30	กายวิภาค เนื้อเยื่อวิทยา (ก) และลักษณะปลายยอดเกสรเพศเมียดอกส้มโชกุนระยะดอกบานเต็มที่ (ข)	69
31	การติดผลของส้มโชกุนในแปลงปลูกจังหวัดปัตตานีและยะลา พ.ศ. 2554	71
32	การติดผลของส้มโชกุนในแปลงปลูกจังหวัดปัตตานีและยะลา พ.ศ. 2555	72
33	ค่าเฉลี่ยของเส้นผ่าศูนย์กลางของผลส้มโชกุนในแปลงปลูกจังหวัดปัตตานีและยะลา พ.ศ. 2554	73
34	ค่าเฉลี่ยของเส้นผ่าศูนย์กลางของผลส้มโชกุนในแปลงปลูกจังหวัดปัตตานีและยะลา พ.ศ. 2555	74

บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

ส้มโชกุนเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญมากของจังหวัดยะลา โดยมีแหล่งปลูกดั้งเดิมอยู่ที่อำเภอเบตง ส้มโชกุนมีเอกลักษณ์เฉพาะตัวแตกต่างจากส้มชนิดอื่น คือ มีรสชาติอร่อย หอมหวานอมเปรี้ยว ชันนิ่มน่ารับประทาน ทำให้เป็นที่ต้องการของตลาด จนทำให้มีการขยายพื้นที่ปลูกส้มโชกุนมากขึ้นทุกปี และสามารถสร้างรายได้แก่ผู้ผลิตได้ปีละหลายล้านบาท (สำนักงานเกษตรอำเภอเบตง, 2551 ; มงคล แซ่หลิม, 2535) ปัจจุบันโลกกำลังเผชิญกับปัญหาโลกร้อน ทำให้อุณหภูมิอากาศเพิ่มขึ้น และมีผลตามมาคือ ฤดูกาลของฝนเปลี่ยนแปลงไป กระบวนการระเหยและการกลั่นตัวของน้ำเร็วขึ้น ทำให้ดินแห้งเร็วกว่าปกติ และพืชขาดน้ำในฤดูกาลเพาะปลูก ปริมาณและคุณภาพผลผลิตด้านการเกษตรได้รับความเสียหาย (Abdulrahaman and Oladele, 2008 ; Intergovernmental Panel on Climate Change, 2008 ; Reuther, 1988 ; Reuther and Rios-Castafto, 1969) โดยส้มโชกุนจะมีปริมาณลดลงประมาณ 10-20 เปอร์เซ็นต์ ต่อไร่ ทุกๆ ปี (สำนักงานเกษตรยะลา, 2552) เนื่องจากสภาพฟ้าอากาศมีผลต่อชีววิทยาของดอกที่สัมพันธ์กับชีวพาหะซึ่งจะนำไปสู่กระบวนการถ่ายละอองเรณูและติดผลผลิตในที่สุด (รัชนีวรรณ ชูเชิด, 2548 ; Faegri and Pijl, 1979) พืชสกุลส้มแม้ว่าจะสามารถติดผลได้เองส่วนหนึ่งก็ตาม แต่ส้มบางชนิดหากได้รับการถ่ายละอองเรณูแบบผสมข้ามจะสามารถติดผลได้มากขึ้น (วิจิตต์ วรรณชิต, 2538 ; วิจิตต์ วรรณชิต และไมตรี แก้วทับทิม, 2538 ; ศยามล กาญจนปกรณ์, 2544 ; Lupo *et al*., 1991) ไม้ผลยืนต้นเขตร้อนส่วนใหญ่มีรูปแบบการถ่ายละอองเรณูแบบผสมข้ามเพื่อให้เกิดการติดผลได้มากขึ้นและได้ลูกผสมที่แข็งแรง (ทรงพล สมศรี, 2530 ; Sedgley and Griffin, 1989 ; Godini *et al*., 1992) พืชที่อาศัยการถ่ายละอองเรณูแบบผสมข้ามแต่ละชนิดจะมีองค์ประกอบลักษณะและกลไกทางชีววิทยาดอกเฉพาะที่จะเอื้อต่อชีวพาหะในการถ่ายละอองเรณูได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Monselise, 1964) เช่น ขนาดดอก (Moore, 1995) สีของดอก (Judd, 1999) ช่วงเวลาการบานดอก (Rohidas and Chakrawar, 1989) จำนวนและความมีชีวิตของละอองเรณู (Norton, 1966 ; Nepi and Pacini, 1993) นอกจากนี้ ขนาด สีผิวเปลือก เนื้อผล ปริมาณกรด และน้ำตาลของผลส้มมีความแตกต่างขึ้นกับสภาพแวดล้อมของพื้นที่ปลูกเป็นสำคัญ (Henson, 2008 ; Saltveit, 2003 ; Davies and Albrigo, 1994) ดังนั้น การศึกษาวิจัยครั้งนี้จึงมีเป้าหมาย

เพื่อศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศที่มีต่อการแตกยอด ชีววิทยาดอก ชีวพาหะ การถ่ายละอองเรณู การติดผล และคุณภาพผลของส้มโชกุน เพื่อให้ได้ข้อมูลพื้นฐานมาประยุกต์ใช้สำหรับการแก้ปัญหาการให้ผลผลิตที่ลดลงและแปรปรวนในปัจจุบัน

ตรวจเอกสาร

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (climate change) คือ การเปลี่ยนแปลงใดๆ ของอากาศ ซึ่งเกิดขึ้นจากกิจกรรมของมนุษย์ ทั้งทางตรงและทางอ้อม อันทำให้ส่วนประกอบของบรรยากาศโลกเปลี่ยนแปลงไป นอกเหนือจากการเปลี่ยนแปลงโดยธรรมชาติในช่วงเวลาเดียวกัน (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2001) จากการรายงานพบว่า อุณหภูมิพื้นผิวโลกได้เพิ่มขึ้นประมาณ 0.74 องศาเซลเซียส ในช่วงกว่าหนึ่งศตวรรษที่ผ่านมา ซึ่งมีสาเหตุหลักจากกิจกรรมของมนุษย์ที่มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซเรือนกระจกอื่นๆ (Hansen *et al*., 2006 ; Intergovernmental Panel on Climate Change, 2008) สำหรับภาพรวมของสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย พบว่า มีแนวโน้มของอุณหภูมิสูงขึ้นและมีความแปรปรวนเพราะการใช้พลังงานมากจนทำให้เกิดภาวะเรือนกระจกสูง รวมถึงการเกิดไฟป่าเพราะป่าเป็นแหล่งดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่สำคัญ เมื่อป่าถูกทำลายไปจึงทำให้ภาวะเรือนกระจกมีความรุนแรงขึ้น และประเทศไทยก็เป็นหนึ่งในประเทศที่ได้รับผลกระทบจากไฟป่าอย่างรุนแรง และมีความรุนแรงเป็นอันดับต้นๆ ของเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning, 2010) ผลกระทบจากโลกร้อนทำให้ฤดูกาลต่างๆ ของไทยเปลี่ยนไปโดยลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ จะมีความรุนแรงมากขึ้น ก่อให้เกิดฝนตก แต่จะเป็นฝนที่มีการตกทิ้งช่วงคือ ตกลงมาอย่างหนักแล้วหายไปนานแล้วตกลงมาใหม่ และในแต่ละช่วงจะมีจำนวนครั้งที่ถี่ขึ้นเหมือนเช่นที่ภาคใต้ ทำให้เกิดน้ำท่วมหลายระลอก ต่อไปฤดูร้อนของไทยจะยาวนานกว่าในอดีต จากที่เคยร้อนในช่วงเดือนมีนาคม-เมษายน ก็จะยาวไปอีก 2-3 เดือน ส่งผลให้ฤดูฝนเลื่อนออกไป (Thailand Environment Institute, 1999) การเปลี่ยนแปลงมีผลกระทบรุนแรงต่อโลกในแต่ละภูมิภาคที่แตกต่างกันตามลักษณะภูมิอากาศ การเข้าใจการเปลี่ยนแปลงของลักษณะพื้นที่ที่แตกต่างกัน จะมีประโยชน์ต่อการวางแผนและรับมือได้อย่างเหมาะสมในอนาคต

การแบ่งเขตภูมิอากาศของโลก

การแบ่งเขตภูมิอากาศทำได้หลายวิธีโดยอาศัยองค์ประกอบของอากาศทางด้านต่างๆ เช่น อุณหภูมิ หยาดน้ำฟ้า ลักษณะพืชพรรณธรรมชาติ แนวปะทะของมวลอากาศ และลักษณะดิน โดยการแบ่งเขตภูมิอากาศของโลกจะเน้นเฉพาะบนภาคพื้นดินเท่านั้น เนื่องจากบน

พื้นน้ำความแตกต่างของอุณหภูมิมีไม่มากนัก การแบ่งเขตภูมิอากาศโดยอาศัยอุณหภูมิ แบ่งได้ 3 เขต (Pidwirny, 2006) ได้แก่

1. เขตภูมิอากาศร้อน (Tropic Zone) อยู่ในเขตละติจูดต่ำ ระหว่างละติจูด ที่ 23 องศาเหนือ ถึง 23 องศาใต้ มีอุณหภูมิเฉลี่ยแต่ละเดือนสูงกว่า 18 องศาเซลเซียส เป็นเขตที่มีอากาศร้อนตลอดปี ไม่มีฤดูหนาว ลักษณะพืชพรรณธรรมชาติเป็นป่าดงดิบ (Rainforest)

2. เขตภูมิอากาศอบอุ่น (Temperate Zone) อยู่ในเขตละติจูดกลางระหว่างเขตร้อนและเขตหนาว มีอุณหภูมิของอากาศเดือนที่หนาวที่สุดเฉลี่ยต่ำกว่า 18 องศาเซลเซียส แต่สูงกว่า -3 องศาเซลเซียส เป็นบริเวณที่มีฤดูหนาวและฤดูร้อนแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด พืชพรรณธรรมชาติเป็นป่าสน (Boreal Forest)

3. เขตภูมิอากาศหนาว (Polar Zone) อยู่ในเขตละติจูดตั้งแต่ 66 องศาเหนือ และใต้ ไปยังขั้วโลก เป็นเขตภูมิอากาศที่ไม่มีฤดูร้อน อุณหภูมิของอากาศเฉลี่ยแต่ละเดือนต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส พืชพรรณธรรมชาติเป็นแบบทรุนดรา (Tundra)

อย่างไรก็ตาม การจำแนกเขตภูมิอากาศโดยอาศัยอุณหภูมิเพียงอย่างเดียวยังไม่สามารถแสดงถึงความแตกต่างระหว่างพื้นที่ที่เป็นบริเวณทะเลทราย และบริเวณพื้นที่ที่มีอากาศชุ่มชื้นได้ และไม่ได้พิจารณาถึงความใกล้ไกลจากทะเลแต่อย่างใด จึงต้องมีการอาศัยหยาดน้ำฟ้าเนื่องจากการพิจารณาว่า หยาดน้ำฟ้ามีความสำคัญต่อพืชพรรณ การระบายน้ำ ความชื้น ปริมาณน้ำผิวดินและใต้ดินเป็นอย่างมาก ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน หรือหิมะที่ตกลงมาเป็นเกณฑ์พิจารณา (Aguado and Burt, 2004) โดย แบ่งได้เป็นดังนี้

1. เขตภูมิอากาศแห้งแล้ง (Arid Zone) ได้แก่ บริเวณพื้นที่ซึ่งมีหยาดน้ำฟ้าเล็กน้อย คือ 0-250 มิลลิเมตรต่อปี

2. เขตภูมิอากาศกึ่งแห้งแล้ง (Semi-arid Zone) ได้แก่ บริเวณพื้นที่ซึ่งมีหยาดน้ำฟ้าตกเบาบาง ระหว่าง 250-500 มิลลิเมตรต่อปี

3. เขตภูมิอากาศกึ่งชุ่มชื้น (Subhumid Zone) ได้แก่ บริเวณพื้นที่ซึ่งมีหยาดน้ำฟ้าตกปานกลาง ระหว่าง 500-1,000 มิลลิเมตรต่อปี

4. เขตภูมิอากาศชุ่มชื้น (Humid Zone) ได้แก่ บริเวณพื้นที่ซึ่งมีหยาดน้ำฟ้าตกหนัก ระหว่าง 1,000-2,000 มิลลิเมตรต่อปี

5. เขตภูมิอากาศชุ่มชื้นมาก (Very Wet) ได้แก่ บริเวณพื้นที่ซึ่งมีหยาดน้ำฟ้าตกหนักมาก ตั้งแต่ 2,000 มิลลิเมตรต่อปี

การแบ่งเขตภูมิอากาศโดยใช้ลักษณะพืชพรรณธรรมชาติ สามารถนำมาเป็นองค์ประกอบในการพิจารณาการจำแนกประเภทของภูมิอากาศได้ โดยพืชพรรณธรรมชาติแต่ละชนิดมีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบของภูมิอากาศ ซึ่งทำให้พืชพรรณเจริญเติบโต และสามารถปรับตัวให้เข้ากับลักษณะภูมิอากาศได้ เช่น พืชตระกูลเดียวกันจะขึ้นรวมกันอยู่อย่างหนาแน่นในลักษณะอากาศอย่างเดียวกัน จึงแบ่งเขตภูมิอากาศโดยอาศัยพืชพรรณธรรมชาติเป็นเกณฑ์ และแบ่งเขตภูมิอากาศออกเป็น 11 เขต ได้แก่ เขตภูมิอากาศแบบป่าศูนย์สูตร ป่ามรสุม ป่าละเมาะ ป่าเมดิเตอร์เรเนียน ป่าไม้ใบกว้าง ป่าสน ทุ่งหญ้าสะวันนา ทุ่งหญ้าแพรี่ หญ้าสเต็ปป์ ทุ่งหญ้าทะเลทราย และทรุนดราและขั้วโลก (Blumenstock and Thornthwaite, 1941)

การแบ่งเขตภูมิอากาศโดยใช้มวลอากาศและแนวปะทะมวลอากาศ โดยเอาจุดกำเนิดการเคลื่อนที่และแนวปะทะของมวลอากาศเป็นเกณฑ์ในการพิจารณา โดยไม่ได้คำนึงว่าที่ตั้งแหล่งกำเนิดว่าจะอยู่บนภาคพื้นดินหรือพื้นน้ำ แหล่งกำเนิดของมวลอากาศจะเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล อุณหภูมิของอากาศ ความชื้น และลม ที่มีการเปลี่ยนแปลงโดยจำแนกเขตภูมิอากาศออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ คือ

1. ภูมิอากาศในเขตละติจูดต่ำ เป็นแหล่งกำเนิดของมวลอากาศเขตร้อนและร่องความกดอากาศต่ำแถบศูนย์สูตร บริเวณละติจูดที่ 23 องศาเหนือ ถึง 23 องศาใต้ อยู่ภายใต้อิทธิพลของเขตความกดอากาศสูงกึ่งโซนร้อนแถบละติจูด อากาศอุ่น ลักษณะอากาศจมตัว และมีมวลอากาศขั้วโลกซึ่งเป็นมวลอากาศเย็นแผ่ลงมาปกคลุมเป็นครั้งคราว

2. ภูมิอากาศในเขตละติจูดกลาง เป็นเขตที่มีการปะทะกันของมวลอากาศอุ่นเขตร้อนและมวลอากาศเย็นขั้วโลก ทำให้เกิดแนวปะทะมวลอากาศขึ้นตลอด ทำให้เขตนี้มักเกิดพายุซึ่งมีทิศทางการเคลื่อนที่ไปยังทิศตะวันออกตามอิทธิพลของลมประจำฝ่ายตะวันตก และยังก่อให้เกิดพายุไซโคลนด้วย

3. ภูมิอากาศในเขตละติจูดสูง เป็นเขตที่เกิดจากอิทธิพลของมวลอากาศเย็นแถบขั้วโลกและมวลอากาศอาร์กติก โดยมวลอากาศขั้วโลกมีจุดกำเนิดอยู่ที่ตอนกลางของประเทศแคนาดาและไซบีเรีย แต่จะไม่ปรากฏทางซีกโลกใต้ เนื่องจากซีกโลกใต้ไม่มีพื้นดิน และจะเกิดแนวปะทะอากาศตามแนวละติจูดที่ 60-70 องศาเหนือ และใต้ เนื่องจาก มวลอากาศเย็นที่เคลื่อนที่มาจากขั้วโลก และมวลอากาศอุ่นที่เคลื่อนที่ขึ้นหรือลงมาจากตำแหน่งละติจูดที่ต่ำกว่า จึงทำให้เกิดแนวปะทะมวลอากาศอาร์กติก หรือแนวปะทะมวลอากาศแอนตาร์กติก อันเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ในแนวละติจูดที่ 60-70 องศาเหนือ และใต้ เป็นแนวความกดอากาศต่ำกึ่งขั้วโลกเกิดขึ้น

การพิจารณาถึงการแบ่งเขตภูมิอากาศให้มีความสอดคล้องการศึกษา จะเป็นประโยชน์ต่อการจัดการที่สัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศกับสิ่งมีชีวิตในอนาคต การเปลี่ยนแปลงและความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศในแต่ละพื้นที่ ส่งผลต่อการเกษตรกรรมและด้านอื่นๆ ที่แตกต่างกันไป ระบบการเกษตรจะต้องมีการปรับตัวและมีความเข้าใจความสัมพันธ์ของพืชกับสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป (Kudo, 1993 ; Inouye *et al*., 2002, 2003 ; Perfors *et al*., 2003 ; Menzel *et al*., 2006)

ส้มโชกุน (*Citrus reticulata* Blanco cv. Shogun) อยู่ในวงศ์ Rutaceae มีลักษณะทรงพุ่มแน่นกว่าส้มเขียวหวาน กิ่งและใบจะตั้งขึ้น ใบสีเขียวเข้ม ขนาดเล็กกว่าส้มเขียวหวาน ดอกสีขาว ปกติออกดอกในเดือนมกราคม-กุมภาพันธ์ ผลมีลักษณะเหมือนกับส้มเขียวหวาน ผลแก่จัดจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองแดง ปอกเปลือกง่าย ล่อน ชานมีลักษณะนิ่ม ให้น้ำส้มในปริมาณมาก รสชาติหวานอมเปรี้ยว กลิ่นหอม การปลูกใช้ระยะปลูก 6 × 5.5, 6 × 6 และ 6 × 8 เมตร การให้ปริมาณผลผลิตแตกต่างกันตามอายุต้น (ตารางที่ 1) ดังนี้

ตารางที่ 1 ปริมาณผลผลิตตามช่วงอายุต้นหลังเริ่มให้ผลผลิตของส้มโชกุน

ช่วงอายุ (ปี)	ปริมาณผลผลิต (กก./ต้น/ปี)
2-3	60-80
4-6	100-150
7-9	100-150
> 10	350

ที่มา : ศูนย์วิจัยพืชยืนต้นและไม้ผลเมืองร้อน (2554) และเบญจพร ชูสิงห์ (2545)

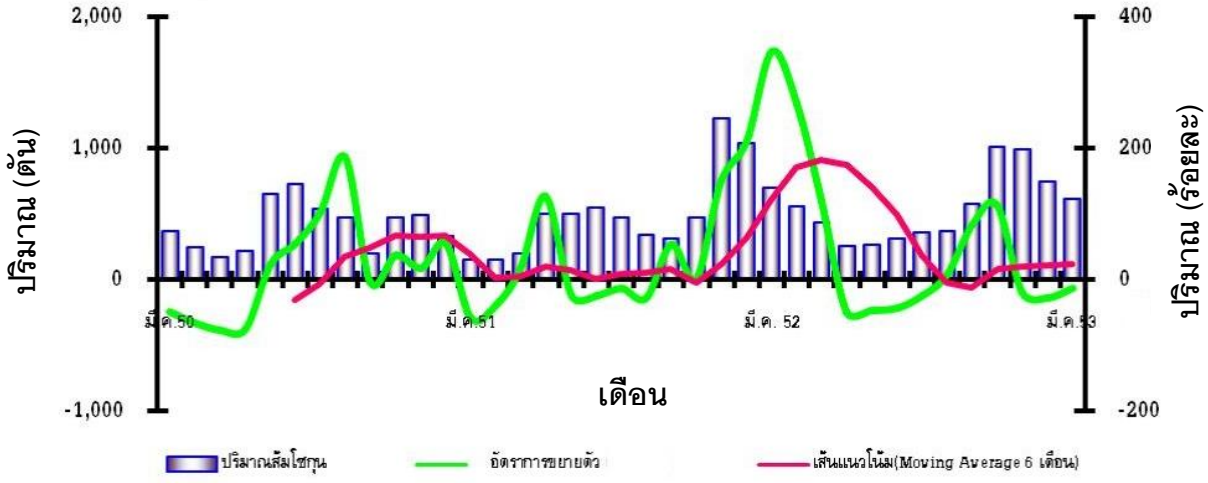
อย่างไรก็ตาม สำนักงานเกษตรยะลา (2553) รายงาน ปริมาณส้มโชกุนในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2553 ออกสู่ตลาดลดลง เมื่อเทียบกับเดือนเดียวกันของปีก่อนจาก 703.11 ตัน เป็น 610.55 ตัน หรือลดลง ร้อยละ 13.16 จากการลดพื้นที่ปลูกส้มที่ทรุดโทรม เพื่อหันไปปลูกยางพาราแทน ประกอบกับราคา ส้มโชกุนปรับตัวลดลง เมื่อเทียบกับเดือนเดียวกันของปีก่อนจากราคาเฉลี่ยกิโลกรัมละ 53.41 บาท เป็น 37.14 บาท หรือลดลงร้อยละ 30.46 มูลค่าของส้มโชกุนลดลง เมื่อ

เทียบกับเดือนเดียวกันของปีก่อนจาก 37.55 ล้านบาท เป็น 22.68 ล้านบาท หรือลดลงร้อยละ 39.62 (ตารางที่ 2, ภาพที่ 1)

ตารางที่ 2 ปริมาณ ราคา และมูลค่าส้มโชกุนของจังหวัดยะลา

เครื่องชี้วัด	หน่วย	ปี 2552	ปี 2553		
		มีนาคม	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม
ปริมาณผลผลิต : ส้มโชกุน	ตัน	703.11	992.88	746.46	610.55
อัตราการขยายตัว	เปอร์เซ็นต์	347.78	-19.30	-27.80	-13.16
ราคาผู้ผลิตพืช : ส้มโชกุน	บาท/กก.	53.41	38.33	40.00	37.14
อัตราการขยายตัว	เปอร์เซ็นต์	44.35	49.03	55.28	-30.46
มูลค่าพืช : ส้มโชกุน	ล้านบาท	37.55	38.06	29.86	22.68
อัตราการขยายตัว	เปอร์เซ็นต์	546.37	20.27	12.11	-39.62

ที่มา : สำนักงานคลังจังหวัดยะลา (2553)



ภาพที่ 1 ปริมาณ อัตราการขยายตัว และแนวโน้มการผลิตส้มโชกุน

ที่มา : สำนักงานคลังจังหวัดยะลา (2553)

ส้มโชกุนที่ออกสู่ตลาดมีการคัดขนาดผลเพื่อระบุเบอร์ระดับต่างๆ (ตารางที่ 3) ในแต่ละขนาดมีราคาจำหน่ายที่แตกต่างกัน ส้มเบอร์ 0 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6.5 เซนติเมตรขึ้นไป โดยเฉลี่ยมีจำนวน 5 ผลต่อกิโลกรัม มีราคาสูงสุด และราคาลดลงตามเบอร์ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ

ตารางที่ 3 การคัดขนาดและระบุเบอร์ผลส้มโชกุน

ผลส้มเบอร์	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง (เซนติเมตร)	จำนวนผล/กิโลกรัม
0	6.5	5
1	6.0	6
2	5.5	7
3	5.0	9

ที่มา : สำนักงานเกษตรอำเภอเบตง (2551)

สภาพภูมิอากาศกับการแสดงออกของพืช

การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศในปัจจุบัน ส่งผลให้ผลผลิตทางการเกษตรลดลง อุณหภูมิที่สูงขึ้นทำให้การเจริญเติบโตของพืชผิดปกติ ช่วงเวลาในการทำการเกษตรและระยะเก็บเกี่ยวน้อยลง ผลผลิตได้รับความเสียหายทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ (ภาพที่ 2) เพราะพืชสูญเสียน้ำอย่างรวดเร็ว ทำให้การทำงานของเอนไซม์ต่างๆ ผิดปกติ เพิ่มความเสี่ยงต่อความล้มเหลวของผลผลิตในการปลูกพืช สาเหตุมาจาก การเจริญเติบโต การแตกยอด และการชักนำการแตกยอดและดอกเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วกว่าเวลาปกติเพื่อหลีกเลี่ยงฤดูกาลที่แห้งแล้ง (Wookey *et al*., 1995 ; Molau and Shaver, 1997 ; Dunne *et al*., 2003 ; Aerts *et al*., 2004) ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้ช่วงเวลาการเยือนของชีวพาหะไม่เหมาะกับการบานของดอก (David, 2009) ชีวพาหะไม่สามารถใช้ประโยชน์จากพืชได้ ทำให้พืชและแมลงมีโอกาสสูญพันธุ์ และส่งผลต่อกระบวนการถ่ายละอองเรณู การติดผล และผลผลิตน้อยลง (Hedhly *et al*., 2004 ; Yano *et al*., 2007) Ozolincius และคณะ (2009) ได้ออกแบบเพื่อทดลองอิทธิพลของความชื้นดินต่อการติดผล พบว่า Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) ในชุดการทดลองที่ควบคุมความชื้นมีค่าการติดผลมากกว่าชุดการทดลองที่ดินอยู่ในสภาพแห้งแล้ง ทั้งนี้เพราะความแห้งแล้งไปทำให้อัตราความมี

ชีวิตและการงอกของหลอดละอองเรณูน้อยลง นอกจากนี้ การเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศมีส่วนทำให้เกิดโรคระบาดและแมลงศัตรูพืชเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วอีกด้วย (Petzoldt and Seaman, 2001) Albrigo (2007) รายงานว่า ผลของภาวะโลกร้อนที่ทำให้อุณหภูมิเปลี่ยนแปลงนั้น จะส่งผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตด้านลำต้นและปริมาณผลผลิต อุณหภูมิมีบทบาทต่อการชักนำและการพัฒนาการของยอด ดอกและผลส้ม หากอุณหภูมิของสภาพแวดล้อมเพิ่มขึ้นจากอุณหภูมิปกติ 2 องศาเซลเซียส ทำให้ปริมาณการแตกยอดและการออกดอกลดลง และส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงด้านคุณภาพผลส้มด้วย เช่น ปริมาณกรด และองค์ประกอบของน้ำตาล เป็นต้น Tubiello และคณะ (2000) ได้คาดการณ์และจำลองผลผลิตของส้มว่า การเจริญเติบโตและผลผลิตของส้มที่ได้ภายใต้การเปลี่ยนแปลงจากภาวะโลกร้อนนั้น พบว่า ในปี ค.ศ. 2090 จะมีผลผลิตลดลงจากเดิมในปริมาณที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับสถานเพาะปลูก ความชื้น ความร้อน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้อง และนอกจากนี้ Goldschmidt และคณะ (1985) รายงานว่า การขาดน้ำและความชื้นในดินมีผลให้รากหยุดชะงักการเจริญเติบโต Salter และ Goode (1967) รายงานว่า ความชื้นและอุณหภูมิส่งเสริมการแตกยอด การออกดอกและการผลิตผลที่ต่างกัน วิจิตต์ วรรณชิต และไมตรี แก้วทับทิม (2538) รายงานว่า ส้มโอ (*Citrus grandis* L.Osbeck) พันธุ์หอมหาดใหญ่ทยอยแตกยอดอ่อนและออกดอก จำนวนแตกต่างกันในแต่ละครั้งเกือบทุกเดือน แต่เกิดขึ้นสูงสุดในช่วงเดือนเมษายน การแตกยอดอ่อนและออกดอกปรากฏในเห็นพร้อมๆ กันหลังจากที่ต้นได้รับความแห้งแล้งไปแล้วระยะหนึ่ง และได้รับน้ำฝนในปริมาณที่เพียงพอในเวลาต่อมา

ฤดูออกดอกของไม้ผลแต่ละชนิดจะแตกต่างกันตามสภาพแวดล้อม สำหรับรายงาน การศึกษาในเขตร้อนปรากฏว่า ปริมาณน้ำฝนหรือความชื้นหรือความแห้งแล้งมีผลต่อช่วงการออกดอกของไม้ผลเป็นอย่างมาก (พรพันธ์ กิตินันท์ประกร และสุรนันต์ สุภัทรพันธุ์, 2530 ; สัมฤทธิ์ เฟื่องจันทร์, 2537 ; Monselise and Halevy, 1986) ไม้ผลเขตร้อนส่วนใหญ่ออกดอกหลังฤดูฝนจนถึงช่วงแล้ง นพรัตน์ บำรุงรักษ์ (2530) รายงานว่า เงาะ (*Nephelium lappaceum* L.) พันธุ์โรงเรียนในภาคใต้ของประเทศไทยออกดอกประมาณเดือนมีนาคมถึงเมษายนซึ่งเป็นช่วงหน้าแล้ง กวิศร์ วานิชกุล และคณะ (2533) รายงานว่า ในปี 2530 ปริมาณน้ำฝนในช่วงปลายฤดูฝนมากและยาวนานถึงกลางเดือนพฤศจิกายน จากนั้นปริมาณน้ำฝนลดลงจนกระทั่งไม่มีฝนตกเลยในเดือนธันวาคมและมกราคมของปีถัดไป เงาะเริ่มมีการออกดอกในกลางเดือนมกราคมภายใต้ภาวะแล้งและความชื้นต่ำ ส่วนเงาะที่ปลูกในภาคใต้และประเทศมาเลเซียเริ่มออกดอก

เดือนพฤษภาคม (Milsom, 1960 ; Ochse *et al*., 1961) Kawabata และคณะ (2007) รายงานว่า สภาพอากาศใน Hawaii มีความแตกต่างจากรูปแบบอากาศในภูมิภาคที่เงาะเติบโตของเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ที่ฤดูมรสุมสร้างฤดูฝนและฤดูแล้งที่แตกต่างและไม้ผลออกดอกปีละครั้งเท่านั้น สภาพภูมิอากาศคงที่ตลอดทั้งปีโดยมีค่าเฉลี่ยอุณหภูมิรายเดือน 23.8 องศาเซลเซียส และปริมาณน้ำฝนที่แตกต่างกันระหว่าง 10 และ 50 เซนติเมตร/เดือน ทำให้เงาะใน Hawaii ออกดอก 2-3 ครั้งต่อปี ส่วนใหญ่ออกดอกตั้งแต่เดือนกรกฎาคมถึงสิงหาคมและออกดอกเพิ่มเติมในเดือนเมษายนและตุลาคม Diczbalis (2002) รายงานว่า อุณหภูมิสูงสุดในแต่ละวันแตกต่างกันในแต่ละฤดูกาลเท่ากับ 28-35 องศาเซลเซียส ในช่วงฤดูร้อนและ 20-25 องศาเซลเซียส ในช่วงฤดูหนาว ระยะเวลาสูงสุดและต่ำสุดของอุณหภูมิ ค่อนข้างสั้นและเกิดขึ้นโดยทั่วไปจากช่วงกลางถึงช่วงปลายเดือนพฤษภาคมไปจนถึงปลายเดือนสิงหาคม การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิสูงสุดจะเกิดขึ้นในช่วงฤดูใดๆ ส่วนใหญ่เกิดก่อนช่วงเวลาที่มีเมฆปกคลุมและฝนตก การลดลงของอุณหภูมิในระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงสิงหาคม ทำให้ต้นเงาะมีการพักตัวและต่อมามีการออกดอกเมื่ออุณหภูมิค่อยๆ เพิ่มขึ้นในเดือนกันยายน สมนึก บุญเกิด และคณะ (2532) รายงานว่า ทุเรียน (*Durio zibethinus* L.) พันธุ์ชะนีที่ปลูกในจังหวัดจันทบุรีออกดอกในช่วงต้นฤดูแล้งที่มีความชื้นและอุณหภูมิค่อนข้างต่ำ Lim และ Luders (1998) รายงานว่า ชีพจักรของทุเรียนที่ปลูกในเมืองดาร์วินสัมพันธ์กับสภาพอากาศในท้องถิ่นในเดือนพฤษภาคม ปี 1993 ถึง 1994 การเจริญเติบโตที่เกิดขึ้น ในช่วง 9 กันยายน ถึง 6 ตุลาคม และ 3 ธันวาคมและสิ้นสุดเดือนธันวาคมและกุมภาพันธ์ ถึงปลายเดือนเมษายน และออกดอกจำนวนมากขึ้นในเดือนกุมภาพันธ์ถึงปลายเดือนเมษายน และออกดอกได้อีกในเดือนกันยายนหรือตุลาคมและธันวาคมในช่วงเดือนที่อากาศเย็นและแห้งตั้งแต่เดือนมิถุนายนถึงสิงหาคม และนอกจากนี้ การออกดอกจะเกิดขึ้นได้อีกเล็กน้อยในช่วงปลายปี แต่จะขึ้นอยู่กับขอบเขตของอากาศเย็นในเดือนมิถุนายนถึงสิงหาคม สายัณห์ สดุดี (2533) รายงานว่า มังคุด (*Garcinia mangostana* L.) ในเขตจังหวัดสงขลา ออกดอกช่วงหน้าแล้งประมาณเดือนมีนาคมถึงเมษายน วิจิตต์ วรรณชิต และคณะ (2535) รายงานว่า มะม่วงหิมพานต์ (*Anacardium occidentale* L.) ที่ปลูกในภาคใต้ฝั่งตะวันออกของประเทศไทยออกดอกในเดือนกุมภาพันธ์ หลังจากได้รับสภาพแห้งแล้งและระดับอุณหภูมิต่ำ ไมตรี แก้วทับทิม (2538) รายงานว่า ส้มโอพันธุ์หอมหาดใหญ่แตกยอดอ่อนและออกดอกเมื่อสภาพต้นมีใบแก่และผ่านความแห้งแล้งไปแล้วระยะหนึ่ง เมื่อได้รับน้ำฝนหรือการให้น้ำในปริมาณที่เหมาะสม พานิชย์ ยศปัญญา (2542) รายงานว่า ส้มโชกุน (*Citrus reticulata* Blanco cv. Shogun) ออกดอกในเดือนกุมภาพันธ์ถึงมีนาคม สาเหตุดังกล่าวน่าจะเกิดจากความแตกต่างของปัจจัยหลัก เช่น ตำแหน่ง

ที่ตั้ง สภาพพื้นที่ ระบบการให้น้ำ รวมถึงอายุของต้นและอาหารสะสมภายในกิ่งก่อนที่จะมีการออกดอก (สุรพล มนัสเสรี, 2531) มะม่วง (*Mangifera indica* L.) มีการออกดอกในช่วงเดือนธันวาคมถึงมกราคม และมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์มีลักษณะการออกดอกที่ไม่สม่ำเสมอ (ศรัญญา ใจพะยัก และธวัชชัย รัตน์ชเลศ, 2553 ; นริสรา ดอกสันเทียะ, 2552) จึงเป็นปัญหาสำคัญที่ทำให้การผลิตมะม่วงไม่ประสบผลสำเร็จ ในสภาพธรรมชาติมะม่วงต้องการอุณหภูมิ 15-20 องศาเซลเซียส เพื่อชักนำการสร้างตาดอก (Chacko,1991) มะม่วงพันธุ์โชคอนันต์นิยมปลูกมากในเขตภาคเหนือ และสามารถออกดอกได้ 2 ครั้งต่อปี โดยออกดอกในฤดูปกติในเดือนธันวาคม และออกดอกนอกฤดูในเดือนมีนาคม (Naphrom, 2004) กรมส่งเสริมการเกษตร (2548) ได้รายงานว่า มะนาว (*Citrus aurantifolia* Swing.) ออกดอก 2 ช่วง ระหว่างเดือนสิงหาคมถึงกันยายน และออกดอกอีกครั้งประมาณเดือนพฤษภาคม และช่วงที่ 2 ประมาณปลายเดือนมีนาคมและเมษายน เมื่อผ่านช่วงของฤดูแล้งและได้รับฝนติดตามมา นับตั้งแต่ออกดอกจนถึงเก็บเกี่ยว อยู่ระหว่าง 4 ½ - 5 ½ เดือน การศึกษาฤดูการออกดอกของไม้ผลมีประโยชน์ต่อการวางแผนงานในการถ่ายละอองเรณูที่เหมาะสมกับพืชชนิดนั้น เพื่อลดความแปรปรวนและเพิ่มผลผลิตและเป็นพื้นฐานในการศึกษาต่างๆ

การบานของดอกมีความสำคัญต่อกระบวนการถ่ายละอองเรณูแบบผสมข้ามที่ต้องอาศัยชีวพาหะต่างๆ ของไม้ผลเป็นอย่างมาก ไม้ผลแต่ละชนิดมีช่วงเวลาการบานของดอกแตกต่างกันและมีความสัมพันธ์กับช่วงเวลาการออกหากินและทำหน้าที่ช่วยถ่ายละอองเรณูของชีวพาหะต่างๆ วิจิตต์ วรรณชิต และคณะ (2535) รายงานว่า ดอกมะม่วงหิมพานต์ใช้เวลาในการบานประมาณ 60 วันนับจากดอกแรกที่บานจนถึงดอกสุดท้ายภายในต้น ดอกเพศผู้บานเต็มที่เวลา 7:00-8:00 นาฬิกา ส่วนดอกกระเทยบานเต็มที่เวลา 10:00-11:00 นาฬิกา ช่วงเวลาการถ่ายละอองเรณูสูงสุดเวลาประมาณ 10:00 นาฬิกา นพรัตน์ บำรุงรักษ์ (2531) รายงานว่า การบานของดอกทุเรียนใช้เวลาประมาณ 9 วัน เกสรเพศผู้เริ่มบานเวลา 18:00-19:00 นาฬิกาและเกสรเพศเมียเริ่มบานเวลา 13:00-14:00 นาฬิกา ส่วนดอกมะนาวนั้น Rohidas และ Chakrawar (1989) รายงานว่า บานสูงสุดที่เวลา 10:00-12:00 นาฬิกา และไมตรี แก้วทับทิม (2538) รายงานว่า การเจริญของดอกส้มโอพันธุ์หอมหาดใหญ่ แบ่งได้เป็น 7 ระยะ โดยมีระยะเวลาตั้งแต่ดอกเจริญขึ้นมาให้เห็นจนกระทั่งดอกเริ่มบานนาน 57 ชั่วโมงและจากดอกเริ่มบานถึงระยะติดผลนาน 67 ชั่วโมง และแต่ละต้นมีช่วงเวลาการบานเฉลี่ย 14 วันและดอกจะบานมากที่สุดในวันที่ 6 ช่วงการบานเต็มที่ของดอกในรอบวันอยู่ที่เวลา 10:00 นาฬิกา บุญสนอง ช่วยแก้ว (2545) รายงานว่า

ถั่วแปบช้าง (*Afgekia sericea* Craib) ออกดอกตั้งแต่เดือนเมษายนจนถึงตุลาคม แต่ละช่อดอกมีอายุประมาณ 2 เดือน การศึกษาโดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเลกตรอนแบบส่องกราด พบว่าส่วนประกอบของดอกมีพัฒนาการแบบการเจริญสู่ปลาย ดอกเริ่มบานตั้งแต่ 04:00 นาฬิกา และมีอายุ 1 วัน รัชดาภรณ์ จันทาศรี และคณะ (2546) รายงานว่า ระยะเวลาดอกบานของทุเรียนหมอนทอง มีช่วงการเจริญเติบโตและพัฒนาเป็นเวลา 2 สัปดาห์ การบานของดอกในช่อเดียวกันจะบานไม่พร้อมกัน มาโนชญ์ กูลพฤกษี (2553) รายงานว่า ระยะเวลาการบานของดอกสำรอง [(*Scaphium scaphigerum* (G.Don) Guib. & Planch.)] เริ่มต้นเวลาประมาณ 18:00 นาฬิกา โดยกลีบรวมเริ่มแย้มบานพร้อมกับการยืดตัวของก้านชูเกสรและการขยายตัวออกของกลุ่มอับละอองเรณู และบานเต็มที่เวลาประมาณ 24:00 นาฬิกา ผลของช่วงเวลาการบานของดอกที่แตกต่างกันนี้เป็นกลไกภายในดอกตัวเองเพื่อเอื้อต่อการถ่ายละอองเรณู เรียกว่า floral clock ซึ่งไม้ผลแต่ละชนิดจะมีช่วงเวลาการบานที่แตกต่างกันไป (Nepi and Panici, 1993) ขึ้นกับสภาพแวดล้อม อุณหภูมิและความชื้นในดิน เช่น หากอุณหภูมิเพิ่มขึ้นก็จะเร่งให้มีจำนวนดอกบานพร้อมกันมากขึ้น (Faegri and Pijl, 1979 ; Spiegel-Roy and Goldschmidt, 1996)

การปลดปล่อยและความมีชีวิตของละอองเรณูในไม้ผลหลายชนิดแตกต่างกันตั้งแต่ดอกเริ่มบานจนถึงหลังจากดอกบานไปแล้วระยะหนึ่ง ละอองเรณูที่ปลดปล่อยออกมาใหม่ๆ มีค่าความมีชีวิตสูงแล้วจะค่อยๆ ลดลงหลังจากถูกปลดปล่อย Wunnachit และคณะ (1992) รายงานว่า ละอองเรณูมะม่วงหิมพานต์ที่ถูกปลดปล่อยออกมาใหม่ๆ มีค่าความมีชีวิตสูงถึง 96 เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้น ค่าความมีชีวิตจะค่อยๆ ลดลง ละอองเรณูที่เก็บไว้ในอุณหภูมิห้องนาน 48 ชั่วโมง จะมีค่าความมีชีวิตเพียง 23 เปอร์เซ็นต์ ทรงพล สมศรี (2530) รายงานว่า ละอองเรณูทุเรียนที่ถูกปลดปล่อยออกมาใหม่ๆ มีค่าความมีชีวิต 90 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อเก็บไว้ในอุณหภูมิห้องนาน 20 ชั่วโมง จะมีค่าความมีชีวิตลดลงเหลือ 85 เปอร์เซ็นต์ ไมตรี แก้วทับทิม (2538) รายงานว่า ดอกส้มโอพันธุ์หอมหาดใหญ่จะปลดปล่อยละอองเรณูหลังจากดอกบานเต็มที่ ละอองเรณูที่ถูกปลดปล่อยออกมาใหม่ๆ มีค่าความมีชีวิตสูงถึง 100 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อเก็บรักษาละอองเรณูไว้ที่อุณหภูมิห้อง ค่าความมีชีวิตจะค่อยๆ ลดลงเหลือเพียง 65.02 เปอร์เซ็นต์ที่ชั่วโมงที่ 48 ละอองเรณูที่มีค่าความมีชีวิตสูงทำให้การงอกของหลอดละอองเรณูที่จะนำไปสู่การปฏิสนธิกับออวุลก่อให้เกิดการติดผลดีขึ้น (Norton, 1966) ทั้งนี้ เนื่องจากละอองเรณูที่มีค่าความมีชีวิตสูงจะมีความแข็งแรงนำไปสู่การงอกเพื่อเข้าไปปฏิสนธิกับออวุลที่ดี Jutamanee และคณะ (2000) กล่าวว่า ความมีชีวิตของละอองเรณูของมะม่วงสามพันธุ์ คือ น้ำดอกไม้ โชคอนันต์ และเขียวเสวย เท่ากับ 20.06,

74.46 และ 14.95 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ทุกพันธุ์มีความมีชีวิตของละอองเรณูสูงระหว่าง 81.33-91.29 เปอร์เซ็นต์ และการงอกของละอองเรณูอยู่ระหว่าง 24.10-32.51 เปอร์เซ็นต์ การแตกของอับละอองเรณูเป็นปัจจัยหนึ่งซึ่งก่อให้เกิดการติดผล อรอุษา คำสุข และคณะ (2546) รายงานว่า การทดสอบความมีชีวิตของละอองเรณูด้วยการย้อมสี FDA พบว่า ละอองเรณูส้มซัทซูมาสามารถมีชีวิตในอาหารสังเคราะห์ที่มีซูโครส 15 เปอร์เซ็นต์ นานมากกว่า 10 ชั่วโมง ช่วงเวลาที่ละอองเรณูมีชีวิตสูงสุดคือ 1 ชั่วโมงแรกของการเลี้ยง (45.95 เปอร์เซ็นต์) หลังจากนั้นความมีชีวิตจึงลดลงตามลำดับ วิจิตต์ วรรณชิต และไมตรี แก้วทับทิม (2538) รายงานว่า ความมีชีวิตของละอองเรณูของส้มโอพันธุ์คลานที่ถูกปลดปล่อยออกมาใหม่ๆ และเก็บรักษาไว้ค่าความมีชีวิตของละอองเรณูจะค่อยๆ ลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ละอองเรณูที่เก็บรักษาไว้นาน 48 ชั่วโมงมีค่าความมีชีวิตลดลงเหลือประมาณ 65 เปอร์เซ็นต์ อุไรวรรณ นามศรี และคณะ (2553) ทดสอบความมีชีวิตของละอองเรณูของลองกอง (*Lansium domesticum* Corr.) ดูกู (*Aglaia dookkoo* Griff.) และลางสาด (*Aglaia domestica* Pelleg.) โดยการย้อมสีด้วย acetocarmine เข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ และการทดสอบความงอกของละอองเรณู พบว่า ดูกูมีเปอร์เซ็นต์การย้อมติดสีสูงสุดในทุกระยะการพัฒนาการคือ 87.07-93.77 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่แตกต่างกันทั้ง 4 ระยะการพัฒนาการ รองลงมาคือลางสาด 24.04 เปอร์เซ็นต์ ในระยะการพัฒนาการที่ 3 ส่วนลองกองและดูกูมีเปอร์เซ็นต์การย้อมติดสีของละอองเรณูค่อนข้างต่ำ ลักษณะการย้อมติดสีของละอองเรณูของลองกองและลางสาดมีลักษณะคล้ายกันมากคือ ละอองเรณูติดสีแดงเพียงบางส่วนเท่านั้น ในขณะที่ละอองเรณูดูกูติดสีแดงเข้มทุกส่วนของละอองเรณูซึ่งลาวัลย์ รักสัตย์ (2539) กล่าวว่า ละอองเรณูที่ติดสีแดงเข้มมาก แสดงว่า มีกิจกรรมของเอนไซม์อยู่มากพร้อมที่จะงอกได้ จากผลดังกล่าวนี้ละอองเรณูของดูกูน่าจะมีความมีชีวิตของละอองเรณูสูงกว่าละอองเรณูของลองกอง และลางสาด สำหรับขนาดของละอองเรณูนั้นพบว่า ละอองเรณูลองกองและลางสาดมีขนาดของละอองเรณูแตกต่างกันออกไป ขนาดไม่สม่ำเสมอเมื่อเทียบกับดูกู แต่ส่วนใหญ่จะมีขนาดใหญ่กว่าละอองเรณูดูกู นอกจากนี้ยังพบว่า ผนังเซลล์ของละอองเรณูค่อนข้างบางเมื่อเปรียบเทียบกับดูกู สำหรับจำนวนละอองเรณู พบว่า ดูกูสร้างละอองเรณูในปริมาณที่สูงกว่าพันธุ์อื่น มีจำนวนละอองเรณูเฉลี่ย 1038.45 เม็ด ในขณะที่ลางสาดและลองกองมีจำนวนละอองเรณู 34.78 และ 20.57 ตามลำดับ อาจเนื่องจากละอองเรณูไม่มีความสมบูรณ์ ซึ่งเห็นได้จาก ลักษณะการย้อมติดสีน้อยของละอองเรณูดังกล่าว การทดสอบการพัฒนาการของละอองเรณูของมะเขือเทศที่ระดับอุณหภูมิต่างๆ พบว่า ที่ระดับอุณหภูมิสูง มีผลกระทบของความเครียดของละอองเรณู (HT, 37/27 องศาเซลเซียส วัน / คืน) ส่งผลให้มีการผลิต การปลดปล่อยและความมีชีวิตของละอองเรณูน้อยกว่า

ระดับอุณหภูมิ (MHT, 32/22 องศาเซลเซียส วัน / คืน) และ (OT, 28/21 องศาเซลเซียส วัน / คืน) ทั้งหมด และการเพิ่มระดับอุณหภูมิที่ 10-30 องศาเซลเซียส ส่งผลให้การงอกของหลอดละอองเรณูของพรุน (*Prunus avium*) ลดลง (Hedhly *et al*., 2004) อุณหภูมิเป็นปัจจัยสำคัญต่อการปลดปล่อยและการงอกของละอองเรณู (Harsant *et al*., 2013)

Faegri และ Pijl (1979) รายงานว่า เกสรเพศเมียประกอบด้วย ปลายยอดเกสรเพศเมีย ก้านเกสรเพศเมีย และรังไข่ ปลายยอดเกสรเพศเมียจัดเป็นโครงสร้างที่สำคัญในการทำหน้าที่รับการถ่ายละอองเรณู ซึ่งปลายยอดเกสรเพศเมียจะมีขนาดและลักษณะที่แตกต่างกันในพืชแต่ละกลุ่ม วิจิตต์ วรรณชิต และไมตรี แก้วทับทิม (2538) รายงานว่า ปลายยอดเกสรเพศเมียดอกส้มโอพันธุ์หอมหาดใหญ่ที่บานเต็มที่จะแผ่แบนออกเป็นปลายยอดเกสรเพศเมียขนาดใหญ่ ตรงกลางปลายยอดมีร่องบุ๋มเล็กน้อยและขับสารเหนียวออกมาปกคลุมผิวหน้า Tandon และคณะ (2001) ศึกษาลักษณะปลายยอดเกสรเพศเมียของปาล์มน้ำมัน (*Elaeis guineensis* L.) ในช่วงพร้อมรับการถ่ายละอองเรณู พบว่า ปลายยอดเกสรเพศเมียมีการแยกออกเป็น 3 แฉกจนกลายเป็นร่องบุ๋ม ปลายยอดเกสรเพศเมียไม่ราบเรียบ มีเนื้อเยื่อยื่นออก (papillae) และขับสารเหนียวออกมาเพื่อทำหน้าที่ดักจับละอองเรณู นอกจากนี้ ภายในเนื้อเยื่อเกสรเพศเมียพบช่องว่างที่เรียกว่า stylar canals ยาวตลอดจนถึงรังไข่เพื่อเป็นช่องสำหรับการแทงของหลอดละอองเรณูเข้าไปในรังไข่ (Shivanna, 2003) การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศส่งผลต่อลักษณะของเกสรเพศเมีย ทั้งนี้พบว่า ปริมาณละอองเรณูของอัลมอนด์ [(*Prunus dulcis* (Mill.) D.A. Webb)] บริเวณปลายยอดเกสรเพศเมียลดลงตามระยะเวลาหลังดอกบานนานขึ้น โดยที่เมื่อดอกบานไปแล้ว 6 วัน มีปริมาณละอองเรณูน้อยที่สุด ทั้งนี้ การเพิ่มของอุณหภูมิ ทำให้ปลายยอดเกสรเพศเมียแห้ง และลดการพร้อมรับละอองเรณู (Ortega *et al*., 2004) เกสรเพศเมียมีความสำคัญทางด้านการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของพืชควบคู่ไปกับส่วนของเกสรเพศผู้

การถ่ายละอองเรณูเป็นขั้นตอนหนึ่งในกระบวนการผสมพันธุ์ของพืชดอก เริ่มจากมีการปลดปล่อยและเคลื่อนย้ายละอองเรณูไปตก ติด และงอกบนปลายยอดเกสรเพศเมียจนนำไปสู่การปฏิสนธิในที่สุด (Faegri and Pijl, 1979) การถ่ายละอองเรณูสามารถแบ่งออกตามลักษณะเพศของดอกเป็น 2 แบบ (ไพศาล เหล่าสุวรรณ, 2525) คือ

1. การถ่ายละอองเรณูแบบผสมตัวเองเป็นกระบวนการถ่ายละอองเรณูที่เกิดขึ้นในดอกเดียวกัน ต่างดอกในต้นเดียวกัน จนเกิดการผสมพันธุ์และให้ผลผลิตเป็นพืชต้นใหม่ที่มียีโนไทป์

เหมือนกันหมด พืชผสมตัวเองหลายชนิดมีกลไกการบานของดอกที่ควบคุมให้เกิดการผสมตัวเองเท่านั้น เช่น ดอกไม่บานเลยแม้การผสมพันธุ์เรียบร้อยแล้ว (cleistogamy) ดอกบานเมื่อมีการผสมพันธุ์เรียบร้อยแล้ว (chasmogamy) และลักษณะดอกที่มีเกสรเพศเมียอยู่ลึกและถูกปิดล้อมด้วยเกสรเพศผู้อย่างมิดชิดทำให้โอกาสผสมข้ามเกิดขึ้นไม่ได้หรือเกิดขึ้นได้น้อยมาก

2. การถ่ายละอองเรณูแบบผสมข้ามเป็นกระบวนการถ่ายละอองเรณูที่เกิดขึ้นระหว่างต้นจนเกิดการผสมพันธุ์เป็นพืชต้นใหม่ ลักษณะของพืชผสมข้ามโดยทั่วไปหากได้รับการถ่ายละอองเรณูแบบผสมตัวเองให้ค่าการติดผลต่ำ ไม้ผลยืนต้นส่วนใหญ่เป็นพืชผสมข้าม เช่น ทุเรียน มะเฟือง ลิ้นจี่ ส้มชนิดและพันธุ์ต่างๆ เป็นต้น พืชผสมข้ามมีลักษณะทางชีววิทยาของดอกหลายอย่างที่ควบคุมหรือส่งเสริมให้เกิดการถ่ายละอองเรณูแบบผสมข้าม เช่น การแยกตำแหน่งของดอกเพศผู้และดอกเพศเมียอยู่คนละต้น (dioecy) หรือคนละดอกในต้นเดียวกัน (monoecy) แต่ความพร้อมรับการผสมระหว่างละอองเรณูและเกสรเพศเมียไม่พร้อมกัน (dichogamy) การผสมตัวเองไม่ติดและการเป็นหมันของละอองเรณู

ไม้ผลยืนต้นส่วนใหญ่รวมทั้งพืชตระกูลส้มหลายชนิดต้องอาศัยกระบวนการถ่ายละอองเรณูเพื่อการติดผล (Faegri and Pijl, 1979) สุวรรณพงศ์ ทองปลิว (2534) รายงานว่า ส้มโอพันธุ์ทองดีที่ได้รับการถ่ายละอองเรณูแบบผสมข้ามสามารถติดผลเฉลี่ย 24 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่การถ่ายละอองเรณูแบบผสมตัวเองให้ค่าการติดผลเฉลี่ย 2.8 เปอร์เซ็นต์ Garcia-Papi และ Garcia-Martinez (1984) รายงานว่า ส้มแมนดารินพันธุ์ Fino ที่ได้รับการถ่ายละอองเรณูแบบผสมข้ามกับส้มแมนดารินพันธุ์ Sanquino ติดผล 39 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่การถ่ายละอองเรณูแบบผสมตัวเองติดผล 8 เปอร์เซ็นต์ Lupo และคณะ (1991) พบว่า ส้มแมนดารินพันธุ์ Murcott ที่ได้รับการถ่ายละอองเรณูแบบเปิดตามธรรมชาติติดผลสูงกว่าการถ่ายละอองเรณูแบบผสมตัวเอง สำหรับการศึกษาการถ่ายละอองเรณูในส้มโอพันธุ์หอมหาดใหญ่โดยไมตรี แก้วทับทิม (2538) รายงานว่า ส้มโอพันธุ์หอมหาดใหญ่ที่ได้รับการถ่ายละอองเรณูแบบผสมข้ามก่อให้เกิดการติดผลได้ดีกว่าการผสมตัวเอง นอกจากนี้รายงานการศึกษาการถ่ายละอองเรณูต่อการติดผลในไม้ผลอื่นๆ เช่น ทรงพล สมศรี (2530) รายงานว่า ทุเรียนพันธุ์ชะนีที่ได้รับการถ่ายละอองเรณูแบบผสมข้ามกับพันธุ์ก้านยาวติดผล 27 เปอร์เซ็นต์สูงกว่าการถ่ายละอองเรณูแบบผสมตัวเองที่ติดผลเพียง 0.51 เปอร์เซ็นต์ Honsho และคณะ (2004) รายงานว่า ผลทุเรียนหมอนทองที่เกิดจากการผสมเกสรแบบปล่อยตามธรรมชาติมีการร่วงอย่างรวดเร็วจนถึงค่าศูนย์หรือใกล้ศูนย์เมื่อเปรียบเทียบกับการติดผลในกลุ่มที่มีการช่วยผสมเกสรโดยใช้ละอองเรณูจากพันธุ์หมอนทองและพันธุ์อื่นซึ่งมีการ

ติดผลที่สูง นอกจากนี้ อาจเกี่ยวข้องกับอุณหภูมิขณะทำการผสมเกสร ในเวลากลางวันซึ่งมีอากาศร้อนจัดแตกต่างจากเวลาผสมเกสรตามปกติในตอนกลางคืนที่มีอากาศเย็น เนื่องจากอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์มีผลต่อการผสมเกสรและช่วงเวลาที่มีประสิทธิภาพในการผสมเกสร (Honsho *et al*., 2004 ; Sanzol and Herrero, 2001) ซึ่งในการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการเจริญของหลอดละอองเรณูมาถึงออวุลที่บริเวณ micropyle ภายในเวลา 72 ชั่วโมง ดังนั้น สาเหตุที่ไม่เกิดการติดผลของการผสมเกสรในเวลากลางวันไม่น่าจะเกี่ยวข้องกับความพร้อมรับการผสมเกสรของยอดเกสรเพศเมียและการเจริญของหลอดละอองเรณูภายในเกสรเพศเมีย แต่สันนิษฐานว่า อาจเกิดจากการยับยั้ง การผสมกันของสเปิร์มและไข่ (self-incompatibility) ดังนั้น อุณหภูมิและความชื้นมีผลต่อการผสมด้วย (Lora *et al*., 2011)

แมลงมีบทบาทสำคัญต่อกระบวนการถ่ายละอองเรณูของพืชที่จะนำไปสู่การติดผล ทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์และกระบวนการปรับตัวร่วมกันระหว่างพืชและสัตว์ ทั้งนี้ขึ้นกับสภาพแวดล้อมต่างๆ เช่น ความชื้น อุณหภูมิ แสง ช่วงวัน และความเร็วลม เป็นต้น (Corbet, 1978) Free (1976) รายงานว่า แมลงมักเข้ามาเยี่ยมดอกตรงตำแหน่งอับละอองเรณูและต่อมน้ำหวาน มีพฤติกรรมบินไปมาระหว่างต้นทำให้เกิดการผสมข้าม โดยแมลงจะเข้ามาเยือนดอกในช่วงเวลา 09:00-15:00 นาฬิกา โดยใช้เวลาในการเข้ามาที่ตำแหน่งอับละอองเรณูนาน 5-8 วินาทีต่อดอก และจะเข้ามาที่ตำแหน่งต่อมน้ำหวานนาน 15-20 วินาทีต่อดอก ไมตรี แก้วทับทิม (2538) รายงานว่า แมลงที่ช่วยในการถ่ายละอองเรณูให้กับดอกส้มโอพันธุ์หอมหาดใหญ่มี 4 ชนิด ได้แก่ ชันโรง (*Trigona* sp.) มดดำ (*Camponotus* sp.) แมลงวันผลไม้ (*Bactrocer dorsolis* Hendel) และด้วงงวง (*Sitophilus* sp.) นอกจากนี้ ยังพบเพลี้ยไฟ (*Scirtothrips dorsalis* Hood) จำนวนมากอยู่ภายในดอกแต่ไม่ได้ช่วยในการถ่ายละอองเรณู แมลงที่ช่วยในการถ่ายละอองเรณูสูงสุดคือ ชันโรง รองลงมาคือ แมลงวันผลไม้ วิสุทธ์ ใบไม้ และคณะ (2538) รายงานว่า พืชอาหารของแมลงวันผลไม้มี 159 ชนิด 39 วงศ์ ในจำนวนนี้เป็นพืชวงศ์ส้ม ได้แก่ มะตูม (*Aegle marmelos* Corr.) มะนาว (*Citrus aurantifolia* Swing.) ส้มโอ (*Citrus grandis* L. Osbeck) ส้มมะงั่ว (*Citrus medica* L.) ส้มเขียวหวาน (*Citrus reticulata* Blanco) มะกรูด (*Citrus hystrix* DC.) ส้มเกลี้ยง (*Citrus sinensis* Osb.) และส้มจี๊ด (*Citrus japonica* Thunb) นอกจากนี้ยังพบว่า พืชวงศ์ส้มมีแมลงวันผลไม้เข้ามาเยือนดอกด้วย บุญสนอง ช่วยแก้ว (2545) รายงานว่า มีแมลง 19 ชนิด และนก 1 ชนิด ที่มีปฏิสัมพันธ์กับดอกถั่วแปบช้างแต่มีเพียง 12 ชนิดเท่านั้นที่น่าจะเป็นพาหะถ่ายละอองเรณู โดย *Megachile velutina* Smith เป็นพาหะถ่ายละอองเรณูหลัก

แมลงเหล่านี้ถูกดึงดูดโดยน้ำหวานและเก็บละอองเรณู และหรือน้ำหวานจากดอก จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีการโครมาโทกราฟีของเหลวแบบสมรรถนะสูง (HPLC) พบว่า น้ำหวานของดอกมีซูโครสเป็นองค์ประกอบหลักซึ่งเป็นอาหารหลักของชีวพาหะ จากการกันพาหะถ่ายละอองเรณูออกจากดอก พบว่า จะไม่มีการติดฝักและการถ่ายละอองเรณูแบบเปิด ซึ่งแมลงสัมผัสกับดอก ทำให้เกิดการติดฝักได้ ระยะทางระหว่างต้นมีผลต่อการติดฝัก คือถ้าต้นใกล้กันอัตราการติดฝักจะมีเพิ่มมากขึ้น เห็นได้ว่า ถั่วแปบช้างมีแนวโน้มที่จะเป็นพืชผสมข้าม และมีการผสมตัวเองไม่ได้ และสาเหตุของการติดฝักน้อยเกิดจากการไม่ผสมตัวเอง และการฝ่อของฝักอ่อน มาโนชญ์ กูลพฤกษี (2553) รายงานว่า เมื่อดอกสำรองเริ่มบาน ที่ฐานดอกด้านในมีน้ำหวานปริมาณมาก ตั้งแต่เวลาประมาณ 21:30 นาฬิกา ช่วงนี้จึงเป็นช่วงเวลาที่ยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับละอองเรณู อับละอองเรณูเริ่มแตกเวลาประมาณ 24:00 นาฬิกา โดยแตกตามยาวและให้ละอองเรณูสีเหลืองละเอียดที่ปลิวตามลมได้ง่าย ในช่วงเวลาของการบานนี้ดอกสำรองยังปล่อยกลิ่นหอมอ่อนๆ แต่สัมผัสได้ชัดเจนเมื่ออยู่ใกล้บริเวณทรงพุ่ม น้ำหวานและกลิ่นจากดอกจึงเป็นสิ่งดึงดูดแมลงจำพวกมดและผีเสื้อกลางคืนให้เข้าตอมดอก ดังนั้น การถ่ายละอองเรณูของสำรองจึงมีโอกาสเกิดได้ทั้งการถ่ายละอองเรณูในต้นเดียวกันและการถ่ายละอองเรณูแบบข้าม ซึ่งจากการศึกษาของ Kawakita and Kato (2002) กับพืชสกุล *Balanophora* 2 ชนิด คือ *Balanophora kuroiwai* และ *B. tobiracola* ซึ่งมีน้ำหวานดึงดูดแมลง พบว่า มดและผีเสื้อกลางคืนซึ่งเป็นพาหะถ่ายละอองเรณูที่สำคัญเข้าตอมดอกจะสัมผัสละอองเรณูและมีละอองเรณูติดตามลำตัวไปด้วย โดยมดมีบทบาทสำคัญในการถ่ายละอองเรณูในต้นเดียวกัน ส่วนผีเสื้อกลางคืนจะทำให้เกิดการถ่ายละอองเรณูแบบข้ามได้ง่าย ในขณะที่ดอกเริ่มแย้มบาน ยอดเกสรเพศเมียจะมีสีเหลืองอมเขียว แต่สีนี้จะค่อยๆ เปลี่ยนไปเป็นสีน้ำตาลเมื่อดอกบานเต็มที่ และสีเข้มมากขึ้นหลังบานเต็มที่แล้วประมาณ 1-2 ชั่วโมง ดังนั้น ช่วงเวลาประมาณ 24:00-02:00 นาฬิกา จึงเป็นช่วงเวลาของการถ่ายละอองเรณูเพื่อการติดผลตามธรรมชาติ ดอกที่บานแล้วนี้กลีบรวมจะเปลี่ยนจากสีขาวเป็นสีขาวปนเหลืองอ่อนอมเขียวอ่อนในวันรุ่งขึ้น และดอกส่วนใหญ่จะหลุดร่วงภายในช่วงสายถึงบ่ายของวันเดียวกัน ดังนั้น การเข้าตอมดอกในช่วงกลางวันของมด ผึ้ง และชันโรง จึงเป็นเพียงการหาน้ำหวานและละอองเรณูที่ยังมีเหลืออยู่เท่านั้น ไม่ใช่บทบาทสำคัญที่ทำให้ติดผล ส่วนดอกที่พัฒนาไปเป็นผลจะพบรังไข่ยืดขยายตัวชัดเจน มีสีม่วงหลังจากดอกบานแล้วประมาณ 1 สัปดาห์ โดยมีกลีบรวมสีเหลืองอ่อนอมสีเขียวอ่อนติดอยู่ด้วย และในขณะที่ดอกสุดท้ายในช่อบานจะมีผลอ่อนติดอยู่ประมาณ 1.0 เปอร์เซ็นต์ ของจำนวนดอกในช่อ วัฒนชัย ตาเสน และคณะ (2552) รายงานว่า ความหลากชนิดของแมลงตอมดอกกฤษณา (*Aquilaria crassna* Pierre ex Lec.) พบแมลงทั้งสิ้น 86 ชนิด ใน

33 วงศ์ และ 4 อันดับ ดังนี้ อันดับ Lepidoptera พบจำนวน 46 ชนิด 10 วงศ์ ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีจำนวนชนิดมากที่สุดพบทั้งผีเสื้อกลางวัน และผีเสื้อกลางคืน รองลงมาเป็นแมลงในอันดับ Hymenoptera จำนวน 25 ชนิด 10 วงศ์ อันดับ Diptera จำนวน 8 ชนิด 7 วงศ์ และอันดับ Coleoptera จำนวน 7 ชนิด 6 วงศ์ ซึ่งสอดคล้องกับ Soehartono and Newton (2001)

คุณภาพผลผลิตส้มที่ดีเป็นสิ่งที่พึงประสงค์ทั้งในส่วนของผู้ผลิตและผู้บริโภคส้มที่ใช้รับประทานผลสดที่มีคุณภาพใช้บ่งบอกคุณภาพส้มเปลือกล่อน เช่น ความหวาน (ของแข็งที่ละลายได้) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ สัดส่วนของแข็งที่ละลายต่อปริมาณกรด เปอร์เซ็นต์น้ำส้ม สีของเนื้อหรือน้ำส้ม และขนาดผล จากการวัดค่าของแข็งที่ละลายของส้มโชกุนที่มีเนื้อฟ่าม ซึ่งมีรสจืดไม่ได้มีค่าน้อยกว่าส้มที่มีลักษณะผลปกติ ซึ่งมีรสชาติหวานกว่า สำหรับปริมาตรน้ำส้มนั้นโดยมาก ส้มที่มีเปลือกบางและชานนิ่ม จะมีน้ำคั้นมากกว่าส้มที่มีเปลือกหนาและมีกากมาก ได้มีการระบุสมบัติต่างๆ ที่บ่งบอกว่าส้มเปลือกล่อนที่อร่อยควรมีลักษณะดังนี้ ควรมีความหวานประมาณ 12 บริกซ์ กรดที่ไทเทรตได้ร้อยละ 0.6-1.0 สัดส่วนของน้ำตาลต่อกรด 12/1 หรือ 13/1 ปริมาตรน้ำคั้นไม่ต่ำกว่าร้อยละ 50 สีของเนื้อผลควรเป็นสีเหลืองส้ม 22 หรือ 23 ระดับย่อย A หรือ ระดับย่อย B ส่วนขนาดผลนั้นผู้บริโภคนิยมผลขนาดปานกลาง คือ 7-8 ผล/กิโลกรัม (Damrongrak, 2007 ; นันทรัตน์ ศุภกำเนิด, 2547)

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศส่งต่อการผลิตและคุณภาพของผลไม้สดจากผลกระทบทางตรงและอ้อมโดยอุณหภูมิ การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิมีผลต่อการสังเคราะห์แสง ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของน้ำตาล กรดอินทรีย์ ฟลาโวนอยด์ ความแน่นเนื้อ และสารต้านอนุมูลอิสระ การสะสมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศมีผลกระทบโดยตรงต่อการลดลงของน้ำตาล วิตามินซี การเจริญเติบโต และชีวมวลสะสมของพืช (Moretti *et al*., 2010) อุณหภูมิที่สูงขึ้นสามารถเพิ่มความจุของอากาศที่จะดูดซับในรูปไอน้ำที่สูงขึ้น ปริมาณน้ำในดินลดลงจึงทำให้พืชเครียดน้ำในพืชในช่วงฤดูแล้ง การขาดน้ำมักเป็นปัญหาอย่างมากในการผลิตไม้ผล ส่งผลต่อการผลิตพืชที่ลดลง และยังมีแนวโน้มที่จะช่วยเร่งให้ไม้ผลสุกแก่เร็วขึ้น (Henson, 2008) อุณหภูมิสูงอาจทำให้เกิดการเสียหายของเนื้อเยื่อและการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา สัณฐานวิทยา กายวิภาค ชีวเคมี การเจริญเติบโตและการพัฒนาของพืชที่แตกต่างกัน ถ้าหากมีความเข้าใจเนื้อเยื่อวิทยาและการตอบสนองทางสรีรวิทยา ก็จะเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงคุณภาพผลผลิต และ

ทำนายการแสดงออกของพืชและวางแผนวิทยาการการผลิตและการเก็บเกี่ยวได้ (Kays, 1997 ; Felzer *et al*., 2007)

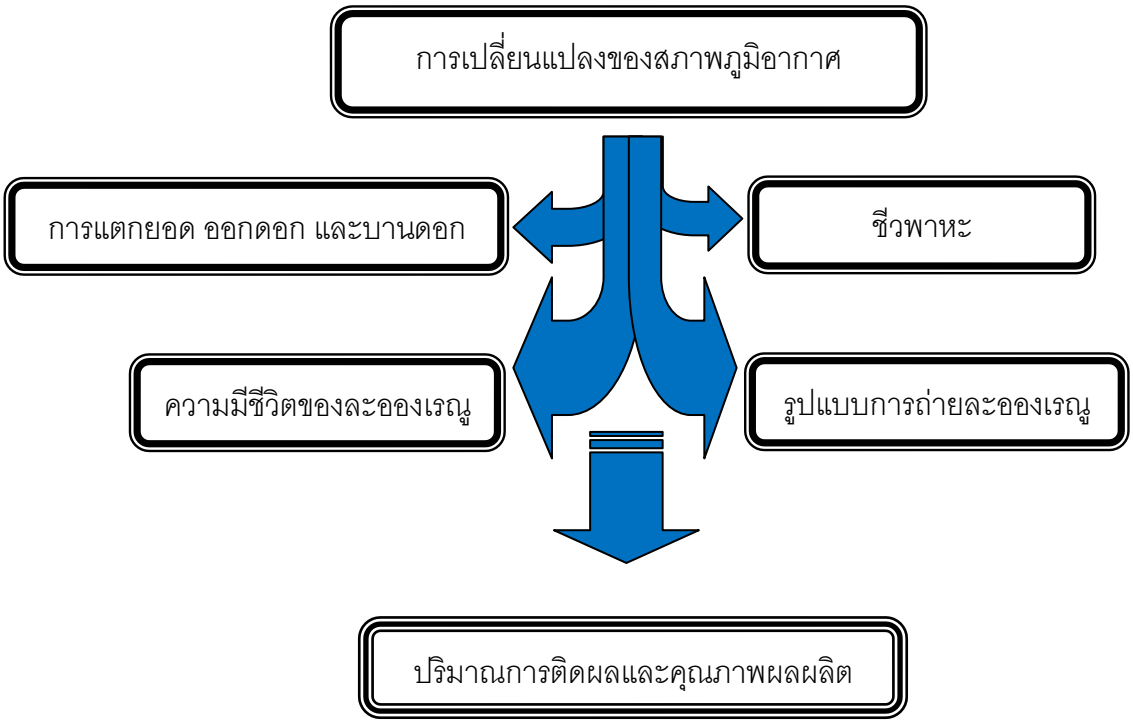
การศึกษาคุณภาพผลส้มและผลไม้อื่นๆ ได้ระบุว่า ความแตกต่างของลักษณะกายภาพ องค์ประกอบเคมีและอื่น ๆ มีความสัมพันธ์อย่างยิ่งกับข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา เช่น อุณหภูมิ ความชื้นอากาศ ปริมาณน้ำฝน ความชื้นดิน ความเร็วลม และแสงแดด เพราะปัจจัยข้างต้นมีผลต่อการควบคุมกระบวนการทางชีวภาพ การเจริญเติบโต การพัฒนาของเนื้อเยื่อและอวัยวะต่างๆ เช่น อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมมีผลต่อแรงเต่งของเนื้อเยื่อเซลล์ และการแบ่งเซลล์ของเนื้อเยื่อเจริญ เป็นต้น (Lenz, 1969 ; Moss, 1976) ดังนั้น ความแปรปรวนของฤดูกาล ฝน ลม แสง และอุณหภูมิมีความสัมพันธ์กับการพัฒนาและคุณภาพผล นอกจากนี้ คุณภาพผลผลิตขึ้นอยู่กับสถานที่ปลูก ระบบชลประทาน และนโยบายทางการเกษตรด้วย (Davies and Albrigo, 1994 ; Spiegel-Roy and Goldschmidt, 1966) การกระจายของน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ และความชื้นของดินมีผลต่อเนื้อเยื่อ แรงเต่งเซลล์และกระบวนการเผาผลาญภายในเนื้อเยื่อและคุณภาพผล (Jordan *et al*., 2005 ; Moretti *et al*., 2010) ในเขตสภาพภูมิอากาศชื้น ผิวเปลือกส้มมักมีลักษณะเกลี้ยง เรียบ และบาง แต่มักประสบปัญหาโรคด้านปรสิตระบาดซึ่งมีผลต่อการสังเคราะห์แสงและส่งผลต่อคุณภาพเมื่อเปรียบเทียบในเขตอบอุ่น แสงก็เป็นปัจจัยที่มีผลโดยตรงต่อคุณภาพของผลไม้ พืชที่ปลูกในที่ร่มมีคุณภาพผลทั้งภายในและภายนอกที่ดีกว่าที่ปลูกกลางแจ้ง เช่น sabal palm ในฟลอริดาและอินทผลัมในแคลิฟอร์เนีย เป็นต้น (Cohen *et al*., 1972) แสงแดดจัดในช่วงกลางวันไม่มีผลต่อขนาดผลส้ม แต่การเจริญเติบโตเกิดขึ้นมากที่สุดในช่วงกลางคืน อย่างไรก็ตาม ในช่วงวันที่มีเมฆมาก การเจริญเติบโตอาจเกิดขึ้นในช่วงที่มืดครึ้ม ดังนั้น สภาพภูมิอากาศร้อนชื้น ผลส้มมีขนาดเล็กกว่าในที่สภาพอากาศแห้งที่มีเปลือกผลหนา สัดส่วนเนื้อผลและปริมาณน้ำส้มน้อย (Reuther and Rios-Castafto, 1969 ; Reuther, 1980) ส้มที่ปลูกใน Palmira ประเทศโคลัมเบีย ภายใต้อุณหภูมิอากาศสูง ผลสามาถเจริญและสุกเร็วกว่าใน Santa ในแคลิฟอร์เนียที่มีอากาศหนาวเย็น ใน Santa Paula ส้มวาเลนเซียมักจะต้องใช้ประมาณ 13-14 เดือน ในช่วงการพัฒนาการผลและการเก็บเกี่ยวในขณะที่ Indio ในแคลิฟอร์เนียและ Orlando ในฟลอริดา ใช้เวลาประมาณ 11 เดือน และในเขต Palmira ประเทศโคลัมเบียที่อยู่ในเขตร้อนใช้เวลา 6.5-7 เดือนเท่านั้น แต่มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้สูง นอกจากนี้ยังพบว่า ที่ Palmira มีปริมาณกรดซิตริกต่ำกว่าใน Santa Paula และฟลอริดาอีกด้วย (Reuther *et al*., 1969)

อุณหภูมิเป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อสีเปลือก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ส้มกลุ่ม oranges และ mandarins เช่น เปลือกของส้มพันธุ์นาเวลและวาเลนเซียที่ปลูกในอุณหภูมิต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียส ในแคลิฟอร์เนียและแอริโซนามีสีส้ม ส่วนในเขตร้อนมีแนวโน้มที่สีเปลือกลดลงจนไม่มีลักษณะข้างต้นเลย (Meredith and Young, 1969) Young and Erickson (1961) กล่าวว่า ส้ม Redblush ที่อุณหภูมิสูงกว่า 21 องศาเซลเซียสในช่วงเวลากลางคืน และอุณหภูมิสูงในช่วงเวลากลางวัน ส้มมีปริมาณน้ำตาลสูง กรดต่ำ เปลือกมีสีเขียวและบาง แต่ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 16 องศาเซลเซียสในช่วงเวลากลางคืน และอุณหภูมิต่ำในช่วงเวลากลางวัน ส้มมีปริมาณน้ำตาลและกรดสูง เปลือกมีสีส้มและหนา แต่ระดับอุณหภูมิที่ต่ำกว่า 13 องศาเซลเซียส ไม่ส่งผลต่อการพัฒนาการของสีเปลือกของส้มกลุ่มเกรปฟรุต (grapefruit) ได้แก่ Marsh, Seedless และ Dunacan (Stearns and Young, 1942) ภายใต้อุณหภูมิต่ำหรือ cold shock ทำให้ผิวเปลือกส้มแมนดาริน (Nules Clementine) มีสีที่ดีเหมือนกับการใช้เอทีลีนในการปรับปรุงสีในเชิงพาณิชย์ ทั้งนี้ เพราะการเพิ่มความเข้มข้นของแคโรทีนอยด์ (Erickson, 1960) นอกจากนี้ การเพิ่มระดับกรดแอบไซซิกในส้ม (*Citrus sinensis* cv. Midknight) ทำให้การพัฒนาของสีที่เกิดขึ้นอย่างชัดเจน (Richardson and Cowan, 1995) สภาพที่มีอุณหภูมิสูงในระหว่างการเจริญเติบโตจะส่งผลต่อความแน่นเนื้อของผลไม้ เช่น อะโวกาโด (*Persea americana* Miller) พันธุ์ Fuerte ที่ปลูกกลางแจ้ง (35 องศาเซลเซียส) มีความแน่นเนื้อมากกว่า 2.5 เท่าที่ปลูกในร่ม (20 องศาเซลเซียส) ทั้งนี้ อาจเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบผนังเซลล์ จำนวนเซลล์และคุณสมบัติแรงเต่งของเซลล์ (Woolf *et al*., 2000) อุณหภูมิที่สูงบนพื้นผิวผลไม้และสัมผัสแสงแดดเป็นเวลานานส่งเสริมการเร่งกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการสุก องุ่นที่ผลสัมผัสแสงแดดโดยตรงสุกเร็วกว่าที่ปลูกภายในหลังคาสีเทา (Kliewer and Lider, 1968) การสุกของอะโวกาโดพันธุ์ Hass ที่ได้รับอุณหภูมิที่สูงในช่วงการเจริญเติบโตและการพัฒนาการของผลที่ 35 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1.5 วันอีกต่อไป ทำให้สุกแก่เร็วกว่าในที่ร่ม (Woolf *et al*., 2000) อุณหภูมิที่สูงในช่วงฤดูเพาะปลูกจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงช่วงการสุกแก่ ทำให้พืชเครียดและมีผลไปยับยั้งการผลิตเอทิลีน ทำให้ผนังเซลล์มะละกอและมะเขือเทศอ่อนและสุกในที่สุด (Woolf and Ferguson, 2000)

Reitz และ Sites (1948) รายงานการวิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ในน้ำส้มที่ผลอยู่ในร่ม มี 10-15 เปอร์เซ็นต์ น้อยกว่าผลที่อยู่กลางแจ้ง จะเห็นได้ว่า ผลส้มที่อยู่ในที่ร่มมีผลต่อการลดระดับความเข้มข้นของแข็งที่ละลายน้ำได้ ผลแอปเปิ้ลในที่กลางแจ้งและมีแสงแดดทำให้มีปริมาณน้ำตาลที่สูงเมื่อเทียบกับที่ปลูกในที่ร่ม (Brooks and Fisher, 1926) องุ่นมีปริมาณ

น้ำตาลที่สูงขึ้นแต่ระดับกรด tartaric ต่ำกว่าเมื่อเติบโตภายใต้อุณหภูมิสูง (Kliewer and Lider, 1968 ; 1970) Coombe (1987) พบว่า การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ทำให้กรด tartaric ลดลง 50 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิมีความสัมพันธ์กับช่วงการเจริญเติบโต การพัฒนาการ และคุณภาพของไม้ผล

Echeverria และ Ismail (1987) รายงานว่า การเก็บรักษาส้ม Hamlin, Marsh, Robinson และ Palestine lime ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ความชื้น 95 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ส้มมีปริมาณน้ำตาลสูงขึ้น แต่ลดปริมาณกรดซิตริกอย่างมีนัยสำคัญใน Hamlin และ Robinson เท่านั้น การเก็บรักษาผลพุทรา (*Ziziphus mauritiana* Lam.) ภายใต้สภาพบรรยากาศควบคุมที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้นสูง มีผลต่ออัตราการหายใจของพุทราซึ่งเพิ่มขึ้นตามปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เพิ่มสูงขึ้น ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่มากกว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศมีผลต่ออัตราการหายใจของผลิตผล โดยอาจไปยับยั้งการทำงานของ succinate dehydrogenase ในวัฏจักรเครบส์ (Krebs cycle) สอดคล้องกับ Mathooko (1996) รายงานว่า การเพิ่มปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศมีผลต่ออัตราการหายใจ นอกจากนี้ น้ำหนักสดลดลงเมื่ออัตราการหายใจเพิ่มสูงขึ้น เพราะการคายน้ำที่เพิ่มขึ้น (Gorny and Kader, 1996) de Wild และคณะ (2003) รายงานว่า การเพิ่มปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศมีผลต่ออัตราการผลิตเอทิลีน ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของพุทราที่เก็บรักษาในสภาพบรรยากาศควบคุมที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 10 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้น้อยกว่าการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศควบคุมที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 2 เปอร์เซ็นต์ มีแนวโน้มในการชะลอการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ดีซึ่งอาจเป็นเพราะการเก็บรักษาในบรรยากาศดังกล่าวมีอัตราการหายใจน้อย ทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ไม่ถูกนำไปใช้ในกระบวนการหายใจจึงมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูง การเก็บรักษาพุทราในสภาพบรรยากาศควบคุมที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้นสูงตั้งแต่ 5 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป ทำให้เกิดอาการผิดปกติบริเวณผิวเปลือกของพุทราและรอยบุ๋มสีน้ำตาล (ธนิตชยา พุทธมี และศิริชัย กัลยาณรัตน์, 2554) ผลกระทบจากฤดูกาลที่เปลี่ยนแปลงความแตกต่างของสถานที่ปลูกและสภาพแวดล้อมมีผลต่อคุณภาพของส้มและไม้ผลอื่นๆ เช่น ความแตกต่างของขนาดผล สีเปลือก เนื้อผล สี ความหนาเปลือก รูปทรง และปริมาณกรด เป็นต้น (Harding and Lewis, 1941)



ภาพที่ 2 แนวโน้มผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศที่มีต่อการแตกยอด ชีววิทยาดอก ชีวพาหะ การถ่ายละอองเรณู การติดผล และคุณภาพผลผลิต

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาผลของการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศต่อการแตกยอด ชีววิทยาดอก ชีวพาหะ การถ่ายละอองเรณู การติดผล และคุณภาพผลของส้มโชกุนในแปลงปลูกเขตอำเภอยะหา จังหวัดยะลา และอำเภอยะรัง จังหวัดปัตตานี

บทที่ 2

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

วัสดุ/อุปกรณ์การทำวิจัย

1. ต้นส้มโชกุนอายุ 8 ปี
    1.1 แปลงปลูกเขตอำเภอยะหา จังหวัดยะลา จำนวน 20 ต้น
    1.2 แปลงปลูกเขตอำเภอยะรัง จังหวัดปัตตานี จำนวน 20 ต้น
2. อุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างดอก
    2.1 กรรไกรขนาดเล็ก
    2.2 หลอดแก้วขนาดเล็ก
3. สารเคมีและอุปกรณ์สำหรับการศึกษาลักษณะดอก
    3.1 น้ำยาเอฟ เอ เอ สูตร 2 (ประกอบด้วยฟอร์มาลิน กรดอะซีติคและแอลกอฮอล์)
    3.2 ขวดแก้วขนาดเล็กสำหรับเก็บดอก
    3.3 ปากคีบ บีกเกอร์และเข็มเขี่ย
    3.4 แผ่นสไลด์และกระจกปิดสไลด์
    3.5 กล่องเก็บสไลด์
    3.6 cubic quadrat ขนาด 0.5 × 0.5 × 0.5 เมตร จำนวน 80 อัน
4. สารเคมีและอุปกรณ์ศึกษาสัณฐานวิทยา กายวิภาคและเนื้อเยื่อวิทยาของเกสรตัวเมีย
    4.1 ถ้วยสำหรับฝังชิ้นส่วนดอก
    4.2 ตู้หลอมพาราฟิน
    4.3 เครื่องฝังพาราฟิน
    4.4 เครื่องตัดเนื้อเยื่อชนิดล้อหมุน
    4.5 เครื่องอุ่นแผ่นสไลด์
    4.6 ขวดแก้วสำหรับย้อมสี
    4.7 พาราฟิน
    4.8 ฟอร์มาลิน

4.9 ไซลีน

4.10 สีซาฟรานิน

4.11 สีฟาสท์กรีน

4.12 โคลฟ

4.13 เพอร์เมาท์

4.14 กลีเซอรอล

5. สารเคมีและอุปกรณ์สำหรับการศึกษาความมีชีวิตของละอองเรณู

5.1 ผงอะซีโตคาร์มีน

5.2 กรดอะซีติค

5.3 น้ำตาลซูโครส

5.4 จานแก้ว เข็มเขี่ย ปากคีบและหลอดหยด

6. อุปกรณ์สำหรับการวัดและบันทึกข้อมูลอากาศ

6.1 เครื่องวัดและบันทึกอุณหภูมิความชื้น รุ่น DT-172

6.2 เครื่องวัดแสง-บันทึกแสง Lux Datalogging Meter 400,000Lux รุ่น DT-8809A

6.3 เครื่องวัดแสง-บันทึกแสง Lux Datalogging Meter 400,000Lux รุ่น DT-1309

6.4 คอมพิวเตอร์พกพา

7. สารเคมีและอุปกรณ์สำหรับการศึกษาชีวพาหะ

7.1 เอทิลอะซิเตต

7.2 ขวดแก้วขนาดเล็กและใหญ่สำหรับใส่แมลง

7.3 สวิงจับแมลง

7.4 เข็มเข็ตแมลง

7.5 ตู้อบแมลง

7.6 เอกสารทางอนุกรมวิธานทางแมลงเพื่อตรวจสอบเอกลักษณ์ของแมลงพาหะ

8. อุปกรณ์บันทึกข้อมูลและถ่ายภาพ

8.1 Ocular และ Stage micrometer

8.2 กล้องถ่ายรูปดิจิตอล

8.3 ฟิล์มสี ความไวแสง 100 และ 400 เท่า

8.4 กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง

8.5 กล้องจุลทรรศน์อิเล็คตรอนแบบส่องกราดพร้อมอุปกรณ์บันทึกภาพ

8.6 กล้องจุลทรรศน์ฟลูออเรสเซนซ์พร้อมอุปกรณ์บันทึกภาพ

9. อุปกรณ์สำหรับการถ่ายละอองเรณู

9.1 กรรไกร

9.2 ปากคีบ

9.3 พู่กัน

9.4 ถุงครอบ

9.5 บันได

9.6 จานเพาะเชื้อ

9.7 ชุดจดบันทึกข้อมูลในการศึกษา

10. สารเคมีและอุปกรณ์สำหรับการศึกษาคุณภาพผล

10.1 สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

10.2 น้ำกลั่น

10.3 บีกเกอร์

10.4 ปิเปต

10.5 บิวเรต

10.6 ถ้วยตวง

10.7 ขวดรูปชมพู่

10.8 ขาตั้งพร้อมที่จับ

10.9 นาฬิกา

10.10 เครื่องวัดความหวาน (hand refractometer)

10.11 เวอร์เนียร์ดิจิตอล

10.12 เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง

10.13 เครื่องคิดเลข

วิธีการศึกษา

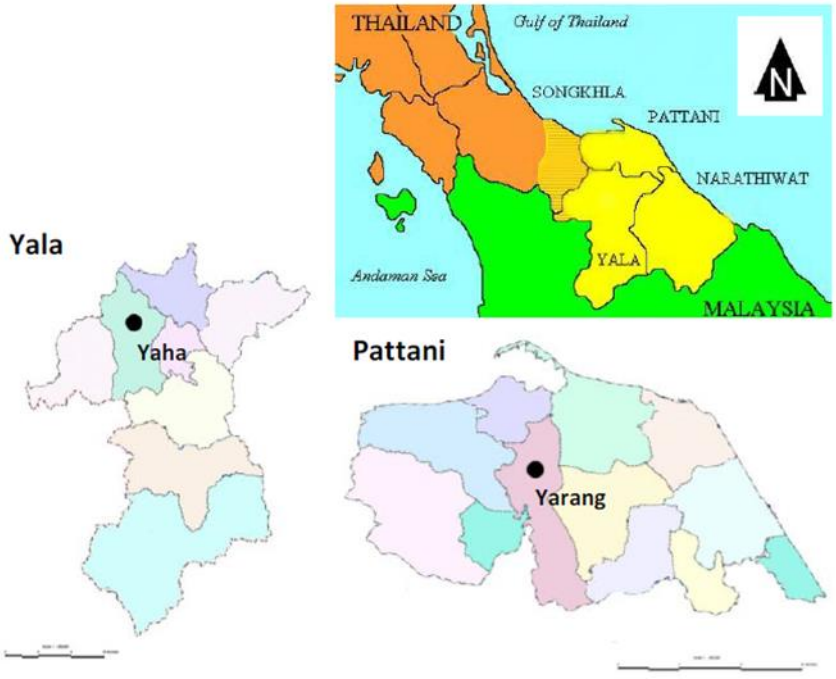
1. การเตรียมพื้นที่ศึกษาและวางแผนการทดลอง

1.1 สถานที่

ผลของการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศต่อการแตกยอด ชีววิทยาดอก ชีวพาหะ การถ่ายละอองเรณู การติดผล และคุณภาพผลของส้มโชกุน ทำการทดลองในแปลงปลูกส้มโชกุนของเกษตรกรจำนวน 2 พื้นที่ ได้แก่

1.1.1 เขตอำเภอยะหา จังหวัดยะลา

1.1.2 เขตอำเภอยะรัง จังหวัดปัตตานี



ภาพที่ 3 แผนที่ตั้งของแปลงปลูกส้มโชกุนในเขตอำเภอยะหา จังหวัดยะลา และอำเภอยะรัง จังหวัดปัตตานี

1.2 การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely randomized design : CRD) ใช้ต้นส้มโชกุนอายุ 8 ปี ระยะปลูก 6 × 4 เมตร จำนวน 20 ต้นต่อพื้นที่ และบำรุงรักษาตามคำแนะนำของกรมส่งเสริมการเกษตร

2. การทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้อง

ทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้องด้านปริมาณผลผลิตส้มโชกุนและสภาพอากาศของพื้นที่ในอดีต โดยรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานต่างๆ เช่น กรมส่งเสริมการเกษตรยะลา กรมวิชาการเกษตรยะลา สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร และกรมอุตุนิยมวิทยา เป็นต้น และปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกดอกและการติดผลของพืชตระกูลส้มและไม้ผล ได้แก่ แสงแดด อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ชีวพาหะและการถ่ายละอองเรณู

3. การเก็บข้อมูลสภาพอากาศ

3.1 ข้อมูลสภาพอากาศ

3.1.1 ปริมาณน้ำฝน

เก็บและบันทึกข้อมูลปริมาณน้ำฝนด้วยกระบอกวัดน้ำฝน (Rain gauge) กำหนดช่วงระยะเวลาในการบันทึกตลอดระยะการศึกษา 24 เดือนต่อเนื่องกันโดยวางในตำแหน่งระยะห่าง 6 เมตร และห่างจากแถวระหว่างต้น 0.1 เมตร ทำการวัด 6 จุด ต่อพื้นที่

3.1.2 การระเหยน้ำ

บันทึกและเก็บข้อมูลการระเหยน้ำจากหน่วยงานกรมอุตุนิยมวิทยาจังหวัดปัตตานีและยะลา ตลอดระยะการศึกษา 24 เดือนต่อเนื่องกัน

3.1.3 **อุณหภูมิ**

เก็บและบันทึกข้อมูลอุณหภูมิด้วยเครื่องวัดและบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นอากาศ (Mini datalogger) รุ่น DT-172 กำหนดช่วงระยะเวลาในการบันทึกตลอดระยะการศึกษา 24 เดือนต่อเนื่องกันโดยวางในตำแหน่งความสูง 1.5 เมตร เหนือพื้นดินซึ่งเป็นตำแหน่งความสูงที่ออกดอกมากที่สุด และห่างจากแถวระหว่างต้น 0.1 เมตร ทำการวัด 6 จุด ต่อพื้นที่

3.1.4 **ความชื้นดิน**

การประเมินความชื้นดินในช่วงทดลอง สุ่มเก็บตัวอย่างดินในระดับความลึก 30 เซนติเมตร มาใส่ในถุงพลาสติก จำนวน 5 ซ้ำต่อจุด 50 จุดในแต่ละพื้นที่ มาชั่งน้ำหนัก จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 106 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำมาชั่งน้ำหนักแห้ง นำค่าที่ได้ไปหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นดินจากสมการ

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้นดิน} = \frac{\text{น้ำหนักดินเปียก} - \text{น้ำหนักดินแห้ง}}{\text{น้ำหนักดินแห้ง}} \times 100$$

3.1.5 **ความชื้นอากาศ**

เก็บและบันทึกข้อมูลความชื้นอากาศด้วยเครื่องวัดและบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นอากาศ (Mini datalogger) รุ่น DT-172 กำหนดช่วงระยะเวลาในการบันทึกตลอดระยะการศึกษา 24 เดือนต่อเนื่องกันโดยวางในตำแหน่งความสูง 1.5 เมตร เหนือพื้นดินซึ่งเป็นตำแหน่งความสูงที่ออกดอกมากที่สุด และห่างจากแถวระหว่างต้น 0.1 เมตร ทำการวัด 6 จุด ต่อพื้นที่ (ดัดแปลงตามระเบียบวิธีของ Mikkelsen และคณะ, 2008)

3.1.6 **ความเข้มแสง**

เก็บและบันทึกข้อมูลด้วยเครื่องวัดความเข้มแสง รุ่น DT-8809A และ DT-1309 กำหนดช่วงระยะเวลาในการบันทึกตลอดระยะการศึกษา 24 โดยวางในตำแหน่งความสูง 1.5 เมตร เหนือพื้นดินซึ่งเป็นตำแหน่งความสูงที่ออกดอกมากที่สุด และห่างจากแถวระหว่างต้น 0.1 เมตร ทำการวัด 6 จุด ต่อพื้นที่

3.1.7 **อุณหภูมิสะสม**

คำนวณอุณหภูมิสะสม จากค่าอุณหภูมิเฉลี่ยรายวันสะสมที่เก็บจากเครื่องบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นอากาศจากข้อ 3.1.3 ตลอดระยะการศึกษา 24 เดือนต่อเนื่องกัน

4. **การศึกษาการแตกยอด**

ตรวจนับจำนวนยอดที่แตกขึ้นใหม่ภายใน cubic quadrat ขนาด 0.5 × 0.5 × 0.5 เมตร (ภาพที่ 4) ที่ติดตั้งจำนวน 4 อันต่อต้น รวม 80 อัน ในตำแหน่งความสูง 1.5 เมตร ตลอดระยะการศึกษา 24 เดือนต่อเนื่องกัน และคำนวณเปอร์เซ็นต์การแตกยอดใหม่ จากสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์การแตกยอด} = \frac{\text{จำนวนยอดแตกใหม่}}{\text{จำนวนยอดเดิมทั้งหมด}} \times 100$$

5. **การศึกษาลักษณะทางชีววิทยาดอก**

5.1 **การออกดอก**

บันทึกช่วงเดือนของการออกดอกตามฤดูกาลและตำแหน่งของการออกดอกบนกิ่งทั้ง 2 พื้นที่ ภายใน cubic quadrat ขนาด 0.5 × 0.5 × 0.5 เมตร ที่ติดตั้งจำนวน 4 อันต่อต้น รวม 80 อัน ในตำแหน่งความสูง 1.5 เมตร ตลอดระยะการศึกษา 24 เดือนต่อเนื่องกัน

5.2 **ลักษณะดอก**

สุ่มดอกในระยะดอกบานเต็มที่ต้นละ 20 ดอก ทั้ง 2 พื้นที่ๆ ละ 20 ต้น รวมทั้งสิ้น 800 ดอก มาแช่ในขวดรักษาสภาพที่มีน้ำ ยาคงสภาพ เอฟ เอ เอ สูตร 2 บรรจุอยู่ เป็นเวลา 7 วัน แล้วจึงใช้ปากคีบนำดอกที่อยู่ในขวดดังกล่าว มาศึกษา ขนาด สี และจำนวนของกลีบเลี้ยง กลีบดอก เกสรเพศผู้และเกสรเพศเมีย

ภาพที่ 4 ลักษณะการวาง cubic quadrat ของต้นส้มโชกุน

5.3 การศึกษาการบานของดอกและจำนวนดอก

บันทึกช่วงเวลาการบานของดอกตั้งแต่ดอกแรกจนถึงดอกสุดท้ายที่บานภายใน cubic quadrat ขนาด 0.5 × 0.5 × 0.5 เมตร ที่ติดตั้งจำนวน 4 อันต่อต้น รวม 80 อัน ในตำแหน่งความสูง 1.5 เมตร ตลอดระยะการศึกษา 24 เดือน และช่วงเวลาที่ดอกบานสูงสุดภายในรอบวัน โดยนับจำนวนดอกที่บานทุกๆ ชั่วโมงตั้งแต่เวลา 6:00-17:00 นาฬิกา ของแต่ละวันที่ดอกบานสูงสุด 3 วันติดต่อกัน โดยใช้กรรไกรขลิบกลีบดอกเพื่อเป็นเครื่องหมายดอกที่นับเสร็จแล้ว

5.4 ความมีชีวิตของละอองเรณู

เก็บดอกระยะก่อนดอกบาน 1 ชั่วโมงภายใน cubic quadrat ขนาด 0.5 × 0.5 × 0.5 เมตร ที่ติดตั้งจำนวน 4 อันต่อต้น รวม 80 อัน ในตำแหน่งความสูง 1.5 เมตร cubic quadrat ละ 5 ดอก จำนวน 4 อันต่อต้น รวม 400 ดอกต่อพื้นที่ คัดเฉพาะส่วนของอับละอองเรณูของดอกๆ ละ 5 อับ รวม 2,000 อับ เก็บไว้ในจานเพาะเชื้อซึ่งวางไว้ในอุณหภูมิห้อง สุ่มอับละอองเรณูมาขยี้ลงบนแผ่นสไลด์หลุมโดยทำ 5 ซ้ำต่อช่วงเวลา จากนั้นหยดด้วยสีอะซีโตคาร์มีน เข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ แล้วทิ้งไว้ประมาณ 5-10 นาที ตามกำหนดเวลา 0, 3, 6, 9, 24 และ 48 ชั่วโมง นำละอองเรณูที่ย้อมสีอะซีโตคาร์มีนไปส่องภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง แล้วสุ่มนับจำนวนละอองเรณูที่ติดสีและไม่ติดสีโดยนับ 5 จุดต่อ 1 สไลด์ บันทึกภาพละอองเรณูที่ติดสีและไม่ติดสี นำค่าที่นับได้มาคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิต จากสูตร

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

5.5 ความมีชีวิตของละอองเรณูที่ระดับอุณหภูมิต่างๆ กัน

เก็บดอกระยะก่อนดอกบาน 1 ชั่วโมงภายใน cubic quadrat ขนาด 0.5 × 0.5 × 0.5 เมตร ที่ติดตั้งจำนวน 4 อันต่อต้น รวม 80 อัน ในตำแหน่งความสูง 1.5 เมตร cubic quadrat ละ 5 ดอก จำนวน 4 อันต่อต้น รวม 400 ดอกต่อพื้นที่คัดเฉพาะส่วนของอับละอองเรณูของดอกๆ ละ 5 อับ รวม 2,000 อับ เก็บไว้ในจานเพาะเชื้อซึ่งวางไว้ในอุณหภูมิ -4, 0, 10, 20, 30 และ 40 องศาเซลเซียส สุ่มอับละอองเรณูมาขยี้ลงบนแผ่นสไลด์หลุมโดยทำ 5 ซ้ำต่อช่วงเวลา จากนั้นหยดด้วยสีอะซีโตคาร์มีนเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ แล้วทิ้งไว้ประมาณ 5-10 นาที ตามกำหนดเวลา 0, 3, 6, 9, 24 และ 48 ชั่วโมง นำละอองเรณูที่ย้อมสีอะซีโตคาร์มีนไปส่องภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง แล้วสุ่มนับจำนวนละอองเรณูที่ติดสีและไม่ติดสีโดยนับ 5 จุดต่อ 1 สไลด์ บันทึกภาพละอองเรณูที่ติดสีและไม่ติดสี นำค่าที่นับได้มาคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิต จากสูตร

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

5.6 การงอกของหลอดละอองเรณู

ติดป้ายที่ดอกก่อนเริ่มบานภายใน cubic quadrat ขนาด 0.5 × 0.5 × 0.5 เมตร โดยกระทำ ณ เวลาต่างๆ 3 ซ้ำๆ ละ 5 ดอก รวม 15 ดอก คลี่กลีบดอกแล้วทำการตอนเกสรเพศผู้ โดยใช้กรรไกรขนาดเล็กตัดอับละอองเรณูที่ยังไม่ปลดปล่อยละอองเรณูออก แล้วจึงคลุมดอกด้วยถุงกระดาษและเมื่อถึงเวลาดอกบานเต็มที่ ให้ทำการถ่ายละอองเรณูแบบผสมข้ามโดยใช้พู่กันที่มีละอองเรณูส้มโชกุนจากดอกที่บานใหม่ๆ ต่างต้นกันมาป้ายบริเวณปลายยอดเกสรเพศเมียเบาๆ ที่เวลา 0, 3, 6, 9, 24 และ 48 ชั่วโมงหลังการถ่ายละอองเรณูให้เก็บดอกมาแล้วปลิดกลีบดอกทิ้งแล้วแช่เฉพาะเกสรเพศเมียไว้ในน้ำยาคงสภาพคานอยส์ จากนั้นเปลี่ยนมาแช่ในเอธิลแอลกอฮอล์ 70, 30 เปอร์เซ็นต์ และน้ำกลั่น ตามลำดับ ทุกขั้นตอนใช้เวลา 30 นาที จากนั้นแช่ตัวอย่างในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.8 นอร์มัล ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 60 นาที แล้วจึงย้อมด้วยสีอะนิลีนบลูเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ที่ละลายในไตรโพแทสเซียมฟอสเฟตเข้มข้น 0.1 นอร์มัล นาน 10 นาที แล้วตัดแยกส่วนเกสรเพศเมียออกเป็น 3 ส่วนเท่าๆ กันและตัดแยกรังไข่ออกจากเกสรเพศเมีย นำแต่ละส่วนวางบนแผ่นสไลด์หยดด้วยกลีเซอรีนเข้มข้น 80

เปอร์เซ็นต์ ปิดทับด้วยกระจกปิดสไลด์พร้อมกดเบาๆ แล้วนำไปตรวจผลภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบปล่อยแสงฟลูออเรสเซนซ์ จากนั้นทำการนับจำนวนละอองเรณูบริเวณปลายยอดเกสรเพศเมีย หลอดละอองเรณูในเกสรเพศเมียส่วนบน ส่วนกลาง ส่วนล่างและหลอดละอองเรณูที่งอกเข้าไปที่ออวุลในรังไข่ โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT)

5.7 **ความพร้อมรับละอองเรณูของเกสรเพศเมีย**

ติดป้ายที่ดอกก่อนเริ่มบานภายใน cubic quadrat ขนาด 0.5 × 0.5 × 0.5 เมตร โดยกระทำ ณ เวลาต่างๆ 3 ซ้ำๆ ละ 5 ดอก รวม 15 ดอก คลี่กลีบดอกแล้วทำการตอนเกสรเพศผู้ โดยใช้กรรไกรขนาดเล็กตัดอับละอองเรณูที่ยังไม่ปลด ปล่อยละอองเรณูออก แล้วจึงคลุมดอกด้วยถุงกระดาษและเมื่อถึงเวลาดอกบานเต็มที่ไปแล้ว 0 ชั่วโมง ให้ทำการถ่ายละอองเรณูแบบผสมข้ามโดยใช้พู่กันที่มีละอองเรณูส้มโชกุนจากดอกที่บานใหม่ๆ ต่างต้นกันมาป้ายบริเวณปลายยอดเกสรเพศเมียเบาๆ ที่เวลา 3, 6, 9, 24 และ 48 ชั่วโมงหลังจากดอกบาน (ทำเช่น เดียวกับที่ 0 ชั่วโมง) เมื่อครบ 48 ชั่วโมง หลังการถ่ายละอองเรณูให้เก็บดอกมาแล้วปลิดกลีบดอกทิ้งแล้วแช่เฉพาะเกสรเพศเมียไว้ในน้ำยาคงสภาพคานอยส์ จากนั้นเปลี่ยนมาแช่ในเอธิลแอลกอฮอล์ 70, 30 เปอร์เซ็นต์ และน้ำกลั่น ตามลำดับ ทุกขั้นตอนใช้เวลา 30 นาที และแช่ตัวอย่างในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.8 นอร์มัล ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสนาน 60 นาที แล้วจึงย้อมด้วยสีอะนิลีนบลูเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ที่ละลายในไตรโพแทสเซียมฟอสเฟตเข้มข้น 0.1 นอร์มัล นาน 10 นาที แล้วตัดแยกส่วนเกสรเพศเมียออกเป็น 3 ส่วนเท่าๆ กันและตัดแยกรังไข่ออกจากเกสรเพศเมีย นำแต่ละส่วนวางบนสไลด์หยดด้วยกลีเซอรีนเข้มข้น 80 เปอร์เซ็นต์ ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์พร้อมกดเบาๆ แล้วนำไปตรวจผลภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบปล่อยแสงฟลูออเรสเซนซ์ จากนั้นทำการนับจำนวนละอองเรณูบริเวณปลายยอดเกสรเพศเมีย หลอดละอองเรณูในเกสรเพศเมียส่วนบน ส่วนกลาง ส่วนล่างและหลอดละอองเรณูที่งอกเข้าไปที่ออวุลในรังไข่ โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT

5.8 กายวิภาค เนื้อเยื่อวิทยา และลักษณะปลายยอดเกสรเพศเมีย

สุ่มดอกที่บานเต็มภายใน cubic quadrat มาแยกเกสรเพศเมียออกมาเป็นตัวอย่าง นำตัวอย่าง เกสรเพศเมียมาผ่านกระบวนการดึงน้ำ โดยใช้เอธิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 75, 95 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เทพาราฟินที่หลอมให้ท่วมปลายยอดเกสรเพศเมีย แล้วจึงนำตัวอย่างเข้าตู้หลอมพาราฟินอุณหภูมิ 50-60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วจึงเปลี่ยนพาราฟินใหม่อีก 2 ครั้ง ทุกๆ 2 ชั่วโมง นำตัวอย่างวางลงในเบ้าหลอม พร้อมเทพาราฟินลงไป แล้วจัดตำแหน่งตัว อย่างตามยาวจากนั้นเอาบล็อกพลาสติกไปยึดกับพาราฟินในเบ้าหลอม ปล่อยให้เย็นแล้วแกะชิ้นตัวอย่างออกจากกัน นำตัวอย่างไปตัดด้วยเครื่องตัดเนื้อเยื่อชนิดล้อหมุนให้มีขนาดความหนา 6 ไมครอน นำริบบอนของตัวอย่างวางบนแผ่นสไลด์จนเนื้อเยื่อติดกับแผ่นสไลด์ดีแล้วนำแผ่นสไลด์ ที่มีตัวอย่างมาผ่านกระบวนการละลายพาราฟินออก ย้อมสีด้วยสีฟาร์ทกรีน ศึกษาลักษณะเนื้อเยื่อเกสรเพศเมีย พร้อมบันทึกภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง และศึกษาลักษณะปลายยอดเกสรเพศเมียโดยนำเกสรเพศเมียจากดอกบานเต็มที่ มาแช่ในน้ำยาคงสภาพ เอฟ เอ เอ สูตร 2 นำเกสรเพศเมียติดบนแป้นทองเหลือง แล้วนำไปเก็บไว้ในโถดูดความชื้น นำแป้นทองเหลืองที่มีเกสรเพศเมียที่แห้งไปฉาบผิวด้วยทองคำ บันทึกภาพเกสรเพศเมียภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็คตรอนแบบส่องกราด

6. การศึกษาชนิดและพฤติกรรมของชีวพาหะ

บันทึกช่วงและระยะเวลา ชนิด และพฤติกรรมของแมลงที่เข้ามาเยือนดอกส้มโชกุนที่กำลังบานภายใน cubic quadrat ขนาด 0.5 × 0.5 × 0.5 เมตร ที่ติดตั้งจำนวน 4 อันต่อต้น รวม 80 อัน ในตำแหน่งความสูง 1.5 เมตร ในช่วงที่ดอกบานสูงสุด 3 วันติดต่อกัน โดยเก็บข้อมูล 10 นาทีแรกของทุกๆ ชั่วโมงตั้งแต่เวลา 6:00-18:00 นาฬิกา ใช้สวิงจับแมลงที่เข้ามาเยือนดอกส้มโชกุนและทำให้แมลงสลบ จำแนกแมลงโดยแยกเป็นหมวดหมู่ว่าพบแมลงในกลุ่มใดบ้าง

7. การศึกษาการถ่ายละอองเรณูและการติดผล

สุ่มและติดป้ายดอกระยะก่อนดอกบาน 1 ชั่วโมง ภายใน cubic quadrat ขนาด 0.5 × 0.5 × 0.5 เมตร ที่ติดตั้งจำนวน 4 อันต่อต้น รวม 80 อัน ในตำแหน่งความสูง 1.5 เมตร จำนวน 5 ดอก/cubic quadrat รวม 800 ดอก มี 3 ทรีตเมนต์ ได้แก่ 1) การถ่ายละอองเรณูแบบ

ผสมข้ามด้วยมือ 2) การถ่ายละอองเรณูแบบเปิดตามธรรมชาติ และ 3) ไม่มีการถ่ายละอองเรณู วิธีการถ่ายละอองเรณูแบบผสมข้ามด้วยมือกระทำโดย คลี่กลีบดอกแล้วดึงเกสรเพศผู้ออกให้หมด จึงคลุมดอกด้วยถุงกระดาษ รอจนดอกบานเต็มที่ เมื่อดอกบานเต็มที่แล้ว ทำการถ่ายละอองเรณูโดยใช้พู่กันที่มีละอองเรณูจากดอกบานใหม่ๆ จากต่างต้นป้ายบริเวณปลายยอดเกสรเพศเมียเบาๆ คลุมดอกด้วยถุงกระดาษเป็นเวลา 48 ชั่วโมง จึงเอาถุงกระดาษออก ส่วนการถ่ายละอองเรณูแบบเปิดตามธรรมชาติ ปล่อยให้มีการถ่ายละอองเรณูตามธรรมชาติ และไม่มีการถ่ายละอองเรณู คลี่กลีบดอกแล้วดึงเกสรเพศผู้ออกให้หมดแล้วคลุมดอกเป็นเวลา 48 ชั่วโมง จึงเอาถุงกระดาษออก บันทึกและจำนวนการติดผลทุกๆ สัปดาห์

8. การศึกษาคุณภาพผลผลิต

8.1 อัตราการเจริญเติบโตของผล

สุ่มผลส้มภายใน cubic quadrat ขนาด 0.5 × 0.5 × 0.5 เมตร ที่ติดตั้งจำนวน 4 อันต่อต้น รวม 80 อัน ในตำแหน่งความสูง 1.5 เมตร จำนวน 100 ผลต่อพื้นที่ แล้วทำการศึกษาอัตราการเจริญเติบโตของผล โดยใช้เวอร์เนียร์ดิจิตอลวัดเส้นผ่านศูนย์กลางผลและหาค่าเฉลี่ย มีหน่วยเป็นเซนติเมตรต่อเดือน ตั้งแต่ 1-8 เดือนหลังดอกบาน ดังสูตรการคำนวณ

$$\text{อัตราการเจริญเติบโตของผล} = \frac{\text{เส้นผ่านศูนย์กลางผลครั้งสุดท้าย} - \text{เส้นผ่านศูนย์กลางผลครั้งแรก}}{\text{จำนวนเดือน}}$$

8.2 ขนาดผล

นำผลส้มในระยะสุกแก่จากข้อ 8.1 มาวัดขนาดส่วนที่กว้างที่สุดของผลด้วยเวอร์เนียร์ดิจิตอลและหาค่าเฉลี่ย

8.3 น้ำหนักผล เนื้อผลและเปลือก

นำผลส้มในระยะสุกแก่จากข้อ 8.1 มาชั่งน้ำหนักผล เนื้อผล และเปลือกด้วยเครื่องชั่งดิจิตอล 4 ตำแหน่ง

8.4 ความหนาเปลือก

นำผลส้มในระยะสุกแก่จากข้อ 8.1 มาวัดความหนาเปลือกของผลจำนวน 4 จุดต่อผล ด้วยเวอร์เนียร์ดิจิตอลและหาค่าเฉลี่ย

8.5 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

นำน้ำคั้นจากเนื้อผลที่สุกแก่จากข้อ 8.1 มาวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ด้วยเครื่องมือวัดความหวาน (hand refractometer)

8.6 ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้

นำน้ำคั้นจากเนื้อผลที่สุกแก่จากข้อ 8.1 มาคำนวณปริมาณกรดที่ไทเทรตได้จากสูตร

$$\text{ร้อยละกรดที่ไทเทรตได้} = \frac{\text{(N base)} \times \text{(มล.base)} \times \text{meq. wt.ของกรดซิตริก} \times 100}{\text{น้ำส้มคั้น 5 มิลลิลิตร}}$$

โดยที่ N base = ความเข้มข้นของสารละลายด่างมาตรฐานเท่ากับ 0.1 นอร์มอล

มล.base = จำนวนมิลลิลิตรของสารละลายด่างมาตรฐานที่ใช้ไทเทรต

Meq. wt. ของกรดซิตริก = 0.06404

8.7 อัตราส่วนระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้กับปริมาณกรดที่ไทเทรตได้

คำนวณสัดส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ โดยการคำนวณจากค่าที่วัดได้ในข้อ 8.5 และ 8.6

8.8 **ค่าสีเปลือก**

นำผลส้มในระยะสุกแก่จากข้อ 8.1 มาหาค่าสีของเปลือกจากระดับคะแนนดังที่กำหนดในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ระดับคะแนนและค่าสีที่ใช้กำหนดค่าสีของเปลือก

ระดับคะแนน	สี
1	เขียวอ่อนมาก
2	เขียวอ่อน
3	เขียว
4	เขียวเข้ม
5	ส้ม
6	ส้มแดง

บทที่ 3

ผล

1. ข้อมูลสภาพอากาศ

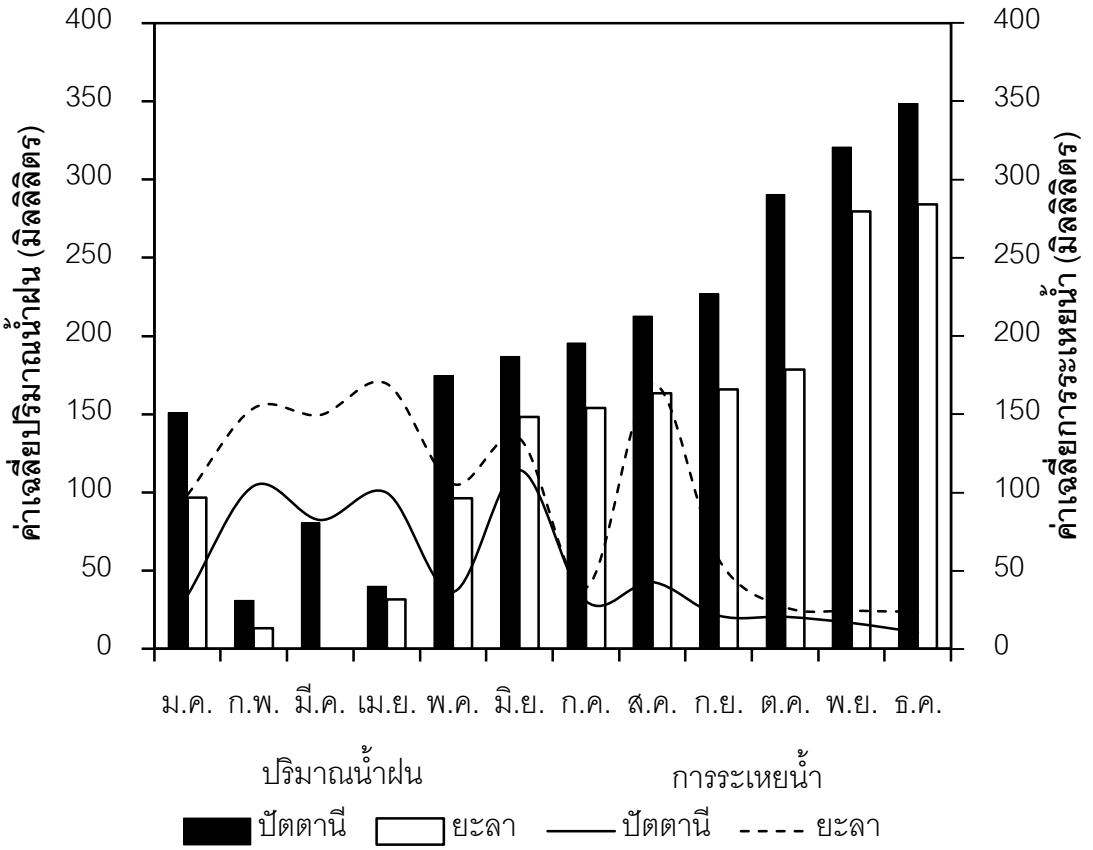
1.1 ปริมาณน้ำฝน

ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในแปลงปลูกส้มโชกุนเขตอำเภอยะรัง จังหวัดปัตตานีตั้งแต่มกราคมถึงธันวาคม พ.ศ. 2554 พบว่า มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย เท่ากับ 150.80, 30.90, 80.70, 40.10, 174.50, 187.10, 195.70, 212.60, 227.10, 290.40, 320.80 และ 348.60 มิลลิลิตร ตามลำดับ ส่วนปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในแปลงปลูกส้มโชกุนเขตอำเภอยะหา จังหวัดยะลา เท่ากับ 96.80, 13.20, 0.00, 31.70, 96.40, 148.40, 154.20, 163.40, 165.80, 178.50, 279.50 และ 284.20 มิลลิลิตร ตามลำดับ (ภาพที่ 5) และ พ.ศ. 2555 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในแปลงปลูกส้มโชกุนจังหวัดปัตตานี เท่ากับ 110.80, 40.20, 59.40, 30.30, 98.30, 163.40, 196.30, 308.30, 262.60, 289.30, 459.70 และ 388.90 มิลลิลิตร และแปลงปลูกจังหวัดยะลา เท่ากับ 66.40, 15.20, 17.50, 19.50, 63.50, 48.30, 159.10, 157.80, 161.40, 194.90, 392.60 และ 303.80 มิลลิลิตร ตามลำดับ (ภาพที่ 6)

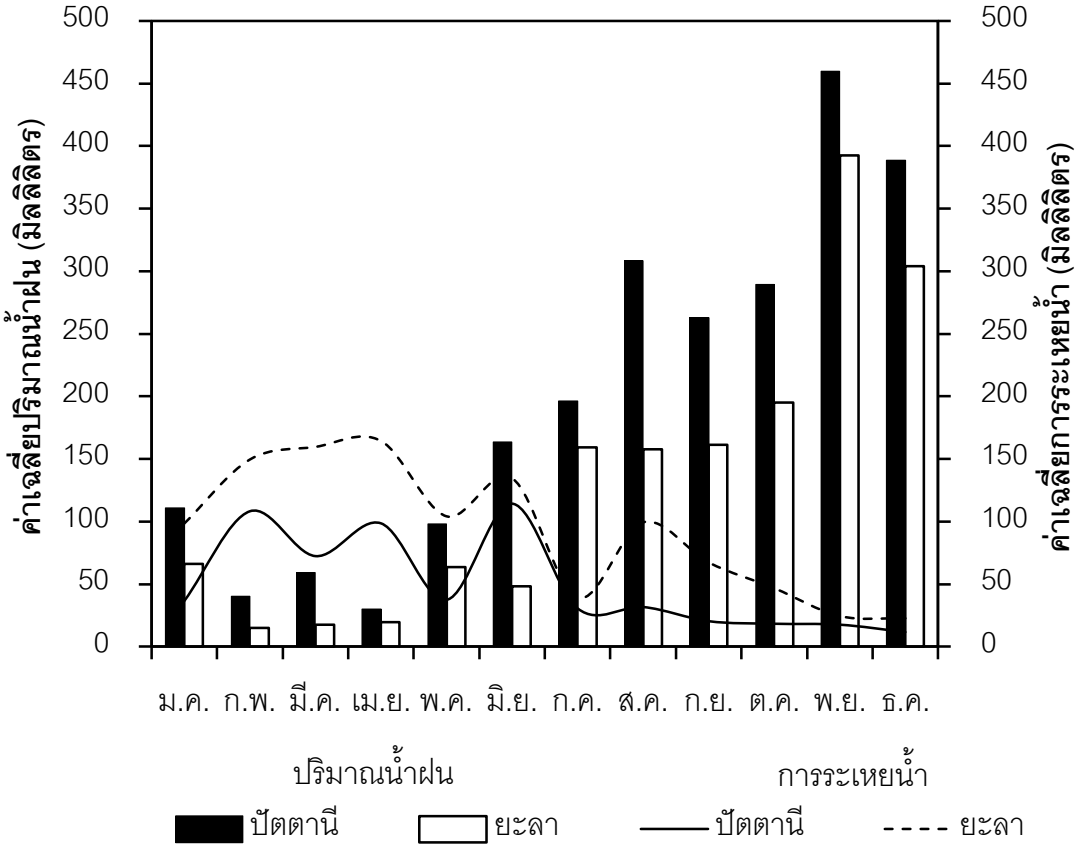
1.2 การระเหยน้ำ

ค่าการระเหยน้ำในแปลงปลูกส้มโชกุนจังหวัดปัตตานี ตั้งแต่มกราคมถึงธันวาคม พ.ศ. 2554 พบว่า มีการกระเหยของน้ำเฉลี่ย เท่ากับ 34.25, 104.23, 82.43, 99.87, 36.50, 114.33, 30.67, 42.78, 21.34, 20.60, 16.65 และ 10.64 มิลลิลิตร ตามลำดับ ส่วนการระเหยของน้ำเฉลี่ยในแปลงปลูกส้มโชกุนจังหวัดยะลา เท่ากับ 98.45, 153.94, 149.54, 169.54, 105.45, 134.64, 39.12, 169.42, 57.32, 26.78, 24.54 และ 23.85 มิลลิลิตร ตามลำดับ (ภาพที่ 5) และ พ.ศ. 2555 การระเหยของน้ำเฉลี่ยในแปลงปลูกส้มโชกุนจังหวัดปัตตานี เท่ากับ 36.56, 108.23, 72.43, 98.62, 37.50, 114.33, 30.67, 31.78, 20.44, 18.40, 17.65 และ 17.75 มิลลิลิตร และ

แปลงปลูกจังหวัดยะลา เท่ากับ 98.45, 149.55, 159.67, 164.45, 104.23, 134.64, 39.12, 99.42, 67.32, 46.78, 24.54 และ 22.75 มิลลิลิตร ตามลำดับ (ภาพที่ 6)



ภาพที่ 5 ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนและการระเหยน้ำในแปลงปลูกส้มโชกุนจังหวัดปัตตานีและยะลา พ.ศ. 2554



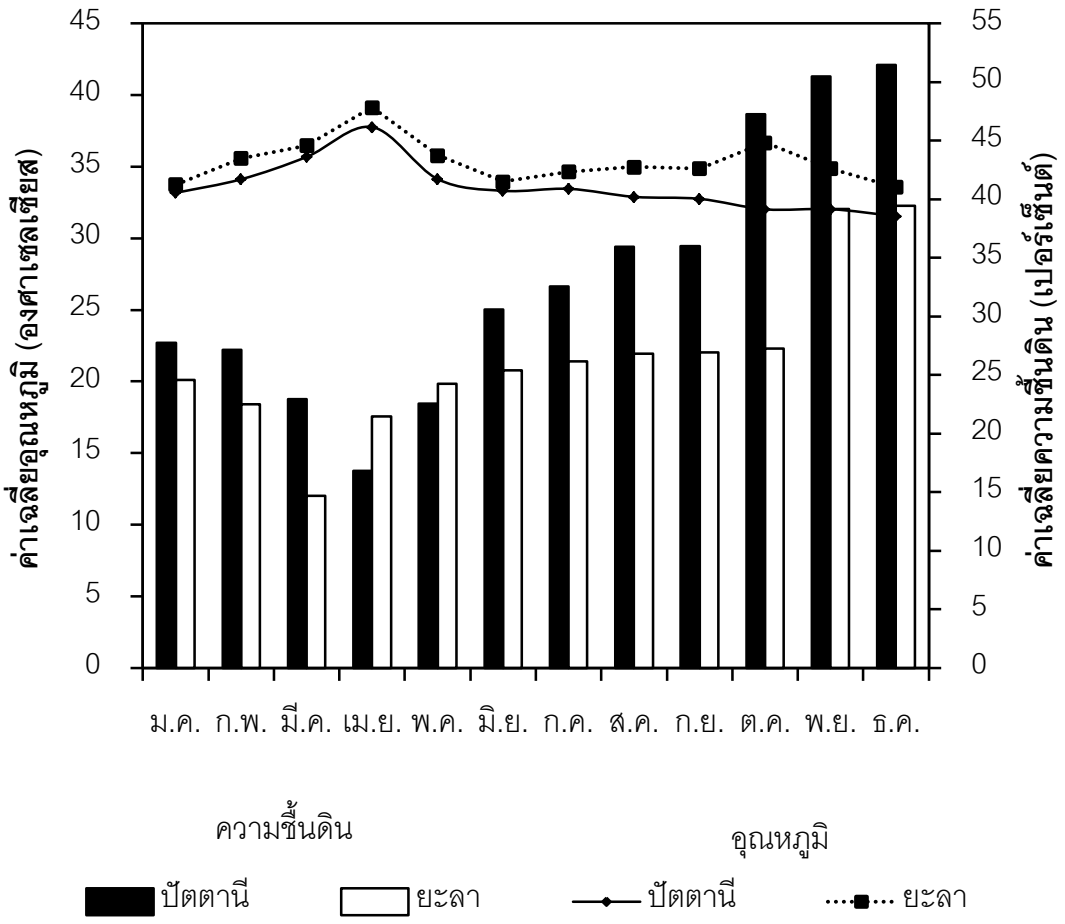
ภาพที่ 6 ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนและการระเหยน้ำในแปลงปลูกส้มโชกุนจังหวัดปัตตานีและยะลา พ.ศ. 2555

1.3 อุณหภูมิ

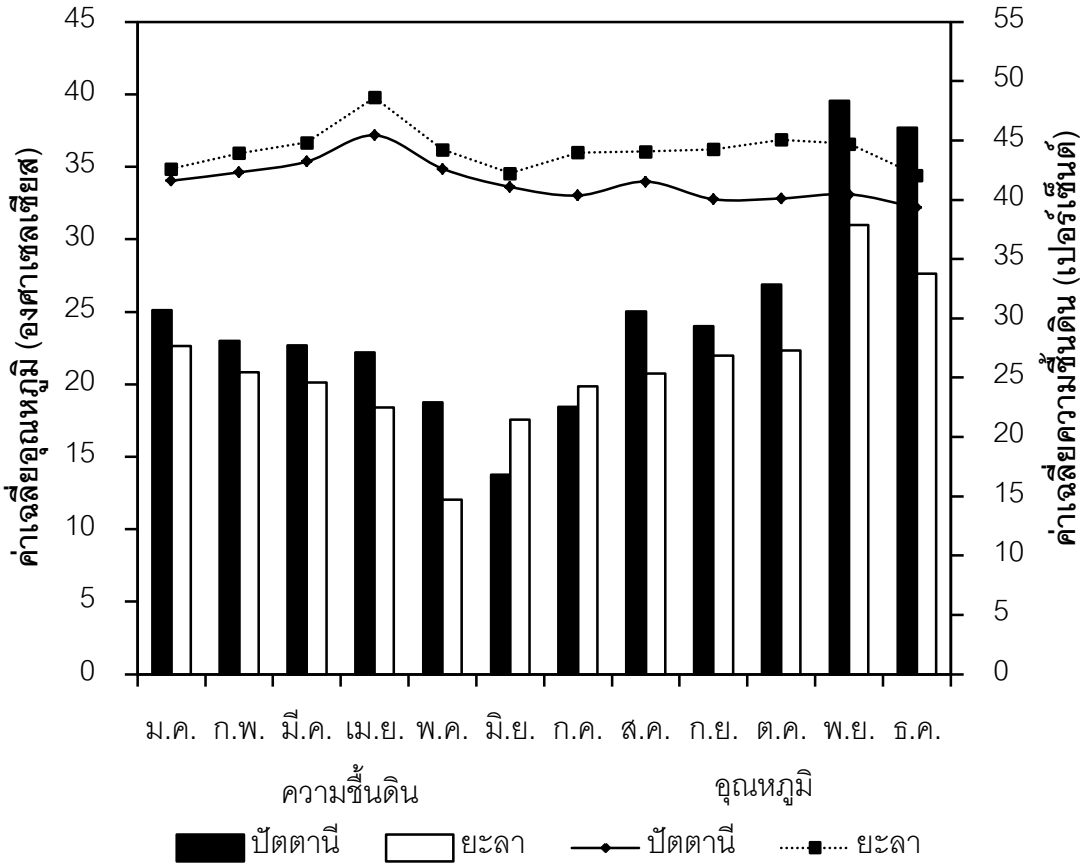
อุณหภูมิเฉลี่ยในแปลงปลูกส้มโชกุนจังหวัดปัตตานี ตั้งแต่มกราคมถึงธันวาคม พ.ศ. 2554 พบว่า อุณหภูมิเฉลี่ย เท่ากับ 33.17, 34.12, 35.68, 37.76, 34.13, 33.31, 33.45, 32.89, 32.75, 32.02, 32.03 และ 31.54 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนอุณหภูมิเฉลี่ยในแปลงปลูกส้มโชกุนจังหวัดยะลา เท่ากับ 33.76, 35.58, 36.48, 39.14, 35.78, 33.96, 34.65, 34.98, 34.87, 36.69, 34.86 และ 31.54 องศาเซลเซียส ตามลำดับ (ภาพที่ 7) และ พ.ศ. 2555 อุณหภูมิเฉลี่ยในแปลงปลูกส้มโชกุนจังหวัดปัตตานี เท่ากับ 34.04, 34.62, 35.36, 37.17, 34.87, 33.61, 33.02, 33.98, 32.76, 32.82, 33.10 และ 32.19 องซาเซลเซียส และแปลงปลูกจังหวัดยะลา เท่ากับ 34.87, 35.98, 36.68, 39.78, 36.18, 34.56, 35.98, 36.05, 36.21, 36.87, 36.58 และ 34.43 องศาเซลเซียส ตามลำดับ (ภาพที่ 8)

1.4 ความชื้นดิน

ความชื้นดินเฉลี่ยในแปลงปลูกส้มโชกุนจังหวัดปัตตานี ตั้งแต่มกราคมถึงธันวาคม พ.ศ. 2554 พบว่า ความชื้นดินเฉลี่ย เท่ากับ 27.73, 27.14, 22.94, 16.80, 22.54, 30.58, 32.57, 35.93, 36.02, 47.24 50.47 และ 51.47 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนความชื้นดินเฉลี่ยในแปลงปลูกส้มโชกุนจังหวัดยะลา เท่ากับ 24.58, 22.48, 14.69, 21.48, 24.25, 25.37, 26.17, 26.81, 26.93, 27.27, 39.14 และ 39.42 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 7) และ พ.ศ. 2555 ความชื้นดินเฉลี่ยในแปลงปลูกส้มโชกุนจังหวัดปัตตานี เท่ากับ 30.70, 28.08, 37.73, 27.14, 22.94, 16.80, 22.54, 30.58, 29.36, 32.48, 48.35 และ 46.09 เปอร์เซ็นต์ และแปลงปลูกจังหวัดยะลา เท่ากับ 27.68, 25.47, 24.58, 22.48, 14.69, 21.48, 24.25, 25.37, 26.48, 27.31, 37.85 และ 33.76 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 8)



ภาพที่ 7 ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิและความชื้นดินในแปลงปลูกส้มโชกุนจังหวัดปัตตานีและยะลา พ.ศ. 2554



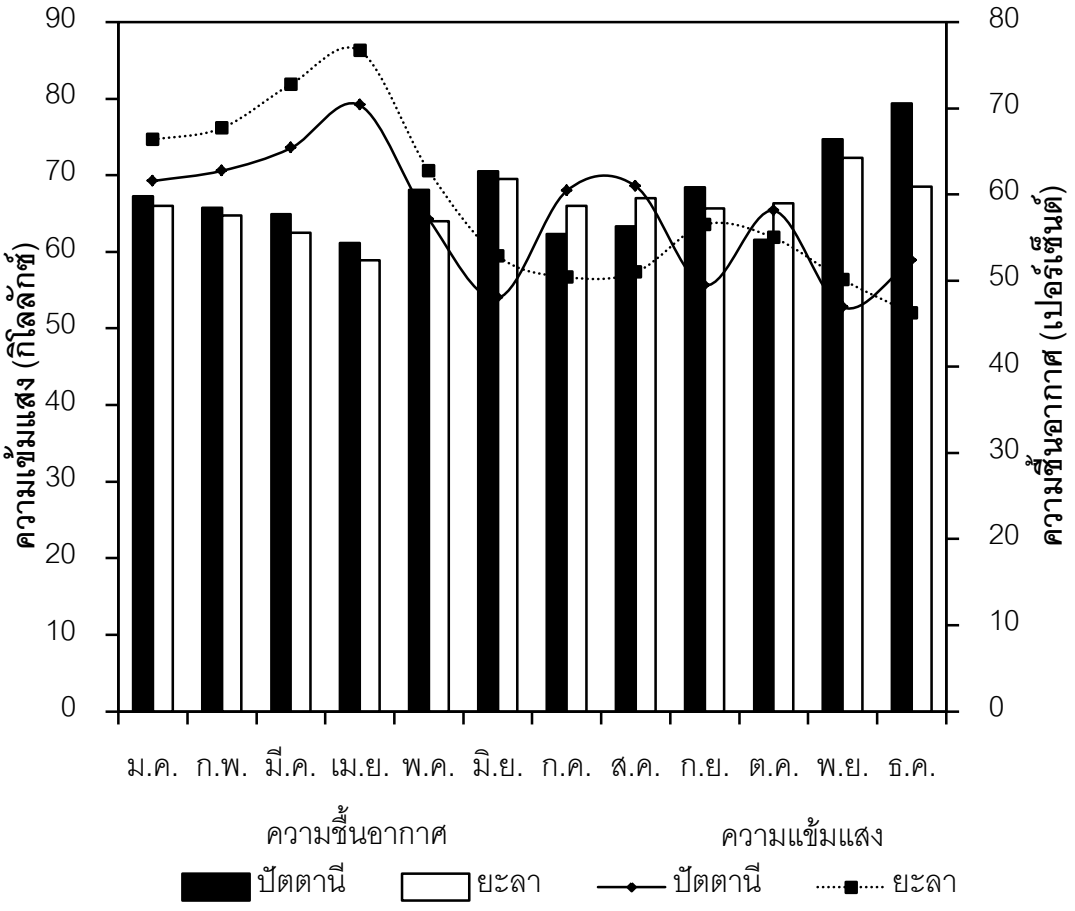
ภาพที่ 8 ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิและความชื้นดินในแปลงปลูกส้มโชกุนจังหวัดปัตตานีและยะลา พ.ศ. 2555

1.5 ความชื้นอากาศ

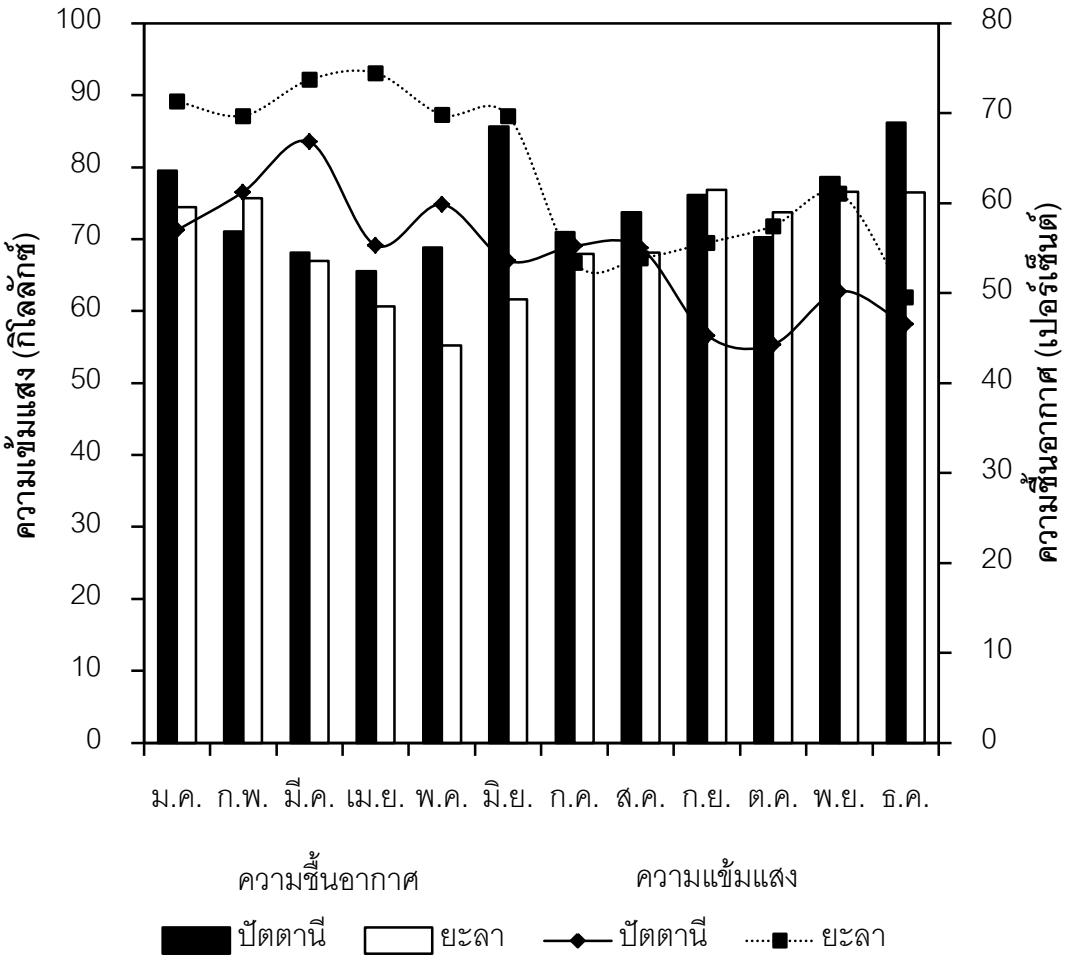
ความชื้นอากาศเฉลี่ยในแปลงปลูกส้มโชกุนจังหวัดปัตตานี ตั้งแต่มกราคมถึงธันวาคม พ.ศ. 2554 พบว่า ความชื้นอากาศเฉลี่ย เท่ากับ 59.75, 58.47, 57.69, 54.35, 60.55, 62.69, 55.42, 56.27, 60.85, 54.72, 66.38 และ 70.54 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนความชื้นอากาศในแปลงปลูกส้มโชกุนจังหวัดยะลา เท่ากับ 58.67, 57.53, 55.57, 52.36, 56.87, 61.78, 58.65, 59.58, 58.35, 58.96, 64.25 และ 60.87 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 9) และ พ.ศ. 2555 ความชื้นอากาศเฉลี่ยในแปลงปลูกส้มโชกุนจังหวัดปัตตานี เท่ากับ 63.65, 56.88, 54.53, 52.43, 55.11, 68.54, 56.76, 58.98, 60.95, 56.22, 62.88 และ 68.94 เปอร์เซ็นต์ และแปลงปลูกจังหวัดยะลา เท่ากับ 59.57, 60.54, 53.61, 48.54, 44.17, 49.28, 54.35, 54.48, 61.45, 58.96, 61.25 และ 61.17 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 10)

1.6 ความเข้มแสง

ความเข้มแสงเฉลี่ยในแปลงปลูกส้มโชกุนจังหวัดปัตตานี ตั้งแต่มกราคมถึงธันวาคม พ.ศ. 2554 พบว่า ความเข้มแสงเฉลี่ย เท่ากับ 69.25, 70.58, 73.54, 79.14, 64.24, 53.98, 67.96, 68.57, 55.64, 65.38, 52.75 และ 58.87 กิโลลักซ์ ตามลำดับ ส่วนความเข้มแสงเฉลี่ยในแปลงปลูกส้มโชกุนยะลา เท่ากับ 74.65, 76.16, 81.87, 86.24, 70.58, 59.47, 65.71, 57.34, 63.58, 61.84, 56.38 และ 51.98 กิโลลักซ์ (ภาพที่ 9) และ พ.ศ. 2555 ความเข้มแสงเฉลี่ยในแปลงปลูกส้มโชกุนจังหวัดปัตตานี เท่ากับ 71.25, 76.58, 83.54, 69.14, 78.48, 66.98, 69.06, 68.77, 56.64, 55.38, 62.75 และ 85.10 กิโลลักซ์ และแปลงปลูกจังหวัดยะลาเท่ากับ 89.15, 87.16, 92.17, 93.03, 87.28, 87.17, 66.71, 67.34, 69.48, 71.84, 76.38 และ 61.98 กิโลลักซ์ ตามลำดับ (ภาพที่ 10)



ภาพที่ 9 ค่าเฉลี่ยของความเข้มแสงและความชื้นอากาศในแปลงปลูกส้มโชกุนจังหวัดปัตตานีและยะลา พ.ศ. 2554

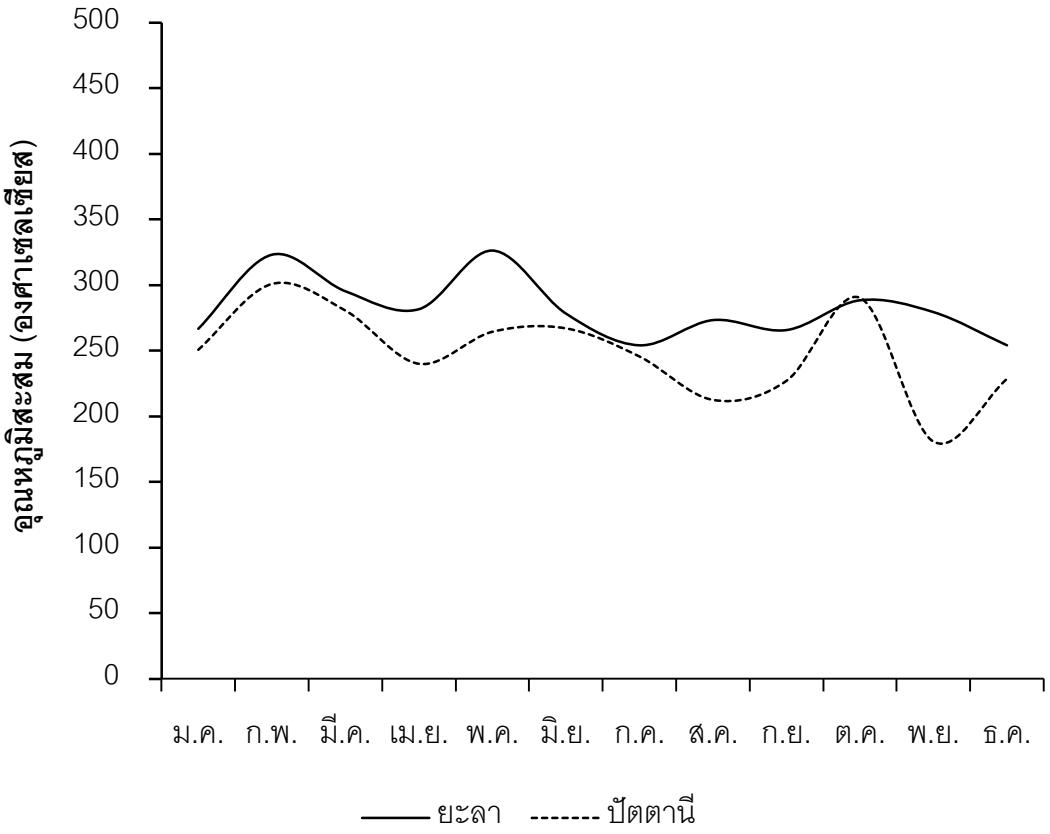


ภาพที่ 10 ค่าเฉลี่ยของความเข้มแสงและความชื้นอากาศในแปลงปลูกส้มโชกุนจังหวัดปัตตานีและยะลา พ.ศ. 2555

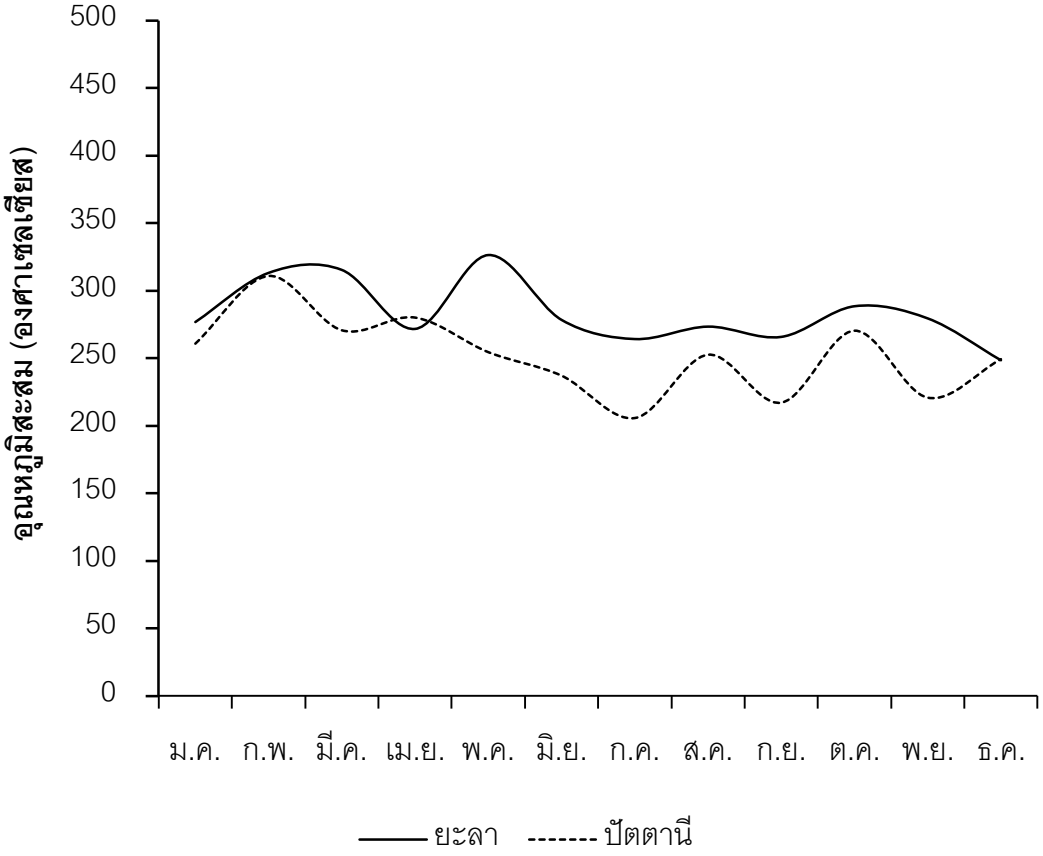
1.7 อุณหภูมสะสม

อุณหภูมิสะสมเฉลี่ยในแปลงปลูกส้มโชกุนจังหวัดปัตตานีตั้งแต่มกราคมถึงธันวาคม พ.ศ. 2554 พบว่า อุณหภูมิสะสมเฉลี่ย เท่ากับ 250.8, 300.9, 280.7, 240.1, 264.5, 267.1, 245.7, 212.6, 227.1, 290.4, 180.8 และ 288.6 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนอุณหภูมิสะสมเฉลี่ยในแปลงปลูกส้มโชกุนจังหวัดยะลา เท่ากับ 266.8, 323.2, 295.4, 281.7, 326.4, 278.4, 254.2, 273.4, 265.8, 288.5, 279.5 และ 254.2 องศาเซลเซียส ตามลำดับ (ภาพที่ 11) และ พ.ศ. 2555 อุณหภูมิสะสมเฉลี่ยในแปลงปลูกส้มโชกุนจังหวัดปัตตานี เท่ากับ 260.8, 310.9, 270.7, 280.1, 254.5, 237.1, 205.7, 252.6, 217.1, 270.4, 220.8 และ 231.54 องศาเซลเซียส

และแปลงปลูกจังหวัดยะลา เท่ากับ 276.8, 313.2, 315.4, 271.7, 326.4, 278.4, 264.2, 273.4, 265.8, 288.5, 279.5 และ 275.87 องศาเซลเซียส ตามลำดับ (ภาพที่ 12)



ภาพที่ 11 ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิสะสมในแปลงปลูกส้มโชกุนจังหวัดปัตตานีและยะลา พ.ศ. 2554

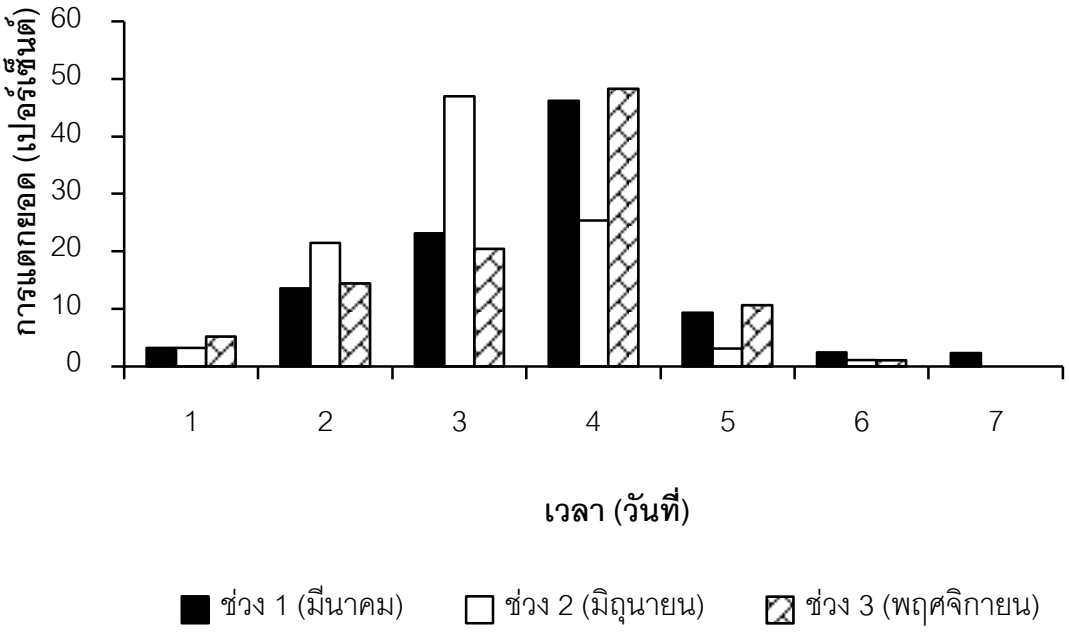


ภาพที่ 12 ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิสะสมในแปลงปลูกส้มโชกุนจังหวัดปัตตานีและยะลา พ.ศ. 2555

2. การแตกยอด

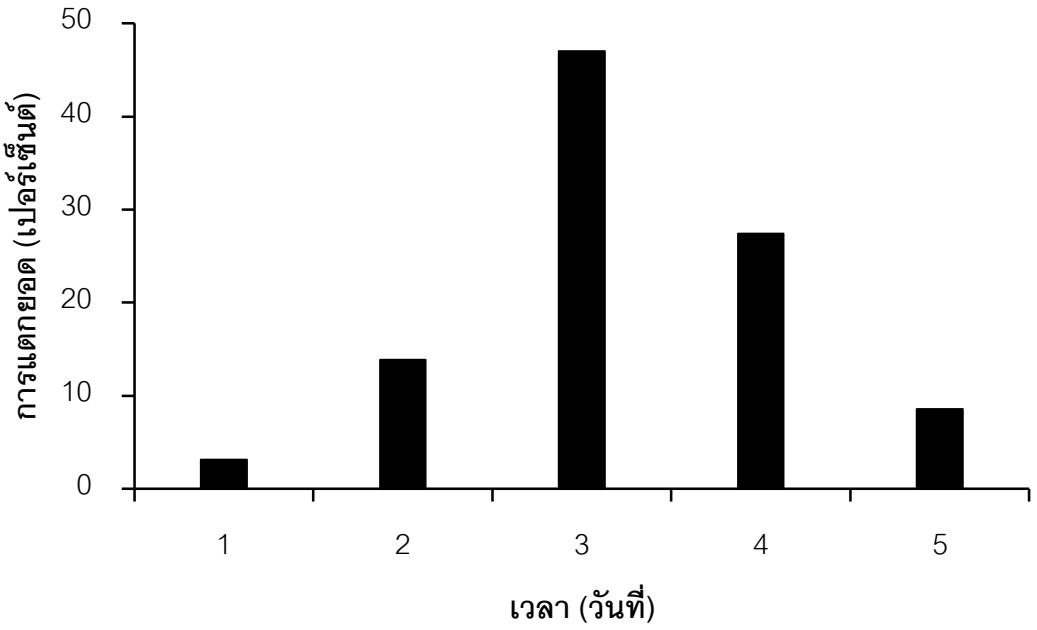
ส้มโชกุนในเขตอำเภอยะรัง จังหวัดปัตตานี เริ่มแตกยอดใหม่ วันที่ 18 มีนาคม พ.ศ. 2554 โดยแต่ละต้นที่ทำการศึกษาใช้เวลาการแตกยอดเฉลี่ย 7 วัน โดยในวันที่เริ่มแตกยอดใหม่เฉลี่ยเท่ากับ 3.14 เปอร์เซ็นต์ของการแตกยอดทั้งหมด และแตกยอดสูงสุดในวันที่ 4 เฉลี่ยเท่ากับ 46.20 เปอร์เซ็นต์ของทั้งหมด และสิ้นสุดการแตกยอดในวันที่ 7 (ภาพที่ 13) และในช่วงที่ 2 เริ่มแตกยอดใหม่ วันที่ 3 มิถุนายน พ.ศ. 2554 โดยแต่ละต้นที่ทำการศึกษาใช้เวลาการแตกยอดเฉลี่ย 6 วัน โดยในวันที่เริ่มแตกยอดใหม่เฉลี่ยเท่ากับ 5.41 เปอร์เซ็นต์ของการแตกยอดทั้งหมด และแตกยอดสูงสุดในวันที่ 4 เฉลี่ยเท่ากับ 48.30 เปอร์เซ็นต์ของทั้งหมด และสิ้นสุดการแตกยอดในวันที่ 6 (ภาพที่ 13) และในช่วงที่ 3 เริ่มแตกยอดใหม่ วันที่ 27 พฤศจิกายน พ.ศ. 2554 โดยแต่ละต้นที่ทำการศึกษาใช้เวลาการแตกยอดเฉลี่ย 5 วัน โดยในวันที่เริ่มแตกยอดใหม่เฉลี่ยเท่ากับ 6.27

เปอร์เซ็นต์ของการแตกยอดทั้งหมด และแตกยอดสูงสุดในวันที่ 3 เฉลี่ยเท่ากับ 47.35 เปอร์เซ็นต์ของทั้งหมด และสิ้นสุดการแตกยอดในวันที่ 5 (ภาพที่ 13)



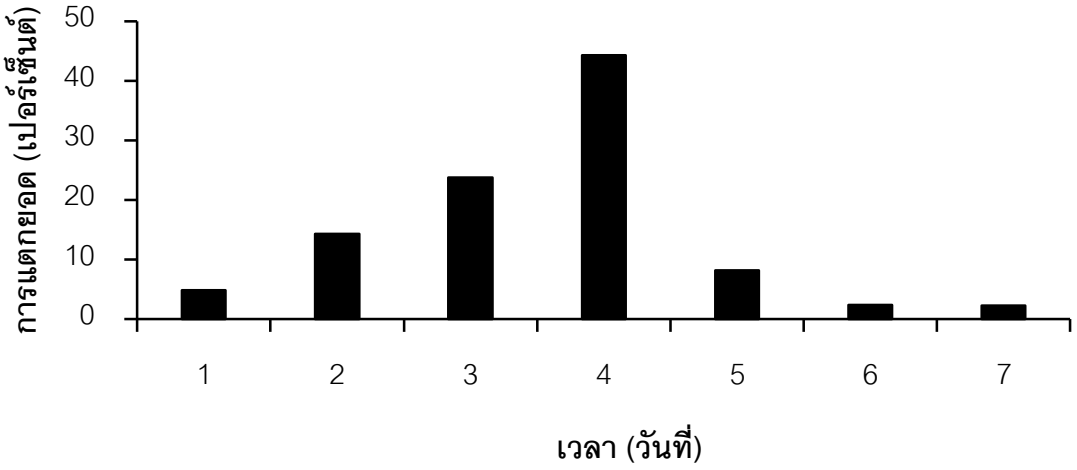
ภาพที่ 13 การแตกยอดของส้มโชกุนในแปลงปลูกจังหวัดปัตตานี พ.ศ. 2554

ส้มโชกุนในเขตอำเภอยะหา จังหวัดยะลา เริ่มแตกยอดใหม่ วันที่ 4 เมษายน พ.ศ. 2554 โดยแต่ละต้นที่ทำการศึกษาใช้เวลาการแตกยอดเฉลี่ย 5 วัน โดยในวันที่เริ่มแตกยอดใหม่เฉลี่ยเท่ากับ 3.14 เปอร์เซ็นต์ของการแตกยอดทั้งหมด และแตกยอดสูงสุดในวันที่ 3 เฉลี่ยเท่ากับ 47.02 เปอร์เซ็นต์ของทั้งหมด และสิ้นสุดการแตกยอดในวันที่ 5 (ภาพที่ 14)

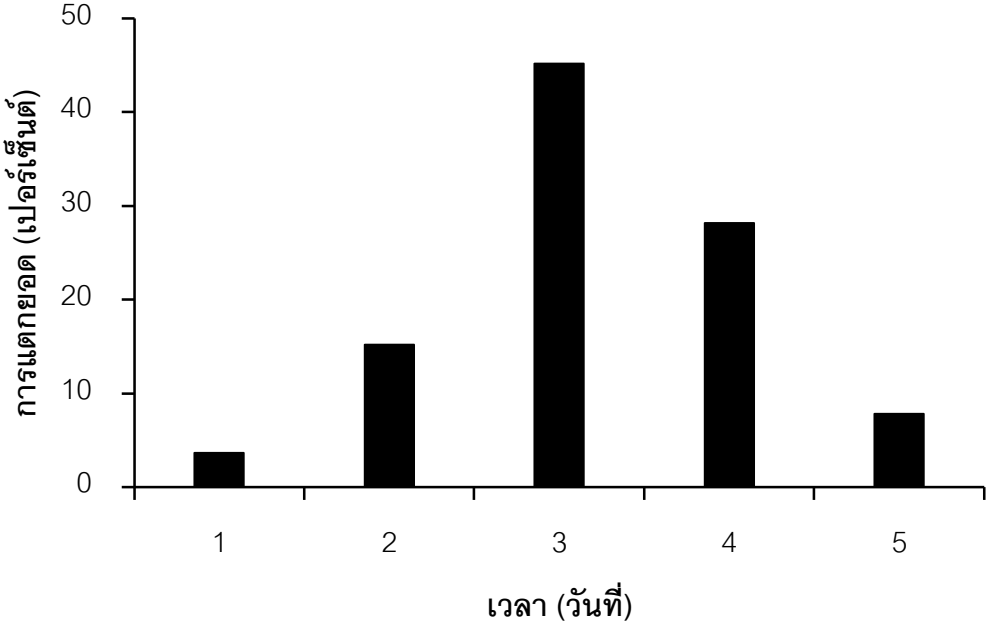


ภาพที่ 14 การแตกยอดของส้มโชกุนในแปลงปลูกจังหวัดยะลาในช่วงเดือนเมษายน พ.ศ. 2554

ระหว่าง พ.ศ. 2555 ส้มโชกุนในแปลงปลูกจังหวัดปัตตานี แตกยอดใหม่อีกในเดือนพฤษภาคม โดยแต่ละต้นที่ทำการศึกษาใช้เวลาการแตกยอดเฉลี่ย 7 วัน โดยในวันที่เริ่มแตกยอดใหม่เฉลี่ย เท่ากับ 4.87 เปอร์เซ็นต์ของการแตกยอดสูงสุดในวันที่ 4 เฉลี่ย เท่ากับ 44.31 เปอร์เซ็นต์ของทั้งหมด และสิ้นสุดการแตกยอดในวันที่ 7 (ภาพที่ 15) เช่นเดียวกับแปลงปลูกจังหวัดยะลา แตกยอดใหม่เดือนพฤษภาคมโดยแต่ละต้นที่แตกยอดเฉลี่ย 5 วันโดยในวันที่เริ่มแตกยอดใหม่เฉลี่ย เท่ากับ 3.64 เปอร์เซ็นต์ของการแตกยอดทั้งหมด และแตกยอดสูงสุดในวันที่ 3 เฉลี่ยเท่ากับ 45.17 เปอร์เซ็นต์ของทั้งหมด และสิ้นสุดการแตกยอดในวันที่ 6 (ภาพที่ 16)



ภาพที่ 15 การแตกยอดของส้มโชกุนในแปลงปลูกจังหวัดปัตตานีในช่วงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2555



ภาพที่ 16 การแตกยอดของส้มโชกุนในแปลงปลูกจังหวัดยะลาในช่วงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2555

3. ลักษณะทางชีววิทยาดอก

3.1 การออกดอก

พ.ศ. 2554 ส้มโชกุนในจังหวัดปัตตานี ออกดอกในเดือนเมษายน มิถุนายน และธันวาคม และจังหวัดยะลา ออกดอกเดือนเมษายน พ.ศ. 2555 แปลงปลูกส้มโชกุนที่จังหวัดปัตตานีออกดอกในเดือนเมษายน และจังหวัดยะลา ออกดอกเดือนพฤษภาคม ดอกส้มโชกุนเกิดขึ้นได้ทั้งที่ปลายยอด (terminal) และบริเวณซอกใบ (axillary) ของกิ่ง

3.2 ลักษณะดอก

ดอกส้มโชกุนเป็นดอกสมบูรณ์เพศ (Complete flower) มีสมมาตรตามแนวรัศมี (regular flower) ประกอบด้วยกลีบเลี้ยง (sepal) 5 กลีบ มีสีเขียวและเชื่อมกันที่โคน กลีบดอก (petal) 5 กลีบ มีสีขาว แต่ละกลีบแยกออกจากกันเป็นอิสระ กลิ่นหอมและมีต่อมน้ำมันแทรกอยู่ทั่วไป การเรียงตัวของกลีบดอกในระยะดอกตูมจะอัดติดกันแน่นทั้ง 5 กลีบ เกสรเพศผู้ (stamen) 20 อัน แต่ละอันประกอบ ด้วยอับละอองเรณู (anther) มีสีเหลือง ก้านชูอับละอองเรณู (filament) สีขาวติดอยู่ทางด้านหลังของอับละอองเรณู ก้านชูอับละอองเรณูจะเชื่อมติดกันเป็นกลุ่มๆ ที่มีความยาวไม่เท่ากัน เกสรเพศเมีย (pistil) ประกอบด้วย ยอดเกสรเพศเมีย (stigma) ลักษณะเป็นตุ่ม สีเหลือง มีระดับความสูงเหนืออับละอองเรณูเล็กน้อย ก้านเกสรเพศเมีย (style) สีขาวถึงเขียวอ่อน รังไข่อยู่ในตำแหน่งเหนือฐานรองดอก (superior ovary) มี 10 ช่อง ภายในประกอบด้วยออวุล (ovule) เป็นจำนวนมาก ออวุลแต่ละอันติดอยู่กับตรงแกนกลางของรังไข่ (axile placental) บริเวณโคนของรังไข่มีจานรองดอก (disc) สีเหลืองอมเขียว (ภาพที่ 17)

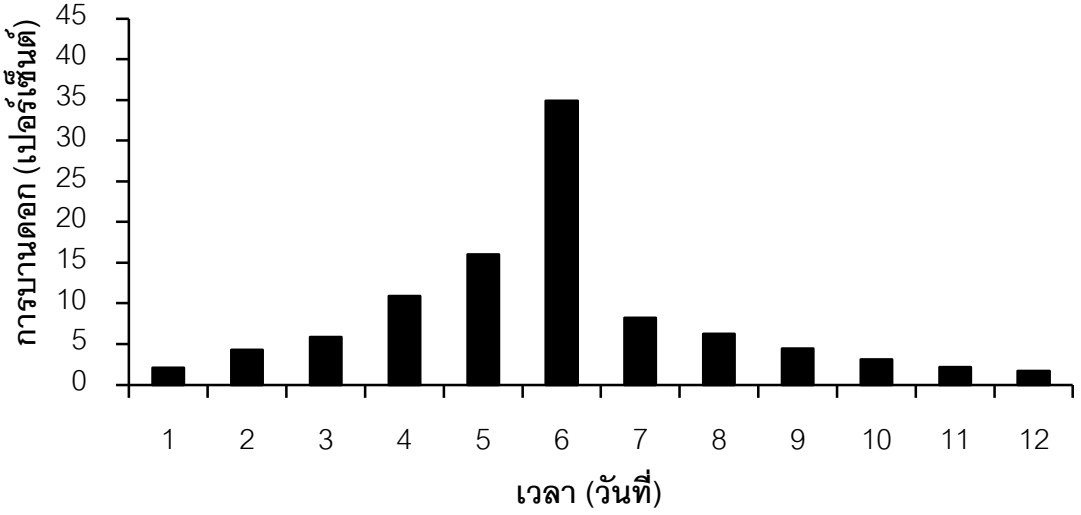
ภาพที่ 17 ลักษณะและส่วนประกอบของดอกส้มโชกุน

3.3 การบานของดอกและจำนวนดอก

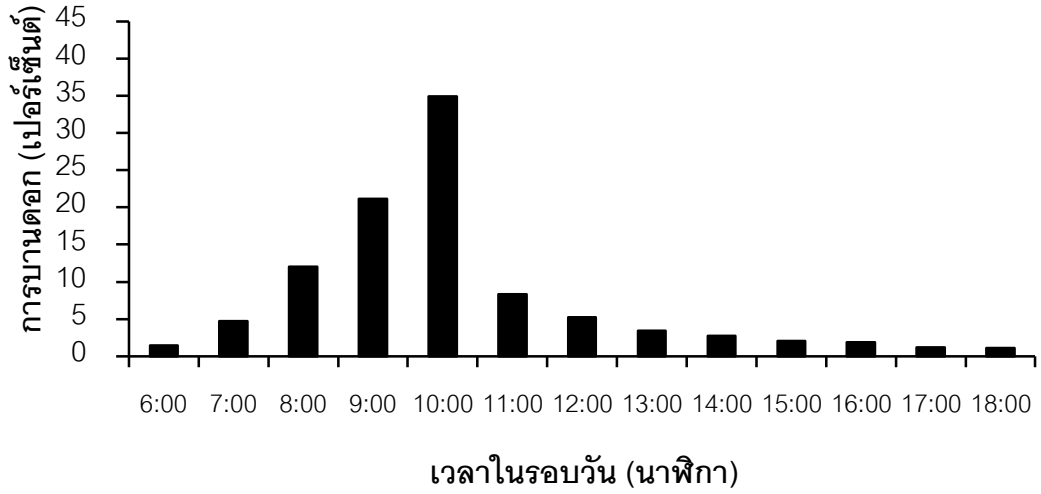
3.3.1 การออกดอกและบานดอก

ดอกส้มโชกุนในจังหวัดปัตตานี ออกดอกวันที่ 2 เมษายน พ.ศ. 2554 โดยแต่ละต้นที่ทำการศึกษาใช้เวลาการบานเฉลี่ย 12 วัน โดยในวันที่เริ่มทำการ ศึกษาดอกบานน้อยเฉลี่ยเท่ากับ 2.12 เปอร์เซ็นต์ของการบานทั้งหมด หลังจากนั้นจำนวนดอกบานเพิ่มขึ้นและจำนวนดอกบานสูงสุดในวันที่ 6 เฉลี่ยเท่ากับ 34.87 เปอร์เซ็นต์ของการบานทั้งหมด หลังจากนั้นการบานของดอกจะค่อยๆ ลดลงและสิ้นสุดการบานในวันที่ 12 (ภาพที่ 18)

การบานของดอกส้มโชกุนในรอบวัน ที่ได้ทำการศึกษาในช่วงเวลาดอกบานสูงสุด 3 วัน ติดต่อกัน ดอกเริ่มบานตั้งแต่เวลาเช้าประมาณ 06:00 นาฬิกา เฉลี่ยเท่ากับ 1.41 เปอร์เซ็นต์ของการบานทั้งหมดในรอบวัน หลังจากนั้นจำนวนการบานของดอกจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและถึงช่วงดอกบานสูงสุดเวลา 10:00 นาฬิกา เฉลี่ยเท่ากับ 34.89 เปอร์เซ็นต์ของการบานทั้งหมดในรอบวันหลังจากนั้นจำนวนการบานของดอกจะลดลง จนหยุดการบานเวลาประมาณ 18:00 นาฬิกา (ภาพที่ 19)



ภาพที่ 18 เปอร์เซ็นต์การบานของดอกส้มโชกุนในเดือนเมษายน พ.ศ. 2554 ในแปลงปลูกจังหวัดปัตตานี

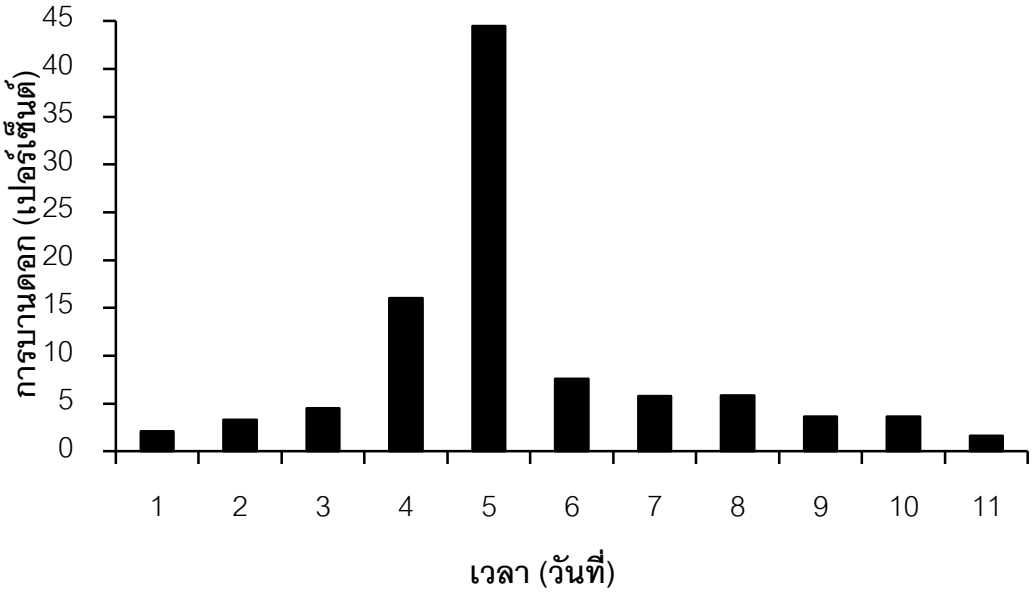


ภาพที่ 19 เปอร์เซ็นต์การบานในรอบวันของดอกส้มโชกุนในช่วงที่ดอกบานสูงสุดในเดือนเมษายน พ.ศ. 2554 ในแปลงปลูกจังหวัดปัตตานี

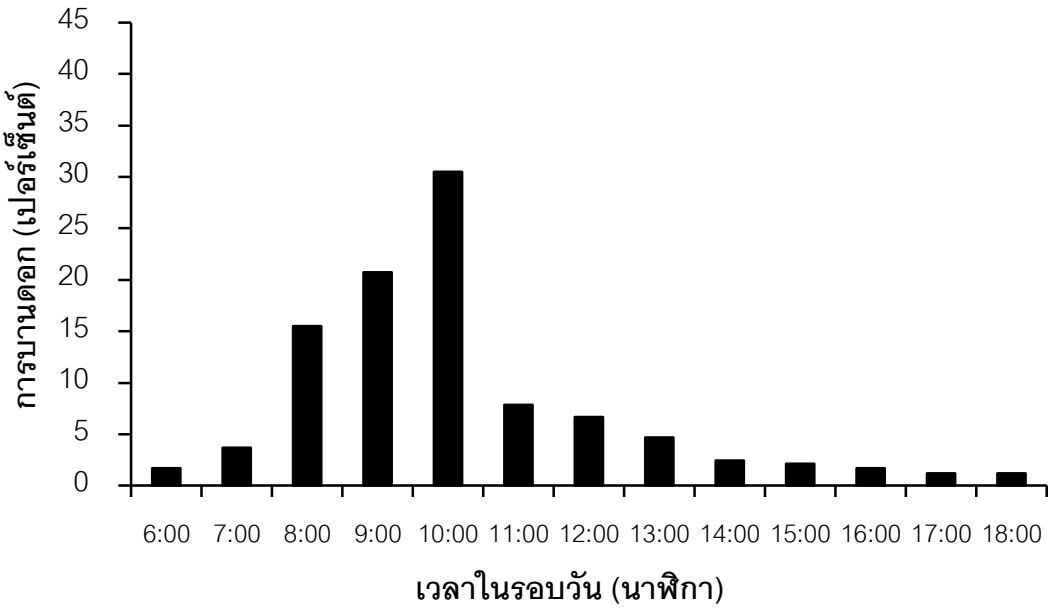
ใน พ.ศ. 2555 ดอกส้มโชกุนในแปลงปลูกจังหวัดปัตตานี ทยอยออกดอก วันที่ 29 เมษายน โดยแต่ละต้นที่ทำการศึกษาใช้เวลาการบานเฉลี่ย 11 โดยในวันที่

เริ่มทำการศึกษาดอกบานน้อยเฉลี่ย เท่ากับ 2.12 เปอร์เซ็นต์ของการบานทั้งหมด หลังจากนั้นจำนวนดอกบานเพิ่มขึ้นและจำนวนดอกบานสูงสุดในวันที่ 5 เฉลี่ย เท่ากับ 44.45 เปอร์เซ็นต์ของการบานทั้งหมด หลังจากนั้นการบานของดอกจะค่อยๆ ลดลงและสิ้นสุดการบานในวันที่ 11 (ภาพที่ 20)

การบานของดอกส้มโชกุนในรอบวัน ที่ได้ทำการศึกษาในช่วงเวลาดอกบานสูงสุด 3 วัน ติดต่อกัน ดอกเริ่มบานตั้งแต่เวลาเช้าประมาณ 06:00 นาฬิกา เฉลี่ยเท่ากับ 1.17 เปอร์เซ็นต์ของการบานทั้งหมดในรอบวัน หลังจากนั้นจำนวนการบานของดอกจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและถึงช่วงดอกบานสูงสุดเวลา 10:00 นาฬิกา เฉลี่ย เท่ากับ 30.51 เปอร์เซ็นต์ของการบานทั้งหมดในรอบวันหลังจากนั้นจำนวนการบานของดอกจะลดลง จนหยุดการบานเวลาประมาณ 18:00 นาฬิกา (ภาพที่ 21)



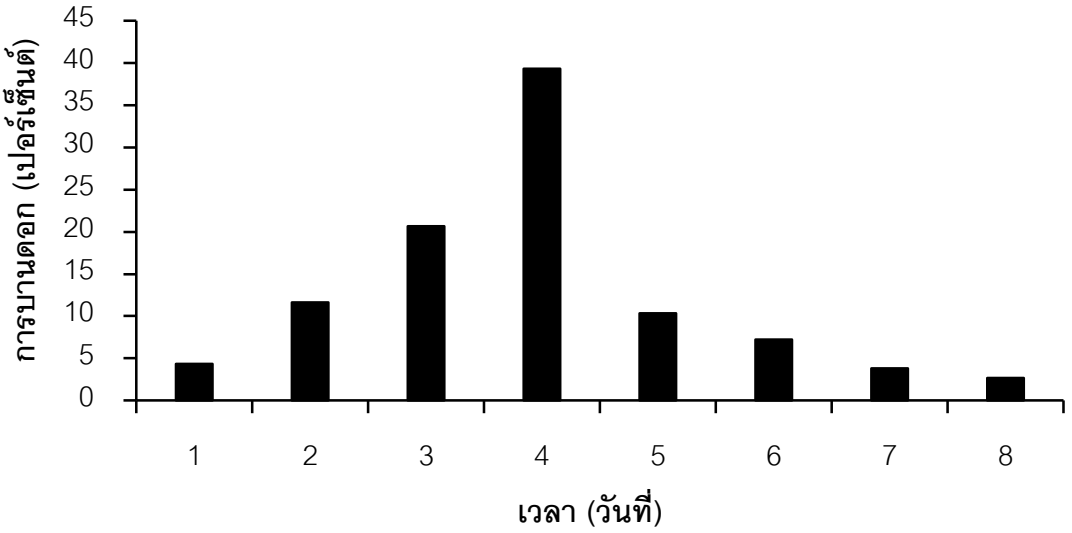
ภาพที่ 20 เปอร์เซ็นต์การบานของดอกส้มโชกุนในเดือนเมษายน พ.ศ. 2555 ในแปลงปลูกจังหวัดปัตตานี



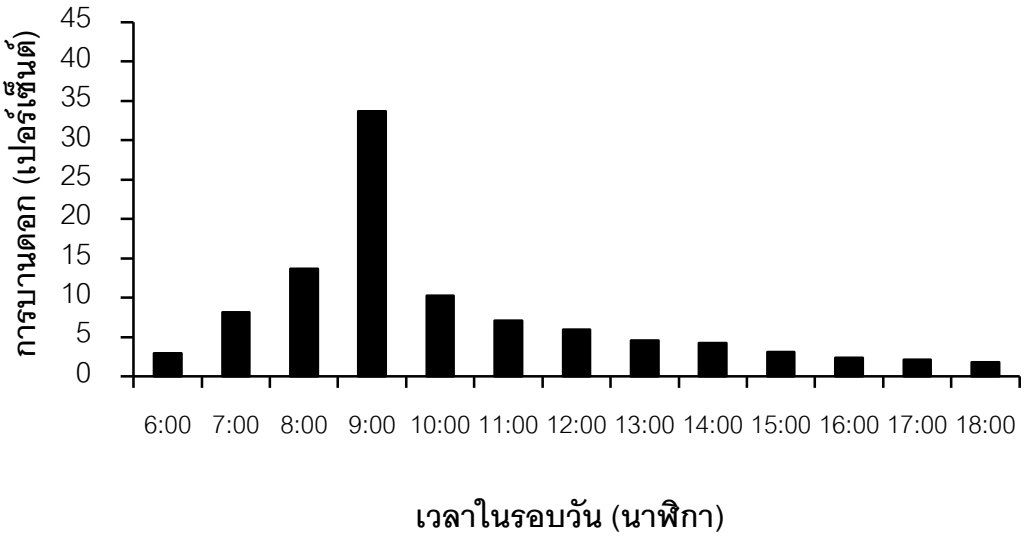
ภาพที่ 21 เปอร์เซ็นต์การบานในรอบวันของดอกส้มโชกุนในช่วงที่ดอกบานสูงสุดในเดือนเมษายน พ.ศ. 2555 ในแปลงปลูกจังหวัดปัตตานี

ดอกส้มโชกุนในเขตอำเภอยะหา จังหวัดยะลา เริ่มทยอยออกดอกวันที่ 15 เมษายน พ.ศ. 2554 โดยแต่ละต้นที่ทำการศึกษาใช้เวลาการบานเฉลี่ย 8 วัน โดยในวันที่เริ่มทำการศึกษาดอกบานเฉลี่ย เท่ากับ 4.36 เปอร์เซ็นต์ของการบานทั้งหมด หลังจากนั้นจำนวนดอกบานเพิ่มขึ้นและจำนวนดอกบานสูงสุดในวันที่ 4 เฉลี่ย เท่ากับ 39.31 เปอร์เซ็นต์ของการบานทั้งหมด หลังจากนั้นการบานของดอกจะค่อยๆ ลดลงอย่างรวดเร็วและสิ้นสุดการบานในวันที่ 8 (ภาพที่ 22)

การบานของดอกส้มโชกุนในรอบวัน ที่ได้ทำการศึกษาในช่วงเวลาดอกบานสูงสุด 3 วัน ติดต่อกัน ดอกเริ่มบานตั้งแต่เวลาเช้าประมาณ 06:00 นาฬิกา เฉลี่ยเท่ากับ 2.96 เปอร์เซ็นต์ของการบานทั้งหมดในรอบวัน หลังจากนั้นจำนวนการบานของดอกจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและถึงช่วงดอกบานสูงสุดเวลา 09:00 นาฬิกา เฉลี่ยเท่ากับ 33.64 เปอร์เซ็นต์ของการบานทั้งหมดในรอบวันหลังจากนั้นจำนวนการบานของดอกจะลดลง จนหยุดการบานเวลาประมาณ 18:00 นาฬิกา (ภาพที่ 23)



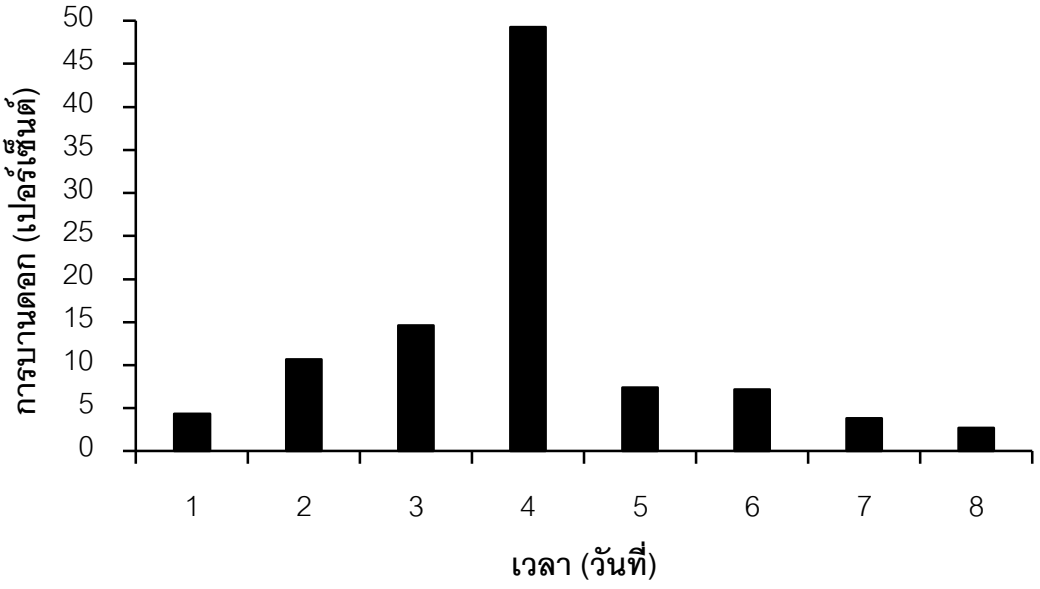
ภาพที่ 22 เปอร์เซ็นต์การบานของดอกส้มโชกุนในเดือนเมษายน พ.ศ. 2554 ในแปลงปลูกจังหวัดยะลา



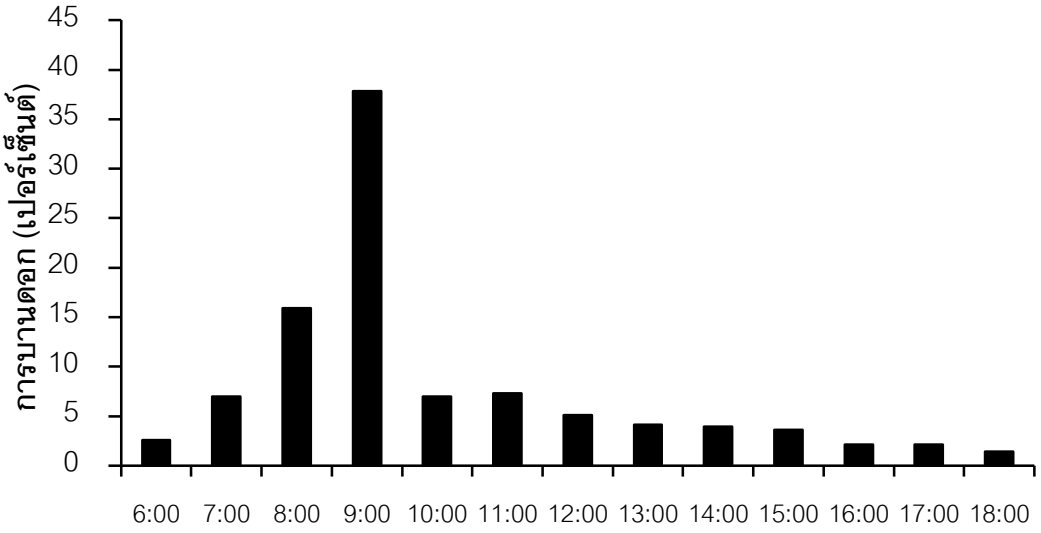
ภาพที่ 23 เปอร์เซ็นต์การบานในรอบวันของดอกส้มโชกุนในช่วงที่ดอกบานสูงสุดในเดือนเมษายน พ.ศ. 2554 ในแปลงปลูกจังหวัดยะลา

ในพ.ศ. 2555 ดอกส้มโชกุนจังหวัดยะลา ทยอยออกดอกวันที่ 21 พฤษภาคม โดยแต่ละต้นที่ทำการศึกษาใช้เวลาการบานเฉลี่ย 8 วัน โดยในวันที่เริ่มทำการศึกษาดอกบานน้อยเฉลี่ย เท่ากับ 4.36 เปอร์เซ็นต์ของการบานทั้งหมด หลังจากนั้นจำนวนดอกบานเพิ่มขึ้นและจำนวนดอกบางสูงสุดในวันที่ 4 เฉลี่ย เท่ากับ 49.31 เปอร์เซ็นต์ของการบานทั้งหมดหลังจากนั้นการบานของดอกจะค่อยๆ ลดลงและสิ้นสุดการบานในวันที่ 8 (ภาพที่ 24)

การบานของดอกส้มโชกุนในรอบวัน ที่ได้ทำการศึกษาในช่วงเวลาดอกบานสูงสุด 3 วัน ติดต่อกัน ดอกเริ่มการบานตั้งแต่เวลาเช้าประมาณ 06:00 นาฬิกา เฉลี่ย เท่ากับ 2.59 เปอร์เซ็นต์ ของการบานทั้งหมดในรอบการบานทั้งหมดในรอบวัน หลังจากนั้นจำนวนการบานของดอกจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและถึงช่วงดอกบานสูงสุดเวลา 09:00 นาฬิกา เฉลี่ย เท่ากับ 37.87 เปอร์เซ็นต์ของการบานทั้งหมดในรอบวันหลังจากนั้นจำนวนการบานของดอกจะลดลง จนหยุดการบานเวลาประมาณ 18:00 นาฬิกา (ภาพที่ 25)



ภาพที่ 24 เปอร์เซ็นต์การบานของดอกส้มโชกุนในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2555 ในแปลงปลูกจังหวัดยะลา



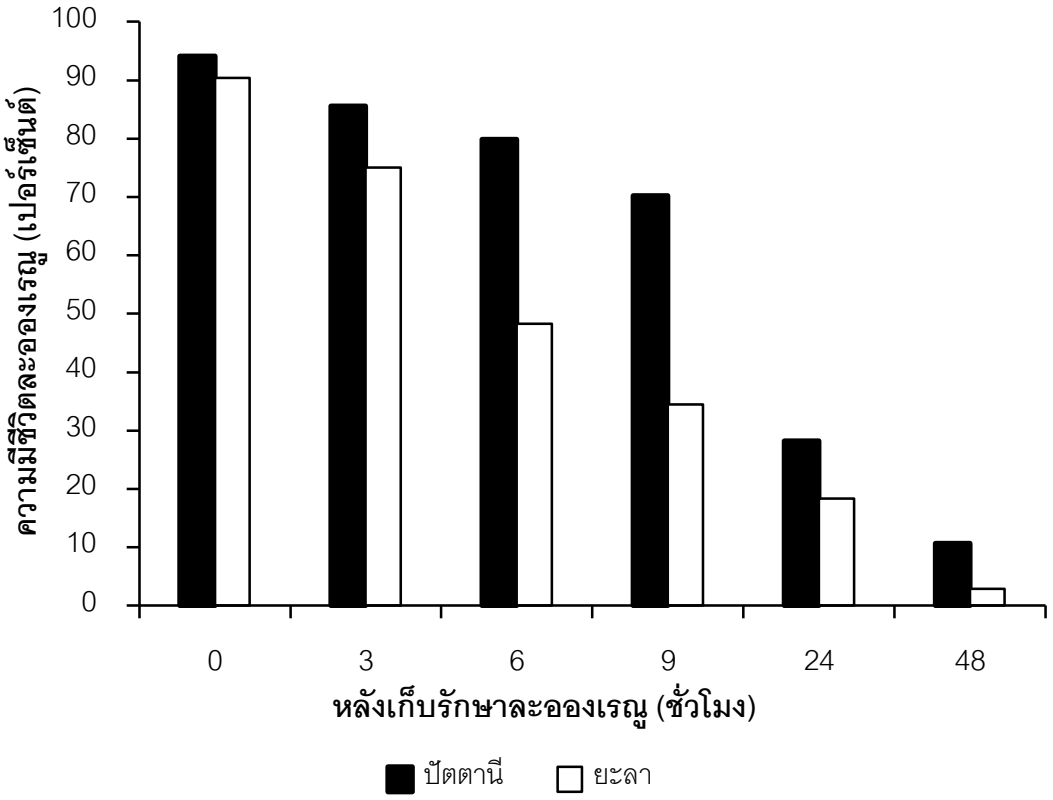
ภาพที่ 25 เปอร์เซ็นต์การบานในรอบวันของดอกส้มโชกุนในช่วงที่ดอกบานสูงสุดในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2555 ในแปลงปลูกจังหวัดยะลา

3.4 ความมีชีวิตของละอองเรณู

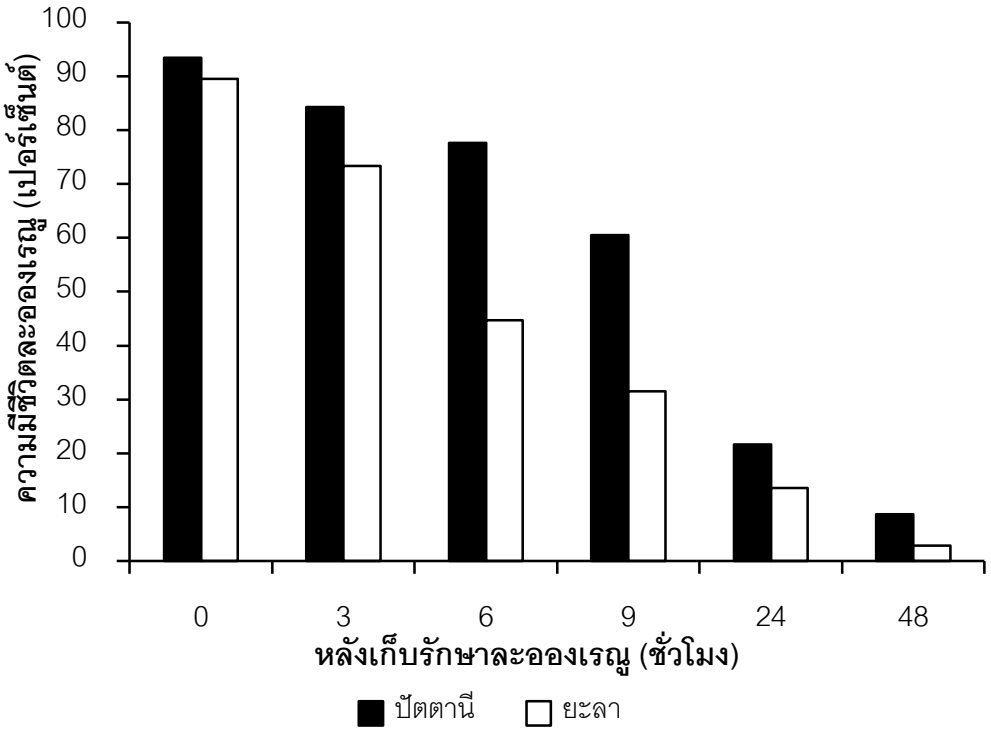
ละอองเรณูของดอกส้มโชกุนในแปลงปลูกจังหวัดปัตตานี ในช่วงการออกดอกเดือนเมษายน พ.ศ. 2554 ละอองเรณูที่ถูกปลดปล่อยออกมาใหม่ๆ พบว่า มีค่าความมีชีวิตสูงถึง 94.17 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อผ่านไป 3, 6, 9, 24 และ 48 ชั่วโมง ค่าความมีชีวิตของละอองเรณูจะค่อยๆ ลดลงเหลือเ ท่ากับ 85.54, 79.87, 70.24, 28.25 และ 10.70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่ละอองเรณูของดอกส้มโชกุนที่เก็บจากแปลงปลูกจังหวัดยะลามีค่าความมีชีวิต เท่ากับ 90.41, 75.03, 48.25, 34.47, 18.35 และ 2.87 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 26)

ส่วนระหว่าง พ.ศ. 2555 ละอองเรณูจากดอกในแปลงปลูกจังหวัดปัตตานี ที่ปลดปล่อยออกมาใหม่มีค่าความมีชีวิต 93.45 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อผ่านไป 3, 6, 9, 24 และ 48 ชั่วโมง ค่าความมีชีวิตของละอองเรณูจะค่อยๆ ลดลงเหลือ เท่ากับ 84.23 77.67, 60.45, 21.65 และ 8.70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่ละอองเรณูของดอกส้มโชกุนที่เก็บจากแปลง

ปลูก จังหวัดยะลามีค่าความมีชีวิต เท่ากับ 89.54 73.34, 44.67, 31.49, 13.65 และ 2.87 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 27)



ภาพที่ 26 ความมีชีวิตของละอองเรณูดอกส้มโชกุนที่เก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิห้องระยะเวลาต่างๆ กัน ในแปลงปลูกจังหวัดปัตตานีและยะลา พ.ศ. 2554

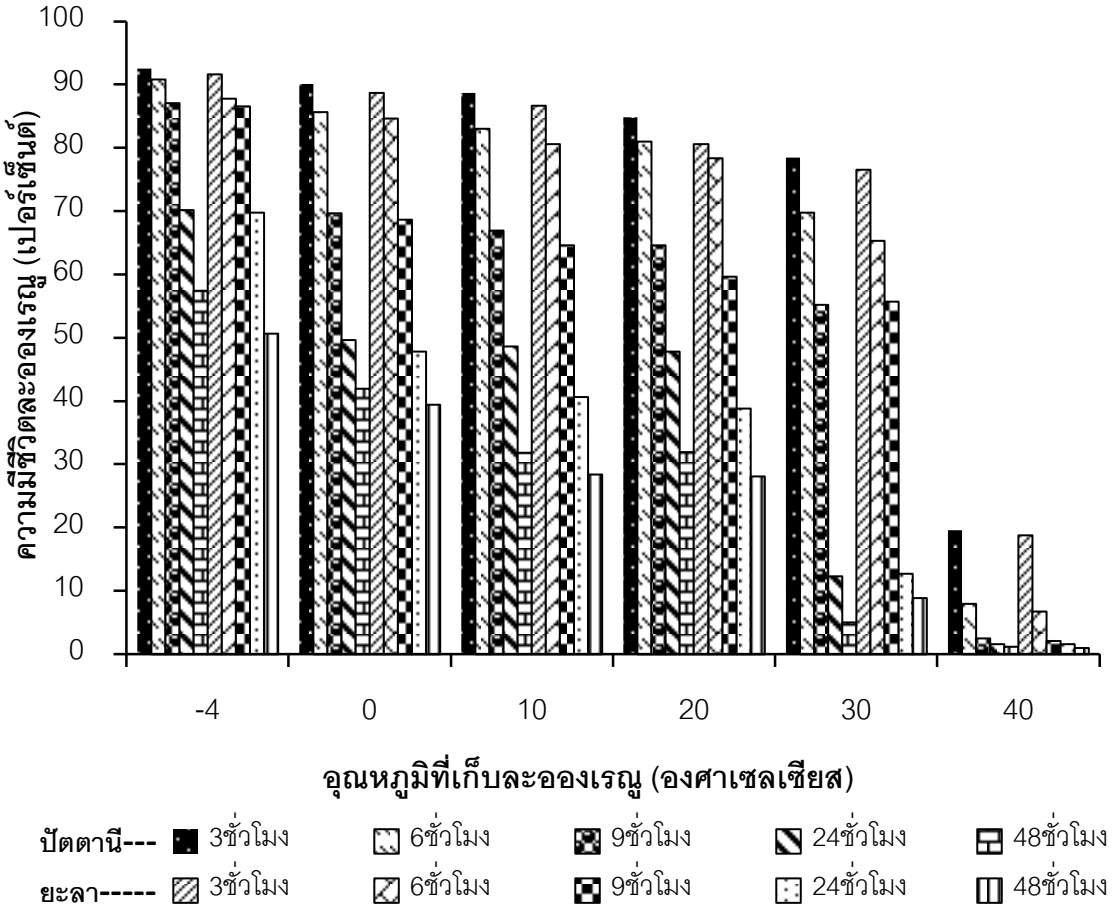


ภาพที่ 27 ความมีชีวิตของละอองเรณูดอกส้มโชกุนที่เก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิห้องระยะเวลาต่างๆ กัน ในแปลงปลูกจังหวัดปัตตานีและยะลา พ.ศ. 2555

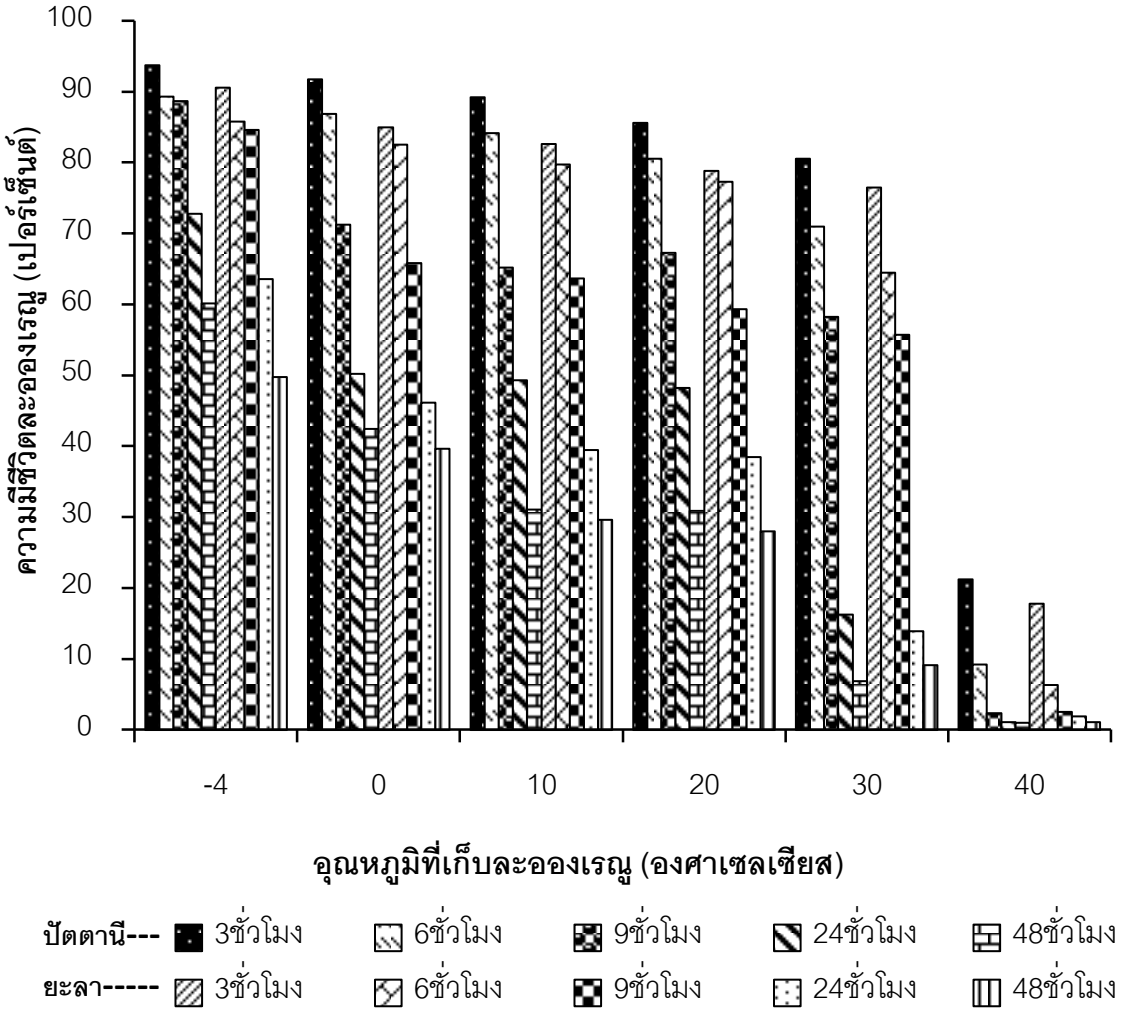
3.5 ความมีชีวิตของละอองเรณูที่ระดับอุณหภูมิต่างๆ กัน

ละอองเรณูของดอกส้มโชกุนที่เก็บจากแปลงปลูกจังหวัดปัตตานี เมื่อละอองในช่วงการออกดอกเดือนเมษายน พ.ศ. 2554 ละอองเรณูที่ถูกปลดปล่อยออกมาใหม่ๆ และเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ -4, 0, 10, 20, 30 และ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0, 3, 6, 9, 24 และ 48 ชั่วโมง พบว่า ละอองเรณูมีค่าความมีชีวิตสูง ที่เก็บไว้ที่ -4 องศาเซลเซียส รองลงมาที่อุณหภูมิ 0, 10, 20, 30 องศาเซลเซียส และน้อยที่สุดที่ 40 องศาเซลเซียส เช่นเดียวกับการทดสอบความมีชีวิตของละอองเรณูที่เก็บจากแปลงปลูกจังหวัดยะลา (ภาพที่ 28)

ส่วน พ.ศ. 2555 ค่าความมีชีวิตละอองเรณูที่ระดับอุณหภูมิต่างๆ กัน คล้ายกับส่วน พ.ศ. 2554 ละอองเรณูที่ปลดปล่อยออกมาใหม่ๆและเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำ (-4, 0 และ 10 องศาเซลเซียส) ละอองเรณูมีค่ามีชีวิตสูงที่เก็บเป็นเวลาไม่เกิน 9 ชั่วโมง พบว่าเช่นเดียวกับการทดสอบความมีชีวิตของละอองเรณูที่เก็บจากแปลงปลูกจังหวัดยะลา (ภาพที่ 29)



ภาพที่ 28 ความมีชีวิตของละอองเรณูที่เก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆ กัน ที่เก็บจากแปลงปลูกจังหวัดปัตตานีและยะลา พ.ศ. 2554



ภาพที่ 29 ความมีชีวิตของละอองเรณูที่เก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆ กัน ที่เก็บจากแปลงปลูกจังหวัดปัตตานีและยะลา พ.ศ. 2555

3.6 การงอกของหลอดละอองเรณู

การงอกของหลอดละอองเรณูของเกสรเพศเมียของดอกส้มโชกุนในแปลงปลูกส้มโชกุนระหว่าง พ.ศ. 2554 ที่ได้รับการถ่ายละอองเรณูแบบผสมข้ามและเก็บดอกที่เวลาต่างกัน ปรากฏว่า เปอร์เซ็นต์หลอดละอองเรณูในเกสรเมียและที่งอกเข้าไปที่ออวุลในรังไข่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 5) เปอร์เซ็นต์หลอดละอองเรณูที่งอกลงไปในหลอดเกสรเพศเมียจะค่อยๆ ลดลงแตกต่างกันเวลาเก็บดอกและในแต่ละตำแหน่งของหลอดเกสรเพศเมียส่วนบน ส่วนกลางและส่วนล่าง เปอร์เซ็นต์หลอดละอองเรณูที่งอกลึกลงไปถึงส่วนล่างของหลอดเกสรเพศเมียและผ่านเข้าไปที่ออวุลในรังไข่ และการงอกของหลอดละอองเรณูเมื่อดอกบานไปแล้ว 48 ชั่วโมง มีค่าสูงสุด 56.13 เปอร์เซ็นต์สำหรับแปลงปลูกจังหวัดปัตตานีและ 42.83 เปอร์เซ็นต์สำหรับแปลงปลูกจังหวัดยะลา รองลงมาคือเก็บดอกที่ 24, 9, 6 และ 3 ชั่งโมงและหลอดละอองเรณูยังไม่สามารถงอกและแทงหลอดละอองเรณูได้เมื่อเก็บดอกทันที่หลังถ่ายละอองเรณูส่วนระหว่าง พ.ศ. 2555 พบว่า การงอกของหลอดละอองเรณูคล้ายกับ พ.ศ. 2554 แต่มีค่าที่แตกต่างกันหลังเก็บดอกที่ 48 ชั่งโมง หลอดละอองเรณูสามารถงอกได้สูงสุด 49.12 และ 41.83 เปอร์เซ็นต์ สำหรับแปลงปลูกจังหวัดปัตตานีและยะลา ตามลำดับ รองลงมาคือหลังดอกบานที่ 24, 9, 6 และ 3 ชั่งโมงและไม่พบหลอดละอองเรณูเมื่อทำการถ่ายละอองเรณูและเก็บดอกทันที (ตารางที่ 6)

3.7 ความพร้อมรับละอองเรณูของเกสรของเกสรเพศเมีย

ความพร้อมรับละอองเรณูของเกสรเพศเมียของดอกส้มโชกุนในแปลงปลูกส้มโชกุนจังหวัดปัตตานีระหว่าง พ.ศ. 2554 ที่ได้รับการถ่ายละอองเรณูแบบผสมข้ามหลังจากดอกบานนานต่างๆ กันแล้วเก็บดอกหลังการถ่ายละอองเรณู 48 ชั่งโมง ปรากฏว่า เปอร์เซ็นต์หลอดละอองเรณูในเกสรเพศเมียและที่งอกเข้าไปที่ออวุลในรังไข่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 7) เปอร์เซ็นต์หลอดละอองเรณูที่งอกลงไปในหลอดเกสรเพศเมียจะค่อยๆ ลดลงแตกต่างกันตามเวลาดอกบานไปแล้วและในแต่ละตำแหน่งของหลอดเกสรเมีย ส่วนบนส่วนกลาง และส่วนล่างเปอร์เซ็นต์หลอดละอองเรณูที่งอกลึกลงไปถึงส่วนล่างของหลอดเกสรเพศเมียและผ่านเข้าไปที่ออวุลในรังไข่และความพร้อมรับละอองเรณูเมื่อทำการถ่ายละอองเรณูระยะดอกบาน 3 ชั่งโมง มีค่าสูงสุด 33.90 เปอร์เซ็นต์สำหรับแปลงปลูกจังหวัดปัตตานี และ 19.32 เปอร์เซ็นต์สำหรับแปลงปลูกจังหวัดยะลา รองลงมาคือหลังดอกบานที่ 0, 6, 9 และ ชั่งโมง 24 และความพร้อมรับละอองเรณูต่ำสุดเมื่อบานไปแล้ว 48 ชั่งโมง ส่วนระหว่าง พ.ศ. 2555 พบว่า ความพร้อมรับละอองเรณู

ของเกสรเพศเมียคล้ายกับ พ.ศ. 2554 แต่มีค่าที่แตกต่างกัน หลังดอกบาน 3 ชั่งโมง หลอดละอองเรณูสามารถงอกได้สูงสุด 33.43 และ 18.43 เปอร์เซ็นต์ สำหรับแปลงปลูกจังหวัดปัตตานีและยะลา ตามลำลับ รองลงมาคือ หลังดอกบานที่ 0, 6, 9 และ 24 ชั่วโมง และความพร้อมรับละอองเรณูต่ำสุดเมื่อดอกบานไปแล้ว 48 ชั่งโมง (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 5 จำนวนละอองเรณูบนปลายยอดเกสรเพศเมียและเปอร์เซ็นต์การงอกของหลอดละอองเรณูเข้าไปในเกสรเพศเมียส้มโชกุนที่ได้รับการถ่ายละอองเรณูแบบผสมข้ามด้วยมือที่ระยะเวลาเก็บดอกนานต่างๆ กันจากแปลงปลูกส้มโชกุนจังหวัดปัตตานีและยะลา พ.ศ. 2554

เวลาเก็บดอกหลังถ่ายละอองเรณู (ชั่วโมง)	จำนวนละอองเรณูบนยอดเกสรเพศเมีย (เม็ด)		หลอดละอองเรณูเฉลี่ยในเกสรเพศเมีย (เปอร์เซ็นต์)						หลอดละอองเรณูเฉลี่ยที่งอกเข้าไปที่ออวุล (เปอร์เซ็นต์)	
			ส่วนบน		ส่วนกลาง		ส่วนล่าง			
	ปัตตานี	ยะลา	ปัตตานี	ยะลา	ปัตตานี	ยะลา	ปัตตานี	ยะลา	ปัตตานี	ยะลา
0	102	99	0.00^{f}	0.00^{f}	0.00^{f}	0.00^{f}	0.00^{f}	0.00^{f}	0.00^{f}	0.00^{f}
3	154	149	54.21^{e}	48.14^{e}	47.45^{e}	31.65^{e}	29.78^{e}	21.36^{e}	15.71^{e}	13.03^{e}
6	98	83	62.86^{d}	52.53^{d}	53.63^{d}	42.56^{d}	40.89^{d}	34.03^{d}	30.16^{d}	24.80^{d}
9	79	73	68.24^{c}	59.83^{c}	58.19^{c}	49.23^{c}	46.21^{c}	41.27^{c}	47.85^{c}	38.65^{bc}
24	63	58	68.86^{bc}	61.21^{b}	59.19b^{c}	53.39^{b}	56.37^{b}	42.58^{bc}	52.87^{b}	40.17^{b}
48	58	47	70.54^{a}	62.29^{a}	61.57^{a}	59.48^{a}	59.19^{a}	45.38^{a}	56.13^{a}	42.83^{a}
F-Test			*	*	*	*	*	*	*	*
C.V. (%)			3.89	2.87	2.47	2.58	1.87	1.48	1.58	1.88

* = แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรต่างกันในคอลัมภ์เดียวกันแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดย DMRT

ตารางที่ 6 จำนวนละอองเรณูบนปลายยอดเกสรเพศเมียและเปอร์เซ็นต์การงอกของหลอดละอองเรณูเข้าไปในเกสรเพศเมียส้มโชกุนที่ได้รับการถ่ายละอองเรณูแบบผสมข้ามด้วยมือที่ระยะเวลาเก็บดอกนานต่างๆ กันจากแปลงปลูกส้มโชกุนจังหวัดปัตตานีและยะลา พ.ศ. 2555

เวลาเก็บดอกหลังถ่ายละอองเรณู (ชั่วโมง)	จำนวนละอองเรณูบนยอดเกสรเพศเมีย (เม็ด)		หลอดละอองเรณูเฉลี่ยในเกสรเพศเมีย (เปอร์เซ็นต์)						หลอดละอองเรณูเฉลี่ยที่งอกเข้าไปที่ออวุล (เปอร์เซ็นต์)	
			ส่วนบน		ส่วนกลาง		ส่วนล่าง			
	ปัตตานี	ยะลา	ปัตตานี	ยะลา	ปัตตานี	ยะลา	ปัตตานี	ยะลา	ปัตตานี	ยะลา
0	98	87	0.00^{f}	0.00^{f}	0.00^{f}	0.00^{f}	0.00^{f}	0.00^{f}	0.00^{f}	0.00^{f}
3	172	167	52.34^{e}	46.23^{e}	45.89^{e}	30.56^{e}	27.45^{e}	20.01^{e}	13.98^{e}	11.63^{e}
6	88	79	60.23^{d}	50.21^{d}	50.67^{d}	38.34^{d}	37.45^{d}	30.67^{d}	29.34^{d}	21.34^{d}
9	101	82	64.89^{c}	53.96^{c}	53.26^{c}	45.78^{c}	45.43^{c}	40.65^{c}	42.67^{c}	35.62^{c}
24	75	64	66.45^{bc}	64.34^{b}	54.42^{bc}	48.45^{b}	48.45^{b}	41.36^{bc}	48.79^{b}	41.67^{b}
48	62	59	67.32^{a}	64.67^{a}	55.09^{a}	49.58^{a}	60.84^{a}	42.37^{a}	49.12^{a}	41.83^{a}
F-Test			*	*	*	*	*	*	*	*
C.V. (%)			2.47	2.12	2.89	1.57	2.87	1.57	1.85	2.68

* = แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรต่างกันในคอลัมภ์เดียวกันแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดย DMRT

ตารางที่ 7 จำนวนละอองเรณูบนปลายยอดเกสรเพศเมียและเปอร์เซ็นต์การงอกของหลอดละอองเรณูเข้าไปในเกสรเพศเมียส้มโชกุนที่ได้รับการถ่ายละอองเรณูแบบผสมข้ามด้วยมือหลังดอกบานนานต่างๆ กัน จากแปลงปลูกส้มโชกุนจังหวัดปัตตานีและยะลา พ.ศ. 2554

เวลาถ่ายละอองเรณูหลังดอกบาน (ชั่วโมง)	จำนวนละอองเรณูบนยอดเกสรเพศเมีย (เม็ด)		หลอดละอองเรณูเฉลี่ยในเกสรเพศเมีย (เปอร์เซ็นต์)						หลอดละอองเรณูเฉลี่ยที่งอกเข้าไปที่ออวุล (เปอร์เซ็นต์)	
			ส่วนบน		ส่วนกลาง		ส่วนล่าง			
	ปัตตานี	ยะลา	ปัตตานี	ยะลา	ปัตตานี	ยะลา	ปัตตานี	ยะลา	ปัตตานี	ยะลา
0	82	74	49.65^{b}	43.81^{b}	36.65^{b}	28.32^{b}	30.54^{b}	21.89^{b}	24.68^{b}	18.31^{b}
3	140	106	69.39^{a}	51.34^{a}	52.32^{a}	39.96^{a}	45.21^{a}	25.54^{a}	33.90^{a}	19.32^{a}
6	95	78	43.30^{c}	39.03^{c}	27.67^{c}	19.45^{c}	22.49^{c}	12.67^{c}	18.28^{c}	9.54^{c}
9	71	62	40.62^{d}	30.23^{d}	23.56^{d}	14.56^{d}	17.43^{d}	9.89^{d}	15.32^{d}	7.37^{c}
24	70	65	18.76^{e}	12.87^{e}	12.46^{e}	6.10^{e}	8.89^{e}	5.67^{e}	6.56^{e}	3.72^{d}
48	63	58	14.43^{f}	10.56^{f}	8.09^{f}	4.41^{f}	4.76^{f}	2.62^{f}	1.05^{f}	0.27^{e}
F-Test			*	*	*	*	*	*	*	*
C.V. (%)			2.87	3.17	3.72	1.58	1.89	1.57	1.27	1.85

* = แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรต่างกันในคอลัมภ์เดียวกันแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดย DMRT

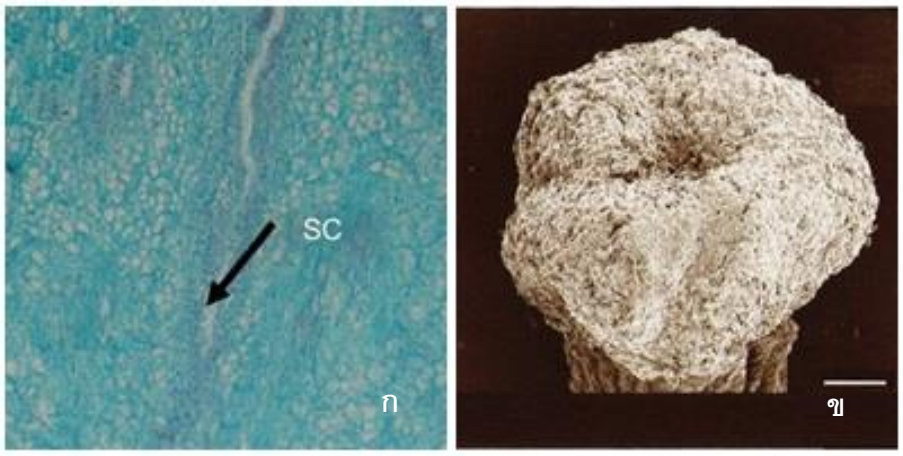
ตารางที่ 8 จำนวนละอองเรณูบนปลายยอดเกสรเพศเมียและเปอร์เซ็นต์การงอกของหลอดละอองเรณูเข้าไปในเกสรเพศเมียส้มโชกุนที่ได้รับการถ่ายละอองเรณูแบบผสมข้ามด้วยมือหลังดอกบานนานต่างๆ กัน จากแปลงปลูกส้มโชกุนจังหวัดปัตตานีและยะลา พ.ศ. 2555

เวลาถ่ายละอองเรณูหลังดอกบาน (ชั่วโมง)	จำนวนละอองเรณูบนยอดเกสรเพศเมีย (เม็ด)		หลอดละอองเรณูเฉลี่ยในเกสรเพศเมีย (เปอร์เซ็นต์)						หลอดละอองเรณูเฉลี่ยที่งอกเข้าไปที่ออวุล (เปอร์เซ็นต์)	
			ส่วนบน		ส่วนกลาง		ส่วนล่าง			
	ปัตตานี	ยะลา	ปัตตานี	ยะลา	ปัตตานี	ยะลา	ปัตตานี	ยะลา	ปัตตานี	ยะลา
0	96	83	58.45^{b}	48.23^{b}	38.43^{b}	23.21^{b}	29.35^{b}	18.76^{b}	22.87^{b}	14.56^{b}
3	176	118	64.55^{a}	50.21^{a}	50.94^{a}	35.28^{a}	41.48^{a}	23.59^{a}	33.43^{a}	18.43^{a}
6	87	85	50.89^{c}	30.45^{c}	25.32^{c}	17.24^{c}	20.38^{c}	11.21^{c}	16.54^{c}	8.76^{c}
9	86	58	30.32^{d}	18.32^{d}	22.38^{d}	12.34^{c}	16.98^{d}	8.47^{c}	12.54^{d}	5.65^{c}
24	63	39	13.11^{e}	8.29^{e}	10.29^{e}	6.48^{d}	6.56^{e}	4.38^{d}	5.47^{e}	2.38^{d}
48	59	21	10.29^{f}	7.83^{f}	7.23^{f}	3.49^{e}	4.31^{f}	1.78^{e}	1.01^{f}	0.21^{e}
F-Test			*	*	*	*	*	*	*	*
C.V. (%)			2.87	2.47	2.51	1.94	1.45	1.78	1.27	2.04

* = แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรต่างกันในคอลัมภ์เดียวกันแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดย DMRT

6.8 กายวิภาค เนื้อเยื่อวิทยา และลักษณะปลายยอดเกสรเพศเมีย

บริเวณกึ่งกลางของก้านเกสรเพศเมียมี stylar canals รูปร่างค่อนข้างกลมและเป็นร่องยาว เนื้อเยื่อที่บุบริเวณ stylar canals นี้ เรียกว่า transmitting มีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมเรียงตัวติดกันแน่น ซึ่งปลายยอดเกสรเพศเมียมีการขยายขนาดเพิ่มขึ้น บริเวณกึ่งกลางมีร่องบุ๋มลงไปเล็กน้อย (ภาพที่ 30 ก-ข)



ภาพที่ 30 กายวิภาค เนื้อเยื่อวิทยา (ก) และลักษณะปลายยอดเกสรเพศเมียดอกส้มโชกุนระยะดอกบานเต็มที่ (ข) SC = stylar canals

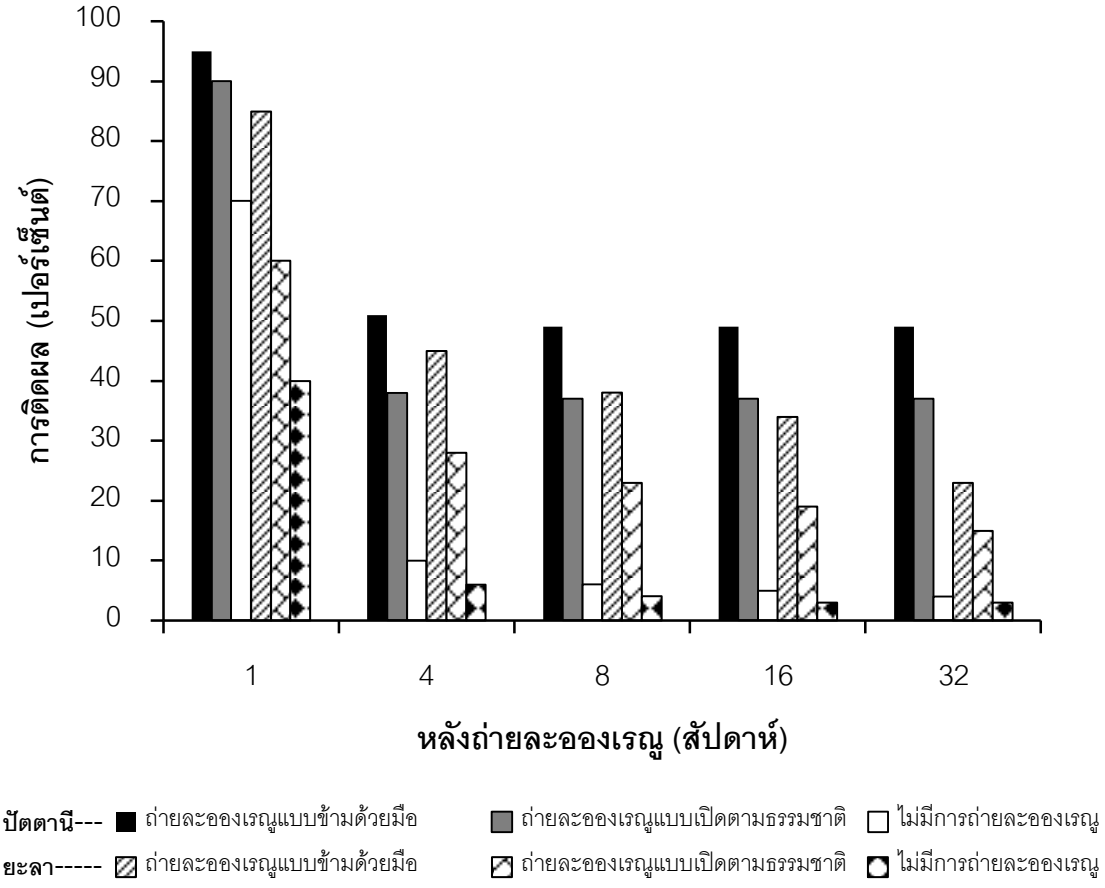
4. ชนิดและพฤติกรรมของชีวพาหะ

ชีวพาหะที่มาเยือนดอกส้มโชกุนช่วงระหว่าง พ.ศ. 2554 ถึง 2555 พบว่า ในแปลงปลูกส้มโชกุนจังหวัดยะลา ได้แก่ แมลงวันผลไม้ ชันโรง แมงภู่ และมดดำ เช่นเดียวกับแปลงปลูกที่ปัตตานีแต่มีมดแดง และผีเสื้อด้วย ในบรรดาชีวพาหะที่ทำหน้าที่ช่วยถ่ายละอองเรณูปรากฏว่าแมลงวันผลไม้มีพฤติกรรมและบทบาทในการถ่ายละอองเรณูสูงสุดโดยเริ่มออกทำหน้าที่ตั้งแต่เวลา 9:00 ถึง 11:00 นาฬิกาสำหรับแปลงปลูกจังหวัดปัตตานี จะเก็บละอองเรณูและน้ำหวานบริเวณโคนกลีบดอกโดยจะไต่ไปมาประมาณ 10-20 วินาทีต่อดอก ก่อให้เกิดการถ่ายละอองเรณูขึ้นได้ ชันโรงเข้ามาเยือนดอกเวลา 8:00 ถึง 10:00 นาฬิกา โดยเก็บละอองเรณูไว้ที่ตะกร้าเก็บละอองเรณูที่ส่วนขาหลังและจะไต่ลงไปเก็บน้ำหวานบริเวณโคนกลีบดอกใช้เวลาเยือนดอก 5-10

วินาทีต่อดอก และในช่วงเวลาดังกล่าวนั้นแมลงภู่ก็จะเข้ามาเก็บละอองเรณูโดยใช้ขาและลำตัวให้สัมผัสกับอับละอองเรณูเพื่อให้ละอองเรณูติดบริเวณลำตัวและขาเช่นเดียวกัน มักใช้เวลาประมาณ 5-10 วินาทีต่อดอก ส่วนมดดำและมดแดงจะมาเยือนดอกตลอดวันและใช้เวลามากกว่า 30 วินาทีต่อดอก โดยเข้ามากินน้ำหวานและไต่เวียนบริเวณโคนกลีบดอกเท่านั้น สำหรับผีเสื้อมาเยือนดอกช่วงสั้นๆ และดูดน้ำหวานบริเวณกลีบดอก สำหรับแปลงปลูกจังหวัดยะลา แมลงวันผลไม้เริ่มมาเยือนเวลา 8:00 ถึง 10:00 นาฬิกา มักใช้เวลาประมาณ 10-15 วินาทีต่อดอก ส่วนชันโรง แมลงภู่และมดดำ มีพฤติกรรมไม่แตกต่างจากแปลงปลูกจังหวัดปัตตานี

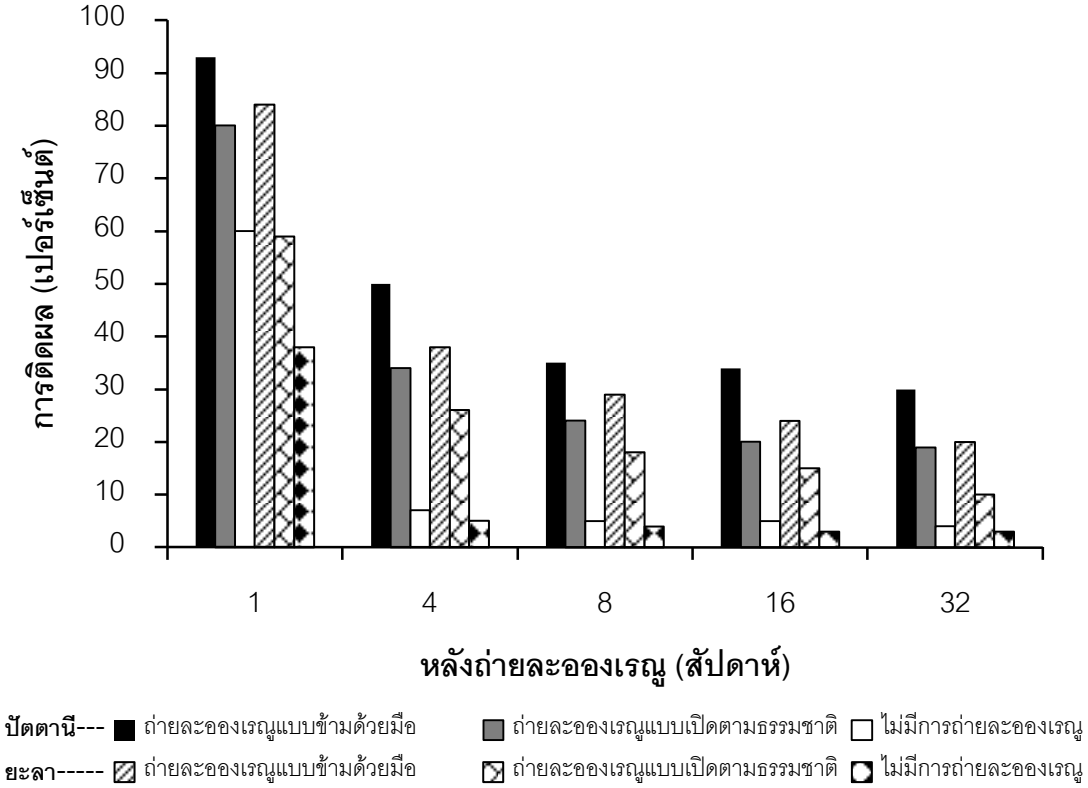
5. การถ่ายละอองเรณูและการติดผล

ผลของการถ่ายละอองเรณูต่อการติดผลของส้มโชกุนในแปลงปลูกจังหวัดปัตตานีและยะลา เกิดขึ้นสูงสุดหลังจากการถ่ายละอองเรณูไปแล้ว 1 สัปดาห์ หลังจากนั้นผลที่ติดและคงอยู่บนต้นลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อผลอายุ 4 สัปดาห์ หลังจากนั้น การติดผลลดลงน้อยมากจนกระทั่งค่าการติดผลคงที่ในสัปดาห์ที่ 16 เป็นต้นไป จนกระทั่งผลสุกแก่ในสัปดาห์ที่ 32 ปริมาณการติดผลของส้มโชกุนในระยะสุกแก่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ใน พ.ศ. 2554 การถ่ายละอองเรณูแบบผสมข้ามด้วยมือมีเปอร์เซ็นต์การติดผลสูงสุดเท่ากับ 49 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ การถ่ายละอองเรณูแบบเปิดตามธรรมชาติมีเปอร์เซ็นต์การติดผลเท่ากับ 37 เปอร์เซ็นต์ และไม่มีการถ่ายละอองเรณูมีเปอร์เซ็นต์การติดผลต่ำสุดเท่ากับ 4 เปอร์เซ็นต์สำหรับแปลงปลูกจังหวัดปัตตานี ส่วนการติดผลของส้มโชกุนในแปลงปลูกจังหวัดยะลา พบว่า ผลอ่อนร่วงเป็นจำนวนมากระหว่างสัปดาห์ที่ 1-4 หลังการถ่ายละอองเรณู และการติดผลลดลงน้อยมากจนกระทั่งค่าการติดผลคงที่ในสัปดาห์ที่ 16 เป็นต้นไป จนกระทั่งผลสุกแก่ในสัปดาห์ที่ 32 ปริมาณการติดผลของส้มโชกุนในระยะสุกแก่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยการถ่ายละอองเรณูแบบผสมข้ามด้วยมือมีเปอร์เซ็นต์การติดผลสูงสุดเท่ากับ 40 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ การถ่ายละอองเรณูแบบเปิดตามธรรมชาติมีเปอร์เซ็นต์การติดผลเท่ากับ 14 เปอร์เซ็นต์ และไม่มีการถ่ายละอองเรณูมีเปอร์เซ็นต์การติดผลต่ำสุดเท่ากับ 4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 31)



ภาพที่ 31 การติดผลของส้มโชกุนในแปลงปลูกจังหวัดปัตตานีและยะลา พ.ศ. 2554

ส่วนใน พ.ศ. 2555 เปอร์เซ็นต์การติดผลต่ำกว่ากับผลการศึกษาใน พ.ศ. 2554 พบว่าปริมาณการติดผลของส้มโชกุนในระยะสุกแก่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ การถ่ายละอองเรณูแบบผสมข้ามด้วยมือ การถ่ายละอองเรณูแบบเปิดตามธรรมชาติ และไม่มีการถ่ายละอองเรณูมีเปอร์เซ็นต์การติดผล เท่ากับ 30, 19 และ 4 เปอร์เซ็นต์สำหรับแปลงปลูกที่จังหวัดปัตตานี และแปลงปลูกจังหวัดยะลามีเปอร์เซ็นต์การติดผล เท่ากับ 20, 10 และ 3 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ภาพที่ 32)

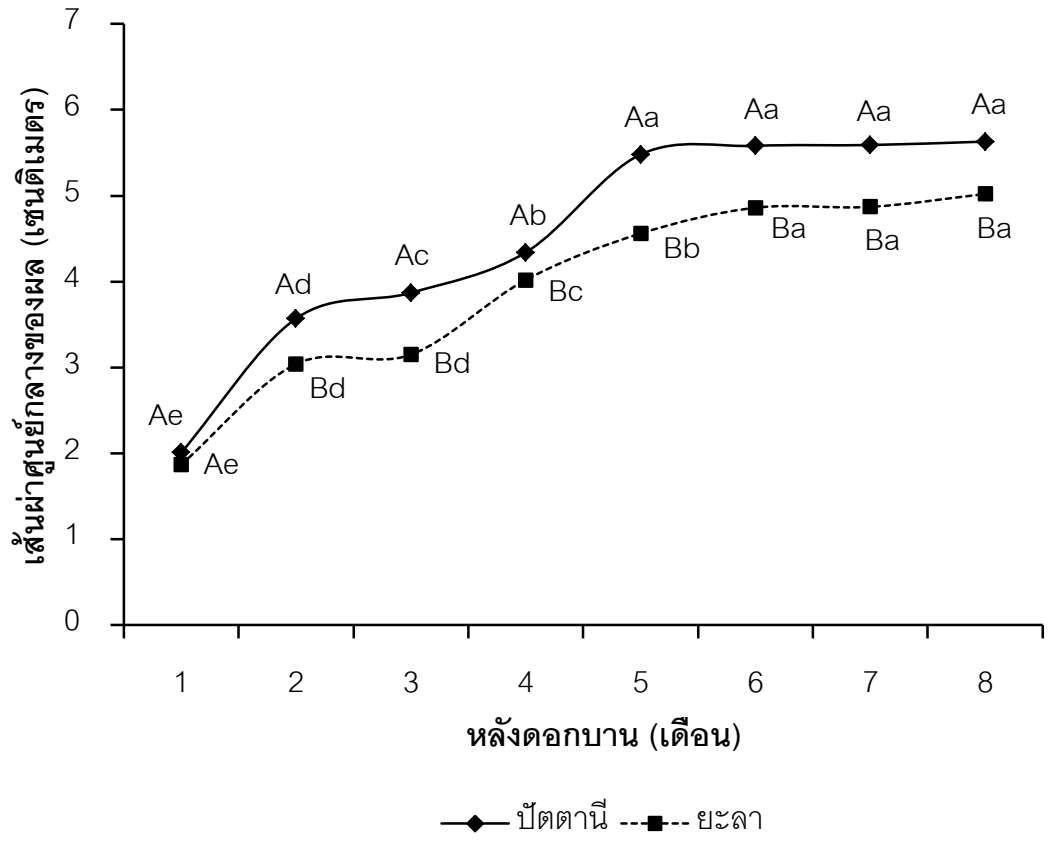


ภาพที่ 32 การติดผลของส้มโชกุนในแปลงปลูกจังหวัดปัตตานีและยะลา พ.ศ. 2555

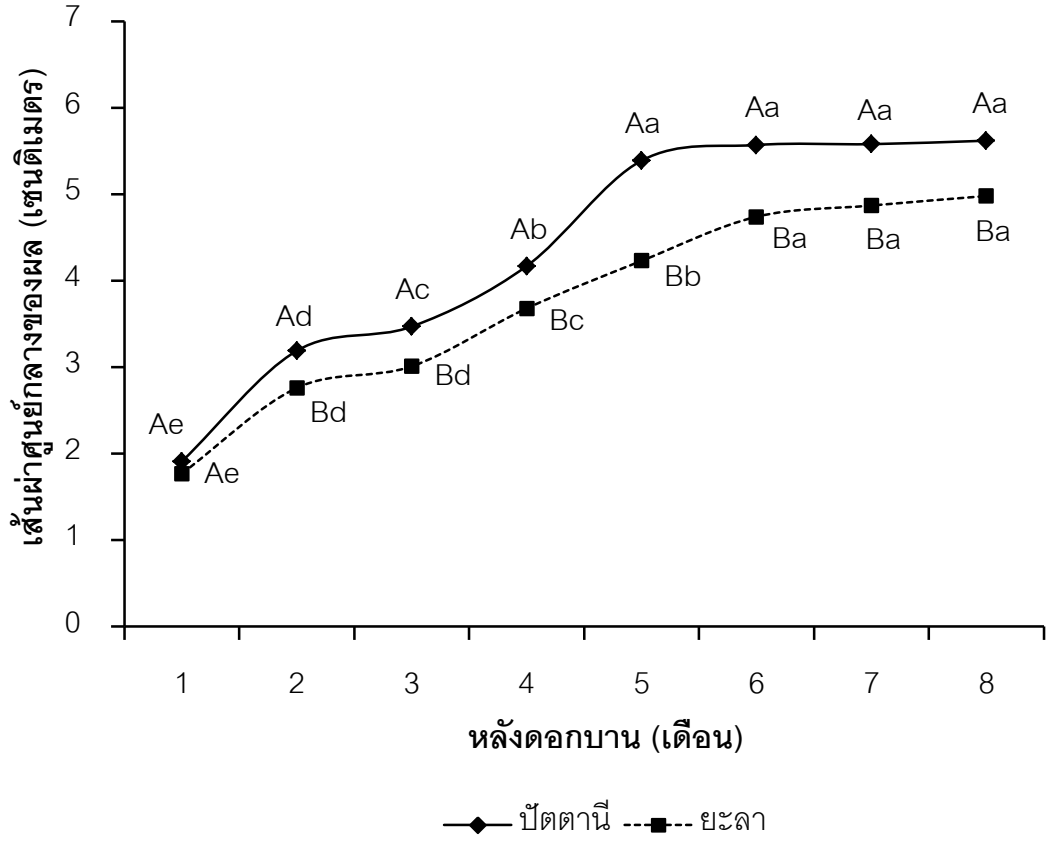
6. คุณภาพผลผลิต

6.1 อัตราการเจริญเติบโตของผล

การเจริญเติบโตของผลใน พ.ศ. 2554 และ2555 มีความแตกต่างกันระหว่างแปลงปลูกที่จังหวัดปัตตานีและยะลา พ.ศ. 2554 ค่าเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลางผลตั้งแต่เดือนที่ 1-8 เท่ากับ 2.01, 3.57, 3.87, 4.34, 5.48, 5.58, 5.59 และ 5.63 เซนติเมตรสำหรับแปลงปลูกที่จังหวัดปัตตานีและแปลงปลูกที่จังหวัดยะลา เท่ากับ 1.87, 3.04, 3.15, 4.02, 4.56, 4.86, 4.87 และ 5.02 เซนติเมตร (ภาพที่ 33) ส่วน พ.ศ. 2555 เท่ากับ 1.91, 3.19, 3.47, 4.17, 5.39, 5.57, 5.58 และ 5.62 เซนติเมตร สำหรับแปลงปลูกที่จังหวัดปัตตานีและจังหวัดยะลา เท่ากับ 1.77, 2.76, 3.01, 3.68, 4.23, 4.74, 4.87 และ 4.98 เซนติเมตร ตามลำดับ (ภาพที่ 34)



ภาพที่ 33 ค่าเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลางของผลส้มโชกุนในแปลงปลูกจังหวัดปัตตานีและยะลา พ.ศ. 2554



ภาพที่ 34 ค่าเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลางของผลส้มโชกุนในแปลงปลูกจังหวัดปัตตานีและยะลา พ.ศ. 2555

6.2 คุณภาพผล

คุณภาพผลส้มโชกุนระหว่าง พ.ศ. 2554 และ 2555 ในแปลงปลูกจังหวัดปัตตานีดีกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับแปลงปลูกจังหวัดยะลา พบว่า พ.ศ. 2554 คุณภาพด้านน้ำหนักผล น้ำหนักเนื้อ น้ำหนักเปลือก ความหนาเปลือก ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TTA) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) สัดส่วนระหว่าง TSS กับ TA และค่าสีของเปลือกผล คือ 136.23 กรัม,120.12 กรัม, 19.11 กรัม, 2.69 มิลลิเมตร, 1.67, 10.50 องศาบริกซ์, 6.29 และ 4 สำหรับแปลงปลูกจังหวัดปัตตานีและ 113.63 กรัม, 99.96 กรัม, 15.67 กรัม,1.64 มิลลิเมตร, 1.21, 11.50 องศาบริกซ์, 9.50 และ 5 สำหรับแปลงปลูกจังหวัดยะลา ส่วน พ.ศ. 2555 แปลงปลูกจังหวัดปัตตานีมีลักษณะคุณภาพ เท่ากับ 130.05 กรัม, 111.48 กรัม , 18.57 กรัม, 2.64 มิลลิเมตร, 1.42,

12.15 องศาบริกซ์, 8.56 และ 4 และแปลงปลูกจังหวัดยะลา เท่ากับ 98.57 กรัม, 83.98 กรัม, 14.59 กรัม, 1.52 มิลลิเมตร, 1.03, 12.63 องศาบริกซ์ , 12.26 และ 5 ตามลำดับ (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 9 คุณภาพผลผลิตของผลส้มโชกุนจากแปลงปลูกในจังหวัดปัตตานีและยะลาระหว่าง พ.ศ. 2554 ถึง 2555

ลักษณะคุณภาพ	**แปลงปลูก**			
	ปัตตานี		ยะลา	
	2554	2555	2554	2555
ขนาดผล (เซนติเมตร)	5.63	5.62	5.02	4.98
ความหนาเปลือก (มิลลิเมตร)	2.69[a]	2.64[ab]	1.64[a]	1.52[b]
น้ำหนักเปลือก (กรัม)	19.11[a]	18.57[ab]	15.67[a]	14.59[b]
น้ำหนักผล (กรัม)	136.23[a]	130.05[b]	113.63[a]	98.57[b]
น้ำหนักเนื้อ (กรัม)	120.12[a]	111.48[b]	99.96[a]	83.98[b]
ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้	1.67[a]	1.42[b]	1.21[a]	1.03[b]
ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (องศาบริกซ์)	10.50[b]	12.15[a]	11.50[b]	12.63[a]
สัดส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้	6.29[b]	8.56[a]	9.50[b]	12.26[a]
ค่าสีเปลือก	4.00	4.00	5.00	5.00

* = แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรต่างกันในแถวเดียวกันแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดย Duncan's multiple range test (DMRT)

บทที่ 4

วิจารณ์

การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศต่อการแตกยอด ออกดอก บานดอก ละอองเรณูและเกสรเพศเมีย

ช่วงการแตกยอดและการออกดอกของไม้ผลแต่ละชนิดจะแตกต่างกันตามสภาพแวดล้อม สำหรับในเขตร้อนปรากฏว่า การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศด้านปริมาณน้ำฝนหรือความแห้งแล้งมีผลต่อช่วงการแตกยอดและการออกดอกของไม้ผลเป็นอย่างมาก (พรพันธ์ กิตินันท์ประกร และสุรนันต์ สุภัทรพันธุ์, 2530 ; สัมฤทธิ์ เฟื่องจันทร์, 2537 ; Monselise and Halevy, 1964 ; Apiratikorn *et al*., 2012) ส้มโชกุนในแปลงปลูกในเขตอำเภอยะรัง จังหวัดปัตตานี แตกยอด 3 ช่วง คือ มีนาคม มิถุนายน และพฤศจิกายน ในระหว่าง พ.ศ. 2554 และเดือนพฤษภาคม ใน พ.ศ. 2555 สำหรับแปลงปลูกจังหวัดยะลาแตกยอดในเดือนเมษายนและพฤษภาคม ตามลำดับ ปริมาณน้ำฝนและความชื้นเป็นปัจจัยที่สำคัญที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจนและส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของช่วงการแตกยอด พบว่า แปลงปลูกจังหวัดปัตตานีมีการทิ้งช่วงของฝนเดือนกุมภาพันธ์ ทำให้มีความชื้นดินต่ำน้อยกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อได้รับปริมาณน้ำฝนในเดือนมีนาคมเฉลี่ย 80.70 มิลลิลตร และหากพิจารณาปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยก่อนส้มโชกุนแตกยอดในเดือนกุมภาพันธ์ เท่ากับ 30.90 มิลลิลิตร และการเปลี่ยนแปลงข้างต้นจะทำให้เกิดการแตกยอดของส้มโชกุนในระยะต้นปี คล้ายกับแปลงปลูกที่จังหวัดยะลา ที่มีการแตกยอดเดือนเมษายนแต่ช้ากว่าเป็นเวลา 21 วัน เนื่องมาจากการทิ้งช่วงของฝนที่นานกว่าแปลงปลูกจังหวัดปัตตานี ปริมาณน้ำฝนและความชื้นทำให้รากส้มโชกุนหยุดการเจริญเติบโตและส่งเสริมการสังเคราะห์อาหารด้วยแสงและมีการสะสมอาหารที่ใบ และเมื่อส้มโชกุนได้รับน้ำฝนในเดือนต่อมา ก็จะใช้อาหารที่เก็บไว้สร้างยอดและตาดอกเกิดขึ้นในระยะต่อมา รูปแบบข้างต้นคล้ายกับช่วงการแตกยอดในเดือนมิถุนายนและพฤศจิกายน ซึ่งพบว่า ในเดือนมิถุนายนมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 187.10 มิลลิลิตร และความชื้นดินเฉลี่ย 30.58 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งก่อนการออกดอกในเดือนเมษายนมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 40.10 มิลลิลิตร และความชื้นดินเฉลี่ย 16.80 เปอร์เซ็นต์ และเพิ่มขึ้นในเดือนพฤษภาคม เท่ากับ 174.50 มิลลิลิตร และ 22.54 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และทำนองเดียวกับเดือนพฤศจิกายนที่มีปริมาณน้ำฝนมากกว่าเดือนก่อนการออกดอกในเดือนตุลาคม แต่ในช่วงเวลาที่ 2 และ 3 ได้รับผลกระทบจากการขาดน้ำในช่วงสั้นๆ เท่านั้น ซึ่งทำให้ช่วงเวลาหรือจำนวนวันการแตกยอดและ

ออกดอกเกิดขึ้นเป็นเวลา 6 และ 5 วัน ตามลำดับ ซึ่งสั้นกว่าช่วงการแตกยอดและออกดอกในช่วงแรก (เดือนมีนาคม) ฟีโนโลยีคล้ายกับแปลงส้มโชกุนในเขตอำเภอยะหา จังหวัดยะลาที่แตกยอดในเดือนเมษายนซึ่งพบว่า ในเดือนดังกล่าวมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 31.70 มิลลิลิตรและความชื้นดินเฉลี่ย 21.48 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งก่อนการออกดอกในเดือนเมษายนไม่มีปริมาณน้ำฝนเลยและความชื้นดินเฉลี่ย 14.67 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาช่วงการแตกยอดใน พ.ศ. 2555 ทั้ง 2 แปลงมีการแตกยอดเดือนพฤษภาคมเหมือนกัน จากข้อมูลปริมาณน้ำฝน จะเห็นว่าฝนตกน้อยอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ต้นปี ทำให้ต้นส้มโชกุนมีการหยุดการเจริญเติบโตแต่มีกระบวนการสร้างอาหารอย่างต่อเนื่องจากความเหมาะสมในปัจจัยอื่น เช่น ปริมาณแสง เป็นต้น และเมื่อได้รับปริมาณน้ำฝนและความชื้นดินอย่างเหมาะสมก็จะมีการแตกยอดแต่ช้ากว่าใน พ.ศ. 2554 และหลังการแตกยอดไม่นานก็มีการออกดอกบริเวณใบที่เกิดขึ้นใหม่ สำหรับการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิในช่วงดังกล่าวเป็นผลทางอ้อมที่ส่งเสริมการระเหยของน้ำในดินเร็วขึ้น ทำให้ดินมีความชื้นต่ำ นอกจากนี้ การได้รับแสงมาก ทำให้การสะสมอาหารภายในต้นเพิ่มขึ้น และเมื่อได้รับน้ำอย่างเพียงพอในระยะต่อมา ส่งเสริมการแตกยอดและออกดอกในระยะต่อมาคล้ายกับการรายงานของวิจิตต์ วรรณชิต และไมตรี แก้วทับทิม (2538) รายงานว่า ส้มโอพันธุ์หอมหาดใหญ่ทยอยการแตกยอดอ่อน และออกดอก จำนวนแตกต่างกันในแต่ละครั้งเกือบทุกเดือน แต่เกิดขึ้นสูงสุดในช่วงเดือนเมษายน การแตกยอดอ่อนและออกดอก ปรากฏในเห็นพร้อมๆ กันหลังจากที่ต้นได้รับความแห้งแล้งไปแล้วระยะหนึ่ง และได้รับน้ำฝนในปริมาณที่เพียงพอในเวลาต่อมา

สำหรับช่วงเวลาและจำนวนวันของการบานดอกส้มโชกุนในจังหวัดปัตตานีในระหว่าง พ.ศ. 2554 มี 3 ช่วง ช่วงแรกบานในเดือนเมษายน โดยใช้เวลาบานเฉลี่ยมากถึง 12 วัน ซึ่งดอกค่อยๆ บานและบานสูงสุดในวันที่ 6 ช่วงที่ 2 ดอกบานเดือนมิถุนายน บานสูงสุดในวันที่ 4 สำหรับการบานในรอบวันทั้ง 2 ช่วงบานสูงสุดเวลา 10:00 นาฬิกา และส่วนใหญ่ดอกจะบานมากในก่อนเวลา 11:00 นาฬิกา และช่วงสุดท้ายเดือนธันวาคม บานสูงสุดในที่ 3 แต่ดอกจะบานมากในเวลา 11:00 นาฬิกา ในช่วงการบานของดอก พบว่า หลังจากดอกส้มโชกุนพัฒนาซึ่งมีความชื้นดินค่อนข้างต่ำและน้ำฝนน้อย อย่างไรก็ตาม อุณหภูมิเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการบานดอก ซึ่งพบว่า การบานดอกในช่วงที่ 1 อุณหภูมิเฉลี่ย 37.60 องศาเซลเซียส และ 33.31 องศาเซลเซียสในช่วงที่ 2 เวลาบานช่วงที่ 1 ค่อนข้างนาน ทั้งนี้ ส้มโชกุนมีระยะเวลาการพัฒนาด้านลำต้นในช่วงต้นปีประมาณ 5 เดือน เพื่อเตรียมความพร้อมในการเจริญทางลำต้นเพื่อการออกดอกและผลจำนวนยอดที่เป็นตำแหน่งการออกดอกมีจำนวนมากเพื่อการออกดอก และจะทยอยออกดอก ทำ

ให้ระยะเวลาการออกดอกนานกว่าช่วงที่ 2 การออกดอกในช่วงที่ 2 นี้เป็นการออกดอกในตำแหน่งปลายยอดส่วนที่เหลือจากครั้งที่ 1 เท่านั้น การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิในช่วงเวลาเดียวกันในรอบวันจะช่วยเร่งการพัฒนาการของดอกตูมให้บานเร็วขึ้นและมีช่วงการบานดอกสั้นลง (Hoye *et al*., 2013)

ส่วนช่วงเวลาและจำนวนวันของการบานดอกส้มโชกุนในจังหวัดยะลาระหว่างวันที่ 15-22 เมษายน โดยใช้เวลาการบานเฉลี่ย 8 วันเท่านั้น ซึ่งดอกค่อยๆ บานและบานสูงสุดในวันที่ 4 อุณหภูมิเฉลี่ย 38.14 องศาเซลเซียส สูงกว่าในแปลงปลูกจังหวัดปัตตานีในช่วงเดือนเดียวกัน โดยใช้เวลาบานเฉลี่ยสั้นกว่าแปลงปลูกในจังหวัดปัตตานีเป็นเวลา 4 วัน และเมื่อพิจารณาการบานในรอบวันช่วงเดือนเดียวกัน พบว่า แปลงปลูกในจังหวัดยะลาเร็วกว่าและสูงสุดในเวลา 10:00 นาฬิกา ในขณะที่จังหวัดปัตตานีบานสูงสุดเวลา 11:00 นาฬิกา จะเห็นว่า ในสภาพแปลงปลูกที่มีอุณหภูมิสูงกว่าจะส่งเสริมให้ดอกบานเร็วและใช้ช่วงเวลาบานดอกสั้นลง และเมื่อพิจารณาการบานของส้มโชกุนใน พ.ศ. 2555 ที่ออกดอกและบานในเดือนพฤษภาคมซึ่งหลังจากได้รับปริมาณน้ำฝนหลังจากที่แล้งยาวนานตั้งแต่ต้นปี สำหรับแปลงปลูกที่จังหวัดปัตตานีมีช่วงการบานสั้นลง 1 วันมื่อเทียบกับปีก่อน ผลของช่วงเวลาการบานของดอกที่แตกต่างกันนี้ นอกจากเป็นผลจากปัจจัยสิ่งแวดล้อมยังเป็นกลไกภายในดอกตัวเองเพื่อเอื้อต่อการถ่ายละอองเรณู เรียกว่า floral clock ซึ่งไม้ผลแต่ละชนิดจะมีช่วงเวลาการบานที่แตกต่างกันไป (Nepi and panici, 1993) ขึ้นกับสภาพแวดล้อม อุณหภูมิและความชื้นในดิน เช่น หากอุณหภูมิเพิ่มขึ้นก็เร่งให้มีจำนวนดอกบานพร้อมกันมากขึ้น (Faegri and Pijl, 1979 ; Spiegel-Roy and Goldschmidt, 1996)

หลังจากดอกส้มโชกุนบานไม่นานละอองเรณูจำนวนมากถูกปลดปล่อยออกมาและพร้อมสำหรับการผสมพันธุ์ หลังจากปลดปล่อย ออกมาใหม่ๆ มีค่าความมีชีวิตสูงและค่อยๆ ลดลง ทั้งนี้อุณหภูมิและความชื้นภายนอกมีผลกระทบต่อความมีชีวิตของละอองเรณูโดยจะเร่งและยับยั้งกระบวนการเมแทบอลิซึมภายในเซลล์ของละอองเรณูจนนำไปสู่การเสื่อมสภาพของความมีชีวิตได้เร็วขึ้น (เบญจพร ชูสิงห์, 2546 ; ลาวัลย์ รักสัตย์, 2539 ; Adaniya, 2001 ; Hedhly *et al*., 2004) ละอองเรณูที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้องของดอกส้มโชกุนที่เก็บจากแปลงปลูกจังหวัดปัตตานีในช่วงการออกดอกเดือนเมษายนมีเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตสูงกว่าในแปลงปลูกจังหวัดยะลา และความมีชีวิตลดลงอย่างรวดเร็วในช่วง 9-48 ชั่วโมง แต่หากพิจารณาเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตที่สามารถใช้สำหรับถ่ายละอองเรณูซึ่งต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ความมีชีวิต

ของละอองเรณูในแปลงปลูกจังหวัดยะลามีช่วงสั้น หลังจากดอกบานไปแล้วไม่เกิน 6 ชั่วโมง และ 9 ชั่วโมงในแปลงปลูกจังหวัดปัตตานี ทั้งนี้ ในช่วงเวลาในแปลงปลูกจังหวัดยะลามีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงกว่าในแปลงปลูกจังหวัดปัตตานีและมีความชื้นต่ำกว่าในแปลงปลูกจังหวัดปัตตานี และเมื่อทดสอบความมีชีวิตที่ควบคุมระดับอุณหภูมิ -4, 0, 10, 20, 30, และ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0, 3, 6, 9, 24, และ 48 ชั่วโมง เพื่อบ่งบอกปัจจัยที่มีผลต่อค่าความมีชีวิตและเปรียบเทียบกับสภาพในแปลงปลูก พบว่า ค่าความมีชีวิตที่ระดับอุณหภูมิสูง 40 องศาเซลเซียส มีค่าน้อยสุด และเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิลดลง แต่อย่างไรก็ตาม ค่าความมีชีวิตจะลดลงตามระยะการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น เมื่อพิจารณาค่าความมีชีวิตของละอองเรณูในสภาพแปลงที่จังหวัดปัตตานีที่อุณหภูมิเฉลี่ยในขณะดอกบาน 37.60 องศาเซลเซียส ซึ่งใกล้เคียงกับความมีชีวิตของละอองเรณูในแปลงปลูกจังหวัดปัตตานี 9 ชั่วโมง อย่างไรก็ตาม ค่าความมีชีวิตในแปลงมีค่าสูงกว่าที่ทดสอบจากการควบคุม ถึงแม้สภาพในแปลงมีอุณหภูมิสูงกว่า แต่อยู่ในสภาพแวดล้อมแบบเปิด มีการถ่ายเทและเคลื่อนที่อย่างอิสระของพลังงานความร้อนได้ ประกอบกับความชื้นบริเวณใกล้เคียง แต่ค่าความมีชีวิตจะมีความแตกต่างกันตามสภาพพื้นที่ที่แตกต่างกัน โดยที่ค่าความมีชีวิตละอองเรณูที่ควบคุมระดับอุณหภูมิเหมือนกันแต่ก็มีค่าที่แตกต่างกัน ละอองเรณูที่เก็บจากแปลงปลูกจังหวัดยะลามีค่าความมีชีวิตลดลงและต่ำกว่าในระดับอุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บรักษาเดียวกัน สอดคล้องกับการศึกษาในทุเรียน (ทรงพล สมศรี, 2530) โจโจบา (Vaknin *et al*., 2003) และมะม่วงหิมพานต์ (Wunnachit, 1991) ศยามล กาจณปกรณ์ (2545) ได้ทำการศึกษาการเก็บรักษาละอองเรณูส้มโอพันธุ์หอมหาดใหญ่ พบว่า ละอองเรณูที่ถูกปลดปล่อยออกมาใหม่ๆ และเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสนาน 11 วัน มีค่าความมีชีวิต 60.50 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่เก็บรักษาละอองเรณูที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลานานเท่ากัน ทำให้ละอองเรณูไม่มีชีวิตรอดเลย เกรียงศักดิ์ ไทยพงษ์ และคณะ (2551) ทำการตรวจสอบความมีชีวิตและความงอกของละอองเรณูองุ่นพันธุ์ไวท์มะละกาและแบล็คโอปอลที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25 องศาเซลเซียส), -20 องศาเซลเซียส เพื่อหาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเก็บรักษาละอองเรณูองุ่น โดยทดสอบความมีชีวิตโดยวิธีการย้อมสีด้วยสีอะซีโตคาร์มีน เข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ และทดสอบความงอกด้วยวิธี hanging drop ในอาหารสังเคราะห์ ความเข้มข้นน้ำตาล 10 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ทุกอุณหภูมิส่งผลให้ละอองเรณูองุ่นมีความมีชีวิตและความงอกลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น โดยที่อุณหภูมิห้องสามารถรักษาความงอกของละอองเรณูองุ่นได้เพียง 1 วัน ในขณะที่อุณหภูมิ 4 และ -20 องศาเซลเซียส สามารถรักษาความงอกของละอองเรณูองุ่นได้นานถึง 2 และ 8 สัปดาห์ ตามลำดับ โดยที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส สามารถคงความมีชีวิตและความงอกของละอองเรณูสูงกว่าที่

อุณหภูมิอื่นๆ ความแปรปรวนของอุณหภูมิในแปลงปลูกมีผลต่อความมีชีวิตของละอองเรณูและค่าการติดผลในอนาคต (Faegri and Pijl, 1979)

การงอกของหลอดละอองเรณูในเนื้อเยื่อเกสรเพศเมียของส้มโชกุนใน พ.ศ. 2554 และ 2555 เกิดขึ้นค่อนข้างเร็ว หลังการถ่ายละอองเรณูนาน 3 ชั่วโมงก็สามารถงอกเข้าไปที่ออวุลในรังไข่ได้ เท่ากับ 15.54, 13.03 เปอร์เซ็นต์ และ 13.98, 11.63 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และสูงสุดหลังการถ่ายละอองเรณูนาน 48 ชั่วโมง (ตารางที่ 5, 6) เช่นเดียวกับไม้ผลเมืองร้อนส่วนใหญ่ที่ใช้ระยะเวลาในการงอกของหลอดละอองเรณูเพื่อเข้าไปที่ออวุลในรังไข่ภายในระยะเวลาประมาณ 3-48 ชั่วโมง เช่น มะละกอ ใช้เวลา 11 ชั่วโมงในการงอกของหลอดละอองเรณูเพื่อเข้าไปสู่ส่วนล่างของเกสรเพศเมียและใช้เวลา 37 ชั่วโมงเพื่อเข้าไปที่ออวุลในรังไข่ (Cohen *et al.,* 1989) ส้มโอพันธุ์หอมหาดใหญ่ใช้เวลาในการงอกของหลอดละอองเรณูเพียง 3 ชั่วโมงก็สามารถงอกเข้าไปที่ออวุลในรังไข่ได้แล้ว แต่ต้องใช้เวลา 48 ชั่วโมง จึงทำให้การงอกของหลอดละอองเรณูเข้าไปที่ออวุลในรังไข่มีค่าสูงสุด (ไมตรี แก้วทับทิม, 2538) และทุเรียนใช้เวลา 24 ชั่วโมง หลอดละอองเรณูสามารถงอกลงไปยังส่วนล่างสุดของเกสรเพศเมีย (Honsho *et al*., 2004) สภาพแวดล้อมโดยเฉพาะอุณหภูมิมีผลต่อระยะเวลาในการงอกของหลอดละอองเรณูเป็นอย่างมาก (Adaniya, 2001 ; Dag *et al*., 2000 ; Hedhly *et al*., 2004 ; Rosella *et al*., 1998) ซึ่ง Dag และคณะ (2000) เสนอว่า ในเขตร้อนมีอุณหภูมิสูงและแปรปรวนตลอดเวลา พืชดอกส่วนใหญ่ที่ต้องอาศัยการถ่ายละอองเรณูจนเกิดการปฏิสนธิจะใช้เวลาในขั้นตอนดังกล่าวให้น้อยที่สุด เพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบจากความแปรปรวนของสภาพฟ้าอากาศและจากการที่ส้มโชกุนมีช่วงเวลาการออกดอกและดอกบานสูงสุดในช่วงหน้าแล้งและแดดจัด ระดับอุณหภูมิที่สูงจึงเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้การงอกของหลอดละอองเรณูเกิดขึ้นเร็วเช่นเดียวกับรายงานข้างต้น

การงอกของหลอดละอองเรณูส้มโชกุนในเกสรเพศเมียมีจำนวนมากในหลอดเกสรเพศเมียส่วนบนแล้วค่อยๆ ลดลงเมื่องอกลงสู่หลอดเกสรเพศเมียส่วนกลาง หลอดเกสรเพศเมียส่วนล่างและที่ออวุลในรังไข่ (ตารางที่ 5, 6) ทั้งนี้เนื่องจากการแข่งขันระหว่างหลอดละอองเรณูที่มีจำนวนมากภายในเนื้อเยื่อ transmiting tissue ของเกสรเพศเมียที่มีพื้นที่จำกัด ทำให้หลอดละอองเรณูที่แข็งแรงเท่านั้นที่สามารถงอกเข้าไปที่ออวุลในรังไข่ได้ สำหรับความพร้อมรับละอองเรณูของเกสรเพศเมีย ปรากฏว่า เกิดขึ้นสูงสุดในระยะดอกเริ่มบาน (ถ่ายละอองเรณูหลังดอกบาน 3 ชั่วโมง) ส่วนการถ่ายละอองเรณูก่อนดอกบาน และหลังดอกบานไปแล้วให้ค่าความพร้อมรับของ

เกสรเพศเมียต่ำ (ตารางที่ 7, 8) ซึ่งความพร้อมรับการถ่ายละอองเรณูของเกสรเพศเมียในไม้ผลยืนต้นส่วนใหญ่เกิดขึ้นสูงสุดในระยะดอกบานใหม่ๆ ดังเช่น ไมตรี แก้วทับทิม (2538) รายงานว่า เกสรเพศเมียของดอกส้มโอพันธุ์หอมหาดใหญ่มีความพร้อมรับการถ่ายละอองเรณูสูงสุดหลังจากดอกบานไปแล้วไม่เกิน 3 ชั่วโมง โดยมีจำนวนหลอดละอองเรณูที่งอกลงไปถึงส่วนล่างของหลอดเกสรเพศเมียเฉลี่ย 148.9 หลอดเช่นเดียวกับดอกทุเรียน (Honsho *et al*., 2004) ความพร้อมรับการถ่ายละอองเรณูของเกสรเพศเมียส้มโชกุน อาจสังเกตได้จากกายวิภาค เนื้อเยื่อวิทยา และลักษณะสัณฐานวิทยาของปลายยอดเกสรเพศเมียในระยะดอกบานใหม่ๆ พบว่า ปลายยอดเกสรเพศเมียมีขนาดใหญ่และอยู่สูงกว่าระดับอับละอองเรณูเล็กน้อย บริเวณผิวหน้าของปลายยอดเกสรเพศเมียเป็นแอ่ง เพื่อรวบรวมละอองเรณูที่ตกลงมา นอกจากนี้ เนื้อเยื่อปลายยอดเกสรเพศเมียมีของเหลวเหนียว (stigmatic fluid) ออกมาปกคลุมผิวหน้าปลายยอดเกสรเพศเมียเพื่อทำหน้าที่สำคัญในการดักจับละอองเรณู (Faegri and Pijl, 1979 ; Kalinganire *et al*., 2000 ; Tandon *et al*., 2001 ; Tangmitcharoen and Owens, 1996) อย่างไรก็ตาม ความสามารถในการดักจับละอองเรณูจะลดลงตามระยะเวลาหลังดอกบานนานขึ้น ทั้งนี้ อุณหภูมิที่สูงขึ้นและความชื้นอากาศที่ลดลงหลังดอกบานไปแล้ว จะไปทำให้มีการระเหยของน้ำบริเวณปลายยอดเกสรเพศเมียและแห้งในที่สุด (Faegri and Pijl, 1979 ; Edlund *et al*., 2004) ความพร้อมรับละอองเรณูของดอกส้มโชกุนเป็นแบบ protogyny นั่นคือ เมื่อดอกบาน เกสรเพศเมียจะพร้อมรับละอองเรณูทันทีและเกิดก่อนการปลดปล่อยละอองเรณูในดอกเดียวกัน เพื่อเปิดโอกาสให้ละอองเรณูส้มโชกุนจากต้นอื่นมีโอกาสถูกพาไปตกติดบนปลายยอดเกสรเพศเมียเกิดการถ่ายละอองเรณูแบบผสมข้ามได้มากที่สุด (Rohidas and Chakrawar, 1989 ; Yi *et al*., 2006)

การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศต่อชีวพาหะ การถ่ายละอองเรณู และการติดผล

ชนิดแมลงที่ช่วยถ่ายละอองเรณูแก่ดอกส้มโชกุนจากแปลงปลูกจังหวัดปัตตานีมี 6 ชนิด ได้แก่ แมลงวันผลไม้ ชันโรง แมลงภู่ มดดำ มดแดง และผีเสื้อ และ 4 ชนิดแรกสำหรับแปลงปลูกที่จังหวัดยะลา แมลงวันผลไม้มีพฤติกรรมและบทบาทในถ่ายละอองเรณูสูงสุด โดยเริ่มออกทำหน้าที่ถ่ายละอองเรณูแก่ดอกส้มโชกุนตั้งแต่เช้าและมีจำนวนสูงสุดระหว่างช่วงเวลา 9:00 ถึง 11:00 นาฬิกา และเวลา 8:00 ถึง 10:00 นาฬิกา ที่แปลงปลูกจังหวัดยะลา โดยจะกินละอองเรณูและน้ำหวานบริเวณโคนกลีบดอกโดยจะไต่ไปมาก่อให้เกิดการถ่ายละอองเรณูมากว่าแมลงชนิดอื่นๆ รองลงมาคือ ชันโรงโดยจะเข้ามาเยือนดอกในช่วงเวลา 08:00 ถึง 10:00 นาฬิกา โดยเก็บ

ละอองเรณูไว้ที่ตะกร้าเก็บละอองเรณูที่ส่วนขาหลังและจะไต่ลงไปเก็บน้ำหวานบริเวณโคนกลีบดอก แมลงภู่จะเข้ามาเก็บละอองเรณูโดยใช้ขาและลำตัวให้สัมผัสกับอับละอองเรณูเพื่อให้ละอองเรณูติดบริเวณลำตัวและขา มดดำจะเข้ามากินน้ำหวานโดยไต่วนเวียนบริเวณโคนกลีบดอกเท่านั้น ผีเสื้อจะมาดูดน้ำหวานบริเวณโคนกลีบดอก และต่อมน้ำหวาน ส่วนมดแดงจำนวนมากไต่ไปมาบริเวณปลายยอดเกสรเพศเมียและต่อมน้ำหวานด้วย ชนิดและจำนวนของชีวพาหะนอกจากขึ้นกับจำนวนดอกที่บานซึ่งเป็นแหล่งอาหารแล้วน่าจะมีความสัมพันธ์กับสภาพภูมิอากาศ โดยเฉพาะอุณหภูมิและแสงสว่างก็มีอิทธิพลต่อการออกหากินและช่วยทำหน้าที่ถ่ายละอองเรณูของแมลงเหล่านั้น แมลงจะออกหากินเมื่ออากาศอบอุ่นและมีแสงสว่างที่พอ (Corbet, 1978) ผลกระทบของอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อการเยือนดอกและระยะเวลาถ่ายละอองเรณูของชีวพาหะ (Memmot *et al*., 2007 ; Stone, 1993) จากรูปพรรณสัณฐานของดอกส้มโชกุน เช่น ดอกขนาดใหญ่ หอม มีน้ำหวาน ปลายยอดเกสรเพศเมียอยู่เหนือระดับอับละอองเรณูและปลายยอดมีรองบุ๋มเล็กน้อยเพื่อรองรับละอองเรณู นอกจากนี้ จากการทดสอบรูปแบบการถ่ายละอองเรณูเพื่อการติดผล พบว่าการถ่ายละอองเรณูแบบผสมข้ามมีการติดผลมากถึง 40-49 เปอร์เซ็นต์และติดผลต่ำเมื่อไม่มีการถ่ายละอองเรณู จะเห็นได้ชัดเจนว่า ส้มโชกุนจำเป็นต้องถ่ายละอองเรณูเพื่อการติดผล ซึ่งในธรรมชาติตอนนี้ กระบวนการถ่ายละอองเรณูของส้มโชกุนเกิดขึ้นโดยชีวพาหะ อย่างไรก็ตามอุณหภูมิร่างกายของผึ้งส่วนใหญ่จะเป็นปัญหาต่อตัวมันเองหากสูงกว่า 45-50 องศาเซลเซียส (Willmer and Stone, 1997) การเยือนดอกของแมลงที่ทำหน้าที่ในการถ่ายละอองเรณู ในช่วงเวลา 7:00 ถึง 11:00 นาฬิกา ทั้งนี้เพราะมีการบานของดอกเป็นจำนวนมาก และนอกจากนี้ช่วงดังกล่าวมีแสงแดดอ่อนๆ และมีอากาศที่อบอุ่น ทำให้กลไกการขับน้ำหวานเกิดขึ้นได้ดีและความเข้มข้นของน้ำหวานอยู่ในช่วงที่พอเหมาะกับแมลงที่มาเยือนดอก Silva และ Dean (2000) เสนอว่า ความเข้มข้นของน้ำหวานที่อยู่ในช่วง 20-50 เปอร์เซ็นต์มีความเหมาะสมต่อการเยือนดอกของแมลงและทำให้เกิดกระบวนการถ่ายละอองเรณูได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในแปลงส้มโชกุนจังหวัดยะลาในระหว่างช่วงเวลาการบานดอกมีอุณหภูมิที่สูงอาจได้รับผลกระทบมาก ซึ่งมีชีวพาหะจำนวน 4 ชนิดเท่านั้น แต่อย่างไรก็ตาม แมลงวันผลไม้และชันโรงเป็นชีวพาหะที่มีประสิทธิภาพสูงในการถ่ายละอองเรณูแบบข้ามเพื่อการติดผลของส้มโชกุน ถึงแม้ว่ามีดอกบานตลอดวัน แต่ความแปรปรวนของอุณหภูมิในรอบวันจะจำกัดชนิดและจำนวนชีวพาหะและมีขีดจำกัดของช่วงเวลาที่มาเยือนดอก ซึ่งส่งผลต่อปริมาณการติดผล และหากพิจารณาชีวพาหะในแปลงปลูกจังหวัดปัตตานี จะมีผีเสื้อและมดแดงที่มีพฤติกรรมการช่วยถ่าย

ละอองเรณูด้วย แสดงให้เห็นว่า สภาพแวดล้อมที่อุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 37 องศาเซลเซียส เอื้อต่อการเยือนดอกของผีเสื้อเพื่อดูดน้ำหวานที่ต่อมน้ำน้ำหวานของดอก และสภาพแปลงที่อากาศร้อนทำให้น้ำหวานมีความเข้มข้นและตกผลึกจนเป็นอุปสรรคต่อการดูดน้ำหวานของผีเสื้อ นอกจากนี้ ปริมาณแสงสว่างที่ไม่เหมาะสมมีผลทำให้แมลงออกหากินและช่วยถ่ายละอองเรณูลดลง (Corbet, 1978) และในตอนเย็นถึงแม้อุณหภูมิลดลงแล้วก็ตาม แต่แสงสว่างเป็นปัจจัยจำกัดการบินและการมองเห็นในการออกหากิน แมลงต่างๆ จึงเริ่มบินกลับรัง ภาวะโลกร้อนที่อาจเกิดขึ้นในอนาคตมีผลต่อรูปแบบการแสดงพฤติกรรมของชีวพาหะเพื่อหลีกเลี่ยงอุณหภูมิที่สูงขึ้น และมีผลต่อการลดศักยภาพในการถ่ายละอองเรณู (Corbet *et al*., 1978 ; Bedford et *al.,* 2012) ส้มโชกุนมีความต้องการถ่ายละอองเรณูแบบผสมข้ามเพื่อการติดผลในปริมาณสูงๆ การถ่ายละอองเรณูแบบข้ามด้วยมือ ทำให้จำนวนการติดผลสูงทั้ง 2 แปลง ทั้งนี้ การถ่ายละอองเรณูจากมนุษย์สามารถกำหนดระยะหรือช่วงเวลาที่เหมาะสมระหว่างละอองเรณูที่มีชีวิตสูงและเกสรเพศเมียก็พร้อมรับการผสม แต่สภาพธรรมชาติจะต้องอาศัยชีวพาหะ ฉะนั้น ชีววิทยาดอกต้องมีความเหมาะสมกับชีวพาหะ เพื่อก่อให้เกิดกระบวนการถ่ายละอองเรณูให้ได้ อย่างไรก็ตาม การติดผลจากการปล่อยให้มีการถ่ายละอองเรณูตามธรรมชาติมีความแตกต่างกันระหว่างแปลง จากสภาพอากาศ ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น และอุณหภูมิสะสมในแปลงปลูกที่แตกต่างกัน ต่างเป็นต้นเหตุให้ชนิดและประสิทธิภาพในการถ่ายละอองเรณูแตกต่างด้วยเช่นกัน (Forrest and Thomson, 2011) ทั้งนี้ แปลงปลูกจังหวัดปัตตานียังเป็นแปลงปลูกที่มีสภาพสิ่งแวดล้อมที่เอื้อต่อการเยือนดอกของชีวพาหะที่หลากหลายกว่า ถึงแม้มีการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศในปัจจุบันก็ตาม

การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศต่อการพัฒนาการ และคุณภาพผล

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมักจะส่งต่อการการเจริญของผลและคุณภาพผลผลิต (Moretti *et al*., 2010 ; Ferguson *et al*., 1999) ขนาดผลระยะสุกแก่ในแปลงปลูกจังหวัดปัตตานีใหญ่กว่าแปลงปลูกจังหวัดยะลาตลอดระยะทั้ง 2 ปี ความแปรปรวนของฤดูกาล ฝน ลม แสง และอุณหภูมิมีความสัมพันธ์กับการพัฒนาและคุณภาพผล การเจริญเติบโต การพัฒนาของเนื้อเยื่อและอวัยวะต่างๆ นอกจากนี้ คุณภาพผลผลิตขึ้นอยู่กับ สถานที่ปลูก ระบบชลประทาน และนโยบายทางการเกษตรด้วย (Lenz, 1969 ; Moss, 1976 ; Reuther, 1988 ; Davies and Albrigo, 1994 ; Spiegel-Roy and Goldschmidt, 1966) แปลงปลูกจังหวัดยะลามีการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศที่ค่อนข้างรุนแรง ซึ่งนอกจากส่งผลต่อขนาดผลแล้วยังส่งผลต่อคุณภาพด้านอื่น ได้แก่ น้ำหนักผล และน้ำหนักเนื้อ เป็นต้น ซึ่งเป็นหลักเกณฑ์ที่ใช้พิจารณาในการ

คัดและระบุขนาดผล และราคา ส่วนคุณภาพด้าน ปริมาณกรด และค่าความหวานจะมีค่าดีกว่าแปลงปลูกที่จังหวัดปัตตานี (ตารางที่ 9) แต่ก็ยังอยู่ในระดับเกณฑ์มาตราฐานตามที่กำหนดไว้ นอกจากนี้ แปลงปลูกจังหวัดยะลามีระยะสุกแก่สั้นกว่า ด้วยเพราะอุณหภูมิสะสมที่สูงกว่าจะไปเร่งให้ผลสุกเร็วขึ้น (Davies and Albrigo, 1994 ; Makinde *et al*., 2011) แต่แปลงปลูกที่จังหวัดยะลามีการลดลงของผลผลิตในปริมาณสูงมากคิดเป็น 33.20 เปอร์เซ็นต์ต่อต้น ในขณะที่แปลงปลูกจังหวัดปัตตานีลดลง 5.66 เปอร์เซ็นต์ต่อต้น เท่านั้น

จากรายละเอียดผลการศึกษาที่นำเสนอข้างต้นจะเห็นถึงช่วงการแตกยอด ชีววิทยาดอก ชีวพาหะ การถ่ายละอองเรณู การติดผล และคุณภาพผลของส้มโชกุนภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ ดังนั้น เกษตรกรควรมีความรู้ ความเข้าใจและมีรูปแบบของการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ เพื่อนำความรู้ดังกล่าวไปใช้ในการจัดการทางด้านผลผลิตร่วมกับการดูแลการเจริญทางด้านลำต้นและพิจารณาปัจจัยต่างๆ เพื่อการจัดการทางด้านผลผลิตให้มีความเหมาะสม เช่น การให้น้ำช่วงดอกบานในปริมาณที่เหมาะสมเพื่อช่วยทำให้การบานดอก ความมีชีวิตและการงอกของหลอดละอองเรณู ความพร้อมรับละอองเรณูของเกสรเพศเมีย กระบวนการถ่ายละอองเรณู จนนำไปสู่การติดผลเกิดขึ้นได้เป็นปกติ และมีคุณภาพที่ดี ภายใต้ผลกระทบจากเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศในอนาคตต่อไป

บทที่ 5

สรุป

พ.ศ. 2554 แปลงปลูกส้มโชกุนจังหวัดปัตตานีทยอยแตกยอดในช่วงเดือนมีนาคม มิถุนายนและพฤศจิกายน และออกดอก 3 ช่วงได้แก่ เมษายน มิถุนายน และธันวาคม มีช่วงวันการบาน 12, 7 และ 5 วัน ดอกบานสูงสุดวันที่ 6, 4 และ 3 และช่วงเวลาดอกบานสูงสุด คือ เวลา 10:00-11:00 นาฬิกา ตามลำดับ แปลงปลูกจังหวัดยะลาแตกยอดและออกดอกเดือนเมษายน มีช่วงการบาน 8 วัน บานสูงสุดวันที่ 4 และบานสูงสุดเวลา 9:00 นาฬิกา

พ.ศ. 2555 แปลงปลูกจังหวัดปัตตานีแตกยอดและออกดอกเดือนเมษายน มีช่วงวันการบาน 11 วัน ดอกบานสูงสุดคือ วันที่ 5 และบานสูงสุดเวลา 10:00 นาฬิกา แปลงปลูกจังหวัดยะลาแตกยอดและออกดอกเดือนพฤษภาคม บานนาน 8 วัน บานสูงสุดวันที่ 4 และบานสูงสุดเวลา 9:00 นาฬิกา

ความมีชีวิตของละอองเรณูในแปลงปลูกและห้องทดลองที่เก็บจากแปลงปลูกจังหวัดปัตตานีระหว่าง พ.ศ. 2554-2555 มีความมีชีวิตสูงหลังถูกปลดปล่อยออกมาใหม่ๆ เท่ากับ 94.17 และ 93.45 เปอร์เซ็นต์ และแปลงปลูกจังหวัดยะลา เท่ากับ 90.41 และ 89.54 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และลดลง เมื่อเก็บรักษานานขึ้นจนกระทั่งเวลา 48 ชั่วโมง ละอองเรณูที่เก็บจากทั้ง 2 แปลง และเก็บรักษาที่ระดับอุณหภูมิต่ำสามารถรักษาความมีชีวิตของละอองเรณูได้ หากอุณหภูมิสูงกว่า 30 องศาเซลเซียสขึ้นไป ความมีชีวิตลดลงอย่างรวดเร็ว ละอองเรณูใช้เวลาในการงอกลงไปในเนื้อเยื่อเกสรเพศเมียจนกระทั่งถึงออวุลใช้เวลา 3 ชั่วโมง และเกิดขึ้นสูงสุดภายในเวลา 48 ชั่วโมง ความพร้อมรับการถ่ายละอองเรณูของเกสรเพศเมียเกิดขึ้นสูงสุดภายในเวลา 3 ชั่วโมงหลังจากดอกบาน บริเวณปลายยอดเกสรเพศเมียจะแผ่แบนออกมีขนาดใหญ่ขึ้น และใจกลางมีร่องลึกบุ๋มลงไปเล็กน้อย

ชีวพาหะที่มีบทบาทสำคัญต่อการถ่ายละอองเรณูในแปลงปลูกจังหวัดปัตตานีระหว่าง พ.ศ. 2554-2555 ได้แก่ แมลงวันผลไม้ ชันโรง แมลงภู่ มดดำ มดแดงและผีเสื้อ และแปลงปลูกจังหวัดยะลา ได้แก่ แมลงวันผลไม้ ชันโรง แมลงภู่ และมดดำ แมลงวันผลไม้มีบทบาทสำคัญที่สุดต่อการช่วยถ่ายละอองเรณู โดยไต่ไปมาระหว่างปลายยอดเกสรเพศเมีย อับละอองเรณู และโคนกลีบดอก มักมาเยือนดอกระหว่างเวลา 9:00-11:00 นาฬิกา สำหรับแปลงปลูกจังหวัดปัตตานี และเวลา 8:00-10:00 นาฬิกาในแปลงปลูกจังหวัดยะลา

การติดผลในแปลงปลูกที่จังหวัดปัตตานีด้วยการถ่ายละอองเรณูแบบผสมข้ามด้วยมือ การถ่ายละอองเรณูแบบเปิดตามธรรมชาติและไม่มีการถ่ายละอองเรณู เท่ากับ 49, 37 และ 4 เปอร์เซ็นต์ใน พ.ศ. 2554 และ 2555 เท่ากับ 30, 19, และ 4 เปอร์เซ็นต์ และแปลงปลูกจังหวัดยะลาติดผล เท่ากับ 40, 14 และ 4 เปอร์เซ็นต์ และ 20,10 และ 3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ขนาดผลในแปลงปลูกจังหวัดปัตตานีใหญ่กว่าจังหวัดยะลา โดยเส้นผ่าศูนย์กลางผลระยะสุกแก่ใน พ.ศ. 2554 และ 2555 เท่ากับ 5.63 และ 5.62 เซนติเมตร แปลงปลูกจังหวัดยะลา เท่ากับ 5.02 และ 4.98 เซนติเมตร ตามลำดับ คุณภาพผลผลิตด้านน้ำหนักผล และเนื้อปริมาณกรด ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ และความหวานจากผลส้มในแปลงปลูกจังหวัดปัตตานีดีกว่าแปลงปลูกจังหวัดยะลา

การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศในแปลงปลูกจังหวัดยะลา ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน ความชื้นดิน และอุณหภูมิอากาศส่งผลต่อการแตกยอด และแสดงออกทางชีววิทยาต่างๆ และส่งผลในแง่ลบต่อช่วงการบาน เวลาการบานสูงสุด ความมีชีวิตของละอองเรณู ชีวพาหะ การติดผลและคุณภาพผลส้มโชกุน

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2548. เทคนิคการผลิตมะนาวนอกฤดูหรือมะนาวหน้าแล้ง. เข้าถึงได้ : http://esc.agritech.doae.go.th/webpage/e-book/technic-lemon.pdf. [28 สิงหาคม 2554].

กวิศร์ วานิชกุล, ยงยุทธ โอสถสภา, สุรนันท์ สุภัทรพันธุ์, สุมน มาสุธน, จงรักษ์ แก้วประสิทธิ์ และมาลี ณ นคร. 2533. ผลของปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีต่อปริมาณคาร์โบไฮเดรต ไนโตรเจนและการเกิดตาดอกของเงาะโรงเรียน. วารสารเกษตรศาสตร์(วิทย) 24 : 8-15.

เกรียงศักดิ์ ไทยพงษ์, สุนี ดาแลหมัน และรวี เสรฐภักดี. 2551. อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเก็บรักษาละอองเกสรองุ่น. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 39 : 36-39.

ทรงพล สมศรี. 2530. การศึกษาการผสมเกสรทุเรียนพันธุ์ชะนี ก้านยาวโดยใช้เกสรตัวผู้พันธุ์ต่างๆ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธนิตชยา พุทธมี และศิริชัย กัลป์ยาณรัตน์. 2554. ผลของสภาพบรรยากาศควบคุมที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้นสูงต่อคุณภาพภายหลังการเก็บเกี่ยวของพุทราพันธุ์บอมแอปเปิล. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 42 : 259-262.

นพรัตน์ บำรุงรักษ์. 2530. เงาะไม้ผลของภาคใต้. วารสารรูสมิแล 11 : 64-71.

นพรัตน์ บำรุงรักษ์. 2531. ทุเรียน. วารสารรูสมิแล 11 : 28-38.

นริสรา ดอกสันเทียะ. 2552. ผลของพาโคลบิวทราโซลต่อการพัฒนาของตาดอกและการเปลี่ยนแปลงไอเอเอและเอทิลีนในยอดใบของมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

นันทรัตน์ ศุภกำเนิด. 2547. ปุ๋ยส้ม-ไม้ผลจากงานวิจัย. วารสารเคหการเกษตร 28 : 121-130.

บุญสนอง ช่วยแก้ว. 2545. ชีววิทยาการถ่ายละอองเรณูของถั่วแปบช้าง *Afgekia sericea* Craib. วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เบญจพร ชูสิงห์. 2545. ชีววิทยาของดอกส้มโชกุน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

พรพันธ์ กิตตินันท์ประกร และสุรนันต์ สุภัทรพันธุ์. 2530. ผลของการกักน้ำต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์โบไฮเดรต ไนโตรเจนในใบและกิ่งยอดของส้มเขียวหวาน. วารสารเกษตรศาสตร์ 21 : 243-248.

พานิชย์ ยศปัญญา. 2542. คัมภีร์มืออาชีพ ไม้ผลเศรษฐกิจ. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ไพศาล เหล่าสุวรรณ. 2525. หลักการปรับปรุงพันธุ์พืช. สงขลา : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

มงคล แซ่หลิม. 2535. การผลิตส้ม. สงขลา : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

มาโนชญ์ กูลพฤกษี. 2553. ชีววิทยาของดอกสำรอง (*Scaphium scaphigerum* (G.Don) Guib. & Planch.). วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา 1 : 42-52.

ไมตรี แก้วทับทิม. 2538. ชีววิทยาดอกและการถ่ายละอองเรณูของส้มโอพันธุ์หาดใหญ่. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

รัชดาภรณ์ จันทาศรี, สาธิต พสุวิทยากุล, กิตติพันธ์ จันทาศรี และลำพูน บุญรักษา. 2546. การศึกษาการเจริญเติบโตและการพัฒนาการของทุเรียนพันธุ์หมอนทองที่ปลูกในเขต อำเภอน้ำยืน จังหวัดอุบลราชธานี. วารสารมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี 3 : 17-25.

รัชนีวรรณ ชูเชิด. 2548. ผลของการใช้สารพาโคลบิวทราโซลและสภาพเครียดน้ำที่มีผลต่อการออกดอกของส้มจุก. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ลาวัลย์ รักสัตย์. 2539. ละอองเรณู. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

วัฒนชัย ตาเสน, สุวรรณ ตั้งมิตรเจริญ, มาลัยพร ทาแก้ว, ประวัติศาสตร์ จันทรเทพ และ Kazuo Ogata. 2552. ความหลากชนิดและพฤติกรรมหาอาหารของแมลงในการช่วยผสมเกสรดอกกฤษณาในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่. วารสารวนศาสตร์ 28 : 17-28.

วิจิตต์ วรรณชิต. 2538. ปริมาณการขับน้ำหวานของดอกส้มโอพันธุ์หอมหาดใหญ่และบทบาทของน้ำหวานต่อการถ่ายละอองเรณูด้วยแมลง. วารสารสงขลานครินทร์ 17 : 35-41.

วิจิตต์ วรรณชิต, พนัส แพชนะ และพิทยา ศิริสงคราม. 2535. การศึกษาชีววิทยาการออกดอกและการติดผลของมะม่วงหิมพานต์ในภาคใต้ฝั่งตะวันออกของประเทศไทย. วารสารสงขลานครินทร์ 8 : 259-265.

วิจิตต์ วรรณชิต และไมตรี แก้วทับทิม. 2538. ลักษณะสัณฐานวิทยาและชีววิทยาดอกส้มโอพันธุ์หอมหาดใหญ่. วารสารสงขลานครินทร์ 16 : 335-341.

วิสุทธ์ ใบไม้, แสน ติกวัฒนานนท์, รัตนา ปรมาคม และ Paul, J.G. 2538. การศึกษาพันธุศาสตร์เชิงประชากรและพฤติกรรมการผสมพันธุ์ของแมลงวันผลไม้เพื่อการควบคุมจำนวนประชากร. กรุงเทพฯ : รายงานการวิจัยพัฒนาและวิศวกรรม. สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.

ศยามล กาญจนปกรณ์. 2544. ผลของการถ่ายละอองเรณูต่อการติดผล การติดเมล็ด และคุณภาพผลส้มโอหอมหาดใหญ่. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ศรัญญา ใจพะยัก และธวัชชัย รัตน์ชเลศ. 2553. ผลของเวลาการตัดแต่งกิ่งต่อการออกดอกและผลผลิตของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เพื่อชะลอการเก็บเกี่ยว. เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ศูนย์วิจัยพืชยืนต้นและไม้ผลเมืองร้อน , 2554. ส้มโชกุน. เข้าถึงได้ : http://www.natres.psu.ac.th/researchcenter/tropicalfruit/fruit/chokun.htm [20 ธันวาคม 2554].

สมนึก บุญเกิด, เสนอ บูรณภวังค์, เจิดพงษ์ ชมพูรัตน์ และทัศนีย์ คีรีทวีป. 2532. ทุเรียนเป็นพืชต้องการแมลงผสมเกสร. วารสารเคหการเกษตร 17 : 54-59.

สัมฤทธิ์ เฟื่องจันทร์. 2537. อิทธิพลของสภาพภูมิอากาศต่อการออกดอกของมะม่วง. วารสารแก่นเกษตร 22 : 122-126.

สายัณห์ สดุดี. 2533. อิทธิพลของฝนที่มีต่อผลผลิตมังคุดในภาคใต้. วารสารสงขลานครินทร์ 12 : 177-182.

สำนักงานเกษตรอำเภอเบตง. 2551. ส้มโชกุน. เข้าถึงได้ : http://betong.yala.doae.go.th/data/orange2.doc [18 ธันวาคม 2554].

สำนักงานเกษตรยะลา. 2552. ส้มโชกุน. เข้าถึงได้ : http://yala.doae.go.th/data/orange1.doc [24 ธันวาคม 2553].

สำนักงานคลังจังหวัดยะลา. 2553. รายงานภาวะเศรษฐกิจการคลังจังหวัดยะลา 2553. เข้าถึงได้ : http://klang.cgd.go.th/yla/aon/2553/53-3.pdf [9 ธันวาคม 2553].

สุรพล มนัสเสรี. 2531. หลักพืชศาสตร์. สงขลา : มหาวิทยาลัยทักษิณ.

สุวรรณพงศ์ ทองปลิว. 2534. อิทธิพลการช่วยผสมเกสรที่มีผลต่อการติดผลและลักษณะภายในส้มโอ 4 พันธุ์. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อรอุษา คำสุข, เสาวณี สุริยาภณานนท์, วิทยา สุริยาภณานนท์ และนิรันดร์ จันทวงศ์. 2546. การเจริญของละอองเรณูภายในเกสรเพศเมียส้มซัทซูมาในสภาพธรรมชาติและสภาพช่วยถ่ายเรณู. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อุไรวรรณ นามศรี, มงคล แซ่หลิม และจรัสศรี นวลศรี. 2553. ความมีชีวิต และสัณฐานวิทยาของละอองเกสรของลองกอง ดูกู และลางสาด. สงขลา : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

Abdulrahaman, A.A. and Oladele, F.A. 2008. Global warming and stomatal complex types. Ethnobotanical Leaflets 12 : 553-556.

Adaniya, S. 2001. Optimal pollination environment of tatraploid ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) evaluated by in vitro pollen germination and pollen tube growth in styles. Scientia Horticulturae 90 : 219 -226.

Aerts, R., Cornelissen, J.H.C., Dorrepaal, E., Van Logtestijn, R.S.P. and Callaghan, T.V. 2004. Effects of experimentally imposed climate scenarios on flowering phenology and flower production of subarctic bog species. Global Change Biology 10 : 1599-1609.

Aguado, E. and Burt, J.E. 2004. Understanding Weather and Climate. New Jersey : Pearson Education Inc.

Albrigo, L.G. 2007. Potential impact of global warming on citrus production in the Caribbean area. Simposium of the XI International of Citrus, Victoria Tamaulipas, Mexico, 17-19 May 2007, pp. 1-4.

Apiratikorn, S., Sdoodee, S., Lerslerwong, L. and Rongsawat, S. 2012. The impact of climatic variability on phenological change, yield and fruit quality of Mangosteen in Phatthalung province, Southern Thailand. Kasetsart J. (Nat. Sci.) 46 : 1-9.

Bedford, F.E., Whittaker, R.J. and Kerr, J.T. 2012. Systemic range shift lags among a pollinator species assemblage following rapid climate change. Botany 90 : 587–597.

Blumenstock, D.I. and Thornthwaite, C.W. 1941. Climate and Man : Part 1. Hawaii : University Press of the Pacific.

Brooks, C. and Fisher, D.F. 1926. Some high temperature effects in apples: contrasts in the two sides of an apple. Journal of Agricultural Research 32 : 1-16.

Chacko, E.K. 1991. Mango flowering still an enigma. Acta Horticulturae 291 : 12-21.

Cohen, A., Lomas, J. and Rassis, A. 1972. Climatic effects on fruit shape and peel thickness in 'marsh seedless' grapefruit. Journal of the American Society for Horticultural Science 97 : 768-771.

Coombe, B.G. 1987. Influence of temperature on composition and quality of grapes. Acta Horticulturae 206 : 23-35.

Corbet, S.A. 1978. Bee visits and the nectar of *Echium vulgare* L. and *Sinapsis alba* L. Ecological Entomology 3 : 25-37.

Dag, A., Eisenstein, D. and Gazit, S. 2000. Effect of temperature regime on pollen and the effective pollination of `Kent' mango in Israel. Scientia Horticulturae 86 : 1-11.

Damrongrak, I. 2007. Plant nutrient elements and fruit quality of shokun mandarin (*Citrus reticulata* Blanco cv. Shokun). Journal of Yala Rajabhat University 2 : 56-71.

Davies, F.S. and Albrigo, L.G. 1994. Citrus. Wallingford : CAB International.

de Wild, H.P.J., Otma, E.C. and Peppelenbos, H.W. 2003. Carbon dioxide action on ethylene biosynthesis of preclimacteric and climacteric pear fruit. Journal of Experimental Botany 54 : 1537-1544.

Diczbalis, Y. 2002. Improving Yield and Quality. Barton : Rural Industries Research and Development Corporation.

Dunne, J.A., Harte, J. and Taylor, K.J. 2003. Subalpine meadow flowering phenology responses to climate change: integrating experimental and gradient methods. Ecological Monographs 73 : 69-86.

Echeverria, E. and Ismail, M. 1987. Changes in sugars and acids of Citrus fruits during storage. The Florida State Horticultural Society 100 : 50-52.

Edlund, A.F., Swanson, R. and Preuss, D. 2004. Pollen and stigma structure and function: The role of diversity in pollination. The Plant Cell 16 : 84-97.

Erickson, L.C. 1960. Colour development in Valencia oranges. The American Society for Horticultural Science 75 : 257-261.

Faegri, J. and Pijl, L.V.D. 1979. The Principles of Pollination Ecology. London : Pergamon Press.

Felzer, B.S., Cronin, T., Reilly, J.M., Melillo, J.M. and Wang, X. 2007. Impacts of ozone on trees and crops. Comptes Rendus Geoscience 339 : 784-798.

Ferguson, I., Volz, R. and Woolf, A. 1999. Preharvest factors affecting physiological disorders of fruit. Postharvest Biology and Technology 15 : 255-262.

Forrest, J.R.K. and Thomson, J.D. 2011. An examination of synchrony between insect emergence and flowering in Rocky Mountain meadows. Ecological Monographs 81 : 469-491.

Free, J.B. 1976. Insect Pollination of Crops. London : Academic Press.

Garcia-Papi, M.A. and Garcia-Martinez, J.L. 1984. Fruit set and development in seeded and seedless clementine mandarin. Scientia Horticulturae 22 : 113-119.

Godini, A., Palma, L. and Palasciano, M. 1992. Role of self-pollination and reciprocal stigma / anthers position on fruit set of eight self-compatible almonds. Horticultural Science 27 : 887-889.

Goldschmidt, E.E., Aschkenazi, N., Hersano, Y., Schffer, A.A. and Monselise, S.P. 1985. A role for carbohydrate levels in the control of flowering in citrus. Scientia Horticulturae 26 : 159-166.

Gorny, J.R. and Kader, A.A. 1996. Controlled-atmosphere suppression of ACC synthase and ACC oxidase in Golden Delicious apples during long-term cold storage. Journal of the American Society for Horticultural Science 121 : 751-755.

Hansen, J., Sato, M., Ruedy, R., Lo, K., Lea, D.W. and Medina-Elizade, M. 2006. Global temperature change, Proceedings of the National Academy of Science, No. 103 p.

Harding, P.L. and Lewis, W.E. 1941. The relation of size of fruit to solids, acid, and volume of juice in the principal varieties of Florida oranges. The Florida State Horticultural Society 54 : 52-56.

Harsant, J., Pavlovic, L., Chiu, G., Sultmanis, S. and Sage, T.L. 2013. High temperature stress and its effect on pollen development and morphological components of harvest index in the C3 model grass Brachypodium distachyon. Journal of Experimental Botany 64 : 2971-2983.

Hedhly, A., Hormaza, J.I. and Herrero, M. 2004. Effect of temperature on pollen tube kinetics and dynamics in sweet cherry, *Prunus avium* (Rosaceae). American Journal of Botany 91 : 558-564.

Henson, R. 2008. The Rough Guide to Climate Change. London : Penguin Books.

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

Hoye, T.T., Post, E., Schmidt, N.M., Trojelsgaard, K. and Forchhammer, M.C. 2013. Shorter flowering seasons and declining abundance of flower visitors in a warmer Arctic. Nature Climate Change 3 : 759-763.

Inouye, D.W., Morales, M.A. and Dodge, G.J. 2002. Variation in timing and abundance of flowering by *Delphinium barbeyi* Huth (Ranunculaceae) : The roles of snowpack, frost, and La Ni ña, in the context of climate change. Oecologia 130 : 543-550.

Inouye, D.W., Saavedra, F. and Lee-Yang, W. 2003. Environmental influences on the phenology and abundance of flowering by *Androsace septentrionalis* (Primulaceae). American Journal of Botany 90 : 905-910.

Intergovernmental Panel on Climate Change. 2001. Climate Change 2001. Cambridge : Cambridge University Press.

Intergovernmental Panel on Climate Change. 2008. Climate Change 2007 : The Physical Science Basis. Cambridge : Cambridge University Press.

Jordan, J.E., White, R.W., Thomas, J.C., Hale, T.C. and Vietor, D.M. 2005. Irrigation frequency effects on turgor pressure of Creeping Bentgrass and soil air composition HortScience 40 : 232-236.

Judd, W.S. 1999. Plant Systematics: A Phylogenetic Approach. Sunderland : Sinauer Press.

Jutamanee, K., Krisanapook, K., Phavaphutanon, L. and Pichakum, A. 1999. Anther dehiscence, pollen viability and pollen germination of three mango cultivars with different fruit set characters. The VI International Symposium on Mango, Pattaya, Thailand, 6-9 April 1999, 553-558 p.

Kalinganire, A., Harwood, C. E., Slee, M. U. and Simons, A. J. 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.

Kawabata, A.M., Nagao, M.A., Tsumura, T., Aoki, D.F., Hara, K.Y. and Pena, L.K. 2007. Phenology and fruit development of rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) grown in Hawai'i. Journal Hawaiian Pacific Agriculture 14 : 31-39.

Kawakita, A. and Kato, M. 2002. Floral biology and unique pollination system of root holoparasites, *Balanophora kuroiwai* and *B. tobiracola* (Balanophoraceae). American Journal of Botany 89 : 1164-1170.

Kays, S.J. 1997. Postharvest Physiology of Perishable Plant Products. Athens : Exon Press.

Kliewer, M.W. and Lider, L.A. 1968. Influence of cluster exposure to the sun on the composition of Thompson seedless fruit. American Journal of Enology and Viticulture 19 : 175-184.

Kliewer, M.W. and Lider, L.A. 1970. Effects of day temperature and light intensity on growth and composition of *Vitis vinifera* L. fruits. Journal of the American Society for the Horticultural Science 95 : 766-769.

Kudo, G. 1993. Relationship between flowering time and fruit set of the entomophilous alpine shrub, *Rhododendron aureum* (Ericaceae), inhabiting snow patches. American Journal of Botany 80 : 1300-1304.

Lenz, F. 1969. Effect of daylength and temperature on the vegetative and reproductive growth of 'washington navel' orange. Proceeding First International Citrus Symposium, University of California, USA, 16-26 March 1968, pp. 333-338.

Lim, T.K. and Luders, L. 1998. Durian flowering, pollination and incompatibility studies. Annals of Applied Biology 132 : 151-165.

Lora, J., Herrero, M. and Hormaza, J.I. 2011. Stigmatic receptivity in a dichogamous early-divergent angiosperm species, *Annona cherimola* (Annonaceae) : Influence of temperature and humidity. American Journal of Botany 98 : 265-274.

Lupo, A., Eisikowitch, D. and Brosh, P. 1991. Pollination in murcott cultivar of *Citrus* (Rutaceae) the influence on seed number and productivity. Acta Horticulturae 288 : 275-227.

Makinde, A.A., Afolayan, S.O., Olaniyan, A.A., Odeleye, O.M.O. and Okafor, B.N. 2011. Effect of climate on citrus yield in rainforest savanna transitional zone of Nigeria. Journal of Agriculture and Biological Sciences 2 : 010-013.

Mathooko, F.M. 1996. Regulation of respiratory metabolism in fruits and vegetables by carbon dioxide. Postharvest Biology and Technology 9 : 247-264.

Memmott, J., Craze, P.G., Waser, N.M. and Price, M.V. 2007. Global warming and the disruption of plant-pollinator interactions. Ecology Letters 10 : 710-717.

Menzel, A., Sparks, T.H., Estrella, N. and Roy, D.B. 2006. Altered geographic and temporal variability in phenology in response to climate change. Global Ecology and Biogeography 15 : 498-504.

Meredith, F.I. and Young, R.H. 1969. Effect of temperature on pigment development in Red Blush grapefruit and Ruby blood oranges. Proceedings First International Citrus Symposium, University of California, USA, 16-26 March 1968, pp. 271-276.

Milsom, J.N. 1960. Rambutan. World Crops 12 : 254-255.

Molau, U. and Shaver, G.R. 1997. Controls on seed production and seed germinability in *Eriophorum vaginatum*. Global Change Biology 3 : 80-88.

Monselise, S.P. and Halevy, A.H. 1986. Chemical inhibition and promotion of citrus bud flower induction. American Society for Horticultural Science 84 : 141-146.

Moore, R. 1995. Botany. Dubuque : Wm. C. Brown Publishers.

Moretti, C.L., Mattos, L.M., Calbo, A.G. and Sargent, S.A. 2010. Climate changes and potential impacts on postharvest quality of fruit and vegetable crops: A review. Food Research International 43 : 1824-1832.

Moss, G.I. 1976. Temperature effects on flower initiation in sweet orange *(Citrus sinensis*). Australian Journal of Agricultural Research 27 : 399-407.

Naphrom, D. 2004. Effect of Cool Temperature and GAs-Biosynthesis Inhibitors on Flower Induction and Related Hormonal Changes in Mango (*Mangifera induca* L.) Trees. Ph.D. Dissertation. The University of Hohenheim.

Nepi, M. and Pacini, E. 1993. Pollination, pollen viability and pistil receptivity in *Cucurbita pepo.* Annals of Botany 72 : 527-536.

Norton, J.D. 1966. Testing of plum pollen viability with tetrazolium salt. American Society for Horticultural Science 89 : 132-134.

Ochse, J.J., Soule, Jr., Dijkman, M.J. and Wehlburg, C. 1961. Tropical and Subtropical Agriculture. New York : Macmillan.

Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning, 2010. Thailand's Second National Communication under the United Nations Framework Convention on Climate Change. Ministry of Natural Resources and Environment. Bangkok, Thailand. 102 p.

Ortega, E., Egea, J. and Dicenta, F. 2004. Effective pollination period in almond cultivars. HortScience 39 : 19-22.

Ozolincius, R., Stakenas, V., Serafinaviciute, B. and Buozyte, R. 2009. Effects of artificial soil drought on scots pine fruiting, seed vitality and pollen germination. Ecology 55 : 189-195.

Perfors, T., Harte, J. and Alter, S.E. 2003. Enhanced growth of sagebrush (*Artemisia tridentata*) in response to manipulated ecosystem warming. Global Change Biology 9 : 736-742.

Petzoldt, C. and Seaman, A. 2001. Climate Change Effects on Insects and Pathogens. Climate Change and Agriculture: Promoting Practical and Profitable Responses. 11 p.

Pidwirny, M. 2006. Climate Classification and Climatic Regions of the World. Fundamentals of Physical Geography, 2nd Edition. Available from : http://www.climateandfarming.org/pdfs/FactSheets/III.2Insects.Pathogens.pdf [accessed on 24 August 2014].

Reitz, H.J. and Sites, J.W. 1948. Relation between positions on the tree and analysis of citrus fruit with special reference to sampling and meeting internal grades. The Florida State Horticultural Society 54 : 80-90.

Reuther, W. 1980. Climatic effects on quality. The American Society for Horticultural Science 24 : 15-28.

Reuther, W. and Rios-Castafto, D. 1969. Comparison of growth, maturation and composition of citrus fruits in subtropical California and tropical Colombia. The First International Citrus Symposium 1 : 277-300.

Reuther, W., Rassmussen, G.K., Hilgeman, R.H., Cahoon, G.A. and Cooper, W.C. 1969. A comparison of maturation and composition of 'valencia' oranges in some major subtropical zones of the United States. Journal of the American Society for Horticultural Science 94 : 144-157.

Richardson, G.B. and Cowan, A.K. 1995. Abscisic acid content of Citrus flavedo in relation to colour development. The Journal of Horticultural Science 70 : 769-773.

Rohidas, S.B. and Chakrawar, V.R. 1989. Studies on floral biology of some important citrus species. Horticultural Science 2 : 20-25.

Rosella, P., Herrerob, M. and Galan, S. A. 1998. Pollen germination of cherimoya (*Annona cherimola* Mill.) *in viv*o characterization and optimization of *in vitro* germination. Scientia Horticulturae 81: 251-265.

Salter, P.J. and Goode, J.E. 1967. Crop Responses to Water at Different Stages of Growth. London : Commonwealth Agricultural Bureau.

Saltveit, M.E. 2003. A summary of CA requirements and recommendations for vegetables. Acta Horticulturae 600 : 723-727.

Sanzol, J. and Herrero, M. 2001. The effective pollination period in fruit trees. Scientia Horticulturae 90 : 1-17.

Sedgley, M. and Griffin, A.R. 1989. Sexual Reproduction of Tree Crops. London : Academic Press.

Shivanna, K.R. 2003. Pollen Biology and Biotechnology. New Delhi : Science Publisher.

Silva, E. M. and Dean, B. B. 2000. Effect of nectar composition and nectar concentration on honey bee (Hymenoptera: Apidae) visitation to hybrid onion flowers. Journal of Economic Entomology 93 : 1216-1221.

Soehartono, T. and Newton, A.C. 2001. Reproductive ecology of *Aquilaria* spp. in Indonesia. Forest Ecology and Management 152 : 59-71.

Spiegel-Roy, P. and Goldschmidt, E.E. 1996. Biology of Citrus. Cambridge : Cambridge University Press.

Stearns, C.R. and Young, G.T. 1942. The relation of climatic conditions to color development in Citrus fruit. The Florida State Horticultural Society 55 : 59-61.

Stone, G.N. 1993. Endothermy in the solitary bee anthophora-plumipes - independent measures of thermoregulatory ability, costs of warm-up and the role of body size. Journal of Experimental Biology 174 : 299-320.

Tandon, R., Manohara, T.N., Nijalingappa, B.H.M. and Shivanna, K.R. 2001. Pollination and pollen-pistil in oil palm, *Elaeis guineensis*. Annals of Botany 87 : 831-838.

Tangmitcharoen, S. and Owens, J. N. 1996. Floral biology, pollination, pistil receptivity and pollen tube growth of teak (*Tectona grandis* Linn. f.). Annals of Botany 79 : 227- 241.

Thailand Environment Institute. 1999. Thailand's National Greenhouse Gas Inventory for 1994. A report submitted to OEPP, Bangkok, Thailand.

Tubiello, F.N., Rosenzweig, C., Goldberg, R.A., Jagtap, S. and Jones, J.W. 2000. U.S. National Assessment Technical Report Effects of Climate Change on U.S. Crop Production Part I: Wheat, Potato, Corn and Citrus. Available from : http://www.usgcrp.gov/usgcrp/nacc/agriculture/TubielloEtal-2000.pdf [accessed on 10 September 2011].

Vaknin, Y., David, M. and Aliza, B. 2003. Pollen production and pollen viability in male jojoba plants. Industrial Crops and Product 18 : 117-123.

Willmer, P. and Stone, G. 1997. Temperature and water relations in desert bees. Journal of Thermal Biology 22 : 453-465.

Wookey, P.A., Robinson, C.H. and Parsons, A.N. 1995. Environmental constraints on the growth, photosynthesis and reproductive development of *Dryas octopetala* at a high Arctic polar semi-desert, Svalbard. Oecologia 102 : 478-489.

Woolf, A.B. and Ferguson, I.B. 2000. Postharvest responses to high fruit temperatures in the field. Postharvest Biology and Technology 21 : 7-20.

Woolf, A.B., Wexler, A., Prusky, D., Kobiler, E. and Lurie, S. 2000. Direct sunlight influences postharvest temperature responses and ripening of five avocado cultivars. Journal of the American Society for Horticultural Science 125 : 370-376.

Wunnachit, W., Pattison, S.T., Giles, L., Millington, A.J. and Sedgley, M. 1992. Pollen tube growth and genotype compatibility in cashew in relation to yield. Journal of Horticultural Science 67 : 67-75.

Yano, T., Aydin, M. and Haraguchi, T. 2007. Impact of climate change on irrigation demand and crop growth in a Mediterranean environment of Turkey. Sensors 7 : 2297-2315.

Yi, W., Law, S.E., Mccoy, D. and Wetstein, H.Y. 2006. Stigma development and receptivity in Almond (*Prunus dulcis*). Annals of Botany 97 : 57-63.

Young, L.B. and Erickson, L.C. 1961. Influences of temperature on color change in valencia oranges. American Society of Horticultural Science 78 : 197-200.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล นายอิสมะแอ เจ๊ะหลง

รหัสประจำตัวนักศึกษา 5410630008

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิทยาศาสตรบัณฑิต (ชีววิทยา)	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2547
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พืชศาสตร์)	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2549

ทุนการศึกษา (ที่ได้รับในระหว่างการศึกษา)

-ทุนอุดหนุนการวิจัยเพื่อวิทยานิพนธ์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

-ทุนอุดหนุนโครงการพัฒนาอาจารย์และบุคลากรสำหรับสถาบันอุดมศึกษาในเขตพัฒนาเฉพาะกิจ จังหวัดชายแดนภาคใต้ สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.)

ตำแหน่งและสถานที่ทำงาน

-อาจารย์พนักงานมหาวิทยาลัย (ชีววิทยา) สาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน

Chelong, I. and Sdoodee, S. 2013. Effect of climate variability and degree-day on development, yield and quality of Shogun (*Citrus reticulata* Blanco) in Southern Thailand. Kasetsart J. (Nat. Sci.) 47 : 333-341.

Chelong, I. and Sdoodee, S. 2012. Pollen viability, pollen germination and pollen tube growth of Shogun (*Citrus reticulata* Blanco) under climate variability in Southern Thailand. Journal of Agricultural Technology 8 : 2297-2307.