

บทที่ 3

ผล

1. ลักษณะทางชีววิทยาดอกส้มจุก

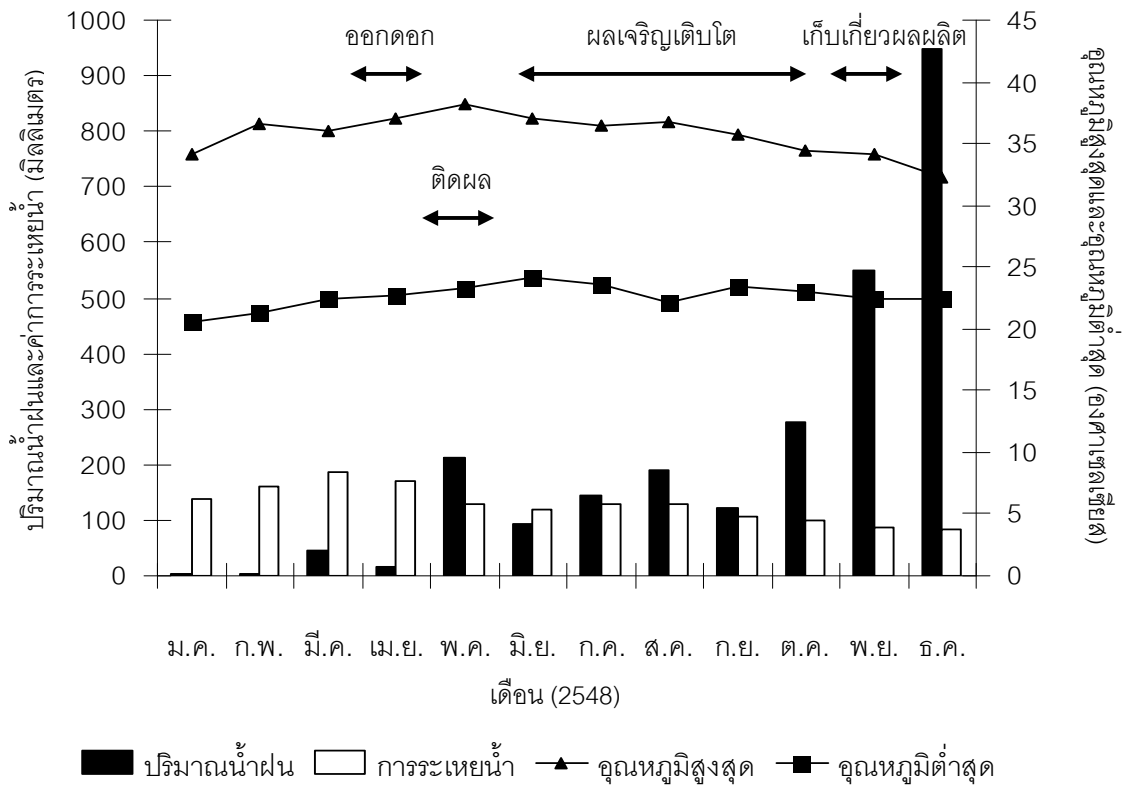
1.1 การออกดอกและลักษณะดอก

การออกดอกของส้มจุกตามฤดูกาลในปี พ.ศ. 2548 เกิดขึ้นในเดือนเมษายน ในสภาพต้นที่มีใบแก่ผ่านความแห้งแล้งระยะหนึ่งแล้วได้รับน้ำฝน (ภาพที่ 1) หรือได้รับการให้น้ำในปริมาณที่เหมาะสม ดอกส้มจุกเกิดขึ้นได้ทั้งที่ปลายยอดและบริเวณซอกใบของกิ่ง เป็นดอกสมบูรณ์เพศ มีสมมาตรตามแนวรัศมี ประกอบด้วยกลีบเลี้ยง 5 กลีบ มีสีเขียวและเชื่อมกันที่โคน กลีบดอก 5 กลีบ มีสีขาว แต่ละกลีบแยกออกจากกันเป็นอิสระ กลิ่นหอมและมีต่อมน้ำมันแทรกอยู่ทั่วไป การเรียงตัวของกลีบดอกในระยะดอกตูมจะอัดติดกันแน่นทั้ง 5 กลีบ เกสรเพศผู้ 20 อัน แต่ละอันประกอบด้วย อับเรณู มีสีเหลือง ก้านชูอับเรณู สีขาวติดอยู่ทางด้านหลังของอับเรณู ก้านชูอับเรณูจะเชื่อมติดกันเป็นกลุ่มๆ ที่มีความยาวไม่เท่ากัน เกสรเพศเมีย ประกอบด้วย ยอดเกสรเพศเมียลักษณะเป็นตุ่ม สีเหลือง มีระดับความสูงเหนืออับเรณูเล็กน้อย ก้านเกสรเพศเมีย สีขาวถึงเขียวอ่อน ฝังไข่ออยู่ในตำแหน่งเหนือฐานรองดอก (superior ovary) มี 10 ช่อง ภายในประกอบด้วยออวูลเป็นจำนวนมาก ออวูลแต่ละอันติดอยู่กับตรงแกนกลางของรังไข่ บริเวณโคนของรังไข่มีจานรองดอก (disc) สีเหลืองอมเขียว (ภาพที่ 2)

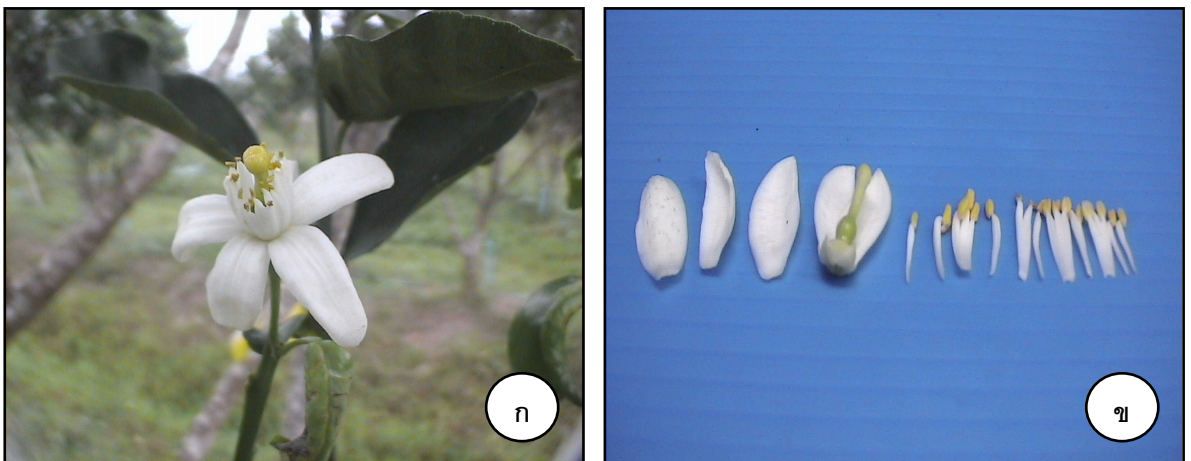
1.2 การบานของดอกและจำนวนดอก

ดอกส้มจุกแต่ละต้นที่ทำการศึกษาใช้เวลาการบานเฉลี่ย 17 วัน โดยในวันที่เริ่มทำการศึกษาดอกบานน้อยเฉลี่ยเท่ากับ 0.22 เปอร์เซ็นต์ของการบานทั้งหมด หลังจากนั้นจำนวนดอกบานเพิ่มขึ้นและจำนวนดอกบานสูงสุดในวันที่ 8 เฉลี่ยเท่ากับ 24.34 เปอร์เซ็นต์ของการบานทั้งหมด หลังจากนั้นการบานของดอกจะค่อยๆ ลดลงและสิ้นสุดการบานในวันที่ 17 (ภาพที่ 3)

การบานของดอกส้มจุกในรอบวัน ที่ได้ทำการศึกษาในช่วงเวลาดอกบานสูงสุด 3 วัน ติดต่อกัน ดอกเริ่มบานตั้งแต่เวลาเช้าประมาณ 7:00 นาฬิกา เฉลี่ยเท่ากับ 3.15 เปอร์เซ็นต์ของการบานทั้งหมดในรอบวัน หลังจากนั้นจำนวนการบานของดอกจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและถึงช่วงดอกบานสูงสุดเวลา 10:00 นาฬิกา เฉลี่ยเท่ากับ 36.54 เปอร์เซ็นต์ของการบานทั้งหมดในรอบวัน หลังจากนั้นจำนวนการบานของดอกจะลดลง จนหยุดการบานเวลาประมาณ 17:00 นาฬิกา (ภาพที่ 4)

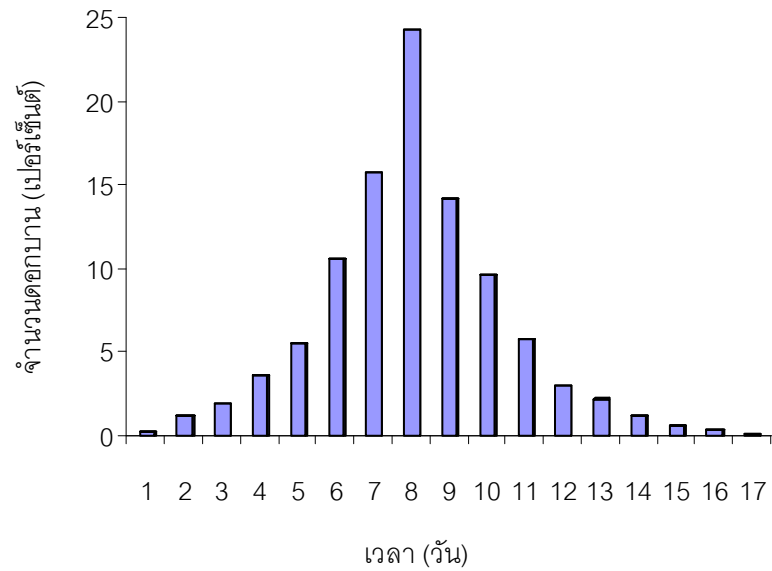


ภาพที่ 1 การเจริญเติบโตทางด้านลำต้นและการให้ผลผลิตของส้มจุกภายใต้สภาพฟ้าอากาศของแหล่งปลูกในเขตอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ. 2548

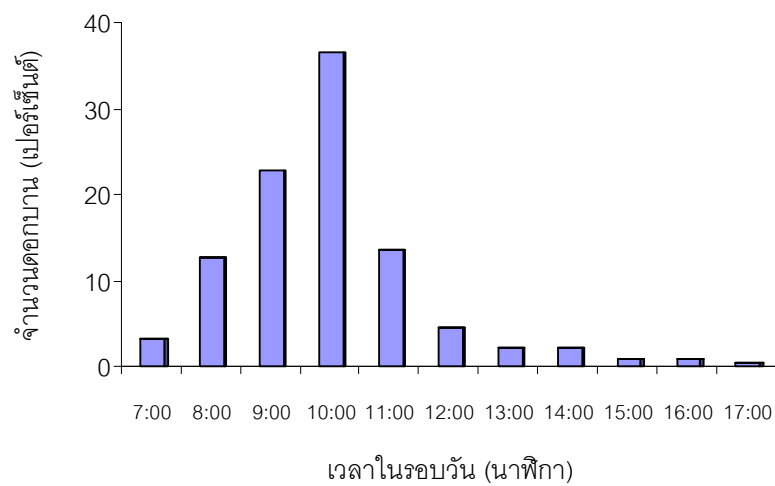


ภาพที่ 2 ลักษณะและโครงสร้างของดอกส้มจุก

- ก. ลักษณะดอกส้มจุกในระยะดอกบานเต็มที่
- ข. ลักษณะส่วนประกอบของดอก



ภาพที่ 3 เปอร์เซ็นต์การบานของดอกส้มจุกตั้งแต่วันแรกถึงวันสุดท้าย

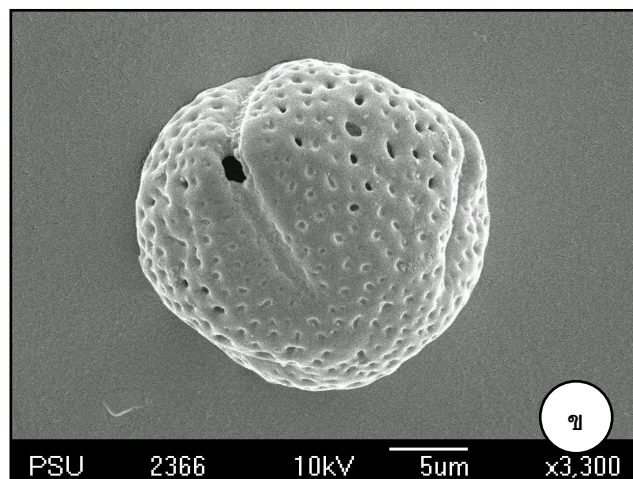
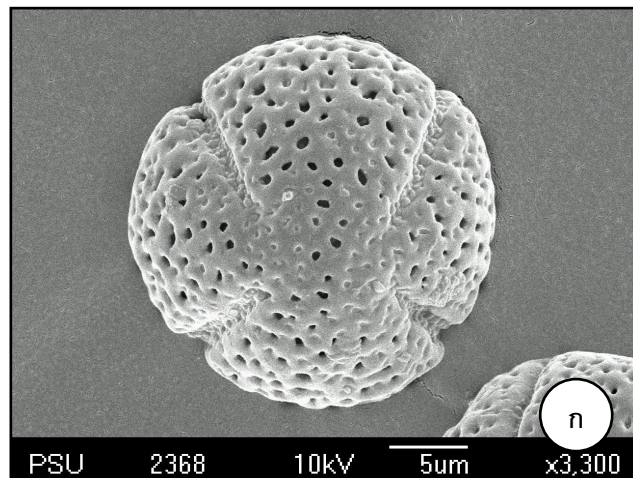


ภาพที่ 4 เปอร์เซ็นต์การบานในรอบวันของดอกส้มจุกในช่วงที่ดอกบานสูงสุด

1.3 เกสรเพศผู้

1.3.1 ลักษณะเรณู

ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเรณูของดอกส้มจุก มีรูปร่างค่อนข้างกลม (prolate) มีช่องเปิดผสม 4 ช่อง (colporate) มีผิวแบบตาข่าย (reticulate) ขนาดเรณูเมื่อดอกเจริญเต็มที่ที่มีความยาวของแนวแกนขั้วเฉลี่ย (P) $23.9 (\pm 2.16)$ ไมครอน ความยาวของแกนนอนเฉลี่ย (E) $21.1 (\pm 1.26)$ ไมครอน (ภาพที่ 5)



ภาพที่ 5 ลักษณะเรณูดอกส้มจุกภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

ก. ลักษณะเรณูด้านขั้ว (Polar view)

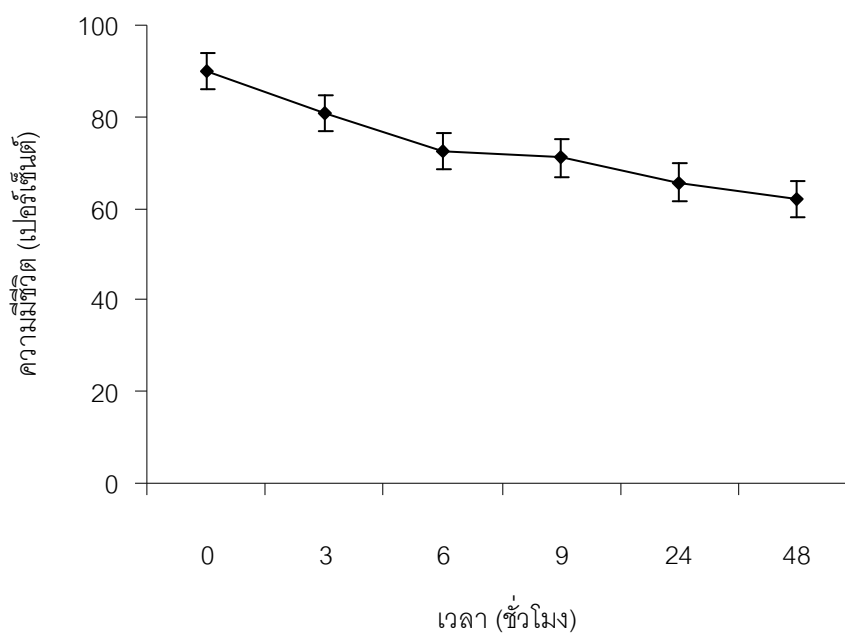
ข. ลักษณะเรณูด้านแกนนอน (Equatorial view)

1.3.2 จำนวนเรณู

จำนวนเรณูของดอกส้มจุกในระยะสุดท้ายก่อนดอกบาน พบว่า มีจำนวนเรณูเฉลี่ย 10,869 เม็ดต่อดอก (543 ± 17.75 เม็ดต่ออับเรณู)

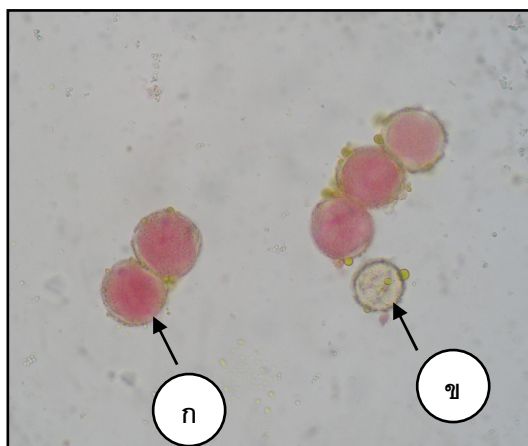
1.3.3 ความมีชีวิตของเรณู

เรณูของดอกส้มจุกที่ถูกปลดปล่อยออกมาใหม่ๆ และเก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิห้องนานไม่เกิน 1 ชั่วโมง มีค่าความมีชีวิตสูงถึง 90.1 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อเก็บรักษาไว้ 3, 6, 9, 24 และ 48 ชั่วโมง ค่าความมีชีวิตของเรณูจะค่อยๆ ลดลงเหลือเท่ากับ 80.7, 72.5, 71, 65.7 และ 62.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 6)



ภาพที่ 6 เปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของเรณูดอกส้มจุกที่เก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิห้องระยะเวลาต่างๆ กัน

I = standard error



ภาพที่ 7 ความมีชีวิตของเรณูดอกส้มจุกเมื่อย้อมด้วยสีอะซีโตคาร์มีน

- ก. เรณูติดสีอะซีโตคาร์มีน
- ข. เรณูไม่ติดสีอะซีโตคาร์มีน

1.3.4 การงอกของหลอดเรณู

การงอกของหลอดเรณูของดอกส้มจุกในเกสรเพศเมียหลังจากได้รับการถ่ายเรณูแบบผสมข้ามต้นที่ระยะเวลาต่างๆ กัน คือ 0, 3, 6, 9, 24 และ 48 ชั่วโมง ปรากฏว่าเปอร์เซ็นต์หลอดเรณูในเกสรเพศเมียและที่งอกเข้าไปที่ออวุลในรังไข่แตกต่างกัน (ตารางที่ 1) จำนวนหลอดเรณูที่งอกลึกลงไปในหลอดเกสรเพศเมียจะค่อยๆ ลดลงแตกต่างกันในแต่ละตำแหน่งของหลอดเกสรเพศเมีย ส่วนบน ส่วนกลาง และส่วนล่าง การงอกของหลอดเรณูหลังการถ่ายเรณูนาน 0 ชั่วโมง (เก็บทันที) ไม่พบหลอดเรณูที่งอกลึกลงไปถึงส่วนล่างของหลอดเกสรเพศเมีย และจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นหลังการถ่ายเรณูนานขึ้น จำนวนหลอดเรณูที่งอกเข้าไปที่ออวุลในรังไข่ของส้มจุกหลังจากได้รับการถ่ายเรณูนาน 48 ชั่วโมง มีเปอร์เซ็นต์สูงสุดเท่ากับ 71.86 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือการถ่ายเรณูนาน 24, 9, 6 และ 3 ชั่วโมง โดยมีเปอร์เซ็นต์ 59.37, 44.71, 31.52 และ 16.54 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ตารางที่ 1 จำนวนเรณูบนปลายยอดเกสรเพศเมียและเปอร์เซ็นต์การงอกของหลอดเรณูเข้าไปในเกสรเพศเมียสัมจุกที่ได้รับการถ่ายเรณูแบบผสมข้ามด้วยมือที่ระยะเวลาเก็บดอกนานต่างๆ กัน

เวลาเก็บดอกหลัง การถ่ายเรณู (ชั่วโมง)	จำนวนเรณูบน ยอดเกสรเพศเมีย (เม็ด)	หลอดเรณูเฉลี่ย ในเกสรเพศเมีย (%)			หลอดเรณูเฉลี่ยที่ งอกเข้าไป ที่ออวุล (%)
		ส่วนบน	ส่วนกลาง	ส่วนล่าง	
0	117	0.57 ^f	0.00 ^f	0.00 ^f	0.00 ^f
3	121	40.74 ^e	31.16 ^e	25.08 ^e	16.54 ^e
6	125	53.12 ^d	46.13 ^d	40.36 ^d	31.52 ^d
9	129	74.72 ^c	61.41 ^c	54.47 ^c	44.71 ^c
24	138	82.60 ^b	73.35 ^b	67.37 ^b	59.37 ^b
48	140	87.60 ^a	83.60 ^a	76.33 ^a	71.86 ^a
F-test		*	*	*	*
C.V. (%)		4.70	3.41	2.97	3.33

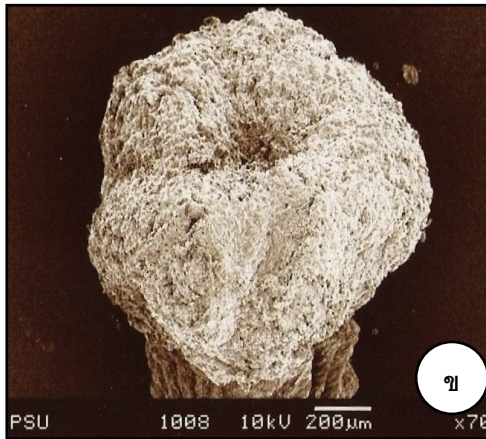
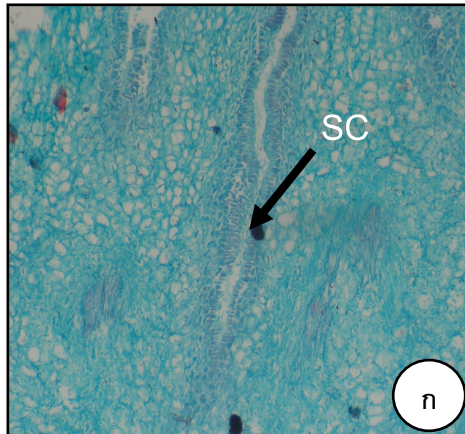
* = แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรต่างกันในกลุ่มเดียวกันแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT)

1.4 เกสรเพศเมีย

1.4.1 กายวิภาค เนื้อเยื่อวิทยา และลักษณะปลายยอดเกสรเพศเมีย

กายวิภาค เนื้อเยื่อวิทยา และลักษณะปลายยอดเกสรเพศเมียสัมจุกในระยะดอกบานเต็มที่ พบว่า ปลายยอดเกสรเพศเมียมีการขยายขนาดเพิ่มขึ้น บริเวณกึ่งกลางมีร่องบุ๋มลงไปเล็กน้อย (ภาพที่ 8 ข-ค) บริเวณก้านเกสรเพศเมีย พบว่า ที่บริเวณกึ่งกลางของก้านเกสรเพศเมีย มี stilar canals รูปร่างค่อนข้างกลมและมี stilar canals ลักษณะเป็นร่องยาว เนื้อเยื่อที่บุบริเวณ stilar canals นี้ เรียกว่า transmitting มีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมเรียงตัวติดกันแน่น (ภาพที่ 8 ก)



ภาพที่ 8 กายวิภาค เนื้อเยื่อวิทยา และลักษณะปลายยอดเกสรเพศเมียดอกส้มจุกระยะดอกบานเต็มที่

ก. ลักษณะเนื้อเยื่อปลายยอดเกสรเพศเมียภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง

ข-ค. ลักษณะปลายยอดเกสรเพศเมียภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

SC = Stylar canals

1.4.2 ความพร้อมรับเรณูของเกสรเพศเมีย

ความพร้อมรับเรณูของเกสรเพศเมียของดอกส้มจุกที่ได้รับการถ่ายเรณูแบบผสมข้ามหลังจากดอกบานนานต่างๆ กัน แล้วเก็บดอกหลังการถ่ายเรณู 48 ชั่วโมง ปรากฏว่าเปอร์เซ็นต์หลอดเรณูในเกสรเพศเมียและที่งอกเข้าไปที่ออวุลในรังไข่แตกต่างกัน (ตารางที่ 2) เปอร์เซ็นต์หลอดเรณูที่งอกลงไปหลอดเกสรเพศเมียจะค่อยๆ ลดลงแตกต่างกันตามเวลาดอกบานไปแล้วและในแต่ละตำแหน่งของหลอดเกสรเพศเมีย ส่วนบน ส่วนกลาง และส่วนล่าง เปอร์เซ็นต์หลอดเรณูที่งอกลึกลงไปถึงส่วนล่างของหลอดเกสรเพศเมียและผ่านเข้าไปที่ออวุลใน

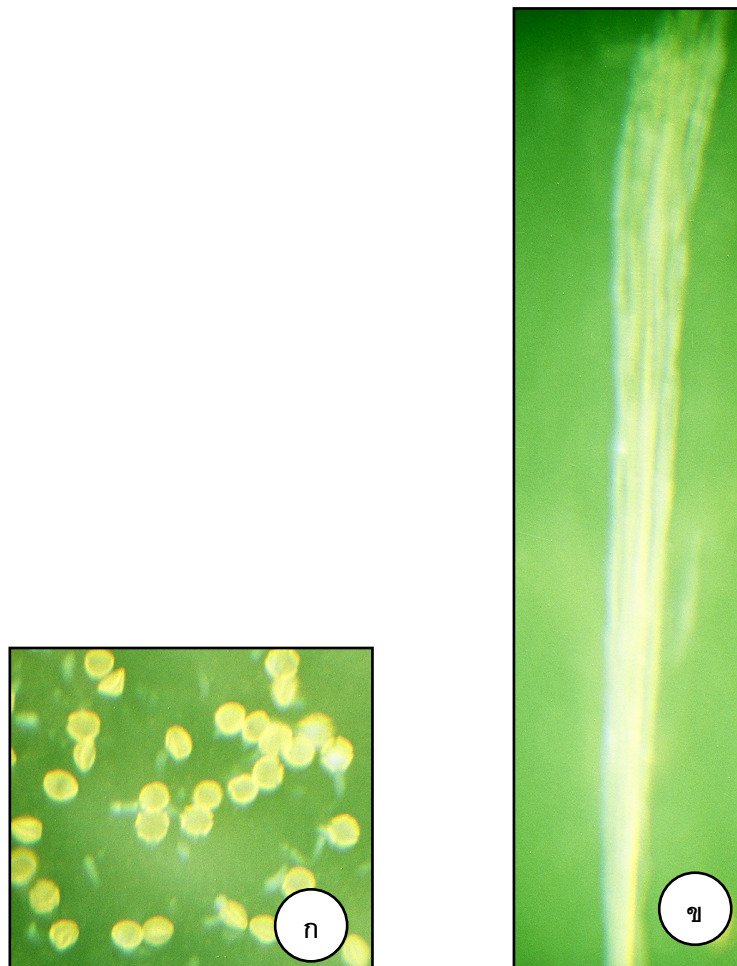
รังไข่เฉลี่ยต่ำสุด 3.74 เปอร์เซ็นต์ และจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นเมื่อทำการถ่ายเรณูใกล้เคียงระยะดอกบานมากขึ้นและให้เปอร์เซ็นต์หลอดเรณูสูงสุด 51.6 เปอร์เซ็นต์ เมื่อถ่ายเรณูภายในเวลา 3 ชั่วโมงนับจากดอกเริ่มบาน

ตารางที่ 2 จำนวนเรณูบนปลายยอดเกสรเพศเมียและเปอร์เซ็นต์การงอกของหลอดเรณูเข้าไปในเกสรเพศเมียสัมจุกที่ได้รับการถ่ายเรณูแบบผสมข้ามหลังดอกบานนานต่างๆ กัน

เวลาถ่ายเรณู หลังดอกบาน (ชั่วโมง)	จำนวนเรณูบน ยอดเกสรเพศเมีย (เม็ด)	หลอดเรณูเฉลี่ย ในเกสรเพศเมีย (%)			หลอดเรณูเฉลี่ยที่ งอกเข้าไป ที่ออวุล (%)
		ส่วนบน	ส่วนกลาง	ส่วนล่าง	
		0	186	50.54 ^b	
3	250	78.40 ^a	58.40 ^a	55.20 ^a	51.60 ^a
6	214	45.79 ^c	32.71 ^c	23.83 ^c	13.55 ^c
9	263	42.58 ^d	26.99 ^d	19.39 ^d	12.93 ^c
24	196	21.94 ^e	19.90 ^e	15.30 ^e	7.65 ^d
48	294	15.64 ^f	13.26 ^f	7.48 ^f	3.74 ^e
F-test		*	*	*	*
C.V. (%)		6.60	7.80	7.67	12.43

* = แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรต่างกันในกลุ่มเดียวกันแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT)



ภาพที่ 9 เรณูที่ติดอยู่บนปลายยอดเกสรเพศเมียและการงอกของหลอดเรณูสั้่มจุกเข้าไปในหลอด
 เกสรเพศเมียในชั้นต่างๆ ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบปล่อยแสงฟลูออเรสเซนซ์

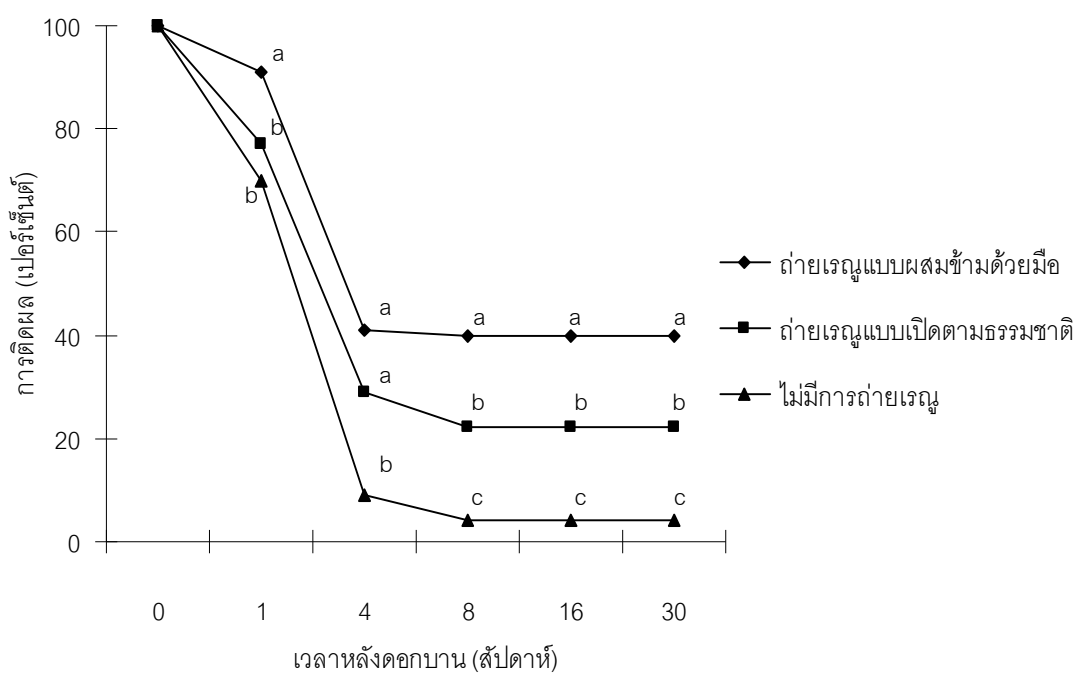
ก. เรณูของดอกสั้่มจุกที่ติดอยู่ปลายยอดเกสรเพศเมีย

ข. หลอดเรณูสั้่มจุกในหลอดเกสรเพศเมียในชั้นต่างๆ

2. การถ่ายเรณูของส้มจุก

2.1 ผลของการถ่ายเรณูต่อการติดผล

ผลของการถ่ายเรณูต่อการติดผลของส้มจุกเกิดขึ้นสูงสุดหลังจากการถ่ายเรณูไปแล้ว 1 สัปดาห์ หลังจากนั้นผลที่ติดและคงอยู่บนต้นลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อผลอายุ 4 สัปดาห์ หลังจากนั้นการติดผลลดลงน้อยมากจนกระทั่งค่าการติดผลคงที่ในสัปดาห์ที่ 16 เป็นต้นไป จนกระทั่งผลสุกแก่ในสัปดาห์ที่ 30 ปริมาณการติดผลของส้มจุกในระยะสุกแก่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยการถ่ายเรณูแบบผสมข้ามด้วยมือมีเปอร์เซ็นต์การติดผลสูงสุดเท่ากับ 40 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ การถ่ายเรณูแบบเปิดตามธรรมชาติมีเปอร์เซ็นต์การติดผลเท่ากับ 22 เปอร์เซ็นต์ และไม่มี การถ่ายเรณูมีเปอร์เซ็นต์การติดผลต่ำสุดเท่ากับ 3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 10)

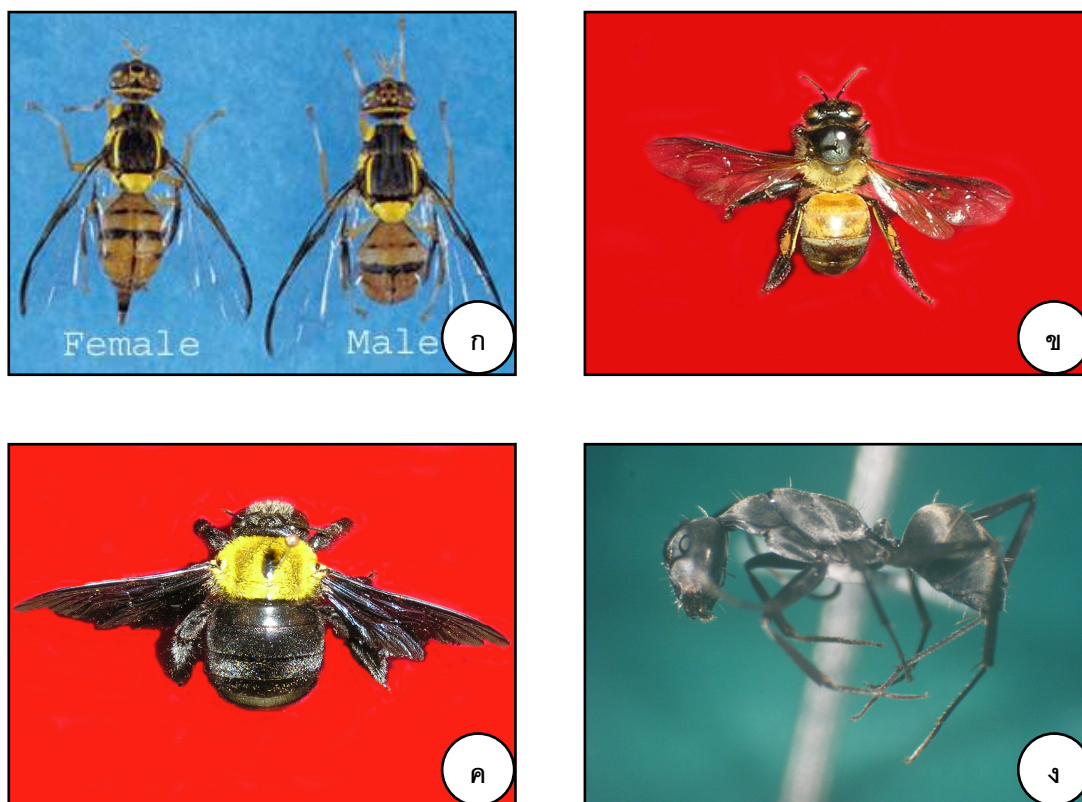


ภาพที่ 10 ผลของการถ่ายเรณูแบบต่างๆ ต่อเปอร์เซ็นต์การติดผลของส้มจุก

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรต่างกันในเวลาเดียวกันแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT)

2.2 ชนิดและพฤติกรรมของแมลงในการถ่ายเรณู

การศึกษาชนิดของแมลงที่มาเยือนดอกส้มจุกในวันที่ดอกบานสูงสุดตั้งแต่วันที่ 7:00 ถึง 17:00 นาฬิกา พบแมลง 4 ชนิด ได้แก่ แมลงวันผลไม้ (*Bactrocer dorsalis* Hendel) ชันโรง (*Trigona* sp.) แมลงงู (*Xylocopa* sp.) และมดดำ (*Camponotus* sp.) ในบรรดาแมลงที่ทำหน้าที่ช่วยถ่ายเรณูให้แก่ดอกส้มจุก ปรากฏว่า แมลงวันผลไม้ไม่มีพฤติกรรมและบทบาทในการถ่ายเรณูสูงสุด โดยเริ่มออกทำหน้าที่ตั้งแต่วันที่ 9:00 ถึง 11:00 นาฬิกา จะกินเรณูและน้ำหวานบริเวณโคนกลีบดอกโดยจะไต่ไปมาก่อให้เกิดการถ่ายเรณูขึ้นได้ ชันโรงเข้ามาเยือนดอกเวลา 8:00 ถึง 10:00 นาฬิกา โดยเก็บเรณูไว้ที่ตะกร้าเก็บเรณูที่ส่วนขาหลังและจะไต่ลงไปเก็บน้ำหวานบริเวณโคนกลีบดอก และในช่วงเวลาดังกล่าวนั้นแมลงงูก็จะเข้ามาเก็บเรณูโดยใช้ขาและลำตัวให้สัมผัสกับอับเรณูเพื่อให้เรณูติดบริเวณลำตัวและขาเช่นเดียวกัน ส่วนมดดำจะมาเยือนดอกตลอดวันโดยเข้ามากินน้ำหวานและไต่วนเวียนบริเวณโคนกลีบดอกเท่านั้น (ภาพที่ 11)



ภาพที่ 11 ชนิดแมลงที่เข้ามาเยือนดอกส้มจุก

ก. แมลงวันผลไม้ (*Bactrocer dorsalis* Hendel) ข. ชันโรง (*Trigona* sp.)

ค. แมลงงู (*Xylocopa* sp.)

ง. มดดำ (*Camponotus* sp.)

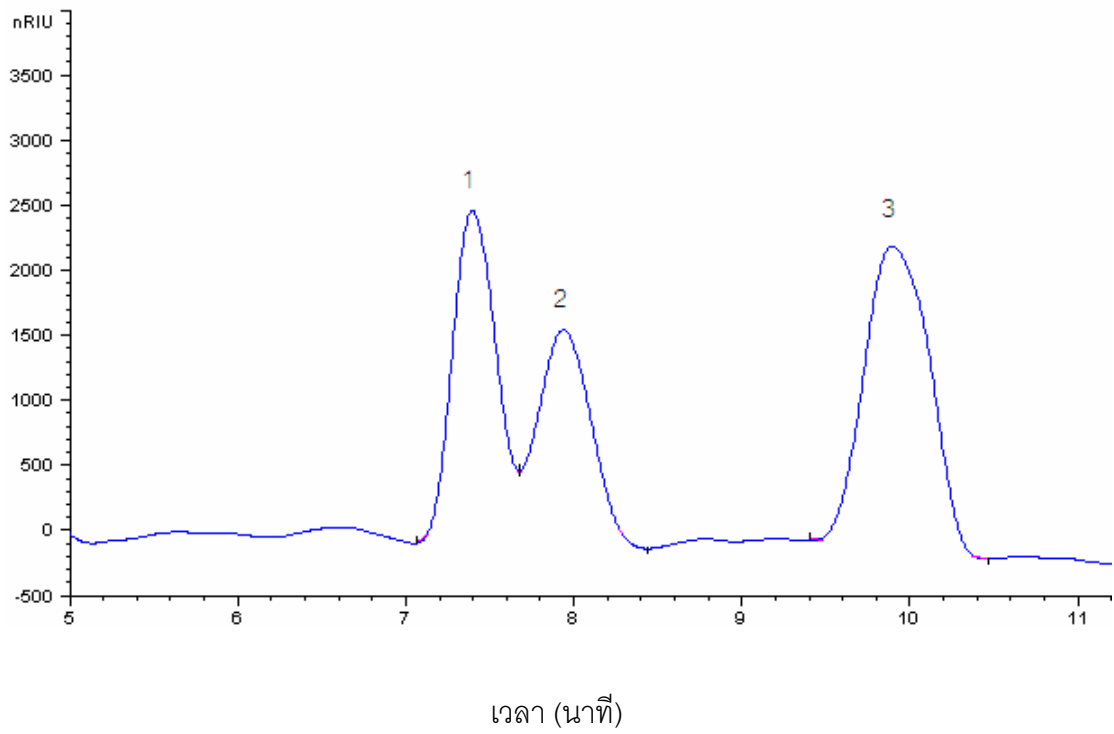
2.3 ปริมาณและองค์ประกอบน้ำหวานดอก

การศึกษาปริมาณน้ำหวานของดอกส้มजूในช่วงเวลาดอกบานสูงสุดตั้งแต่เวลา 7:00 ถึง 17:00 นาฬิกา พบว่า น้ำหวานถูกขับออกมาจากดอกส้มजूตั้งแต่เวลาดอกบานใหม่ๆ ที่เวลา 9:00 นาฬิกา น้ำหวานถูกขับออกมามากที่สุด วัดปริมาณเฉลี่ยต่อดอกได้เท่ากับ 3.83 (± 0.050) ไมโครลิตร และที่เวลา 17:00 นาฬิกา วัดปริมาณเฉลี่ยต่อดอกได้น้อยที่สุดในรอบวัน เท่ากับ 0.01 (± 0.001) ไมโครลิตร (ตารางที่ 3) และความเข้มข้นเฉลี่ยของน้ำหวานดอกภายในรอบวันมีค่าเท่ากับ 28 องศาบริกซ์

ตารางที่ 3 ปริมาณของน้ำหวานในดอกส้มजूที่เวลาต่างๆ

เวลา (นาฬิกา)	ปริมาณ (ไมโครลิตร)
7:00	1.43 (± 0.030)
9:00	3.83 (± 0.050)
11:00	0.10 (± 0.040)
13:00	0.03 (± 0.010)
15:00	0.02 (± 0.001)
17:00	0.01 (± 0.001)

จากการวิเคราะห์ชนิดน้ำตาลในน้ำหวานดอกส้มजूด้วยวิธีการโครมาโทกราฟีของเหลวแบบสมรรถนะสูง พบน้ำตาล 3 ชนิด คือ กลูโคส, ฟรุคโทส และซูโครส โดยมีน้ำตาลซูโครสเป็นองค์ประกอบหลัก เท่ากับ 81.9 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร รองลงมาคือ น้ำตาลฟรุคโทส และกลูโคสเท่ากับ 42.21 และ 36.75 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ (ภาพที่ 12)



ภาพที่ 12 กราฟโครมาโทกราฟฟีของเหลวแบบสมรรถนะสูงแสดงชนิดน้ำตาลในน้ำหวานดอก
ส้มจุก (1) ฟรุคโทส : (2) กลูโคส : (3) ซูโครส