ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วนศาสตร์)

ปริญญา

ชีววิทยาป่าไม้ | ชีววิทยาป่าไม้

สาขา | **ภาควิชา**

เรื่อง ผลของการตัดก้านชูเกสรเพศเมียที่ระยะต่างๆ ก่อนดอกบานต่อการผสมเกสรของยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส

Effects of Style Cutting at Different Pre-Anthesis Stages on Pollination of *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.

นามผู้วิจัย นางสาวพานทอง ม้าแก้ว

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ (รองศาสตราจารย์สมคิด สิริพัฒนดิลก, Ph.D.)

กรรมการ (ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุวิทย์ แสงทองพราว, Ph.D.)

กรรมการ (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ลดาวัลย์ พวงจิตร, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา (อาจารย์อุทัยวรรณ แสงวณิช, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์วินัย อาจคงหาญ, M.A.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 29 **เดือน** มีนาคม **พ.ศ.** 2549

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ผลของการตัดก้านชูเกสรเพศเมียที่ระยะต่างๆ ก่อนดอกบานต่อการผสมเกสรของยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส

Effects of Style Cutting at Different Pre-Anthesis Stages on Pollination of *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.

โดย

นางสาวพานทอง ม้าแก้ว

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (วนศาสตร์)
พ.ศ. 2549

ISBN 974-16-1307-5

พานทอง ม้าแก้ว 2549: ผลของการตัดก้านชูเกสรเพศเมียที่ระยะต่างๆ ก่อนดอกบาน ต่อการผสมเกสรของยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วนศาสตร์) สาขาวิชาชีววิทยาป่าไม้ ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้
ประธานกรรมการที่ปรึกษา: รองศาสตราจารย์สมคิด สิริพัฒนดิลก, Ph.D. 97 หน้า
ISBN 974-16-1307-5

การศึกษาการตัดก้านชูเกสรเพศเมียและระยะการพัฒนาดอกต่อการผสมเกสรของยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส ได้ดำเนินการศึกษาลักษณะและโครงสร้างดอก การพัฒนาของเกสรเพศผู้และเกสรเพศเมีย ตรวจสอบ lipid ภายในก้านชูเกสรเพศเมียด้วย 0.3% Sudan Black B ดำเนินการผสมเกสรใน 3 สายต้น ใน 5 ระยะการพัฒนาดอก ได้แก่ ดอกสีเขียวปนเหลือง ดอกสีเหลืองปนเขียว ดอกที่ฝาครอบดอกเริ่มแยกจากฐานรองดอก ดอกบาน 1 วัน และดอกที่ยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมเกสร โดยวิธีตัดก้านชูเกสรเพศเมียบริเวณปลายยอด กึ่งกลาง และที่ฐานของก้านชูเกสรเพศเมีย บันทึกจำนวนผลแก่ ผลผลิตและคุณภาพเมล็ด

ผลการศึกษา พบว่า อับเรณูของดอก *E. camaldulensis* แตกก่อนดอกบาน เกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมเกสรภายหลังดอกบาน 2-5 วัน ขึ้นอยู่กับสายต้น ดอกประกอบด้วยอับเรณูจำนวน 502.6±15.7 แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ตามตำแหน่ง (โคน กึ่งกลาง และปลาย) ของก้านชูเกสรเพศเมีย รังไข่ประกอบด้วย 4-5 locules โดย locule ที่มีขนาดใหญ่ที่สุดมีจำนวนไข่อ่อนเท่ากับ 57.1± 6.4 แบ่งเป็น 2 แบบ คือ แบบเรียวยาวและสั้นหลายเหลี่ยม ไข่อ่อนที่ได้รับการผสมมีขนาดใหญ่กว่าไข่อ่อนที่ไม่ได้รับการผสมอย่างเด่นชัดภายหลังดอกบาน 2 สัปดาห์ มี lipid เป็นองค์ประกอบภายในก้านชูเกสรเพศเมียตั้งแต่ดอกยังมีขนาดโตไม่เต็มที่ ปรากฏอยู่มากบริเวณปลายยอดจนถึงบริเวณเหนือส่วนโค้งของก้านชูเกสรเพศเมีย ระยะดอกที่เหมาะสมต่อการผสมเกสร โดยตัดก้านชูเกสรเพศเมียคือ ดอกสีเหลืองปนเขียวจนถึงดอกที่บาน 1 วัน การผสมโดยตัดบริเวณปลายยอดเกสรเพศเมียมีการติดผลดีที่สุด ให้ผลแก่ 65-90% ให้จำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผลเท่ากับ 25.9± 10.1-113.11± 46.0 เมล็ด มีเปอร์เซ็นต์การงอก 90.25-92.50% และมีดัชนีการงอกเท่ากับ 19.54-21.10 ส่วนการตัดบริเวณฐานของก้านชูเกสรเพศเมียไม่สามารถพัฒนาเป็นผลได้

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่อประธานกรรมการ

Pantong Makaew 2006: Effects of Style Cutting at Different Pre-Anthesis Stages on Pollination of *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. Master of Science (Forestry), Major Field: Forest Biology, Department of Forest Biology.
Thesis Advisor: Associate Professor Somkid Siripatanadilok, Ph.D. 97 pages.
ISBN 974-16-1307-5

The effects of style cutting at different pre-anthesis stages on pollination of *Eucalyptus camaldulensis* was carried out by investigating flower morphology and the development of stamen and pistil. Present of lipid along style length were determined by staining with 0.3% Sudan Black B. Three *Eucalyptus camaldulensis* clones were selected for controlled pollination. Five stages of flower; green-yellow, yellow-green, dehisced flower, 1 day anthesised flower and receptived flower were selected for this study. Three different positions; tip, middle and base of the style were cut to provide for pollen grains application. Number of mature fruits, quantity and quality of seeds were recorded.

The results showed that the anther of the *Eucalyptus camaldulensis* was dehisced before opening of flower. Receptivity of stigma differed between clones, the receptive time was 2-5 days after flower anthesised. The flower consisted of 502.6±15.7 anthers classified into 3 groups based on the positions of the anther compared to style length; base, middle and tip. There were 4-5 locules in one ovary, the largest locule consisted of 57.1±4.6 ovules. The ovules distinguished into 2 types, long and short. Fertilized ovules could be seen distinctly larger than unfertilized one in two weeks. Lipid was already presented in the upper part of the style of immature flower. From the stage of yellow-green flower to 1 day blooming flower were the suitable stages for pollination by style cutting in *Eucalyptus camaldulensis*. Cutting at the tip of the style resulted the greater number of fruit set which produced 65-90% mature capsules, 25.9-113.1 seeds per capsule, with high germination rate (90.25-92.50%) and higher germination index (19.54-21.10). Cutting at the base of the style did not produce fruit.

Pantong Makaew — Student's signature

Somkid Siripatanadilok — Thesis Advisor's signature

23 / Mar. / 06

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สมคิด สิริพัฒนดิลก ประธานกรรมการที่ปรึกษา ที่ได้ช่วยเหลือและให้คำปรึกษาในการทำวิทยานิพนธ์ ตลอดจนช่วยตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวิทย์ แสงทองพราว กรรมการวิชาเอก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ลดาวัลย์ พวงจิตร กรรมการวิชารอง ที่กรุณาให้คำปรึกษาและช่วยแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณบริษัทสยามฟอเรสทรี จำกัด ที่ให้การสนับสนุนการทำวิจัย และบริษัทสยามทรี ดีเวลลอปเมนท์ จำกัด ที่สนับสนุนทุนการศึกษา ขอบคุณเจ้าหน้าที่บริษัทสยามฟอเรสทรี จำกัด และบริษัทสยามทรี ดีเวลลอปเมนท์ จำกัด ที่กรุณาอำนวยความสะดวกในการศึกษาวิจัย

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ พี่และน้อง ที่เป็นกำลังใจด้วยดีตลอดมา ขอบคุณ คุณสุชาดา แสงทับทิม คุณเรวดี กรประชา ที่ช่วยเหลือในการทำวิจัย ขอบคุณเพื่อนวนศาสตร์รุ่นที่ 59 และพี่น้องชาววนศาสตร์ทุกคนที่ให้กำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ให้เสร็จลุล่วงด้วยดี

พานทอง ม้าแก้ว

มีนาคม 2549

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(5)
คำนำ	1
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	13
อุปกรณ์	13
วิธีการ	14
สถานที่และระยะเวลาทำการวิจัย	22
ผลและวิจารณ์	23
สรุปและข้อเสนอแนะ	75
สรุป	75
ข้อเสนอแนะ	77
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	78
ภาคผนวก	82

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แผนการทดลองตัดก้านชูเกสรเพศเมีย ในแต่ละระยะการพัฒนาดอกของ *E. camaldulensis* ประกอบด้วย 13 การทดลอง	18
2	จำนวนอับเรณูภายในดอก *E. camaldulensis* สายต้น Eu1	26
3	ความยาวของก้านชูเกสรเพศเมียในแต่ละระยะการพัฒนาดอกของ *E. camaldulesis*	31
4	จำนวนและเปอร์เซ็นต์ผลแก่ต่อจำนวนดอกที่ผสม 20 ดอกของ *E. camaldulensis* ที่ได้จากการผสมเกสรโดยวิธีการตัดก้านชูเกสรเพศเมียในแต่ละระยะการพัฒนาของดอก ใน *E. camaldulensis* 3 สายต้น	42
5	ขนาดเฉลี่ยของผลที่ได้จากการผสมเกสรในแต่ละการทดลองเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการผสมเกสรตามธรรมชาติ	48
6	จำนวนและเปอร์เซ็นต์ของเมล็ดที่ได้รับการผสมเฉลี่ยต่อผลจากการผสมเกสรโดยวิธีการตัดก้านชูเกสรเพศเมีย เปรียบเทียบกับเมล็ดที่ได้รับการผสมจากการผสมเกสรเมื่อยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมและการผสมเกสรตามธรรมชาติ	50
7	ขนาดผลเฉลี่ย (เซนติเมตร) และจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผลในสายต้นต่างๆ จากการผสมเกสรโดยวิธีการตัดก้านชูเกสรเพศเมีย เปรียบเทียบกับผลที่เกิดจากการผสมเกสรเมื่อยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมเกสร และการผสมเกสรตามธรรมชาติ	55
8	น้ำหนักเฉลี่ยต่อ 100 เมล็ด (มิลลิกรัม) ของเมล็ดที่ได้รับการผสมจากการผสมเกสรโดยวิธีการตัดก้านชูเกสรเพศเมีย เปรียบเทียบกับเมล็ดที่ได้จากการผสมเมื่อยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสม และเมล็ดจากการผสมเกสรตามธรรมชาติ	58
9	จำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผลและน้ำหนักเฉลี่ยต่อ 100 เมล็ด (มิลลิกรัม) ในสายต้นต่างๆ จากการผสมเกสรโดยวิธีการตัดก้านชูเกสรเพศเมีย เปรียบเทียบกับผลที่เกิดจากการผสมเกสรเมื่อยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมเกสร และการผสมเกสรตามธรรมชาติ	61

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
10	เปอร์เซ็นต์เมล็ดงอกเฉลี่ยภายหลังการเพาะเมล็ดของ *E. camaldulensis* สายต้น Eu2	66
11	จำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผล น้ำหนักเฉลี่ยต่อ 100 เมล็ด (มิลลิกรัม) และเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดในสายต้น Eu2 จากการผสมเกสรโดยวิธีการตัดก้านชูเกสรเพศเมีย เปรียบเทียบกับที่เกิดจากการผสมเกสรเมื่อยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมเกสร และการผสมเกสรตามธรรมชาติ	68
12	ดัชนีการงอกของเมล็ด ของสายต้น Eu2 ที่ผสมโดยใช้ละอองเรณูจากสายต้น Eu4 เปรียบเทียบกับเมล็ดที่เกิดจากการผสมเกสรตามธรรมชาติ	71
13	น้ำหนักเฉลี่ยต่อ 100 เมล็ด (มิลลิกรัม) เปอร์เซ็นต์การงอกและดัชนีการงอกของเมล็ดของสายต้น Eu2 ที่ได้รับการผสมโดยใช้ละอองเรณูจากสายต้น Eu4 เปรียบเทียบกับเมล็ดที่เกิดจากการผสมเกสรตามธรรมชาติ	73

ตารางผนวกที่		หน้า
1	จำนวนไข่อ่อน (ovule) ภายในแต่ละ locule ของดอก *E. camaldulensis* ในระยะที่ฝาครอบดอกชั้นที่ 2 เริ่มแยกจากฐานรองดอก	83
2	จำนวนเมล็ดที่ได้รับการผสมจากการผสมเกสรโดยวิธีการตัดก้านชูเกสรเพศเมียในแต่ละระยะการพัฒนาดอก เปรียบเทียบกับการผสมเกสรที่ยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมเกสร และการผสมเกสรตามธรรมชาติ ของสายต้น Eu1	85

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่ (ต่อ) **หน้า**

3	จำนวนเมล็ดที่ได้รับการผสมจากการผสมเกสรโดยวิธีการตัดก้านชูเกสรเพศเมียในแต่ละระยะการพัฒนาดอก เปรียบเทียบกับการผสมเกสรที่ยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมเกสร และการผสมเกสรตามธรรมชาติ ของสายต้น Eu2	90
4	จำนวนเมล็ดที่ได้รับการผสมจากการผสมเกสรโดยวิธีการตัดก้านชูเกสรเพศเมียในแต่ละระยะการพัฒนาดอก เปรียบเทียบกับการผสมเกสรที่ยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมเกสร และการผสมเกสรตามธรรมชาติ ของสายต้น Eu3	95

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ดอก *E. camaldulensis* ที่ระยะการพัฒนาต่างๆ กัน	15
2	ตำแหน่งที่ทำการผ่าและตัดเพื่อตรวจสอบ lipids ภายในก้านชูเกสรเพศเมียของ *E. camaldulensis*	17
3	ลักษณะการงอกของเมล็ด *E. camaldulensis* ที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการนับการงอก	21
4	ลักษณะและโครงสร้างดอก *E. camaldulensis* ในแต่ละระยะการพัฒนา	24
5	ลักษณะและการจัดเรียงตัวของอับเรณูภายในดอก *E. camaldulensis*	26
6	ลักษณะรูปร่างและการจัดเรียงของไข่อ่อน (ovule) ภายในรังไข่ (ovary) ของ *E. camaldulensis*	28
7	ลักษณะของอับเรณูในแต่ละระยะการพัฒนาดอก	30
8	ลักษณะของยอดเกสรเพศเมีย (8.1) และก้านชูเกสรเพศเมีย (8.2) ในแต่ละระยะการพัฒนาดอก	32
9	ลักษณะของไข่อ่อน (ovule) ภายในรังไข่ (ovary) ก่อนดอกบาน	33
10	ลักษณะของไข่อ่อนหลังดอกบาน	34
11	การติดสี Sudan Black B ของ lipids โดยการผ่าตามยาวภายในก้านชูเกสรเพศเมียของ *E. camaldulensis* ในแต่ละระยะการพัฒนาดอก	36
12	ภาพตัดขวางที่ระดับต่างๆ ของก้านชูเกสรเพศเมียของ *E. camaldulensis* ในแต่ละระยะการพัฒนาของดอก	38
13	การติดสี Sudan Black B ของ lipids ภายในก้านชูเกสรเพศเมียโดยผ่าตามยาวของ *E. camaldulensis* ก่อนและหลังพัฒนาขนาดเต็มที่	40
14	แผนภูมิแสดงผลสำเร็จของการพัฒนาเป็นผลแก่ (% จำนวนผลแก่) ภายหลังการผสมเกสรในแต่ละการทดลอง	43
15	แผนภูมิแสดงจำนวนเมล็ดที่ได้รับการผสมเฉลี่ยต่อผลจากการผสมเกสรโดยวิธีการตัดก้านชูเกสรเพศเมียในแต่ละระยะการพัฒนาดอกและการตัดก้านชูเกสรเพศเมียแต่ละตำแหน่งใน *E. camaldulensis* ต่างสายต้น	52

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
16	แผนภูมิแสดงน้ำหนักเฉลี่ย ต่อ 100 เมล็ด (มิลลิกรัม) จากการผสมเกสรโดยวิธีการตัดก้านชูเกสรเพศเมียในแต่ละระยะการพัฒนาดอกและการตัดก้านชูเกสรเพศเมียแต่ละตำแหน่งใน *E. camaldulensis* ต่างสายต้น	59
17	ลักษณะเมล็ดที่ได้รับการผสมจากการผสมเกสรโดยวิธีการตัดก้านชูเกสรเพศเมียในแต่ละระยะการพัฒนาดอกและที่ตำแหน่งต่างๆ ของก้านชูเกสรเพศเมีย เปรียบเทียบกับเมล็ดที่ได้รับการผสมจากการผสมเมื่อยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมเกสร (Control) และการผสมเกสรตามธรรมชาติ (Open pollination) ของสายต้น Eu1, Eu2 และ Eu3	63
18	เปอร์เซ็นต์การงอกเมล็ดสะสมของเมล็ดสายต้น Eu2 ที่ได้จากการผสมเกสรโดยวิธีการตัดก้านชูเกสรเพศเมีย เปรียบเทียบกับเมล็ดที่ได้จากการผสมเกสรเมื่อยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสม (Control) และเมล็ดที่ได้จากการผสมเกสรตามธรรมชาติ (Open pollination)	67

ผลของการตัดก้านชูเกสรเพศเมียที่ระยะต่างๆ ก่อนดอกบานต่อการผสมเกสรของยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส

Effects of Style Cutting at Different Pre-Anthesis Stages on Pollination of *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.

คำนำ

ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.) จัดเป็นไม้ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของไทยชนิดหนึ่ง เนื่องจากเป็นวัตถุดิบที่สำคัญของอุตสาหกรรมชิ้นไม้สับและเยื่อกระดาษ ไม้ชนิดนี้เป็นไม้โตเร็วและให้เยื่อที่มีคุณภาพดีจึงมีการส่งเสริมให้ปลูกอย่างแพร่หลายทั้งในส่วนของภาครัฐและเอกชน ปัจจุบันประเทศไทยมีการนำไม้ *E. camaldulensis* มาผลิตเป็นเยื่อในปริมาณสูงมากถึงปีละ 9,298,502 ตันต่อปี (พสุธา, 2542) เนื่องจากความต้องการใช้กระดาษของประเทศได้เพิ่มขึ้นเป็นอย่างมาก และจากสถานการณ์การเกิดโรคระบาดในแปลงปลูกยูคาลิปตัสที่มีการระบาดหนักในภาคตะวันออกและตะวันตก ซึ่งเป็นพื้นที่ส่งเสริมปลูกยูคาลิปตัสหลักของอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษในประเทศ จึงส่งผลกระทบต่อวัตถุดิบอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษ อุตสาหกรรมไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง และอุตสาหกรรมใช้ไม้อื่นๆ ดังนั้นการปรับปรุงพันธุ์เพื่อเพิ่มผลผลิตเนื้อไม้ทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ ตลอดจนการสร้างสายพันธุ์ต้านทานโรคน่าจะเป็นวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกทิศทางและยั่งยืน (สมคิด และสุธีร์, 2543)

ในการปรับปรุงพันธุ์ยูคาลิปตัสนั้นปัจจุบันใช้เทคนิคการผสมเกสรแบบควบคุมโดยทำการผสมเกสรเมื่อยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมตามธรรมชาติ ซึ่งพบว่าเมื่อยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมตามธรรมชาติจะมีการหลั่งสารเมือกออกมาบริเวณยอดเกสรเพศเมียซึ่งสารเมือกดังกล่าวมี lipids เป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย โดย lipids มีบทบาทต่อการงอกของละอองเรณู การเจริญของหลอดเรณูเข้าไปภายในก้านชูเกสรเพศเมีย และน่าจะเป็นปัจจัยที่มีผลต่อทิศทางการเจริญของหลอดเรณูด้วย (Wolters-Arts *et al*.,1998) การผสมเกสรวิธีนี้เป็นวิธีการที่มีขั้นตอนมากและซับซ้อน ทั้งนี้เนื่องจากการพัฒนาของดอกยูคาลิปตัสนั้นอับเรณูมีการแตกก่อนดอกบานและมีเกสรเพศผู้จำนวนมาก นอกจากนั้นยอดเกสรเพศเมียของ *E. camaldulensis* จะพร้อมรับการผสมหลังจากดอกบาน 2-3 วัน (สุธีร์, 2542) อีกทั้งการผสมเกสรแบบควบคุมเมื่อยอดเกสรเพศเมียพร้อม

รับการผสมตามธรรมชาติต้องมีขั้นตอน 2-3 ขั้นตอน ทำให้ต้องใช้ระยะเวลาและค่าใช้จ่ายสูง ไม่สามารถใช้เพื่อการผสมปริมาณมากๆ ได้ ดังนั้นจึงได้พัฒนาเทคนิคการผสมเกสรให้มีขั้นตอนและใช้เวลาน้อยลง มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น คือการผสมเกสรโดยวิธีตัดก้านชูเกสรเพศเมียซึ่งเป็นวิธีการลดขั้นตอนการผสมเกสรยูคาลิปตัสที่ได้ผลใน *E. globulus* แต่ในชนิดที่มีดอกขนาดเล็กและมีก้านชูเกสรเพศเมียที่บอบบาง เช่น *E. nitens* และ *E. dunii* ยังให้ผลผลิตเมล็ดที่ต่ำ ซึ่งต้องพัฒนาเทคนิคให้เหมาะสมต่อไป (Harbard, 1999) การผสมเกสรโดยวิธีตัดก้านชูเกสรเพศเมียเป็นวิธีที่ช่วยเพิ่มช่วงเวลาในการดำเนินการผสมเกสร การปรากฏของ lipids ภายในก้านชูเกสรเพศเมียของ *E. camaldulensis* คาดว่าจะช่วยกำหนดตำแหน่งตัดและระยะการพัฒนาดอกที่เหมาะสมในการผสมเกสรด้วยวิธีการตัดก้านชูเกสรเพศเมีย ซึ่งจะช่วยให้การผสมเกสรเพื่อการปรับปรุงพันธุ์ *E. camaldulensis* มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์

การศึกษาผลของระยะดอกก่อนดอกบานต่อความสำเร็จของการผสมเกสรโดยวิธีการตัดก้านชูเกสรเพศเมียใน *E. camaldulensis* มีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. เพื่อศึกษาส่วนประกอบและโครงสร้างดอกที่มีผลต่อการผสมเกสรของ *E. camaldulensis*

2. เพื่อศึกษาระยะของการพัฒนาดอกก่อนดอกบานและหลังดอกบานที่เหมาะสมต่อการผสมเกสร *E. camaldulensis* โดยวิธีการตัดก้านชูเกสรเพศเมีย

3. เพื่อศึกษาความสำเร็จของการผสมเกสรโดยวิธีตัดก้านชูเกสรเพศเมียของ *E. camaldulensis*

การตรวจเอกสาร

1. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของ *E. camaldulensis*

ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.) อยู่ในวงศ์ Myrtaceae มีชื่อพื้นเมือง คือ red gum, red river gum, murray red gum และ river gum เป็นไม้ยืนต้นขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ มีความสูง 15-30 เมตร และอาจสูงถึง 50 เมตร โดยทั่วไปในประเทศออสเตรเลียจะมีลักษณะคดงอ แตกกิ่งก้านตั้งแต่เหนือระดับพื้นดิน 1-2 เมตร แต่เมื่อนำมาปลูกในประเทศไทยมีลำต้นเปลาตรง เปลือกเรียบสีชมพู สีครีม สีขาวหรือปนกัน เปลือกลอกเป็นแผ่นกว้าง ใบมีความผันแปรไปตามช่วงอายุ ไม่มีหูใบ ใบเป็นใบเดี่ยว เรียงตัวสลับ แต่ในต้นอ่อนใบเรียงตัวตรงกันข้าม ใบรูปเรียวยาวหรือรูปหอก แต่ในต้นอ่อนเป็นรูปไข่หรือรูปหอกกว้างๆ ขนาดของใบ 10-30 x 2-6 เซนติเมตร ก้านใบเป็นรูปสี่เหลี่ยม ใบมักจะห้อยลง ดอกเกิดเป็นช่อดอกตามซอกใบ ดอกมีเกสรเพศผู้จำนวนมาก กลีบดอกและกลีบเลี้ยงรวมกันเป็นฝาครอบคล้ายหมวก (cap) หรือ operculum ซึ่งเป็นส่วนป้องกันภายในดอก (Eldridge *et al*., 1997) ในแต่ละช่อดอกประกอบด้วยดอกย่อยจำนวน 7-11 ดอก ดอกเป็นรูปกระสวย มีขนาด 0.5-1.1 x 0.3-0.5 เซนติเมตร มีฐานรองดอก (hypanthium) เป็นรูปถ้วย มีขนาด 0.2-0.3 x 0.4-0.5 เซนติเมตร ก้านช่อดอกยาว 0.6-1.5 เซนติเมตร ก้านดอกยาว 0.5-1.2 เซนติเมตร อับเรณูมีจำนวนมาก รังไข่มี 4 คาร์เพล แต่ละคาร์เพลมีออวุลจำนวนมาก *E. camaldulensis* ออกดอกเกือบตลอดทั้งปี ผลเป็นรูปถ้วย มีขนาด 0.5-0.8 x 0.5-0.8 เซนติเมตร ผลแห้งแตก (capsule) เมล็ดมีความยาว 0.16 เซนติเมตร สีน้ำตาลหรือสีเหลือง (FAO, 1979; Boland *et al*., 1980; Boland *et al*., 1997; Eldridge *et al*., 1997) เป็นชนิดไม้ที่เจริญเติบโตได้ดีในดินร่วนปนทรายที่มีการระบายน้ำดีและมีค่า pH ดินอยู่ในช่วง 6.0 - 7.5

2. การพัฒนาของดอกและผลของ *E. camaldulensis*

สุธีร์ (2542) ศึกษาการพัฒนาของดอก *E. camaldulensis* พบว่าสามารถแบ่งการพัฒนาของดอกออกเป็น 2 ระยะ คือ การพัฒนาในระยะที่ดอกยังไม่บาน และการพัฒนาในระยะที่ดอกบาน สำหรับการพัฒนาของดอก *E. camaldulensis* ในระยะที่ดอกยังไม่บานใช้ระยะเวลา 4-6 เดือน สามารถแบ่งออกเป็นระยะย่อยๆ 4 ระยะคือ

ระยะที่ 1 ตาดอกที่ยังไม่แตกเป็นดอกย่อย ตาดอกดังกล่าวประกอบด้วยก้านช่อดอกและดอกย่อยที่อยู่รวมกันเป็นกลุ่มและปกคลุมด้วยใบประดับ

ระยะที่ 2 ตาดอกแตกเป็นดอกย่อย ใบประดับที่ปกคลุมตาดอกย่อยเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีน้ำตาลภายใน 5-7 วัน หลังจากแตกเป็นดอกย่อยและหลุดร่วงไปในที่สุด มีการพัฒนาเพิ่มขนาดของดอก ระยะนี้สิ้นสุดเมื่อมีรอยแยกของฝาปิดชั้นแรกเกิดขึ้น ใช้ระยะเวลาตั้งแต่เริ่มแตกดอกย่อยจนกระทั่งฝาปิดชั้นแรกหลุดเป็นเวลา 1.5-2.5 เดือน

ระยะที่ 3 ดอกย่อยหลังจากมีการหลุดร่วงของฝาปิดชั้นแรกและมีฝาปิดเหลือเพียง 1 ชั้น ฝาปิดมีการเปลี่ยนสี พบว่าตั้งแต่ระยะดอกย่อยเริ่มมีการหลุดร่วงของฝาปิดชั้นแรกจนกระทั่งระยะที่ดอกย่อยเจริญเต็มที่และฝาปิดชั้นที่ 2 ยังไม่เปลี่ยนสีใช้ระยะเวลา 2-3 เดือน

ระยะที่ 4 ดอกย่อยมีการเปลี่ยนสีของฝาปิดชั้นที่ 2 จากสีเขียวปนเหลืองหรือครีมและเปลี่ยนเป็นสีเหลืองในที่สุด โดยระยะนี้ใช้เวลา 2-3 วัน และพบว่าขณะที่มีการเปลี่ยนสีของฝาปิดชั้นที่ 2 อับเรณูที่อยู่ภายในดอกมีการเปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกัน โดยอับเรณูเริ่มแตกขณะที่ฝาปิดชั้นที่ 2 มีสีเหลือง หลังจากที่ฝาปิดมีสีเหลือง 1 วัน จะปรากฏรอยแยกบริเวณรอยต่อระหว่างฝาปิดกับฐานรองดอก

การพัฒนาในระยะที่ดอกบาน พบว่าการพัฒนาในช่วงนี้เป็นไปอย่างรวดเร็วคือ ใช้ระยะเวลา 7-12 วัน สามารถแบ่งออกเป็น 3 ระยะย่อย คือ

ระยะที่ 1 ระยะที่ดอกเริ่มบาน ดอกที่มีรอยปริของฝาปิดจะบานภายในวันนั้น ดอกบานมากในช่วง 8.00 -11.00 นาฬิกา ดอกที่บานใหม่มีอับเรณูและก้านชูอับเรณูสีครีม ก้านเกสรเพศเมียสีเขียว ยอดเกสรเพศเมียสีเขียว ภายหลังดอกบานมีการเปลี่ยนเปลงในส่วนต่างๆ ของดอกโดยเกสรเพศผู้เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและหลุดร่วงไปใน 3-4 วัน ละอองเรณูส่วนใหญ่กระจายออกจากอับเรณูภายใน 1-2 วันหลังดอกบาน ก้านเกสรเพศเมียเปลี่ยนเป็นสีชมพูปนเขียวในขณะที่ยอดเกสรเพศเมียมีการขยายขนาดและเปลี่ยนเป็นสีครีมภายหลังดอกบาน 2 วัน ระยะเวลาที่ดอกภายในช่อดอกเดียวกันบานจนหมดมีความผันแปรโดยใช้ระยะเวลาตั้งแต่ 2-16 วัน

ระยะที่ 2 ดอกพร้อมที่จะผสมเกสร ภายหลังดอกบาน 2-3 วัน ดอกเริ่มพร้อมสำหรับการผสมเกสร โดยช่วงดังกล่าวมีลักษณะที่สังเกตได้ง่ายคือ ยอดเกสรเพศเมียมีสีครีม มีเมือกแวววาวปกคลุมและมีน้ำหวานบริเวณฐานรองดอก ดอกเริ่มพร้อมรับการผสมตั้งแต่ 8.00 น. และหลังจากที่ดอกพร้อมรับการผสม 1 วัน ยอดเกสรเพศเมียจะเปลี่ยนเป็นสีครีมปนดำ มีความแวววาวน้อยลง และคงลักษณะดังกล่าวเป็นระยะเวลา 1-2 วัน จนกระทั่งมีการเปลี่ยนเป็นสีดำในที่สุด

ระยะที่ 3 หลังจากระยะที่ดอกพร้อมรับการผสม 4-6 วัน ดอกที่ได้รับการผสมจะปรากฏรอยควั่นบริเวณโคนก้านชูเกสรเพศเมียและมีการเปลี่ยนสีของก้านชูเกสรเพศเมียจากสีชมพูปนเขียวเป็นสีน้ำตาล จากนั้นจึงเปลี่ยนเป็นสีดำในที่สุด และหลุดร่วงหลังจากที่มีรอยควั่น 1-3 วัน

สำหรับการพัฒนาในระยะที่เป็นผลของ *E. camaldulensis* เริ่มตั้งแต่หลังจากดอกที่ได้รับการผสมมีการหลุดร่วงของก้านชูเกสรเพศเมีย จะมีการขยายตัวของรังไข่ไปเป็นผลและพัฒนาเป็นผลแก่ในที่สุด การพัฒนาช่วงนี้ใช้เวลาตั้งแต่ 2.5-4.5 เดือน สามารถแบ่งระยะการพัฒนาช่วงนี้ออกเป็น 2 ระยะย่อยคือ

ระยะที่ 1 รังไข่ที่ได้รับการผสมและก้านชูเกสรเพศเมียหลุดร่วงไปเปลี่ยนเป็นสีชมพูปนเขียวและพัฒนาเพิ่มขนาดไปเป็นผลจนกระทั่งผลแก่มีสีเขียวออกน้ำตาล ซึ่งใช้ระยะเวลาประมาณ 2-3 เดือนหลังจากที่ก้านชูเกสรเพศเมียหลุดร่วง ผลแก่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6.06 ± 0.44 มิลลิเมตร

ระยะที่ 2 หลังจากที่ผลแก่แล้วจะเริ่มมีรอยแตกบริเวณด้านบนของผล ซึ่งหลังจากนั้น 25-45 วัน เมล็ดจะเริ่มกระจายออกจากผล ระยะเวลาตั้งแต่ดอกได้รับการผสมจนถึงระยะนี้ใช้เวลา 2.5 -4.5 เดือน

3. <u>การพร้อมรับการผสมของเกสรเพศเมีย (receptivity) ของ *E. camaldulensis*</u>

ดอกยูคาลิปตัสเป็นดอกสมบูรณ์เพศซึ่งเกสรเพศผู้แก่ก่อนเกสรเพศเมีย (protandrous) *E. camaldulensis* มีรูปแบบการถ่ายเรณูทั้งถ่ายเรณูข้ามต้นและถ่ายเรณูในต้นเดียวกัน แต่จากการศึกษาของสุธีร์ และสมคิด (2542) แสดงให้เห็นว่า *E. camaldulensis* มีกลไกที่ส่งเสริมการถ่าย

เรณูข้ามต้น เพราะผลที่เกิดจากการถ่ายเรณูข้ามต้นมีจำนวนเมล็ดต่อผลมากกว่าจำนวนเมล็ดต่อผลของผลที่มีการถ่ายเรณูในต้นเดียวกันทั้งในดอกเดียวกันและต่างดอก

การพร้อมรับการผสมของยอดเกสรเพศเมียของยูคาลิปตัสนั้นแตกต่างกันไปในแต่ละชนิด เช่น *E. rhodantha* จะพร้อมรับผสมหลังจากดอกบานประมาณ 12 วัน (McNee, 1986) ความเหนียวของยอดเกสรเพศเมียและความสามารถของการงอกหลอดเรณูของเกสรเพศผู้ของ *E. woodwardii* จะสูงสุดในช่วงเวลา 7 วัน หลังดอกบาน (Sedgley *et al*., 1989) ส่วน *E. globulus* นั้นดอกจะพร้อมรับการผสมเกสรภายหลังดอกบาน 6-10 วัน (Harbard *et al*. 1999) นอกจากนี้การศึกษาของ Griffin and Hand (1979) พบว่าช่วงเวลาที่เหมาะสมต่อการผสมเกสรแบบควบคุมสำหรับ *E. regnans* ที่ให้ผลผลิตของเมล็ดได้ดีคือ 10-14 วันหลังดอกบาน แต่ก็พบได้ว่าช่วงเวลาของการพร้อมรับการผสมของยอดเกสรเพศเมียนั้นล่าช้าไปกว่านี้ สำหรับ *E. camaldulensis* สุธีร์ (2542) พบว่า ดอกพร้อมรับการผสมเกสรภายหลังดอกบาน 2-3 วัน ซึ่งการพร้อมรับการผสมของยอดเกสรเพศเมียมีความสำคัญต่อการงอกของละอองเรณูบนยอดเกสรเพศเมียและผลผลิตเมล็ด Griffin *et al.* (1987)

4. <u>ความสำคัญของ lipids ภายในก้านชูเกสรเพศเมียต่อการผสมเกสร</u>

4.1 บทบาทของ lipids ภายในก้านชูเกสรเพศเมียต่อการผสมเกสร

ยอดเกสรเพศเมียของพืชดอกสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท โดยอาศัยการปรากฏและไม่ปรากฏของการหลั่งสารที่มีลักษณะเป็นเมือกเหนียวจากยอดเกสรเพศเมียเมื่อพร้อมรับการผสมเกสร โดยยอดเกสรเพศเมียที่มีการหลั่งเมือกเหนียวออกมาเมื่อพร้อมรับการผสมเกสรจัดเป็นยอดเกสรเพศเมียแบบเปียก (wet stigma) และยอดเกสรเพศเมียที่ไม่มีการหลั่งเมือกเหนียวออกมาเมื่อยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมจัดเป็นยอดเกสรเพศเมียแบบแห้ง (dry stigma) องค์ประกอบของสารที่หลั่งออกมาจากยอดเกสรเพศเมียแบบเปียกประกอบด้วย protein, carbohydrate, pectin substance และ lipids ซึ่งมีบทบาทส่งเสริมการงอกของละอองเรณูและกระตุ้นการงอกของหลอดเรณู (Clifford and Sedgley, 1993) ในการศึกษาใน *E. globulus* พบว่า สารที่หลั่งออกมาภายหลังการตัดก้านชูเกสรเพศเมียและสารที่หลั่งออกมาจากยอดเกสรเพศเมียของดอกที่พร้อมรับการผสมนั้นมีปริมาณและรูปแบบการปรากฏที่เหมือนกัน (Trendade *et al*., 2001) นอกจากนี้การศึกษาของ Wang *et al*. (1996) ยังพบว่าสารที่หลั่งออกมาจากปลายยอดเกสรเพศเมียเมื่อพร้อมรับการผสมและ

สารที่หลั่งออกมาเมื่อตัดบริเวณปลายยอดเกสรเพศเมียของต้นยาสูบนั้นมีองค์ประกอบทางเคมีที่เหมือนกัน

ปัจจุบันพบว่า lipids ที่เป็นองค์ประกอบของสารที่หลั่งจากยอดเกสรเพศเมียนั้นมีความจำเป็นต่อการเจริญของหลอดเรณูเข้าไปภายในยอดเกสรเพศเมียและน่าจะเป็นปัจจัยที่มีผลต่อทิศทางการเจริญของหลอดเรณูด้วย (Wolters-Arts *et al*.,1998) นอกจากนี้ Herrero (2001) ยังพบว่ารังไข่ (ovary) และไข่อ่อน (ovule) นั้นเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ควบคุมทิศทางของการเจริญของหลอดเรณูโดยส่งสัญญาณควบคุมทิศทางการเจริญของหลอดเรณูไปยังไข่อ่อนภายในรังไข่

4.2 การตรวจสอบ lipids ภายในก้านชูเกสรเพศเมียด้วย Sudan Black B

การตรวจสอบ lipids ภายในก้านชูเกสรเพศเมีย ด้วย Sudan Black B ได้มีผู้ทำการศึกษาค่อนข้างมาก แต่โดยมากแล้วจะทำการศึกษาในระยะที่ยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมตามธรรมชาติ (receptive stage) Simon *et al*. (2002) ได้ทำการตรวจสอบ lipids ในระหว่างการผสมเกสรของ *Senecio squalidu*s L. โดยย้อมด้วย Sudan Black B ซึ่งก็สามารถย้อมติดเป็นสีดำบริเวณที่ละอองเรณูสัมผัสกับยอดเกสรเพศเมียและเซลล์บริเวณด้านล่างที่ละอองเรณูสัมผัส

นอกจากนี้ยังมีการศึกษา lipids ที่เป็นองค์ประกอบของผนังหุ้มละอองเรณู โดย Rodrigues-Garcia *et al*. (2003) ซึ่งศึกษา lipids ระหว่างการงอกของละอองเรณู *Olea europaer* L. (olive) พบว่า ละอองเรณูที่แก่เต็มที่แล้วมี lipids เพิ่มขึ้นจากละอองเรณูในระยะที่ยังอ่อนอยู่อย่างเห็นได้ชัด และจากการศึกษาการงอกของละอองเรณูโดยย้อมด้วย Sudan Black B พบว่า lipids มีความเกี่ยวข้องกับการงอกของหลอดเรณู การเจริญเข้าไปภายในยอดเกสรเพศเมียของหลอดเรณู

สำหรับการศึกษาเกี่ยวกับ lipids ภายในก้านชูเกสรเพศเมียและยอดเกสรเพศเมียของยูคาลิปตัสนั้น Trendade *et al*. (2001) ได้ทำการศึกษาใน *E. globulus* โดยใช้ 0.3% Sudan Black B ที่ละลายใน 70% ethanol เป็นเวลา 15 นาที ผลการศึกษาพบว่า lipids เป็นองค์ประกอบหลักของสารที่หลั่งออกมาจากปลายยอดเกสรเพศเมีย ซึ่งก้านชูเกสรเพศเมียนั้นมี lipids เป็นองค์ประกอบตั้งแต่ก่อนที่ฝาครอบดอกจะหลุด โดยพบอยู่บริเวณปลายยอดเกสรเพศเมีย

5. <u>การผสมครั้งเดียวโดยการตัดก้านชูเกสรเพศเมีย</u>

เทคนิคการผสมเกสรครั้งเดียว (One Stop Pollination; OSP) เป็นเทคนิคการผสมเกสรที่พัฒนาโดย Shell Forestry Technology Unite (SFTU) และ Forestial Monte Aguila S.A. (FAMASA) ทำการศึกษาใน *Eucalyptus globulus* โดยกำจัดเกสรเพศผู้ในขณะที่ดอกบานและเฉือนบริเวณปลายยอดก้านชูเกสรเพศเมียเพื่อทำการป้ายละอองเรณูที่ต้องการผสมในทันที จากนั้นใช้หลอดสวมบริเวณก้านชูเกสรเพศเมียเพื่อป้องกันการปนเปื้อนของละอองเรณูที่ไม่ต้องการ การผสมเกสรด้วยวิธีนี้สามารถปล่อยให้ดอกที่ทำการผสมพัฒนาถึงระยะที่สามารถเก็บผลได้เลย โดยไม่ต้องผสมเกสรซ้ำหลายครั้งเหมือนกับการผสมเกสรโดยทั่วๆ ไป ซึ่งการผสมเกสรแบบควบคุมตามปรกติแล้วจะต้องทำการผสมอย่างน้อยจำนวน 2-3 ครั้งในแต่ละดอก จึงทำให้เสียเวลาและใช้งบประมาณในการดำเนินการมาก (Harbard *et al*., 1999) จากการศึกษา พบว่า การผสมเกสรด้วยวิธีการผสมครั้งเดียวนั้นให้เมล็ดได้ดีพอๆ กับการผสมขณะที่ยอดเกสรเพศเมียนั้นพร้อมรับการผสม (receptive stage) สำหรับจำนวนเมล็ดในแต่ละผลนั้นพบว่าสามารถให้เมล็ดเฉลี่ย 26 เมล็ดต่อผลซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่เกิดจากการผสมแบบเปิด (open pollination) ในต้นเดียวกันแล้วพบว่าให้เมล็ดเฉลี่ยต่อผลเพียง 12 เมล็ดเท่านั้น

เมื่อเปรียบเทียบแรงงานที่ใช้ในการผสมเกสรจำนวน 1,000 ดอก ระหว่างเทคนิคการผสมแบบครั้งเดียวกับการผสมเกสรแบบควบคุมที่ทำการผสมเมื่อยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสม ซึ่งต้องทำการผสมอย่างน้อย 2-3 ครั้ง ในแต่ละดอก โดยพบว่าการผสมเกสรแบบควบคุมที่ทำการผสมเมื่อยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมนั้นใช้แรงงานมากกว่าถึงเท่าตัว เนื่องจากต้องเสียเวลาในการเปิดและคลุมถุงรวมถึงการผสมเกสรที่มากครั้งกว่า เพราะปรกติแล้วจะต้องทำการผสม 2-3 ครั้งต่อดอก และเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดจำนวน 1,000 เมล็ดที่ผลิตได้พบว่าสามารถลดแรงงานลงได้ถึง 5 เท่า นอกจากนี้ยังพบว่าสามารถลดค่าใช้จ่ายในการผลิตเมล็ดได้ถึง 7 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับการผสมเกสรแบบควบคุมตามปรกติ (Harbard *et al*.,1999)

6. <u>การผลิตเมล็ดและลักษณะเมล็ดของ *E. camaldulensis*</u>

การผลิตเมล็ดของยูคาลิปตัสแต่ละต้นจะแตกต่างกันไป ในหนึ่งต้นสามารถผลิตเมล็ดได้มากถึง 15 กิโลกรัม แต่เฉลี่ยประมาณ 0.5-1.5 กิโลกรัมต่อต้น เมล็ดที่ได้นั้นประกอบด้วยเมล็ดที่ไม่ได้รับการผสมซึ่งเรียกว่า “chaff” ปะปนอยู่ด้วยซึ่งเป็นการยากที่จะแยกเมล็ดที่ได้รับการผสม

และเมล็ดที่ไม่ได้รับการผสมออกจากกัน Penfold and Willis (1961) ได้ศึกษาจำนวนเมล็ดของยูคาลิปตัสชนิดต่างๆ ต่อหน่วยน้ำหนัก 1 กิโลกรัมของเมล็ดที่ขายเป็นการค้า พบว่า ใน *E. calophylla*, *E. gummifera* และ *E. regnans* นั้นมีเมล็ดที่มีชีวิตเท่ากับ 10,000, 92,000 และ 320,000 เมล็ด ตามลำดับ สำหรับ *E. propinque* และ *E. microcorys* นั้นพบว่ามีจำนวนเมล็ดไม่น้อยกว่า 400,000 เมล็ด

ยูคาลิปตัสมีเมล็ดขนาดเล็กมาก เมล็ดไม่มีเอนโดสเปิร์ม (endosperm) การเจริญเติบโตในช่วงแรกๆ ของเมล็ดระหว่างการงอกนั้นจะขึ้นอยู่กับอาหารที่เก็บสะสมไว้ในเอมบริโอ (embryo) และจากการสังเคราะห์แสงของ cotyledons ภายหลังการงอก กล้าที่งอกแล้วจะสามารถรอดตายได้เฉพาะต้นที่สามารถแทงระบบรากลงไปในดินที่มีความชื้นและมีธาตุอาหารเท่านั้น เมล็ดของ *E. grandis* 10 กรัม มีเมล็ดที่มีชีวิตเฉลี่ย 6,520 ± 3,440 เมล็ด โดยมีจำนวนเมล็ดที่มีชีวิตมากที่สุดเท่ากับ 21,000 เมล็ด (Boland *et al*., 1980)

สำหรับ *E. camaldulensis* นั้น เธียรชัย (2527) ได้ศึกษาอัตราการงอกของเมล็ด *E. camaldulensis* ที่เก็บจากศูนย์อนุรักษ์ไม้ป่าท่าตูม จ. สุรินทร์ อายุ 5-7 ปี พบว่า เมล็ดน้ำหนัก 1 กิโลกรัม สามารถผลิตเป็นต้นกล้าได้ 37,500 – 761,667 กล้า ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของเมล็ด ความสมบูรณ์ของแม่ไม้และปัจจัยอื่นๆ ซึ่งขึ้นอยู่กับพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างมาก แต่การศึกษาในครั้งนี้ไม่ได้ทำความสะอาดเอาสิ่งเจือปน เช่น กากเมล็ด (chaff) ออกไป ซึ่งปรกติจะมีปริมาณเมล็ด (seed) 1 ส่วน ต่อกากเมล็ด (chaff) 10 ส่วน

พานทอง (2548) ได้ทำการศึกษาลักษณะเมล็ดและการงอกของเมล็ด *E. camaldulensis* ที่เกิดจากการผสมเกสรตามธรรมชาติ พบว่าเมล็ดมีรูปร่างไม่แน่นอน ทั้งนี้เนื่องจากแรงเบียดภายในผล (capsule) ระหว่างการพัฒนาของเมล็ดหลังการผสมเกสร จากการสังเกตลักษณะรูปร่างของเมล็ดโดยทั่วไป สามารถแบ่งเมล็ดออกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ

เมล็ดกลุ่มที่ 1 คือ เมล็ดที่คาดว่าได้รับการผสม เป็นกลุ่มเมล็ดเมื่อสังเกตด้วยตาเปล่าสามารถสังเกตเห็นชัดเจนว่ามีเมล็ดขนาดใหญ่กว่าและมีขนาดแตกต่างจากเมล็ดที่มีขนาดเล็กอย่างชัดเจน เมล็ดมีสีเหลืองอ่อนถึงน้ำตาลอ่อน

เมล็ดกลุ่มที่ 2 คือ เมล็ดที่คาดว่าไม่ได้รับการผสม เป็นกลุ่มเมล็ดเมื่อสังเกตด้วยตาเปล่าสามารถสังเกตเห็นชัดเจนว่ามีเมล็ดขนาดเล็กกว่าและมีขนาดแตกต่างจากเมล็ดที่มีขนาดใหญ่อย่างชัดเจน เมล็ดมีสีเข้มกว่าเมล็ดกลุ่มที่ 1

เมื่อทำการศึกษาขนาดของเมล็ดในทั้ง 2 กลุ่ม พบว่าเมล็ดทั้ง2 กลุ่มมีขนาดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งความกว้าง ความยาว และความหนาของเมล็ด จากการนำเมล็ดจำนวน 1,000 เมล็ด จากทั้ง 2 กลุ่มเมล็ดมาชั่งน้ำหนักพบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเมล็ดกลุ่มที่ 1 ซึ่งเป็นเมล็ดที่คาดว่าได้รับการผสมนั้นมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อ 1,000 เมล็ด เท่ากับ 0.4785 ± 0.0325 และ 0.5151 ± 0.0254 กรัม ในสายต้น A17 และสายต้น D1 ตามลำดับ ส่วนเมล็ดกลุ่มที่ 2 คือ เมล็ดที่คาดว่าไม่ได้รับการผสม มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อ 1,000 เมล็ด เท่ากับ 0.0923 ± 0.0045 และ 0.1030 ± 0.0109 กรัม ในสายต้น A17 และสายต้น D1 ตามลำดับ และเมื่อนำเมล็ดกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ไปเพาะทดสอบการงอกพบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกัน โดยเมล็ดกลุ่มที่ 2 นั้นมีอัตราการงอกเฉลี่ยเพียง 1% ส่วนเมล็ดกลุ่มที่ 1 นั้นมีอัตราการงอกเฉลี่ยมากกว่า 70%

7. <u>ลักษณะการงอกของเมล็ด *E. camaldulensis*</u>

เมล็ด *E. camaldulensis* มีรูปแบบการงอกเป็นแบบ epigeal กล่าวคือ ในการงอกนั้นส่วนของ hypocotyl จะเจริญยืดยาวและดันส่วนของใบเลี้ยงให้อยู่เหนือพื้นดิน จากการศึกษาของพานทอง (2548) พบว่า ภายหลังการเพาะ เมล็ด 2-3 วัน เปลือกหุ้มเมล็ดจะเริ่มปริออกสามารถสังเกตเห็นส่วนของรากต้นอ่อน (radicle) ซึ่งมีสีขาวหรือสีครีมแทงส่วนของเปลือกหุ้มเมล็ดออกมา จากนั้นเมล็ดจะแทงรากปฐมภูมิ (primary root) ออกมาแต่ยังไม่มีขนราก (root hair) ภายหลังการเพาะเมล็ด 4-5 วัน จะเกิดขนรากบริเวณคอราก (root collar) และ primary root จึงพัฒนายืดยาวออกไป แต่ในระยะแรกที่ primary root กำลังพัฒนายืดยาวนี้บริเวณ primary root ยังไม่มีขนราก ภายหลังการเพาะเมล็ด 9-10 วัน จึงเกิดขนรากบริเวณ primary root ที่พัฒนายืดยาว ในระหว่างที่มีการยืดยาวและการพัฒนาของขนรากบริเวณคอรากส่วนของ hypocotyl ก็มีการพัฒนายืดยาวเช่นกัน โดย primary root เจริญยืดยาวลงด้านล่าง ส่วน hypocotyl นั้นยืดยาวและโค้งขึ้นด้านบน เปลี่ยนจากสีขาวครีมเป็นสีแดงหรือสีเขียวหรือแดงปนเขียว และพัฒนาตั้งตรงในที่สุด ซึ่งในระหว่างนี้ส่วนของใบเลี้ยง (cotyledon) ก็จะมีการพัฒนาขยายขนาดอยู่ภายใต้เปลือกหุ้มเมล็ด และดันให้เปลือกหุ้มเมล็ดหลุดออกไปในที่สุด

8. <u>คุณภาพเมล็ดและการตรวจสอบ</u>

คุณภาพเมล็ด หมายถึง ผลรวมของลักษณะต่างๆ ของเมล็ดทั้งกองและแต่ละเมล็ดที่แสดงออกมาร่วมกัน ได้แก่ ความสะอาด ความบริสุทธิ์ของสายพันธุ์ ความงอก ความแข็งแรง ความชื้น การปะปนของเมล็ดวัชพืช ความชำรุดเสียหายของเมล็ดพันธุ์ ขนาด สี น้ำหนัก ความสม่ำเสมอ รวมทั้งโรคและแมลงที่ติดปะปนมากับเมล็ดหรือสุขภาพของเมล็ด เมล็ดที่ดีต้องมีลักษณะต่างๆ ดังกล่าวดี (วัลลภ, 2538) ขนาด น้ำหนัก รูปร่าง และสีของเมล็ดไม่ใช่ลักษณะทางคุณภาพโดยตรงแต่เป็นลักษณะที่มีความสัมพันธ์กับความงอกและความแข็งแรงของเมล็ด (วันชัย, 2542)

8.1 การตรวจสอบคุณภาพของเมล็ด

การตรวจสอบคุณภาพเมล็ดมีความสำคัญทางการเกษตรมาก ทั้งในด้านการค้าและการเพาะปลูก เพราะจะทำให้ทราบคุณภาพและศักยภาพในการงอกและการเจริญเติบโตของเมล็ด ผลการตรวจสอบใช้ประกันและรับรองคุณภาพสินค้า วิธีการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดควรเป็นวิธีที่ง่าย ไม่ยุ่งยากจนเกินไป ตลอดจนมีความเที่ยงตรง แม่นยำ และเป็นสากล

8.1.1 การตรวจสอบความงอกของเมล็ด

การตรวจสอบความงอกของเมล็ดเป็นวิธีการตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดเพื่อให้ทราบถึงจำนวนหรือสัดส่วนของเมล็ดที่มีชีวิตและสามารถงอกให้ต้นอ่อนที่สมบูรณ์ภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม จวงจันทร์ (2529) ได้กล่าวถึงปัจจัยต่างๆ ที่จำเป็นต่อการงอกของเมล็ดไว้ว่า การที่เมล็ดที่มีชีวิตจะงอกได้นั้น เมล็ดต้องได้รับปัจจัยหรืออยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีสิ่งจำเป็นต่อการงอกของเมล็ด 3 อย่าง ได้แก่ (1) น้ำหรือความชื้น (2) ออกซิเจน (3) อุณหภูมิที่เหมาะสม นอกจากนี้ในเมล็ดพืชบางชนิดยังต้องการแสงเพื่อกระตุ้นให้เกิดการงอกอีกด้วย

8.1.2 การทดสอบความแข็งแรงของเมล็ด

การทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดเป็นการตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดแบบหนึ่ง ความแข็งแรงของเมล็ดเป็นผลรวมของลักษณะต่างๆ ของเมล็ดซึ่งจะแสดงให้เห็นเมื่อสภาพแวดล้อมแปรปรวน การวัดดัชนีการงอกของเมล็ด (germination index) เป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้

ในการตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ด (จวงจันทร์, 2529) ซึ่งเป็นการประเมินความแข็งแรงของเมล็ดโดยอาศัยความเร็วในการงอก (speed of germination) ของต้นกล้าเป็นเกณฑ์ เมล็ดที่แข็งแรงย่อมงอกเร็วและมีอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้าสูงกว่าเมล็ดที่มีความแข็งแรงต่ำ การวัดดัชนีการงอกของเมล็ดอาจกระทำควบคู่ไปกับการทดสอบความงอกมาตรฐานได้ แต่ต้องตรวจนับการงอกทุกวันจนกว่าจะเสร็จสิ้นการทดสอบความงอก เมื่อตรวจนับต้นกล้าทุกวันจนครบกำหนดตามระยะเวลาของการทดสอบความงอกมาตรฐานแล้ว นำข้อมูลที่ได้มาคำนวณหาค่าดัชนีการงอกของเมล็ด ดังนี้

ดัชนีการงอกของเมล็ด = ผลบวกสะสมของ (จำนวนเมล็ดที่งอกเป็นกล้า/ จำนวนวันหลังเพาะ)

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1. อุปกรณ์ที่ใช้ศึกษาลักษณะและโครงสร้างของดอก และการตรวจสอบ lipids ภายในก้านชูเกสรเพศเมีย

1.1 ต้น *E. camaldulensis* สายต้น Eu1 อายุ 5 ปี และกำลังออกดอก ซึ่งปลูกอยู่ในบริเวณคณะวนศาสตร์ สำหรับเก็บดอกในระยะการพัฒนาต่างๆ เพื่อศึกษาลักษณะและโครงสร้างของดอกและตรวจสอบ lipids ภายในก้านชูเกสรเพศเมีย

1.2 กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (light microscope)

1.3 กล้องจุลทรรศน์สำหรับถ่ายภาพ (stereomicroscope)

1.4 สีย้อม Sudan Black B

1.5 แผ่นสไลด์ ใบมีดโกนที่บางและคม และอุปกรณ์อื่นๆ

2. อุปกรณ์ที่ใช้ศึกษาผลสำเร็จของการพัฒนาเป็นผลแก่ภายหลังการผสมเกสรโดยวิธีการตัดก้านชูเกสรเพศเมีย

2.1 ต้น *E. camaldulensis* จำนวน 4 สายต้น โดยใช้เป็นต้นแม่ 3 สายต้น ได้แก่สายต้น Eu1, Eu2 และ Eu3 ใช้เป็นต้นพ่อ 1 สายต้น คือ สายต้น Eu4 เพื่อนำละอองเรณูสดไปผสมกับต้นแม่ทั้ง 3 สายต้น โดยทั้ง 4 สายต้น ปลูกในแปลงรวมพันธุ์ของบริษัทสยามฟอเรสทรี จำกัด อ. พนมทวน จ. กาญนจนบุรี มีอายุ 3 ปี ออกดอกในช่วงเวลาเดียวกันและมีปริมาณดอกมากพอสำหรับการศึกษา

2.2 ถุงคลุมช่อดอก

2.4 แผ่นป้ายสำหรับทำเครื่องหมายช่อดอก

2.3 ปากคีบปลายแหลม ใบมีดโกนที่บางและคม

2.5 พู่กันขนาดเล็ก 70% ethanol และอุปกรณ์อื่นๆ ในการผสมเกสร

2.6 ละอองเกสรเพศผู้สด (จากสายต้น Eu4)

3. <u>อุปกรณ์ที่ใช้ศึกษาผลผลิตเมล็ดและอัตราการงอกของเมล็ด</u>

3.1 กล้องจุลทรรศน์สำหรับถ่ายภาพ (stereomicroscope)

3.2 หม้อนึ่งฆ่าเชื้อ (autoclave) และตู้อบ

3.3 เครื่องชั่งไฟฟ้าแบบละเอียด

3.4 กระดาษชำระ กระดาษกรอง และ petridish สำหรับเพาะเมล็ด

3.5 เมล็ดของ *E. camaldulensis* สายต้น Eu2 ที่ผสมโดยใช้ละอองเรณูจากสายต้น Eu4 และเมล็ดที่เกิดจากการผสมเกสรตามธรรมชาติของสายต้น Eu2

<u>วิธีการ</u>

การศึกษาผลของการตัดก้านชูเกสรเพศเมียที่ระยะต่างๆ ก่อนดอกบานต่อการผสมเกสรของ *E. camaldulensis* ครั้งนี้ใช้ดอกที่อยู่ใน 5 ระยะการพัฒนา (ภาพที่ 1) ได้แก่

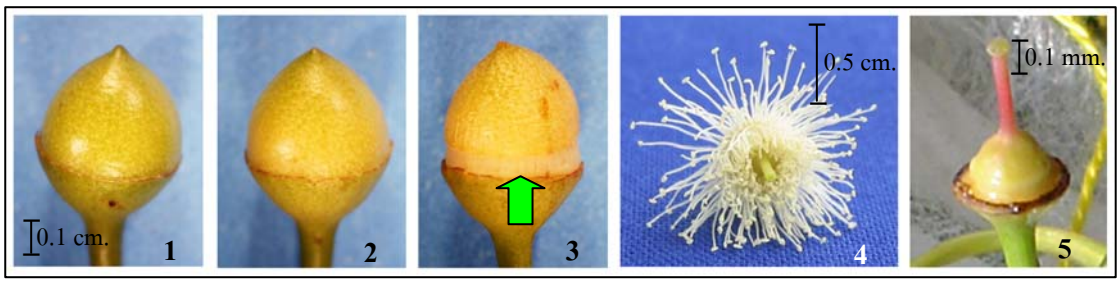
1. ดอกสีเขียวปนเหลือง เป็นดอกที่ฝาครอบดอกชั้นที่ 2 มีสีเขียวปนเหลือง (GY)

2. ดอกสีเหลืองปนเขียว เป็นดอกที่ฝาครอบดอกชั้นที่ 2 มีสีเหลืองปนเขียว (YG)

3. ดอกที่ฝาครอบดอกเริ่มแยกจากฐานรองดอก เป็นดอกที่ฝาครอบดอกชั้นที่ 2 เริ่มแยกออกจากฐานรองดอก (dehisced) แต่ฝาครอบยังไม่หลุดร่วงไป

4. ดอกที่บาน 1 วัน (anthesis)

5. ดอกที่ยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมเกสร (receptive stigma) ซึ่งใช้เป็นการทดลองควบคุม (control)



ภาพที่ 1 ดอก *E. camaldulensis* ที่ระยะการพัฒนาต่างๆ กัน

1 ดอกสีเขียวปนเหลือง (GY)

2 ดอกสีเหลืองปนเขียว (YG)

3 ดอกที่ฝาครอบดอกเริ่มแยกจากฐานรองดอก (dehisced)

4 ดอกบาน 1 วัน (anthesis)

5 ดอกที่ยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมเกสร (control)

แบ่งการศึกษาออกเป็น 5 ส่วน ได้แก่

1. ลักษณะและโครงสร้างดอก

1.1 นำดอกที่ฝาครอบดอกเริ่มแยกจากฐานรองดอกของสายต้น Eu1 มาผ่าเพื่อศึกษาองค์ประกอบของดอกและการจัดเรียงขององค์ประกอบต่างๆ นับจำนวนอับเรณู (anther) ในแต่ละดอก จำนวน 5 ดอก และนับจำนวนไข่อ่อน (ovule) ภายใน locule ที่มีขนาดใหญ่ที่สุดของแต่ละดอก จำนวน 30 ดอก ภายใต้กล้องจุลทรรศน์สำหรับถ่ายภาพ (stereomicroscope) และบันทึกภาพ นำข้อมูลที่ได้คำนวณหาจำนวนไข่อ่อนเฉลี่ยต่อ locule ที่มีขนาดใหญ่ที่สุด

1.2 เก็บตัวอย่างดอก *E. camaldulensis* ที่อยู่ในแต่ละระยะการพัฒนา มาผ่าเพื่อศึกษาการพัฒนาของอับเรณู เกสรเพศเมีย (gynoecium) และไข่อ่อนภายในรังไข่ บันทึกข้อมูลและภาพเพื่อเปรียบเทียบการพัฒนาของดอกในแต่ละระยะการพัฒนา

1.3 ทำเครื่องหมายดอกที่อยู่ในระยะที่ฝาครอบดอกเริ่มแยกจากฐานรองดอก จำนวน 50 ดอก เพื่อติดตามการพัฒนาของไข่อ่อนภายในรังไข่ภายหลังทำเครื่องหมายดอก โดยเก็บดอกที่บาน 1 วัน ดอกที่ยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมเกสร (2-5 วันหลังดอกบาน) ดอกที่บาน 1, 2, 3,

4 และ 5 สัปดาห์ ทำการผ่ารังไข่และนำไปศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรน์ บันทึกข้อมูลและภาพทุกๆ สัปดาห์ เป็นเวลา 5 สัปดาห์

2. <u>การตรวจสอบ lipids ภายในก้านชูเกสรเพศเมียด้วยสีย้อม Sudan Black B</u>

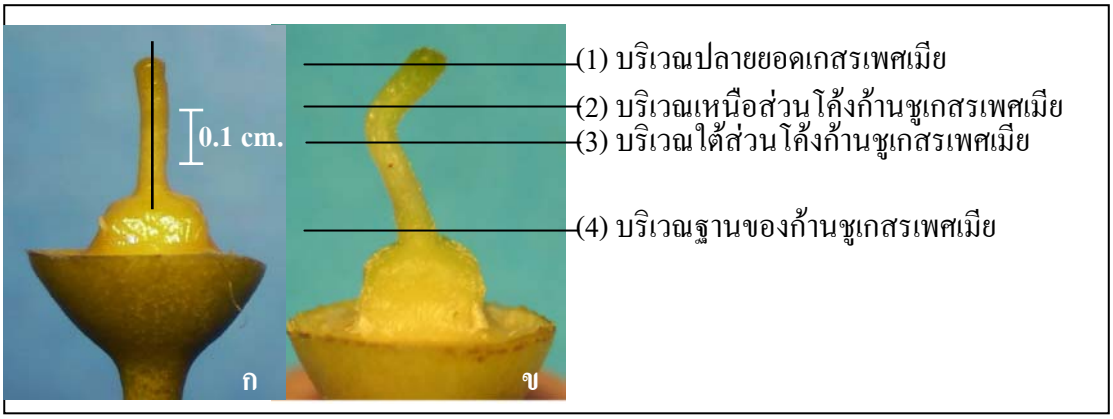
2.1 เก็บดอกจาก 5 ระยะการพัฒนา ได้แก่ (1) ดอกสีเขียวปนเหลือง (GY) (2) ดอกสีเหลืองปนเขียว (YG) (3) ดอกที่ฝาครอบดอกเริ่มแยกออกจากฐานรองดอก (dehisced) (4) ดอกบาน 1 วัน (anthesis) และ (5) ดอกที่ยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมเกสร (control) (ภาพที่ 1)

2.2 นำดอกแต่ละระยะการพัฒนามาผ่าก้านชูเกสรเพศเมียตามยาวที่บริเวณกึ่งกลางของก้านชูเกสรเพศเมีย เพื่อศึกษาปริมาณ lipids ตามความยาวก้านชูเกสรเพศเมีย และตัดตามขวางที่ 4 ตำแหน่ง ได้แก่ (1) บริเวณปลายยอดเกสรเพศเมีย (2) บริเวณเหนือส่วนโค้งของก้านชูเกสรเพศเมีย (3) บริเวณใต้ส่วนโค้งของก้านชูเกสรเพศเมีย และ (4) บริเวณฐานของก้านชูเกสรเพศเมีย (ภาพที่ 2)

2.3 ย้อมชิ้นตัวอย่างก้านชูเกสรเพศเมียที่ทำการผ่าตามยาวและตัดตามขวาง (ตามข้อ 2.2) ด้วย 0.3% Sudan Black B ที่ละลายใน 70% ethanol เป็นเวลา 15 นาที แล้วล้างด้วย 70% ethanol และน้ำ อย่างรวดเร็ว

2.4 ศึกษาการติดสีของ lipids ภายในก้านชูเกสรเพศเมียที่ตัดลักษณะต่างๆ ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ บันทึกผลและภาพ

2.5 เปรียบเทียบการติดสีของเนื้อเยื่อภายในก้านชูเกสรเพศเมียที่ย้อมด้วย Sudan Black B ในแต่ละระยะการพัฒนาดอกและแต่ละตำแหน่งที่ตัดตามขวางของก้านชูเกสรเพศเมีย



ภาพที่ 2 ตำแหน่งที่ทำการผ่าและตัดเพื่อตรวจสอบ lipids ภายในก้านชูเกสรเพศเมียของ *E. camaldulensis* (ก) แสดงตำแหน่งการผ่าตามยาวของก้านชูเกสรเพศเมีย (ข) แสดงตำแหน่งที่ตัดตามขวางของก้านชูเกสรเพศเมีย

3. ผลสำเร็จของการพัฒนาเป็นผลแก่ภายหลังการผสมเกสร

3.1 การเลือกต้นไม้ทดลอง เลือกต้น *E. camaldulensis* ซึ่งปลูกบริเวณแปลงรวมพันธุ์ของบริษัทสยามฟอเรสทรี จำกัด อ. พนมทวน จ. กาญจนบุรี จำนวน 4 สายต้น แต่ละสายต้นมีอายุ 3 ปี เลือกต้นที่ออกดอกในช่วงเวลาเดียวกันและมีดอกปริมาณมากพอสำหรับทำการศึกษา โดยสายต้น Eu1, Eu2 และ Eu3 เป็นต้นแม่ และสายต้น Eu4 เป็นต้นพ่อ เพื่อนำละอองเรณูสดไปผสมกับต้นแม่ทั้ง 3 สายต้น เตรียมนั่งร้านสำหรับการผสมเกสรในต้นแม่แต่ละสายต้น และดำเนินการผสมเกสร ดังตารางที่ 1

3.2 เลือกดอกที่อยู่ในแต่ละระยะการพัฒนาเพื่อทำการผสมเกสร ประกอบด้วย 13 การทดลอง (ตารางที่ 1) การทดลองละ 20 ดอก โดยตัดดอกที่ไม่ต้องการในกิ่งเดียวกับดอกที่จะทำการผสมเกสรทิ้งให้หมด และปฏิบัติกับดอกดังนี้

3.2.1 ในดอกสีเขียวปนเหลือง (GY) ดอกสีเหลืองปนเขียว (YG) และดอกที่ฝาครอบดอกเริ่มแยกจากฐานรองดอก (dehisced) ทำการกำจัดเกสรเพศผู้ (emasculation) โดยใช้ปากคีบปลายแหลม ทำความสะอาดดอกด้วย 70% ethanol ตัดก้านชูเกสรเพศเมีย 3 ตำแหน่ง ได้แก่ (1) บริเวณปลายยอดเกสรเพศเมีย (2) บริเวณกึ่งกลางความยาวของก้านชูเกสรเพศเมีย และ (3) บริเวณฐานของก้านชูเกสรเพศเมีย ด้วยใบมีดโกนที่คมโดยใช้วิธีการตัดเฉียงเพื่อเพิ่มพื้นที่

รองรับละอองเรณู ใช้พู่กันขนาดเล็กป้ายละอองเรณูสดบนแผลที่ตัดทันที และใช้ถุงคลุมช่อดอกไว้เป็นเวลา 10 วัน จึงเปิดถุงคลุม ละอองเรณูสดที่ใช้ต้องเก็บใหม่จากต้นที่ใช้เป็นต้นพ่อ (สายต้น Eu4) จากดอกที่ฝาครอบดอกเริ่มแยกจากฐานรองดอก

3.2.2 ในดอกที่บานแล้ว 1 วัน และดอกที่ยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมเกสร ใช้ดอกในระยะการพัฒนาที่ฝาครอบดอกเริ่มแยกจากฐานรองดอก ตัดดอกที่อยู่ในระยะอื่นทิ้งให้หมด กำจัดเกสรเพศผู้จากดอกที่เลือก ทำความสะอาดดอกด้วย 70% ethanol และคลุมช่อดอกไว้ ดอกที่คลุมข้ามคืนเป็นตัวแทนดอกที่บานแล้ว 1 วัน สำหรับดอกที่ยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมเกสรต้องคลุมดอกไว้ 2-5 วัน จนกระทั่งยอดเกสรเพศเมีย (stigma) พร้อมรับเกสรเพศผู้ (receptive) โดยสังเกตยอดเกสรเพศเมียที่บวมพองมองเห็นได้ชัดเจนด้วยตาเปล่า

ตารางที่ 1 แผนการทดลองตัดก้านชูเกสรเพศเมีย ในแต่ละระยะการพัฒนาดอกของ *E. camaldulensis* ประกอบด้วย 13 การทดลอง

	การทดลองตัดก้านชูเกสรเพศเมียในแต่ละระยะการพัฒนาดอก				
ตำแหน่งการตัด	**GY**	**YG**	**dehisced**	**anthesis**	**receptive stage**
(1) ปลายยอดเกสรเพศเมีย	T1	T4	T7	T10	T13 (control)
(2) กึ่งกลางความยาวของก้านชูเกสรเพศเมีย	T2	T5	T8	T11	
(3) ฐานของก้านชูเกสรเพศเมีย	T3	T6	T9	T12	

หมายเหตุ GY คือ ดอกสีเขียวปนเหลือง
YG คือ ดอกสีเหลืองปนเขียว
dehisced คือ ดอกที่ฝาครอบดอกเริ่มแยกจากฐานรองดอก
anthesis คือ ดอกบาน 1 วัน
receptive stage คือ ดอกที่ยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมเกสร (control)

3.2.3 ทำการผสมเกสรดอกที่บานแล้ว 1 วัน ในดอกที่เตรียมไว้ ตามข้อ 3.2.2 โดยทำการตัดก้านชูเกสรเพศเมียในแต่ละตำแหน่งและใช้พู่กันขนาดเล็กป้ายละอองเรณูสดบนแผลที่ตัดทันที และคลุมช่อดอกด้วยถุงคลุม

3.2.4 ทำการผสมเกสรดอกที่ยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมเกสรที่เตรียมไว้ ตามข้อ 3.2.2 โดยป้ายละอองเรณูซ้ำ 2 ครั้ง (วันละครั้งติดต่อกัน) และคลุมถุงกลับไว้เช่นเดิม

3.3 เปิดถุงคลุมช่อดอกในแต่ละการทดลอง ภายหลังการผสมเกสร 10 วัน

3.4 บันทึกระยะเวลาจากการผสมเกสรจนกระทั่งพัฒนาเป็นผลแก่ในแต่ละการทดลองของแต่ละสายต้น

3.5 ทำการเก็บผลเมื่อผลแก่เพื่อประเมินความสำเร็จของการผสมเกสร เปรียบเทียบขนาดผลแก่ที่ได้จากการผสมเกสรในแต่ละการทดลองของแต่ละสายต้น และเปรียบเทียบกับผลแก่ที่เกิดจากการผสมเกสรตามธรรมชาติ (open pollination) ของดอกที่ออกชุดเดียวกับดอกที่ทำการศึกษา โดยในแต่ละสายต้นเก็บผลแก่ที่เกิดจากการผสมเกสรตามธรรมชาติจำนวน 20 ดอก การวัดขนาดผลทำการวัด 2 ครั้ง ตั้งฉากกันและหาค่าเฉลี่ยของขนาดผล

3.6 แยกผลแก่ที่เก็บตามข้อ 3.5 ออกเป็นผลเดี่ยวๆ ใส่ในถุงพลาสติก ทิ้งให้ผลแตก จากนั้นทำการแยกเมล็ดที่ได้รับการผสมและเมล็ดที่ไม่ได้รับการผสมของแต่ละผลออกจากกัน โดยอาศัยขนาดและสีของเมล็ด ตามวิธีการของพานทอง (2548) และนับจำนวนเมล็ดแต่ละประเภท นำผลที่ได้ไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ของเมล็ดที่ได้รับการผสมเฉลี่ยต่อผล เลือกเฉพาะผลที่มีจำนวนเมล็ดมากกว่าจำนวนเมล็ดที่ได้รับการผสมเฉลี่ยต่อผลของแต่ละการทดลองลบด้วยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการทดลองนั้นๆ นำไปคิดเป็นผลสำเร็จของการพัฒนาเป็นผลแก่ในแต่ละการทดลอง

4. <u>ผลผลิตเมล็ด</u>

4.1 เปรียบเทียบจำนวนเมล็ดที่ได้รับการผสมเฉลี่ยต่อผลในแต่ละการทดลอง และเมล็ดที่เกิดจากการผสมเกสรตามธรรมชาติ (จากข้อ 3.6) นำเมล็ดที่ได้รับการผสมของแต่ละการทดลองรวมกัน เพื่อทำการสุ่มนับเมล็ดหาน้ำหนักเฉลี่ยต่อ 100 เมล็ดของการทดลองนั้นๆ โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

4.1.1 กลุ่มการทดลองที่ผลิตเมล็ดได้มากกว่า 400 เมล็ด ทำการแบ่งชั่งน้ำหนักเมล็ดเป็น 4 ซ้ำๆ ละ 100 เมล็ด คำนวณน้ำหนักเฉลี่ยต่อ 100 เมล็ด

4.1.2 กลุ่มการทดลองที่ผลิตเมล็ดได้น้อยกว่า 400 เมล็ด ทำการชั่งน้ำหนักต่อ 100 เมล็ด ในกรณีที่มีเมล็ดพอ และชั่งน้ำหนักเมล็ดที่มีจำนวนเมล็ดไม่ถึง 100 เมล็ด เทียบหาน้ำหนักต่อ 100 เมล็ด และคำนวณน้ำหนักเฉลี่ยต่อ 100 เมล็ด

4.2 เปรียบเทียบจำนวนและเปอร์เซ็นต์เมล็ดเฉลี่ยต่อผล และน้ำหนักเฉลี่ยต่อ 100 เมล็ด ในแต่ละการทดลอง และเมล็ดที่เกิดจากการผสมเกสรตามธรรมชาติ (open pollination)

5. <u>คุณภาพเมล็ด</u>

การทดสอบคุณภาพเมล็ดเลือกใช้เมล็ดของสายต้น Eu2 เนื่องจากเป็นสายต้นที่ให้ผลแก่และผลิตเมล็ดได้มากที่สุด นำเมล็ดจากข้อ 4.2 มาเพาะเพื่อทดสอบเปอร์เซ็นต์การงอกและดัชนีการงอกของเมล็ด โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 กลุ่ม คือ (1) กลุ่มการทดลองที่ผลิตเมล็ดได้มากกว่า 400 เมล็ด ทำการเพาะเมล็ด 4 ซ้ำๆ ละ 100 เมล็ด คำนวณหาเปอร์เซนต์การงอกของเมล็ดและดัชนีการงอกของเมล็ด (2) กลุ่มการทดลองที่ผลิตเมล็ดได้น้อยกว่า 100 เมล็ด ทำการเพาะเมล็ดทั้งหมดที่ผลิตได้ และเทียบหาเป็นเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดและคำนวณดัชนีการงอกของเมล็ด ดำเนินการเพาะเมล็ด ดังนี้

5.1 นำเมล็ดที่ได้ชั่งน้ำหนักแล้วเพาะใน petridish โดยใช้กระดาษชำระเปียกน้ำเป็นวัสดุเพาะและใช้กระดาษกรองวางไว้ด้านบนเพื่อป้องกันเมล็ดจมน้ำ อุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการเพาะเมล็ดต้องผ่านการนึ่งหรืออบฆ่าเชื้อ เพาะเมล็ดภายใต้อุณหภูมิห้องปรกติ

5.2 บันทึกจำนวนเมล็ดที่งอกในแต่ละวันจนเมล็ดที่เหลือไม่สามารถงอกได้ โดยกำหนดให้เมล็ดที่แทงรากปฐมภูมิ (primary root) มีขนราก (root hair) เกิดขึ้นบริเวณคอราก และรากปฐมภูมิ (primary root) พัฒนายืดยาวเห็นได้ชัดเจนเป็นเมล็ดที่งอกเป็นกล้าที่สมบูรณ์ได้ (ภาพที่ 3)

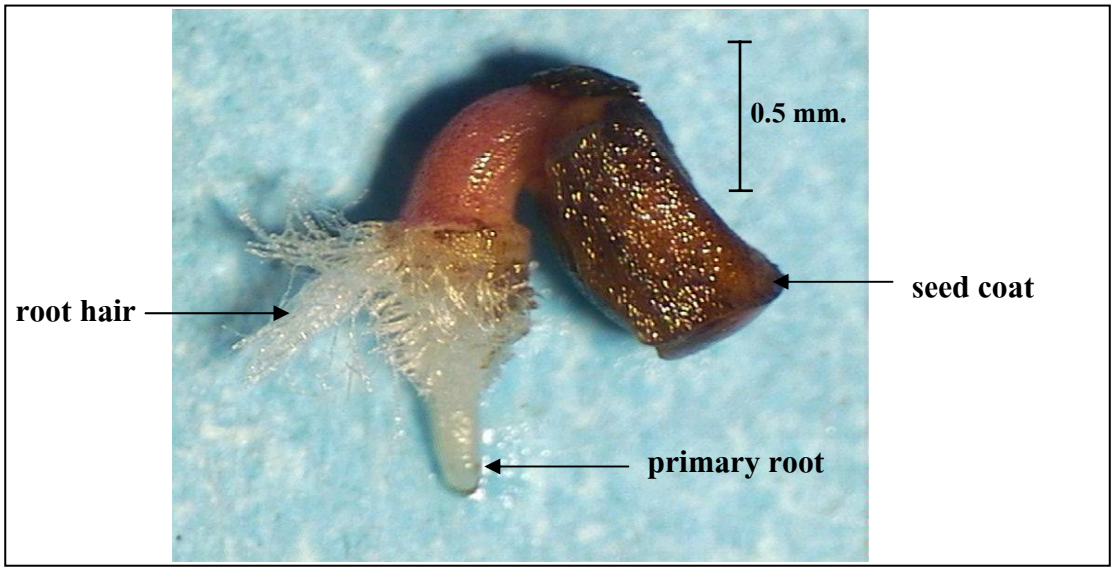
5.3 นำข้อมูลการงอกของเมล็ดมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ด ดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ด} = \frac{\text{จำนวนเมล็ดที่งอก}}{\text{จำนวนเมล็ดที่ทำการเพาะ}} \times 100$$

5.4 คำนวณค่าดัชนีการงอกของเมล็ด (germination index) ดังนี้

ดัชนีการงอกของเมล็ด = ผลบวกสะสมของ (จำนวนเมล็ดที่งอกเป็นกล้า/ จำนวนวันหลังเพาะ)

5.5 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์งอกและดัชนีการงอกของเมล็ดที่ได้จากการผสมเกสรในแต่ละการทดลอง และเมล็ดที่เกิดจากการผสมเกสรตามธรรมชาติ



ภาพที่ 3 ลักษณะการงอกของเมล็ด *E. camaldulensis* ที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการนับการงอก

สถานที่และระยะเวลาทำการวิจัย

การทดลองได้ดำเนินการที่คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพฯ และที่บริษัทสยามฟอเรสทรี จำกัด อ. พนมทวน จ. กาญจนบุรี โดยเริ่มทำการทดลองตั้งแต่เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2547 และสิ้นสุดการทดลองเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2548

ผลและวิจารณ์

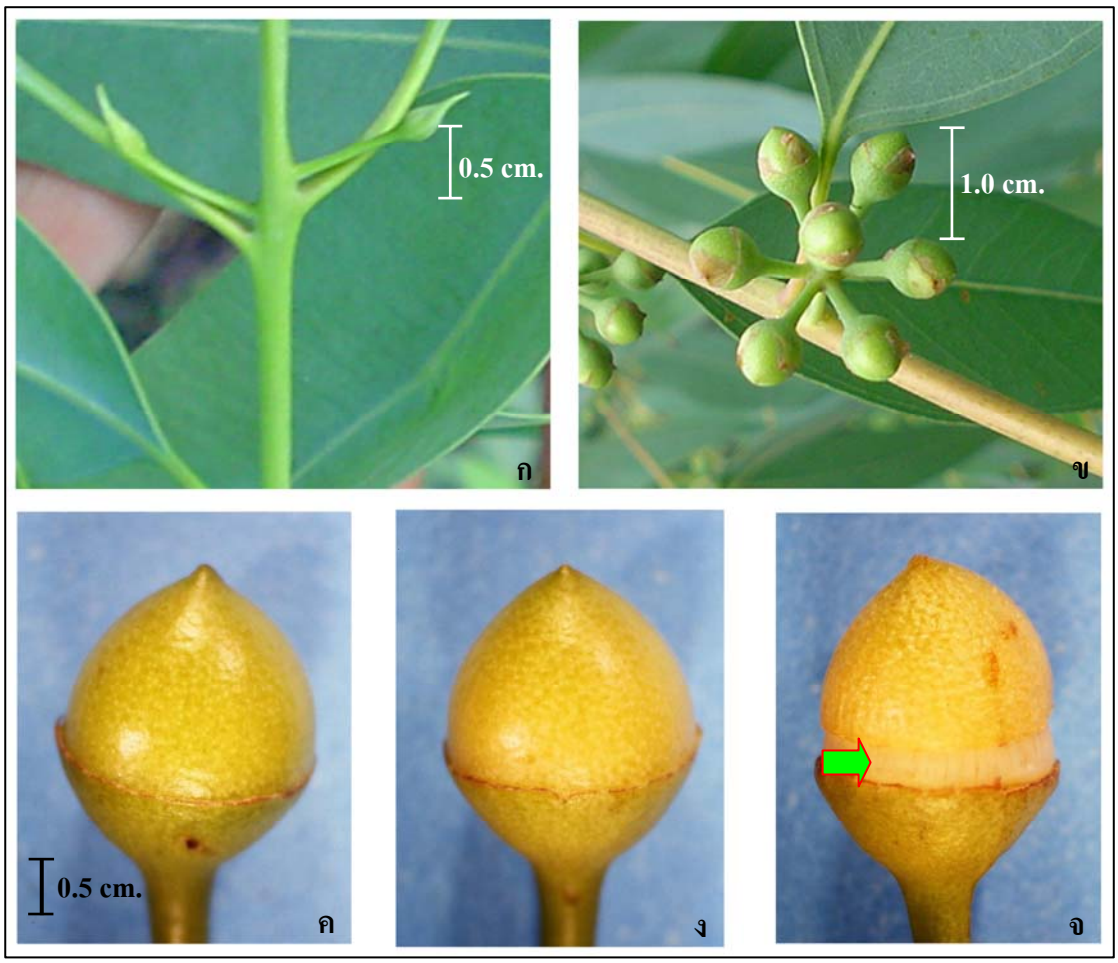
1. ลักษณะและโครงสร้างดอก

1.1 ลักษณะและการเปลี่ยนแปลงของดอก

จากการศึกษาลักษณะดอกของ *Eucalyptus camaldulensis* สายต้น Eu1 เป็นลักษณะเช่น เดียวกับดอกของ Eucalyptus ใน Subgenus *Symphyomyrtus* คือ มีดอกแบบช่อซี่ร่ม (umbel) ประกอบด้วยดอกย่อยจำนวน 7 ดอก ช่อดอกเกิดบริเวณซอกใบ โดยตาดอกที่อยู่ในระยะแรกๆ จะถูกปกคลุมด้วยใบประดับ (bracts) (ภาพที่ 4ก) เมื่อตาดอกแตกเป็นดอกย่อยใบประดับจะหลุดร่วงไปทำให้เห็นลักษณะดอกแบบช่อซี่ร่มอย่างชัดเจน ดอกย่อยแต่ละดอกประกอบด้วยฝาครอบดอก 2 ชั้น ซึ่งก็คือวงกลีบเลี้ยงและวงกลีบดอกที่เปลี่ยนรูปไป ดอกมีการพัฒนาเพิ่มขนาดและฝาครอบดอกชั้นแรกจะหลุดร่วงไปก่อนที่ดอกจะพัฒนาขนาดเต็มที่ (ภาพที่ 4ข) ซึ่งจากการศึกษาของสุธีร์และสมคิด (2542) พบว่า ระยะเวลาตั้งแต่เริ่มแตกเป็นดอกย่อยจนกระทั่งฝาปิดอันแรกหลุดใช้เวลา 1.5-2.5 เดือน เมื่อดอกย่อยพัฒนาขนาดเต็มที่จะมีการเปลี่ยนแปลงสีของฝาปิดชั้นที่ 2 จากสีเขียวเป็นสีเขียวปนเหลืองหรือครีม (ภาพที่ 4ค) และเปลี่ยนเป็นสีเหลืองในที่สุด (ภาพที่ 4ง) ซึ่งใช้เวลาตั้งแต่ระยะดอกย่อยเริ่มมีการหลุดร่วงของฝาปิดอันแรกจนกระทั่งระยะที่ดอกย่อยเจริญเต็มที่และฝาปิดชั้นที่ 2 ยังไม่เปลี่ยนสี 2-3 เดือน ภายหลังจากที่ฝาปิดชั้นที่ 2 มีการเปลี่ยนสีจากสีเขียวเป็นสีเขียวปนเหลืองและสีเหลืองในที่สุดใช้เวลา 2-3 วัน ซึ่งในขณะที่มีการเปลี่ยนสีของฝาปิดชั้นที่ 2 นี้ พบว่า อับเรณูที่อยู่ภายในมีการเปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกัน โดยอับเรณูเริ่มแตกขณะที่ฝาปิดชั้นที่ 2 มีสีเหลือง หลังจากที่ฝาปิดมีสีเหลือง 1 วัน จะปรากฏรอยแยกบริเวณรอยต่อระหว่างฝาปิดกับฐานรองดอก (ภาพที่ 4จ) ดอกที่ฝาปิดเกิดรอยปริจะบานภายในวันนั้น

1.1.1 การจัดเรียงตัวและจำนวนอับเรณู

จากการผ่าดอกเพื่อศึกษาจำนวนและการจัดเรียงตัวของอับเรณูภายในดอกของดอกที่พัฒนาขนาดเต็มที่แต่ฝาครอบดอกมีสีเขียว ซึ่งเป็นดอกที่อยู่ในระยะก่อนระยะดอกที่ใช้ในการทดลอง พบว่า ดอกที่อยู่ในระยะการพัฒนานี้อับเรณู (anther) เรียงตัวอัดกันแน่นอยู่ภายในดอก (ภาพที่ 5ก) โดยอัดแน่นตั้งแต่บริเวณเหนือจานฐานดอก (disc) ไปจนถึงบริเวณด้านบนสุดของดอกซึ่งอยู่ในระดับเดียวกับยอดเกสรเพศเมีย (stigma) ก้านชูอับเรณู (filament) ของอับเรณูที่อัดแน่นอยู่



ภาพที่ 4 ลักษณะและโครงสร้างดอก *E. camaldulensis* ในแต่ละระยะการพัฒนา

(ก) ตาดอกระยะแรกที่ยังไม่แตกเป็นดอกย่อย

(ข) ดอกที่แตกเป็นดอกย่อยที่ฝาครอบดอกชั้นที่ 1 หลุดร่วงไปแต่ยังพัฒนาขนาดไม่เต็มที่

(ค) ดอกสีเขียวปนเหลือง

(ง) ดอกสีเหลืองปนเขียว

(จ) ดอกที่ฝาครอบดอกเริ่มแยกจากฐานรองดอก (ลูกศรชี้)

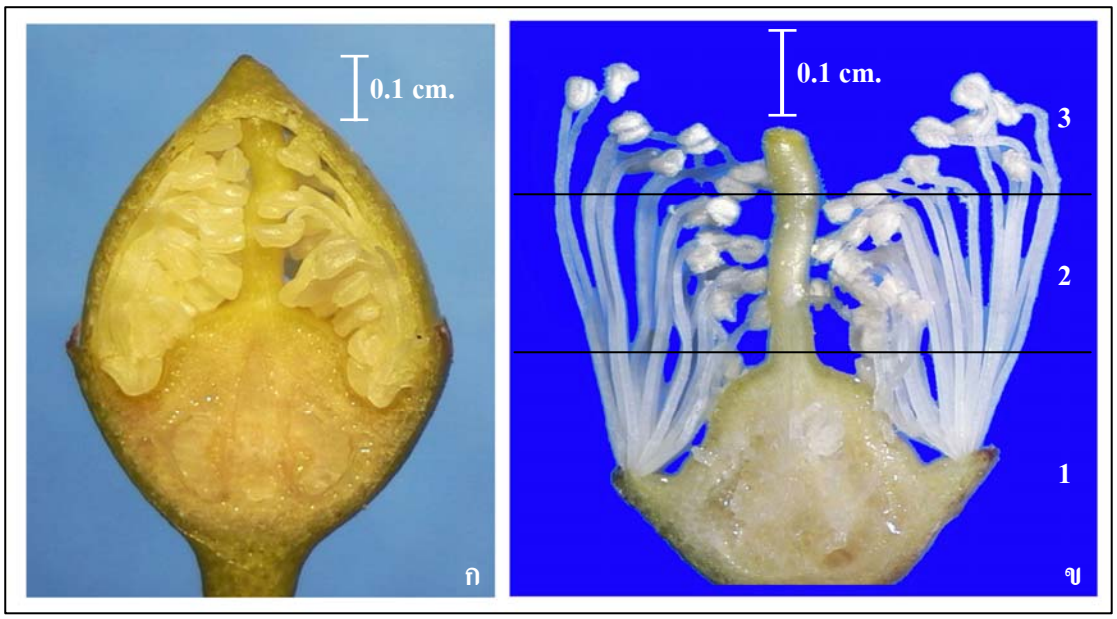
บริเวณเหนือจานฐานดอกมีลักษณะคดงอมากกว่าก้านชูอับเรณูที่อยู่ในตำแหน่งที่สูงกว่า การจัดเรียงตัวของเกสรเพศผู้ของดอกในระยะฝาครอบดอกเริ่มแยกจากฐานรองดอก สามารถแบ่งอับเรณู โดยเปรียบเทียบกับตำแหน่งของก้านชูเกสรเพศเมีย (style) ออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่

กลุ่มที่ 1 คือ กลุ่มอับเรณูที่อยู่ด้านในสุดของวงเกสรเพศผู้ เป็นอับเรณูที่ก้านชูอับเรณูมีลักษณะโค้งงอมากและสั้นที่สุด ระดับของอับเรณูอยู่ตั้งแต่บริเวณเหนือจานฐานดอกจนถึงบริเวณโคนของก้านชูเกสรเพศเมีย เมื่อดอกบานและก้านชูอับเรณูยืดตัวเต็มที่ตำแหน่งของอับเรณูอยู่บริเวณโคนของก้านชูเกสรเพศเมีย (ภาพที่ 5ข1) ซึ่งเป็นกลุ่มของอับเรณูที่อยู่ด้านในสุดมีระดับต่ำที่สุดของดอก อยู่ต่ำกว่ายอดเกสรเพศเมียมาก เมื่ออับเรณูแตกเรณูจะไม่ปนเปื้อนยอดเกสรเพศเมีย

กลุ่มที่ 2 คือ กลุ่มอับเรณูที่อยู่ตรงกลางของวงเกสรเพศผู้ เป็นกลุ่มอับเรณูที่ก้านชูอับเรณูมีลักษณะโค้งงอเล็กน้อยและมีความยาวมากกว่าก้านชูอับเรณูกลุ่มที่ 1 ระดับของอับเรณูอยู่สูงจากโคนก้านชูเกสรเพศเมียจนถึงกึ่งกลางความยาวของก้านชูเกสรเพศเมีย โดยเมื่อดอกบานและก้านชูอับเรณูยืดตัวเต็มที่ตำแหน่งของอับเรณูอยู่เหนือรังไข่จนถึงบริเวณ 2 ใน 3 ส่วนของความยาวก้านชูเกสรเพศเมีย (ภาพที่ 5ข2) แต่ยังไม่ถึงยอดเกสรเพศเมีย เมื่ออับเรณูแตกเรณูจะไม่ปนเปื้อนยอดเกสรเพศเมีย

กลุ่มที่ 3 คือ กลุ่มอับเรณูที่อยู่ด้านนอกสุดของวงเกสรเพศผู้ เป็นอับเรณูที่ก้านชูอับเรณูมีลักษณะค่อนข้างตรง มีความยาวมากกว่าก้านชูอับเรณูกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ระดับของอับเรณูอยู่ในระดับใกล้เคียงกับยอดเกสรเพศเมีย เมื่อดอกบานและก้านชูอับเรณูยืดตัวเต็มที่ตำแหน่งของอับเรณูอยู่บริเวณตั้งแต่ปลายยอดเกสรเพศเมียขึ้นไป (ภาพที่ 5ข3) อับเรณูกลุ่มนี้น่าจะมีผลทำให้เกิดการผสมตัวเองเมื่ออับเรณูแตก เนื่องจากอับเรณูอยู่ระดับเดียวกับยอดเกสรเพศเมีย

จำนวนอับเรณูภายในดอกในแต่ละกลุ่มของอับเรณู พบว่า ใน 1 ดอก ประกอบด้วยอับเรณูเฉลี่ย 502.6 ± 15.7 โดยประกอบด้วยอับเรณูกลุ่มที่ 1 จำนวน 135.2 ± 5.8 อับเรณูกลุ่มที่ 2 จำนวน 145.2 ± 12.8 และอับเรณูกลุ่มที่ 3 จำนวน 222.2 ± 5.0 (ตารางที่2)



ภาพที่ 5 ลักษณะและการจัดเรียงตัวของอับเรณูภายในดอก *E. camaldulensis*
(ก) ดอกสีเขียวที่พัฒนาขนาดเต็มที่ผ่าตามยาว
(ข) ดอกที่ฝาครอบดอกเริ่มแยกจากฐานรองดอกผ่าตามยาว

ตารางที่ 2 จำนวนอับเรณูภายในดอก *E. camaldulensis* สายต้น Eu1

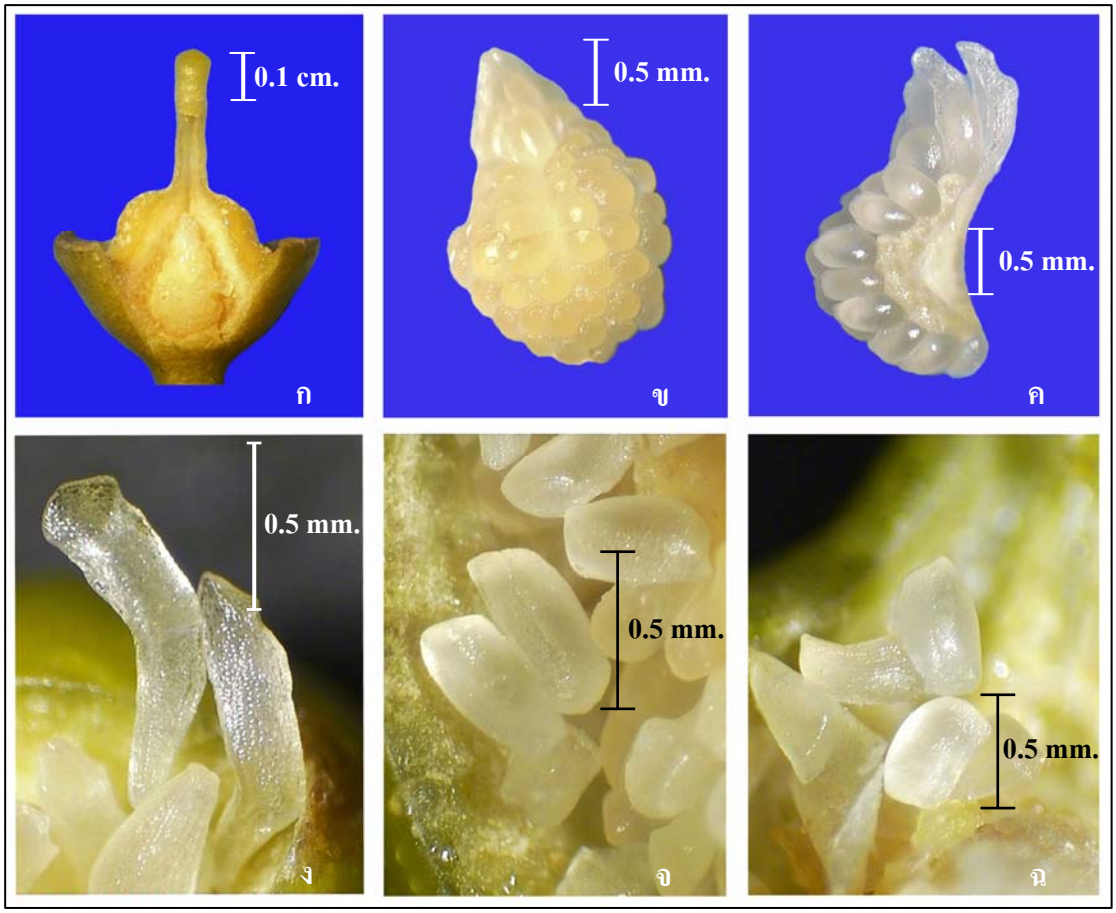
ดอกที่	จำนวนก้านชูอับเรณู			
	กลุ่มที่ 1	**กลุ่มที่ 2**	**กลุ่มที่ 3**	**รวม**
1	140	133	221	494
2	139	158	215	512
3	126	130	223	479
4	138	153	223	514
5	133	152	119	514
เฉลี่ย	**135.2**	**145.2**	**222.2**	**502.6**
SD	**5.8**	**12.8**	**5.0**	**15.7**

1.1.2 จำนวน ลักษณะ และการจัดเรียงตัวของไข่อ่อน (ovule)

รังไข่ของดอก *E. camaldulensis* ประกอบด้วย 4-5 locules การศึกษาจำนวน ลักษณะ และการจัดเรียงของไข่อ่อน (ovule) ภายในรังไข่ เลือกศึกษาในดอกที่อยู่ในระยะที่ฝาครอบดอกเริ่มแยกจากฐานรองดอก และเลือก locule ที่มีขนาดใหญ่ที่สุดโดยการสังเกตด้วยตาเปล่า พบว่า มีจำนวนไข่อ่อนเฉลี่ยต่อ locule ขนาดใหญ่ เท่ากับ 57.1 ± 6.4 (ตารางผนวกที่ 1) การจัดเรียงของไข่อ่อนภายในรังไข่ของ *E. camaldulensis* นั้นเป็นแบบ axial placentation (ภาพที่ 6 ก- ค) ไข่อ่อนที่อยู่ในระยะนี้มีลักษณะนิ่มและฉ่ำน้ำ ซึ่งสามารถจำแนกรูปร่างของไข่อ่อนออกเป็น 2 แบบ ได้แก่

1. ไข่อ่อนรูปเรียวยาว โดยไข่อ่อนรูปเรียวยาวและมีก้านนี้ปรากฏอยู่บริเวณด้านบนสุดของรังไข่ในแต่ละ locule เมื่อศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์มีลักษณะเรียวและยาวกว่าไข่อ่อนที่อยู่บริเวณด้านล่างลงมาอย่างเด่นชัด (ภาพที่ 6ง)

2. ไข่อ่อนรูปแท่งหลายเหลี่ยม ได้แก่ไข่อ่อนที่อยู่บริเวณตั้งแต่ด้านล่างของไข่อ่อนรูปเรียวยาวและมีก้านลงมาจนถึงบริเวณด้านล่างสุดของ locule โดยไข่อ่อนที่อยู่ถัดจากไข่อ่อนรูปร่างเรียวยาวและมีก้านนั้นเป็นไข่อ่อนแท่งหลายเหลี่ยมที่มีลักษณะยาว มีขนาดสั้นและใหญ่กว่าไข่อ่อนที่อยู่ด้านบนสุด (ภาพที่ 6จ) และยาวกว่าไข่อ่อนที่อยู่บริเวณด้านล่างสุดของ locule (ภาพที่ 6ฉ) ขนาดของไข่อ่อนรูปแท่งหลายเหลี่ยมค่อยๆ ลดลงจากด้านบนลงมาด้านล่างของ locule



ภาพที่ 6 ลักษณะรูปร่างและการจัดเรียงของไข่อ่อน (ovule) ภายในรังไข่ (ovary) ของ *E. camaldulensis*

(ก) ลักษณะการจัดเรียงของไข่อ่อนภายในรังไข่แต่ละ locule ภายในดอก

(ข) ลักษณะการจัดเรียงตัวของไข่อ่อนภายในรังไข่ของแต่ละ locule (ภาพถ่ายตรง)

(ค) ลักษณะการจัดเรียงตัวของไข่อ่อนภายในรังไข่ของแต่ละ locule (ภาพถ่ายด้านข้าง)

(ง) ไข่อ่อนรูปร่างเรียวยาวและมีก้านที่อยู่บริเวณด้านบนสุดของ lucule

(จ) ไข่อ่อนรูปแท่งหลายเหลี่ยมที่มีลักษณะยาวที่อยู่บริเวณตอนกลางของ locule

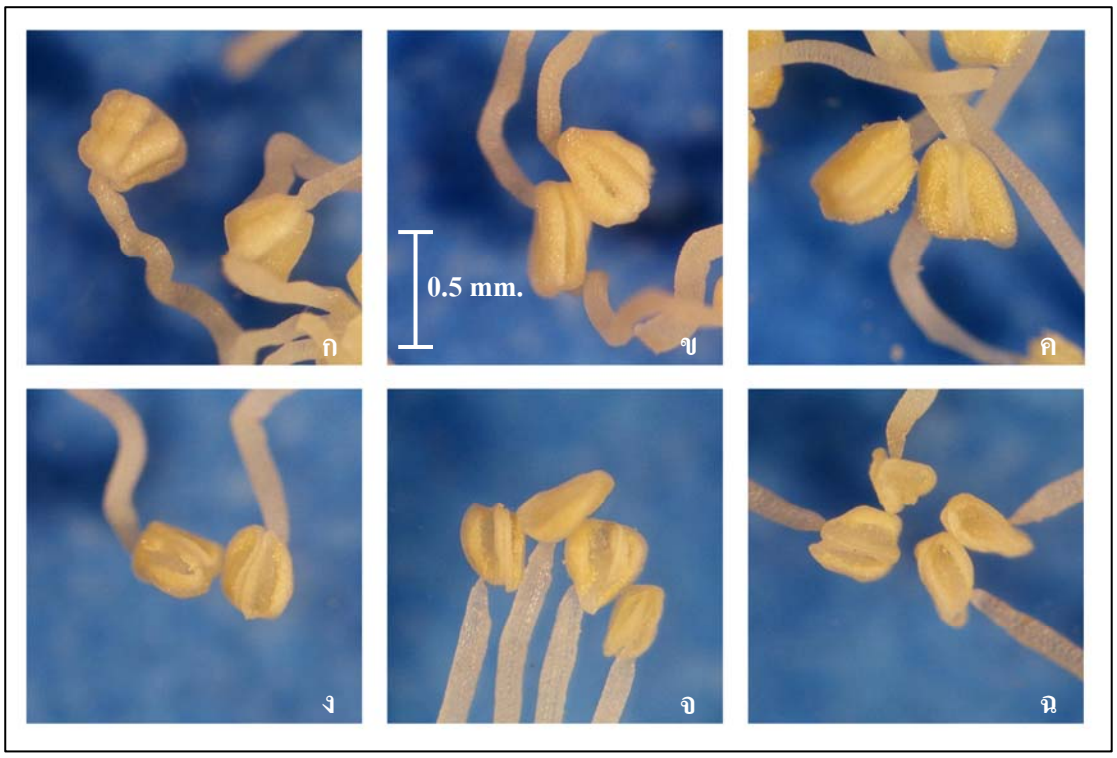
(ฉ) ไข่อ่อนรูปร่างหลายเหลี่ยมที่มีลักษณะสั้นที่อยู่บริเวณด้านล่างสุดของ locule

1.2 การพัฒนาของเกสรเพศผู้และเกสรเพศเมีย

การพัฒนาของเกสรเพศผู้และเกสรเพศเมียในแต่ละระยะการพัฒนาดอก แบ่งการศึกษาออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

1.2.1 การพัฒนาของอับเรณู

การศึกษาการพัฒนาของอับเรณูในแต่ละระยะการพัฒนาดอก ทำการศึกษาอับเรณูของดอกที่อยู่ใน 6 ระยะการพัฒนา ได้แก่ (1) ดอกสีเขียวปนเหลือง (2) ดอกสีเหลืองปนเขียว (3) ดอกที่ฝาครอบดอกเริ่มแยกออกจากฐานรองดอก (4) ดอกที่บาน 1 ชั่วโมง (5) ดอกที่บาน 2 ชั่วโมง และ (6) ดอกที่บาน 3 ชั่วโมง ผลการศึกษาพบว่า อับเรณูของดอกสีเขียวปนเหลืองยังไม่แตกแต่สามารถสังเกตเห็นร่องของรอยแตกอับเรณู (suture) ชัดเจนและเห็น ละอองเรณูที่อยู่ภายในอับเรณูมีสีเหลืองอ่อน (ภาพที่ 7ก) ในดอกสีเหลืองปนเขียว พบอับเรณูเริ่มปรากฏรอยแตกแต่มีละอองเรณูหลุดออกจากอับเรณูในปริมาณน้อย (ภาพที่ 7ข) เมื่อดอกพัฒนาเข้าสู่ระยะดอกที่ฝาครอบดอกเริ่มแยกจากฐานรองดอกแต่ฝาครอบดอกยังไม่หลุดร่วงไป อับเรณูแตกเป็นร่องกว้าง ละอองเรณูหลุดออกมาในปริมาณมากกว่าดอกสีเหลืองปนเขียว (ภาพที่ 7ค) ในระยะที่ฝาครอบดอกเริ่มแยกออกจากฐานรองดอก เมื่อเขี่ยฝาครอบดอกให้หลุดออก ดอกจะเริ่มบานและมีแมลงมาตอมดอก ภายหลังดอกบาน 1 ชั่วโมงละอองเรณูหลุดร่วงออกไปเกือบหมดแล้ว อับเรณูขณะนี้มีรอยแตกที่เปิดกว้างกว่าดอกที่อยู่ในระยะที่ฝาครอบดอกเริ่มแยกจากฐานรองดอก แต่ผนังอับเรณูยังไม่บิดม้วนออกด้านนอก (ภาพที่ 7ง) ภายหลังดอกบาน 2 ชั่วโมง ละอองเรณูภายในอับเรณูเหลืออยู่ในปริมาณน้อยและผนังอับเรณูเริ่มมีการบิดม้วนออกด้านนอก (ภาพที่ 7จ) ในดอกที่บานนาน 3 ชั่วโมง พบว่า ละอองเรณูภายในอับเรณูหลุดร่วงออกไปจากอับเรณูเกือบหมด มีละอองเรณูติดอยู่ตามขอบของรอยแตกของอับเรณูเพียงเล็กน้อยเท่านั้น และผนังของอับเรณูมีการม้วนงอออกด้านนอก เปิดรอยแตกออกเป็นช่องกว้างกว่าในระยะการพัฒนาก่อนหน้านี้ (ภาพที่ 7ฉ)



ภาพที่ 7 ลักษณะของอับเรณูในแต่ละระยะการพัฒนาดอก

(ก) อับเรณูภายในดอกสีเขียวปนเหลือง

(ข) อับเรณูภายในดอกสีเหลืองปนเขียว

(ค) อับเรณูภายในดอกที่ฝาครอบดอกเริ่มแยกจากฐานรองดอก

(ง) อับเรณูภายในดอกที่บาน 1 ชั่วโมง

(จ) อับเรณูภายในดอกที่บาน 2 ชั่วโมง

(ฉ) อับเรณูภายในดอกที่บาน 3 ชั่วโมง

1.2.2 การพัฒนาของเกสรเพศเมีย

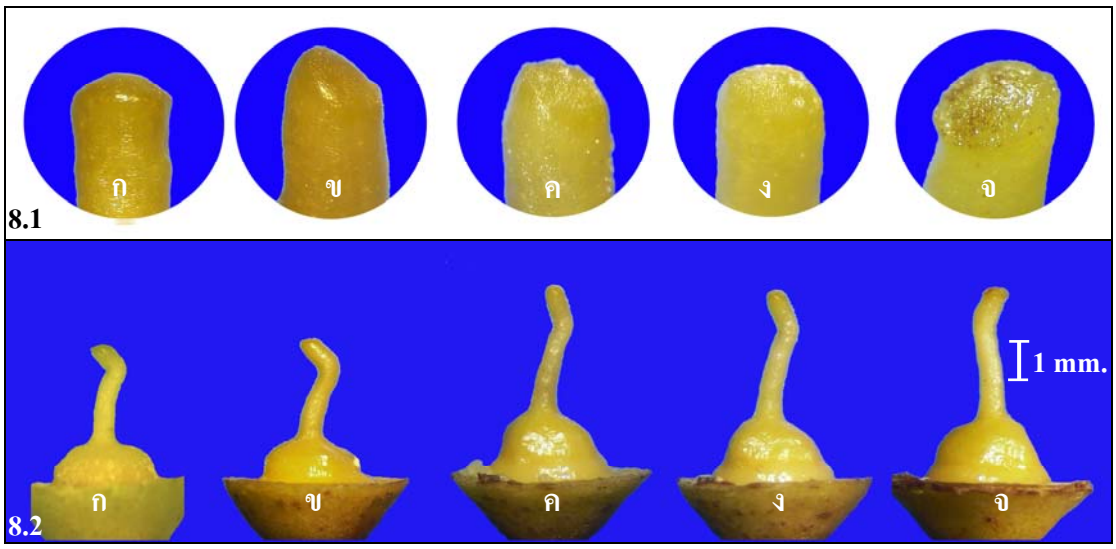
ลักษณะของยอดเกสรเพศเมียในแต่ละระยะการพัฒนาดอก พบว่า ดอกที่อยู่ในระยะการพัฒนาที่อ่อนกว่า คือ ดอกสีเขียวปนเหลือง และดอกสีเหลืองปนเขียวบริเวณยอดเกสรเพศเมียประกอบด้วยเซลล์ที่เรียงอัดแน่น เซลล์มีขนาดเล็กกว่า และแต่ละเซลล์ยังไม่บวมนูนเมื่อเปรียบเทียบกับดอกที่อยู่ในระยะการพัฒนาที่แก่กว่า (ภาพที่8.1 ก-ข) แต่ดอกที่อยู่ในระยะการพัฒนาที่แก่กว่า ได้แก่ ดอกที่ฝาครอบดอกเริ่มแยกจากฐานรองดอกและดอกที่บาน 1 วัน เซลล์บริเวณยอดเกสรเพศเมียมีการเรียงตัวที่หลวมกว่าดอกสีเขียวปนเหลืองและดอกสีเหลืองปนเขียว

โดยสังเกตได้จากลักษณะของเซลล์บริเวณผิวของยอดเกสรเพศเมียมีผิวขรุขระกว่า และบวมนูนมากกว่า (ภาพที่ 8.1 ค-ง) ลักษณะของยอดเกสรเพศเมียของดอกที่พร้อมรับการผสมเกสร (ภาพที่ 8.1 จ) แตกต่างจากยอดเกสรเพศเมียของดอกที่อยู่ในระยะการพัฒนาก่อนดอกพร้อมรับการผสมอย่างชัดเจน กล่าวคือ ดอกที่อยู่ในระยะที่พร้อมรับการผสมเกสรยอดเกสรเพศเมียจะบวมพองและมีเมือกแววววาว ในระยะนี้จะปรากฏน้ำหวานบริเวณเหนือจานฐานดอกของดอกด้วย

สำหรับการศึกษาการพัฒนาของเกสรเพศเมียในแต่ละระยะการพัฒนาดอก พบว่า ลักษณะการคดงอ หรือตั้งตรงของก้านชูเกสรเพศเมียในแต่ละระยะนั้น ไม่สามารถใช้แบ่งแยกระยะการพัฒนาได้ชัดเจน เนื่องจากพบว่าดอกในทุกระยะการพัฒนานั้นก้านชูเกสรเพศเมียมีทั้งคดงอน้อยไปจนถึงคดงอมาก แต่ก็พบได้ว่าดอกที่อยู่ในระยะการพัฒนาที่อ่อนกว่า คือ ดอกสีเขียวปนเหลืองและดอกสีเหลืองปนเขียวซึ่งเป็นดอกที่อยู่ในระยะการพัฒนาที่อ่อนกว่านั้นมีลักษณะคดงอมากว่า ความยาวของก้านชูเกสรเพศเมียในแต่ละระยะการพัฒนาดอกนั้นมีความแตกต่างกันระหว่างระยะก่อนดอกบานและดอกบาน โดยมีความยาวเพิ่มขึ้นเมื่อฝาครอบดอกแยกจากฐานรองดอก และมีความยาวมากที่สุดเมื่อดอกบาน (ตารางที่ 3) โดยที่ดอกสีเขียวปนเหลือง (ภาพที่ 8.2 ก) และดอกสีเหลืองปนเขียว (ภาพที่ 8.2 ข) มีความยาวก้านชูเกสรเพศเมียเฉลี่ยเท่ากัน คือ เท่ากับ 0.29 เซนติเมตร ดอกที่ฝาครอบดอกเริ่มแยกจากฐานรองดอก (ภาพที่ 8.2 ค) ดอกที่บาน 1 วัน (ภาพที่ 8.2 ง) และดอกที่ยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมเกสร (ภาพที่ 7.2 จ) มีความยาวของก้านชูเกสรเพศเมียเฉลี่ยเท่ากับ 0.30, 0.33 และ 0.33 เซนติเมตร ตามลำดับ

ตารางที่ 3 ความยาวของก้านชูเกสรเพศเมียในแต่ละระยะการพัฒนาดอกของ *E. camaldulensis*

ระยะการพัฒนาดอก	ความยาวของก้านชูเกสรเพศเมีย (เซนติเมตร)	
	เฉลี่ย	SD
1. ดอกสีเขียวปนเหลือง	0.29	0.03
2. ดอกสีเหลืองปนเขียว	0.29	0.02
3. ดอกที่ฝาครอบดอกเริ่มแยกจากฐานรองดอก	0.30	0.02
4. ดอกที่บาน 1 วัน	0.33	0.02
5. ดอกที่ยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมเกสร	0.33	0.02



ภาพที่ 8 ลักษณะของยอดเกสรเพศเมีย (8.1) และก้านชูเกสรเพศเมีย (8.2) ในแต่ละระยะการพัฒนาดอก (ก) ดอกสีเขียวปนเหลือง (ข) ดอกสีเหลืองปนเขียว (ค) ดอกที่ฝาครอบดอกเริ่มแยกจากฐานรองดอก (ง) ดอกที่บาน 1 วัน (จ) ดอกที่ยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมเกสร

1.2.3 การพัฒนาของไข่อ่อนก่อนดอกบาน

การศึกษาการพัฒนาของไข่อ่อนภายในรังไข่ ทำการศึกษาใน 3 ระยะการพัฒนาดอก ได้แก่ (1) ดอกสีเขียวปนเหลือง (2) ดอกสีเหลืองปนเขียว (3) ดอกที่ฝาครอบดอกเริ่มแยกออกจากฐานรองดอก พบว่า ไข่อ่อนภายในรังไข่ของดอกที่อยู่ในแต่ละระยะการพัฒนานั้น ไข่อ่อนมีลักษณะไม่แตกต่างกัน โดยลักษณะของไข่อ่อนในแต่ละระยะการพัฒนาดอกมีลักษณะและรูปร่างตลอดจนการจัดเรียงตัวเช่นเดียวกับดอกที่ฝาครอบดอกเริ่มแยกจากฐานรองดอกที่ได้ทำการศึกษาลักษณะและการเรียงตัวของไข่อ่อนภายในรังไข่ในข้อ 1.1.2 (ภาพที่ 9)

ภาพที่ 9 ลักษณะของไข่อ่อน (ovule) ภายในรังไข่ (ovary) ก่อนดอกบาน

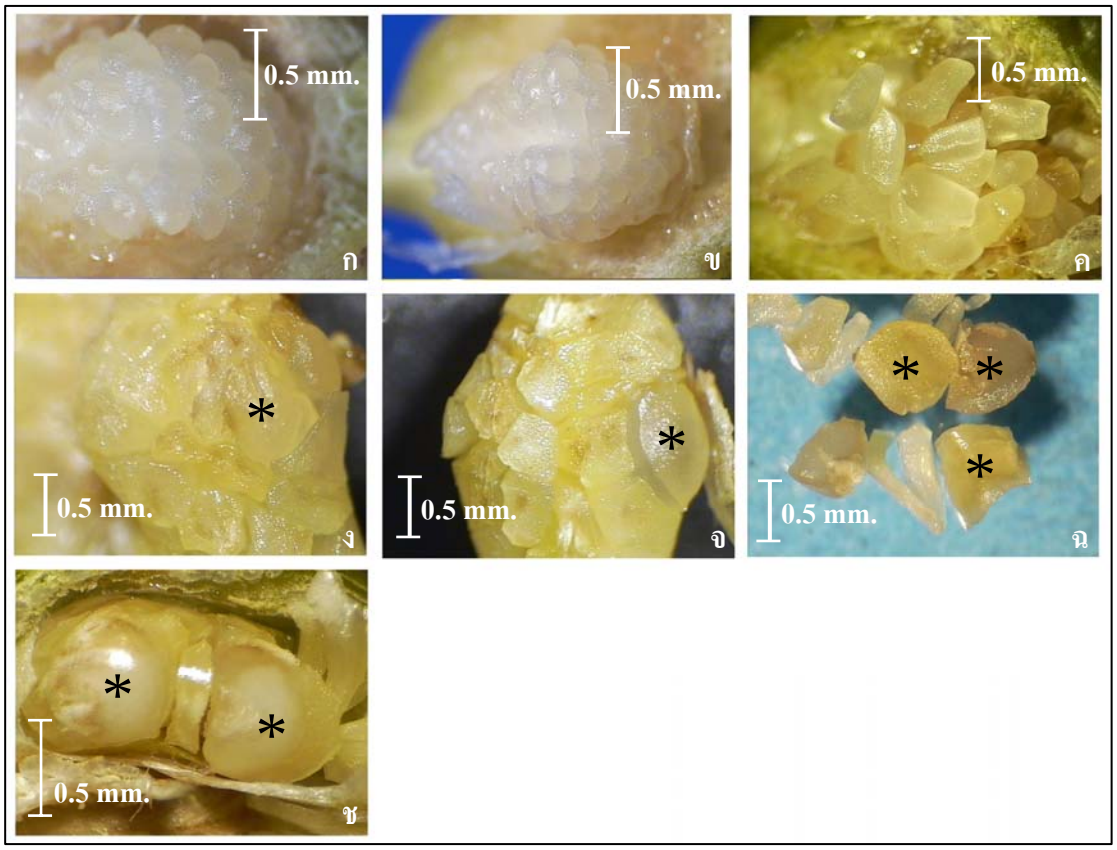
(ก) ไข่อ่อนภายในรังไข่ของดอกสีเขียวปนเหลือง

(ข) ไข่อ่อนภายในรังไข่ของดอกสีเหลืองปนเขียว

(ค) ไข่อ่อนภายในรังไข่ของดอกที่ฝาครอบดอกเริ่มแยกจากฐานรองดอก

1.2.4 การพัฒนาของไข่อ่อนหลังดอกบาน

การศึกษาการพัฒนาของไข่อ่อนภายในรังไข่หลังดอกบาน ทำการศึกษาใน 7 ระยะการพัฒนาดอก ได้แก่ (1) ดอกที่บาน 1 วัน และ (2) ดอกที่ยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมเกสร (2-5 วันหลังดอกบาน) (3) ดอกที่บาน 1 สัปดาห์ (4) ดอกที่บาน 2 สัปดาห์ (5) ดอกที่บาน 3 สัปดาห์ (6) ดอกที่บาน 4 สัปดาห์ และ (7) ดอกที่บาน 5 สัปดาห์ พบว่า ไข่อ่อนในดอกที่บาน 1 วัน (ภาพที่ 10ก) ดอกที่ยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสม (ภาพที่ 10ข) และดอกที่บาน 1 สัปดาห์ (ภาพที่ 10ค) มีลักษณะนิ่มและฉ่ำน้ำ มีขนาดใกล้เคียงกัน สามารถสังเกตเห็นการพัฒนาของไข่อ่อนที่ได้รับการผสมภายหลังดอกบาน 2 สัปดาห์ อย่างเด่นชัด โดยไข่อ่อนที่ได้รับการผสมซึ่งเปลี่ยนเป็นเมล็ดอ่อนมีขนาดใหญ่กว่าไข่อ่อนที่อยู่ข้างเคียงที่ไม่ได้รับการผสม (ภาพที่ 10ง) สอดคล้องกับการศึกษาของ Pound *et. al*. (2003) ที่ศึกษาใน *E. nitens* ซึ่งพบว่า ไข่อ่อนนั้นได้รับการผสมภายหลังการผสมเกสร 2 สัปดาห์ โดยไข่อ่อนที่เกิดจากการผสมข้ามมีความสมบูรณ์มากกว่าไข่อ่อนที่เกิดจากการผสมตัวเอง แต่อัตราการฝ่อของไข่อ่อนที่ไม่ได้รับการผสมจะเพิ่มมากขึ้นในช่วง 2-4 สัปดาห์หลังการผสมเกสร ในดอกที่บาน 3 สัปดาห์ (ภาพที่ 10จ) และ 4 สัปดาห์ (ภาพที่ 10ฉ) ไข่อ่อนและเมล็ดอ่อนมีความฉ่ำน้ำลดลงและเริ่มมีความแข็งเพิ่มมากขึ้นทั้งของเมล็ดอ่อนที่ได้รับการผสมและไข่อ่อนที่ไม่ได้รับการผสม เมื่อดอกบาน 5 สัปดาห์ (ภาพที่ 10ช) เมล็ดอ่อนมีขนาดใหญ่ขึ้นมาก แต่ไข่อ่อนที่ไม่ได้รับการผสมมีขนาดคงเดิม ทั้งเมล็ดอ่อนและไข่อ่อนไม่ฉ่ำน้ำแต่มีความแข็งเพิ่มขึ้นเป็นอย่างมาก นอกจากนี้ผนังผลอ่อนมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นเป็นอย่างมากเช่นกัน



ภาพที่ 10 ลักษณะของไข่อ่อนหลังดอกบาน

(ก) ไข่อ่อนของดอกที่บาน 1 วัน

(ข) ไข่อ่อนของดอกที่ยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมเกสร (2-5 วันหลังดอกบาน)

(ค) ไข่อ่อนของดอกบาน 1 สัปดาห์

(ง) ไข่อ่อนของดอกบาน 2 สัปดาห์

(จ) ไข่อ่อนของดอกบาน 3 สัปดาห์

(ฉ) ไข่อ่อนของดอกบาน 4 สัปดาห์

(ช) ไข่อ่อนของดอกบาน 5 สัปดาห์

* คือ เมล็ดอ่อนที่ได้รับการผสมซึ่งพัฒนาขนาดใหญ่กว่าไข่อ่อนที่ไม่ได้รับการผสม

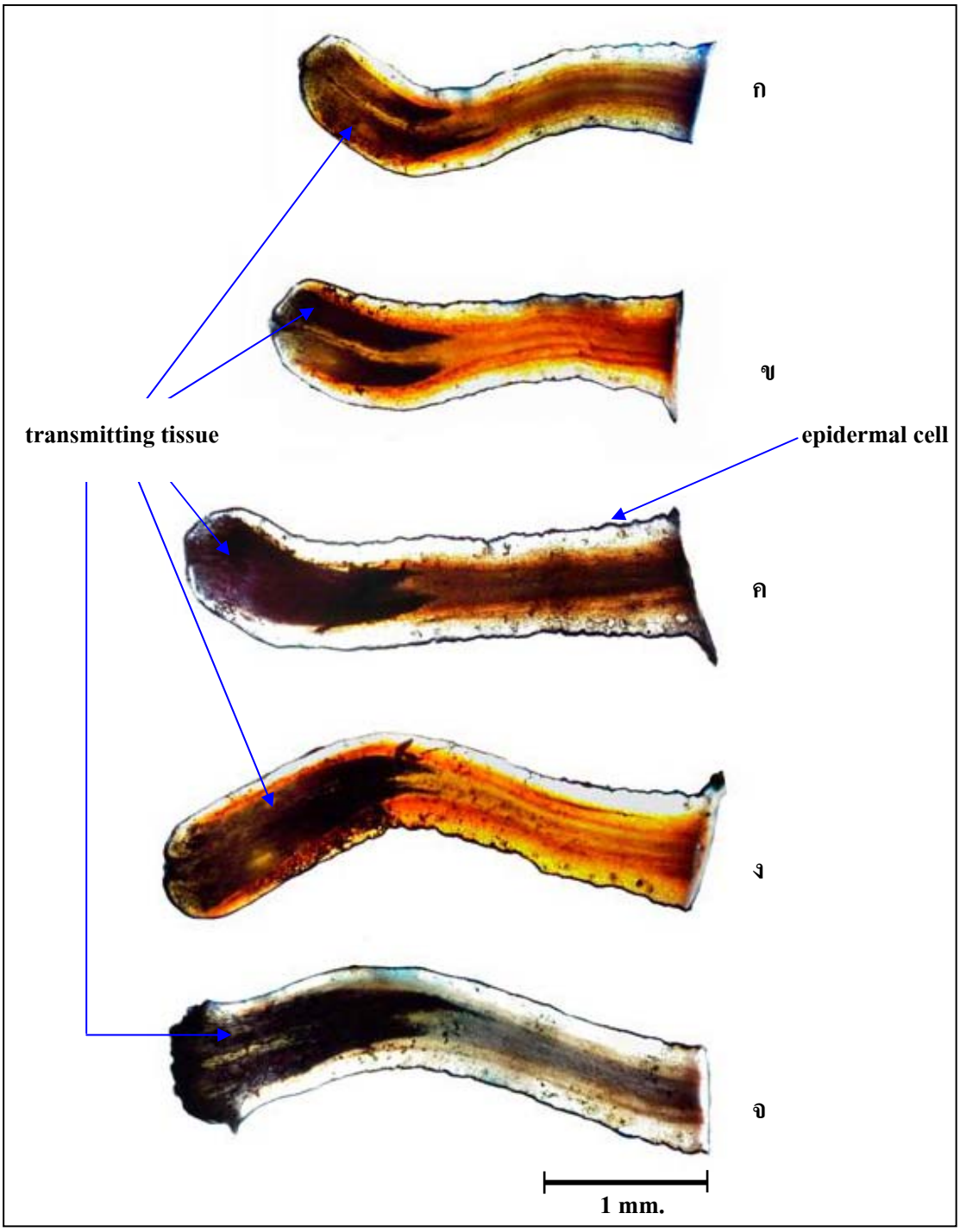
ผลการศึกษา พบว่า ช่วงเวลาที่ไข่อ่อนได้รับการผสมนั้นแตกต่างจากการศึกษาของ Pound *et. al*. (2002) ซึ่งศึกษาใน *E. globulus* spp. *globulus* โดยพบว่า ไข่อ่อนได้รับการผสมภายใน 4 สัปดาห์ภายหลังการผสมเกสร นอกจากนี้ยังพบว่า ไข่อ่อนที่เกิดจากการผสมข้ามมีความสมบูรณ์มากกว่าไข่อ่อนที่เกิดจากการผสมตัวเอง และไข่อ่อนจำนวนครึ่งหนึ่งไม่ได้รับการผสมทั้งในการผสมข้ามต้นและการผสมตัวเอง โดยไข่อ่อนที่ไม่ได้รับการผสมจะฝ่อไปในที่สุด ภายหลังการผสมเกสร 6 สัปดาห์ ไข่อ่อนที่สมบูรณ์มีจำนวนลดลงจากสัปดาห์ที่ 4 ทั้งในการผสมข้ามและการผสมตัวเอง จำนวนไข่อ่อนที่ฝ่อมีจำนวนมากขึ้น โดยไข่อ่อนที่ได้รับการผสมและไม่ได้รับการผสมมีขนาดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญและความแตกต่างของขนาดไข่อ่อนที่ได้รับการผสมและไม่ได้รับการผสมสามารถสังเกตเห็นได้ด้วยตาเปล่าภายหลังการผสมเกสร 6 และ 8 สัปดาห์

2. <u>การตรวจสอบ lipids ภายในก้านชูเกสรเพศเมียด้วย Sudan Black B</u>

ในการตรวจสอบ lipids ภายในก้านชูเกสรเพศเมียของ *E. camaldulensis* ทำการศึกษาโดยผ่าก้านชูเกสรเพศเมียตามยาวและตัดตามขวางด้วยใบมีดโกนที่บางและคม ย้อมชิ้นส่วนที่ตัดด้วย 0.3% Sudan Black B ใน 70% ethanol เป็นเวลา 15 นาที (Trindade *et al*., 2001) จากนั้นล้างออกด้วย 70% ethanol และน้ำ อย่างรวดเร็ว ทำการศึกษาใน 5 ระยะการพัฒนาดอก ได้แก่ (1) ดอกสีเขียวปนเหลือง (2) ดอกสีเหลืองปนเขียว (3) ดอกที่ฝาครอบดอกเริ่มแยกออกจากฐานรองดอก (4) ดอกที่บาน 1 วัน และ (5) ดอกที่ยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมเกสร ได้ผลการศึกษาดังนี้

2.1 การตรวจสอบ lipids ภายในก้านชูเกสรเพศเมียโดยการผ่าตามยาว

จากการตรวจสอบ lipids ในก้านชูเกสรเพศเมียที่ผ่าตามยาว พบว่า ในทุกระยะการพัฒนาของดอก *E. camaldulensis* ย้อมติดสีบริเวณเซลล์ผิว (epidermal cell) และ transmitting tissue ที่อยู่บริเวณปลายยอดเกสรเพศเมีย การติดสีจะติดสีจากปลายยอดเกสรเพศเมียจนถึงบริเวณส่วนของก้านชูเกสรเพศเมียที่โค้ง บริเวณการติดสีลดลงจากด้านนอกเข้าสู่ด้านใน และจากปลายยอดเกสรเพศเมียลงมาตามความยาวของก้านชูเกสรเพศเมียจนถึงบริเวณส่วนโค้งของก้านชูเกสรเพศเมีย ในตัวอย่างที่ถูกผ่าตามยาวในตำแหน่งกึ่งกลางของก้านชูเกสรเพศเมียพอดี แล้วย้อมด้วย Sudan Black B จะพบเนื้อเยื่อบริเวณตรงกลางของเนื้อเยื่อ transmitting tissue ย้อมไม่ติดสี (ภาพที่ 11 ก, ข และ จ) และพบว่าดอกที่อยู่ในระยะพร้อมรับการผสมเกสรบริเวณปลายยอดเกสรเพศเมียติดสี

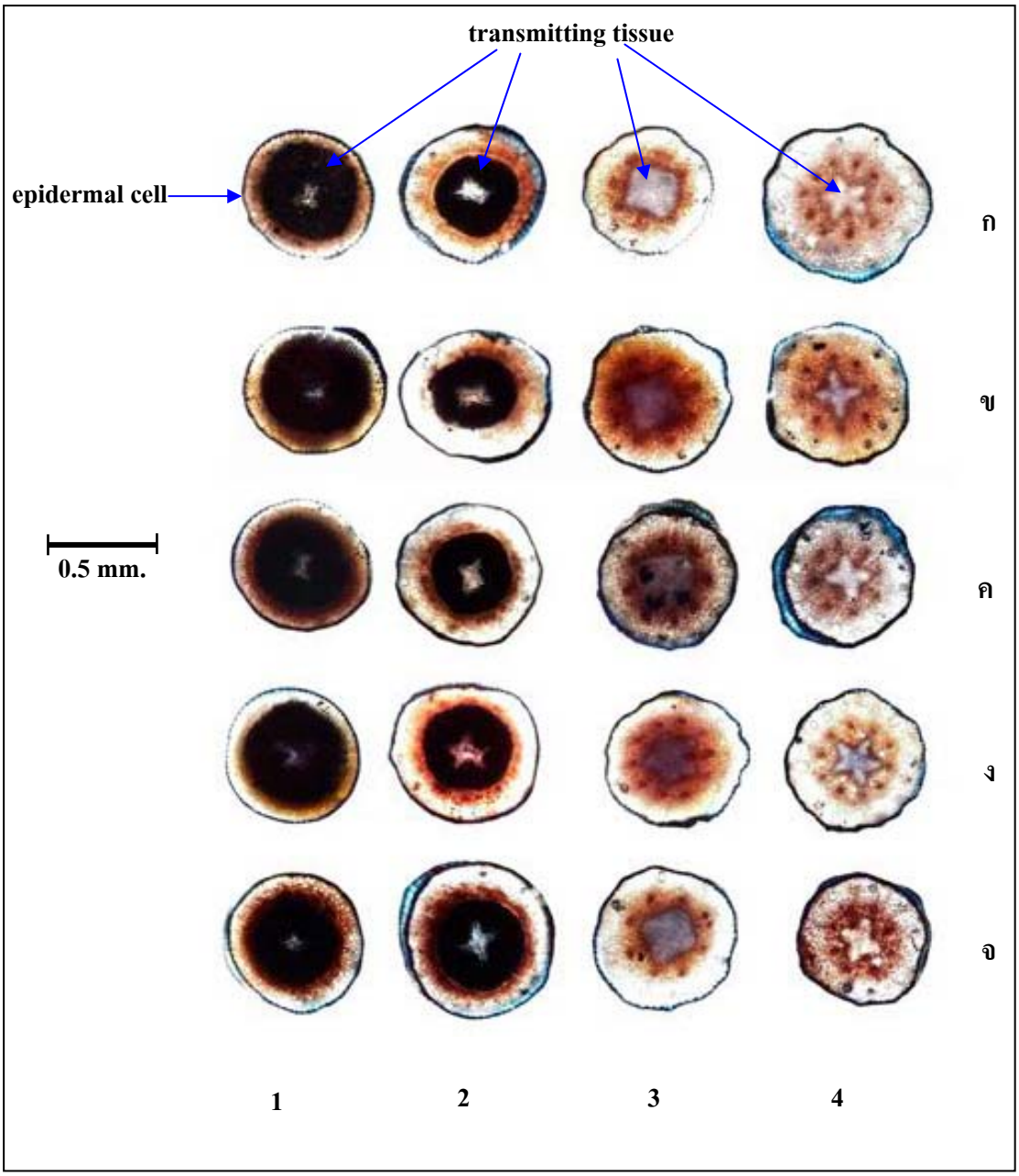


ภาพที่ 11 การติดสี Sudan Black B ของ lipids โดยการผ่าตามยาวภายในก้านชูเกสรเพศเมียของ *E. camaldulensis* ในแต่ละระยะการพัฒนาดอก (ก) ดอกสีเขียวปนเหลือง (ข) ดอกสีเหลืองปนเขียว (ค) ดอกที่ฝาครอบดอกเริ่มแยกจากฐานรองดอก (ง) ดอกที่บาน 1 วัน และ (จ) ดอกที่ยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมเกสร

เป็นบริเวณกว้างมากกว่าดอกที่อยู่ในระยะก่อนพร้อมรับการผสม (ภาพที่11 จ) ทั้งนี้เนื่องจากเนื้อเยื่อบริเวณปลายยอดเกสรเพศเมียมีการขยายขนาดใหญ่ขึ้นและมี lipids เพิ่มขึ้นมากกว่าดอกที่อยู่ในระยะการพัฒนาน้อยกว่า (Trindade *et al*., 2001)

2.2 การตรวจสอบ lipids ภายในก้านชูเกสรเพศเมียโดยการตัดตามขวาง

การตรวจสอบ lipids ภายในก้านชูเกสรเพศเมียโดยการตัดตามขวาง ทำการตัดก้านชูเกสรเพศเมีย 4 ตำแหน่ง ได้แก่ (1) บริเวณปลายยอดเกสรเพศเมีย (2) บริเวณเหนือส่วนโค้งของก้านชูเกสรเพศเมีย (3) บริเวณใต้ส่วนโค้งของก้านชูเกสรเพศเมีย (4) บริเวณฐานของก้านชูเกสรเพศเมีย ผลการศึกษา พบว่า สอดคล้องกับการศึกษาโดยผ่าตามยาวของก้านชูเกสรเพศเมีย (ภาพที่ 11) กล่าวคือ ย้อมติดสีบริเวณเซลล์ผิว ในทุกระยะการพัฒนาดอกและทุกตำแหน่งที่ทำการตัด สำหรับเนื่อเยื่อ transmitting tissue มีการติดสีใน 2 ตำแหน่งที่ทำการตัด คือ บริเวณปลายยอดเกสรเพศเมีย และบริเวณเหนือส่วนโค้งของก้านชูเกสรเพศเมียในทุกระยะการพัฒนาของดอก ชิ้นส่วนจากบริเวณปลายยอดเกสรเพศเมียมีบริเวณการติดสีที่มากที่สุด โดยติดสีเป็นวงกลมกว้างคลุมเกือบทั้งหมดของพื้นที่หน้าตัด (ภาพที่ 12-1 (ก-จ)) การตัดบริเวณเหนือส่วนโค้งของก้านชูเกสรเพศเมียมีวงพื้นที่ติดสีขนาดเล็กลงและอยู่บริเวณตรงกลางในขณะที่บริเวณที่ไม่ติดสีเป็นวงอยู่ด้านนอก (ภาพที่ 12-2 (ก-จ)) และสามารถสังเกตเห็นบริเวณตรงกลางของเนื้อเยื่อ transmitting tissue ย้อมไม่ติดสีอย่างชัดเจน ส่วนการตัดก้านชูเกสรเพศเมียที่บริเวณใต้ส่วนโค้งของก้านชูเกสรเพศเมียและบริเวณฐานของก้านชูเกสรเพศเมียนั้นไม่มีการติดสีในทุกระยะการพัฒนาของดอก ดังภาพที่ 12 -3 (ก-จ) และ 12 -4 (ก-จ) ตามลำดับ



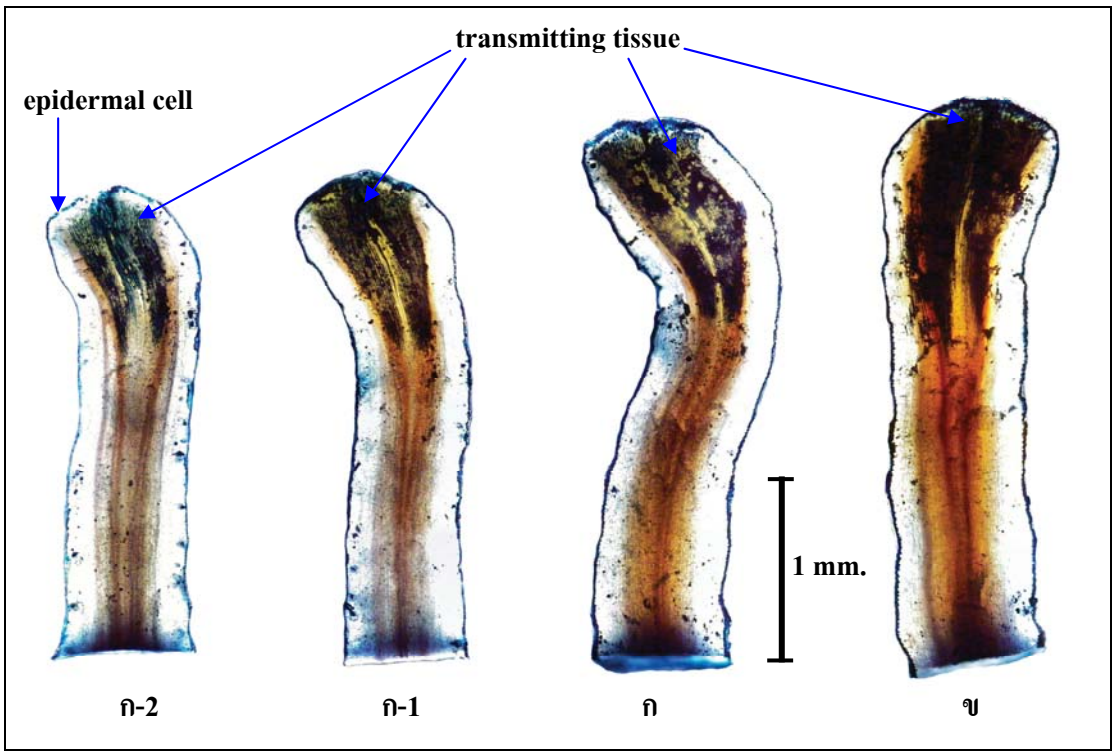
ภาพที่ 12 ภาพตัดขวางที่ระดับต่างๆ ของก้านชูเกสรเพศเมียของ *E. camaldulensis* ในแต่ละระยะการพัฒนาของดอก (ก) ดอกสีเขียวปนเหลือง (ข) ดอกสีเหลืองปนเขียว (ค) ดอกที่ฝาครอบดอกเริ่มแยกจากฐานรองดอก (ง) ดอกที่บาน 1 วัน และ (จ) ดอกที่ยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมเกสร แสดงความผันแปรของการติดสี Sudan Black B ที่ระดับต่างๆ ได้แก่ (1) บริเวณปลายยอดเกสรเพศเมีย (2) บริเวณเหนือส่วนโค้งของก้านชูเกสรเพศเมีย (3) บริเวณใต้ส่วนโค้งของก้านชูเกสรเพศเมีย (4) บริเวณฐานของก้านชูเกสรเพศเมีย

การศึกษาโดยการตัดตามขวางของก้านชูเกสรเพศเมียในทุกระยะการพัฒนาดอก พบว่าบริเวณตรงกลางของเนื้อเยื่อ transmitting tissue ย้อมไม่ติดสี ยกเว้นบริเวณปลายยอดเกสรเพศเมียซึ่งมีพื้นที่การติดสีเป็นบริเวณกว้างและติดเกือบทั่วพื้นที่หน้าตัดของก้านชูเกสรเพศเมียเหลือบริเวณไม่ติดสีหรือติดสีน้อยเพียงเล็กน้อย (ภาพที่ 12 -1(ก-จ)) แต่การตัดบริเวณเหนือส่วนโค้งของก้านชูเกสรเพศเมียปรากฏบริเวณที่ย้อมไม่ติดสีอย่างชัดเจน (ภาพที่ 12 -2 (ก-จ)) และเมื่อทำการตัดก้านชูเกสรเพศเมียในตำแหน่งด้านล่างของส่วนโค้งและบริเวณฐานของก้านชูเกสรเพศเมีย พบว่าเนื้อเยื่อ transmitting tissue นั้นย้อมไม่ติดสีในทุกระยะการพัฒนาของดอก (ภาพที่ 12-3 (ก-จ) และ 12-4 (ก-จ)) นอกจากนี้ยังพบว่ารูปร่างของ transmitting tissue บริเวณฐานของก้านชูเกสรเพศเมียมีลักษณะเป็นรูป 4 หรือ 5 แฉก ซึ่งสัมพันธ์กับจำนวน locules ภายในรังไข่ของแต่ละดอก โดยที่ในแต่ละดอกนั้นประกอบด้วย 4 หรือ 5 locules

จากการตรวจสอบ lipids ภายในก้านชูเกสรเพศเมียในแต่ละระยะการพัฒนาของดอก *E. camaldulensis* ทั้งโดยวิธีการผ่าตามยาวและการตัดตามขวางในตำแหน่งต่างๆ พบว่า ไม่สามารถใช้การตรวจสอบ lipids ด้วย Sudan Black B เพื่อบ่งบอกความแตกต่างของการพัฒนาของก้านชูเกสรเพศเมียในแต่ละระยะการพัฒนาดอกได้ เนื่องจากมีรูปแบบการย้อมติดสีที่เหมือนกันในทุกระยะการพัฒนาดอก เพื่อให้เกิดความกระจ่างชัดขึ้นจึงได้ทำการศึกษาในดอกที่มีอายุน้อยกว่าดอกสีเขียวปนเหลืองเพิ่มเติมอีก 2 ระยะการพัฒนา คือ (1) ดอกสีเขียวที่พัฒนาขนาดเต็มที่ และ (2) ดอกที่มีขนาดเล็กยังพัฒนาขยายขนาดไม่เต็มที่แต่ฝาครอบดอกชั้นที่ 1 หลุดออกไปแล้ว พบว่าสามารถย้อมติดสีในรูปแบบเดียวกันกับการศึกษาก่อนหน้านี้ (ภาพที่ 13 ก-1 และ 13 ก- 2) Trindade *et al.* (2001) ศึกษา lipids ใน *E. globulus* พบว่า lipids เป็นองค์ประกอบหลักของสารที่หลั่งจากยอดเกสรเพศเมีย และพบในก้านชูเกสรเพศเมียในดอกตั้งแต่ก่อนที่ฝาครอบดอกจะหลุด โดยพบปรากฏอยู่บริเวณปลายยอดเกสรเพศเมียโดยเฉพาะในส่วนของช่องว่างระหว่างเซลล์ (extracellular space)

จากผลการศึกษาพบว่าไม่สามารถใช้เทคนิคการย้อมสี lipids ด้วย Sudan Black B ในการบอกความแตกต่างของการพัฒนาภายในก้านชูเกสรเพศเมียของ *E. camaldulensis* ได้ เนื่องจากในทุกระยะการพัฒนาของดอกนั้นสามารถย้อมติดสีในรูปแบบเดียวกัน ทั้งนี้อาจเนื่องจากยูคาลิปตัสเป็นพืชที่มีการพัฒนาของดอกที่ส่วนสืบพันธุ์เพศผู้พัฒนาสมบูรณ์ก่อนส่วนสืบพันธุ์เพศเมีย (protandruos) ดังนั้นจึงต้องมีการเตรียมองค์ประกอบภายในก้านชูเกสรเพศเมียให้พร้อมต่อการผสมเกสร แม้ว่าดอกยังไม่พร้อมรับการผสมเกสร และแม้ว่าจะมี lipids เป็นองค์ประกอบภายในก้านชูเกสรเพศเมียพร้อมที่จะส่งเสริมให้ละอองเรณูงอกขณะที่ดอกยังไม่พัฒนาเต็มที่ แต่การผสม

เกสรจะสำเร็จหรือไม่นั้น นอกจากจะขึ้นอยู่กับโอกาสที่ละอองเรณูจะสัมผัสกับปลายยอดเกสรเพศเมียและสามารถงอกหลอดเรณูลงไปภายในก้านชูเกสรเพศเมียได้แล้ว ยังขึ้นกับความพร้อมของไข่อ่อนภายในรังไข่ด้วย จากการตรวจสอบพบ lipids ภายในก้านชูเกสรเพศเมียในระยะก่อนดอกบาน ยังช่วยอธิบายว่าดอกของ *E. camaldulensis* สามารถผสมเกสรได้ตั้งแต่ดอกยังไม่บาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อทำการตัดก้านชูเกสรเพศเมีย ซึ่งจากการศึกษาของ Harbard *et al*. (1999) ใน *E. globulus* สามารถทำการผสมเกสรครั้งเดียว (one stop pollination; OSP) โดยวิธีการตัดก้านชูเกสรเพศเมียของดอกที่บาน โดยที่ปลายยอดเกสรเพศเมียยังไม่พร้อมรับการผสมเกสร ให้ผลสำเร็จถึง 69% และสามารถผลิตเมล็ดได้ดีพอๆ กับการผสมขณะที่ก้านชูเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสม เกสร สมคิด และสุธีร์ (2543) ศึกษาการผสมครั้งเดียวใน *E. camaldulensis* โดยการตัดก้านชูเกสรเพศเมียของดอกก่อนบานสามารถผสมจนติดเป็นผลแก่และให้เมล็ดที่สมบูรณ์จำนวนมาก



ภาพที่ 13 การติดสี Sudan Black B ของ lipids ภายในก้านชูเกสรเพศเมียโดยผ่าตามยาวของ *E. camaldulensis*

(ก-2) ดอกที่ยังพัฒนาขยายขนาดไม่เต็มที่แต่ฝาครอบดอกชั้นที่ 1 หลุดร่วงไปแล้ว

(ก-1) ดอกสีเขียวที่พัฒนาขนาดเต็มที่

(ก) ดอกสีเขียวปนเหลือง (ข) ดอกสีเหลืองปนเขียว

3. ผลสำเร็จของการพัฒนาเป็นผลแก่ภายหลังการผสมเกสร

การศึกษาผลสำเร็จของการพัฒนาเป็นผลแก่ภายหลังการผสมเกสรโดยวิธีตัดก้านชูเกสรเพศเมีย ใน 5 ระยะการพัฒนาดอก ได้แก่ (1) ดอกสีเขียวปนเหลือง (2) ดอกสีเหลืองปนเขียว (3) ดอกที่ฝาครอบดอกเริ่มแยกจากฐานรองดอก (4) ดอกที่บาน 1 วัน และ (5) ดอกที่ยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมเกสร โดยทำการตัดก้านชูเกสรเพศเมีย 3 ตำแหน่ง ได้แก่ (1) บริเวณปลายยอดเกสรเพศเมีย (2) บริเวณกึ่งกลางของความยาวก้านชูเกสรเพศเมีย (3) บริเวณฐานของก้านชูเกสรเพศเมีย การศึกษาประกอบด้วย 13 การทดลอง (ตารางที่ 1) โดยแต่ละการทดลองทำการผสมเกสร 20 ดอก ดำเนินการผสมเกสรใน 3 สายต้น ได้แก่ สายต้น Eu1, Eu2 และ Eu3 พบว่า ในแต่ละสายต้นใช้ระยะเวลาในการพัฒนาเป็นผลแก่แตกต่างกัน โดยสายต้น Eu1 ใช้ระยะเวลาจากการผสมเกสรจนกระทั่งพัฒนาเป็นผลแก่ 11-12 สัปดาห์ ส่วนสายต้น Eu2 และ Eu3 ใช้เวลาจากการผสมเกสรจนกระทั่งพัฒนาเป็นผลแก่ เท่ากับ 23-24 สัปดาห์ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของสุธีร์ (2542) ซึ่งพบว่า ระยะเวลาตั้งแต่ดอกรับการผสมจนกระทั่งพัฒนาเป็นผลแก่ใช้เวลา 2.5-4.5 เดือน ทั้งนี้อาจเนื่องจากพันธุกรรมที่แตกต่างกัน

การศึกษาผลสำเร็จของการพัฒนาเป็นผลแก่ภายหลังการผสมเกสรไม่สามาถติดตามผลได้ครบถ้วนทุกสายต้น เนื่องจากสายต้น Eu3 นั้นมีกิ่งที่ค่อนข้างเปราะ ทำให้กิ่งที่ทำการผสมเกสรในแต่ละการทดลองหักสูญหาย ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้สามารถแสดงได้เพียงแนวโน้มผลสำเร็จของการพัฒนาเป็นผลในสายต้น Eu3 เปรียบเทียบกับผลสำเร็จในสายต้น Eu1 และสายต้น Eu2 ซึ่ง 2 สายต้นหลังสามารถเก็บข้อมูลได้ครบถ้วน ได้ผลการศึกษาดังนี้

3.1 การผสมเกสรเมื่อยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมเกสร

จากการศึกษาการผสมเกสรเมื่อยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมเกสร (control) พบว่า มีการพัฒนาเป็นผล 85% , 75% และ 55% ในสายต้น Eu1, Eu2 และ Eu3 ตามลำดับ (ตารางที่ 4 และภาพที่ 14) ผลสำเร็จในสายต้น Eu3 ที่น้อยกว่าสายต้น Eu1 และ Eu2 เนื่องจากเป็นสายต้นที่กิ่งค่อนข้างเปราะจึงเกิดการหักและสูญหายของช่อดอกที่ทำการศึกษา จึงไม่สามารถติดตามผลสำเร็จของการผสมเกสรได้ครบถ้วน แต่ก็พบว่าให้ผลสำเร็จที่ค่อนข้างสูงเช่นเดียวกับสายต้น Eu1 และ Eu2 การพัฒนาเป็นผลจากการผสมเกสรเมื่อยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมเกสร

ตารางที่ 4 จำนวนและเปอร์เซ็นต์ผลแก่ต่อจำนวนดอกที่ผสม 20 ดอกของ *E. camaldulensis* ที่ได้จากการผสมเกสรโดยวิธีการตัดก้านชูเกสรเพศเมียในแต่ละระยะการพัฒนาของดอก ใน *E. camaldulensis* 3 สายต้น

ระยะการพัฒนาดอก	ตำแหน่งตัด	จำนวนและเปอร์เซ็นต์ผลแก่ในแต่ละสายต้น					
		สายต้น Eu1		สายต้น Eu2		สายต้น Eu3	
		จำนวนผล	%	จำนวนผล	%	จำนวนผล	%
1. GY	1	10	50	14	70	0*	0*
	2	0	0	0	0	0*	0*
	3	0	0	0	0	0*	0*
2. YG	1	16	80	16	80	15	75
	2	8	40	1	5	1	5
	3	0	0	0	0	0	0
3. Dehisced	1	16	80	15	75	13	65
	2	2	10	5	25	0*	0*
	3	0	0	0	0	0	0
4. Anthesis	1	16	80	18	90	14	70
	2	7	35	4	20	0*	0*
	3	0	0	0	0	0	0
5. Control	-	17	85	15	75	11	55

หมายเหตุ

GY คือ ดอกสีเขียวปนเหลือง YG คือ ดอก สีเหลืองปนเขียว

Dehisced คือ ดอกที่ฝาครอบดอกเริ่มแยกจากฐานรองดอก

Anthesis คือ ดอกที่บาน 1 วัน

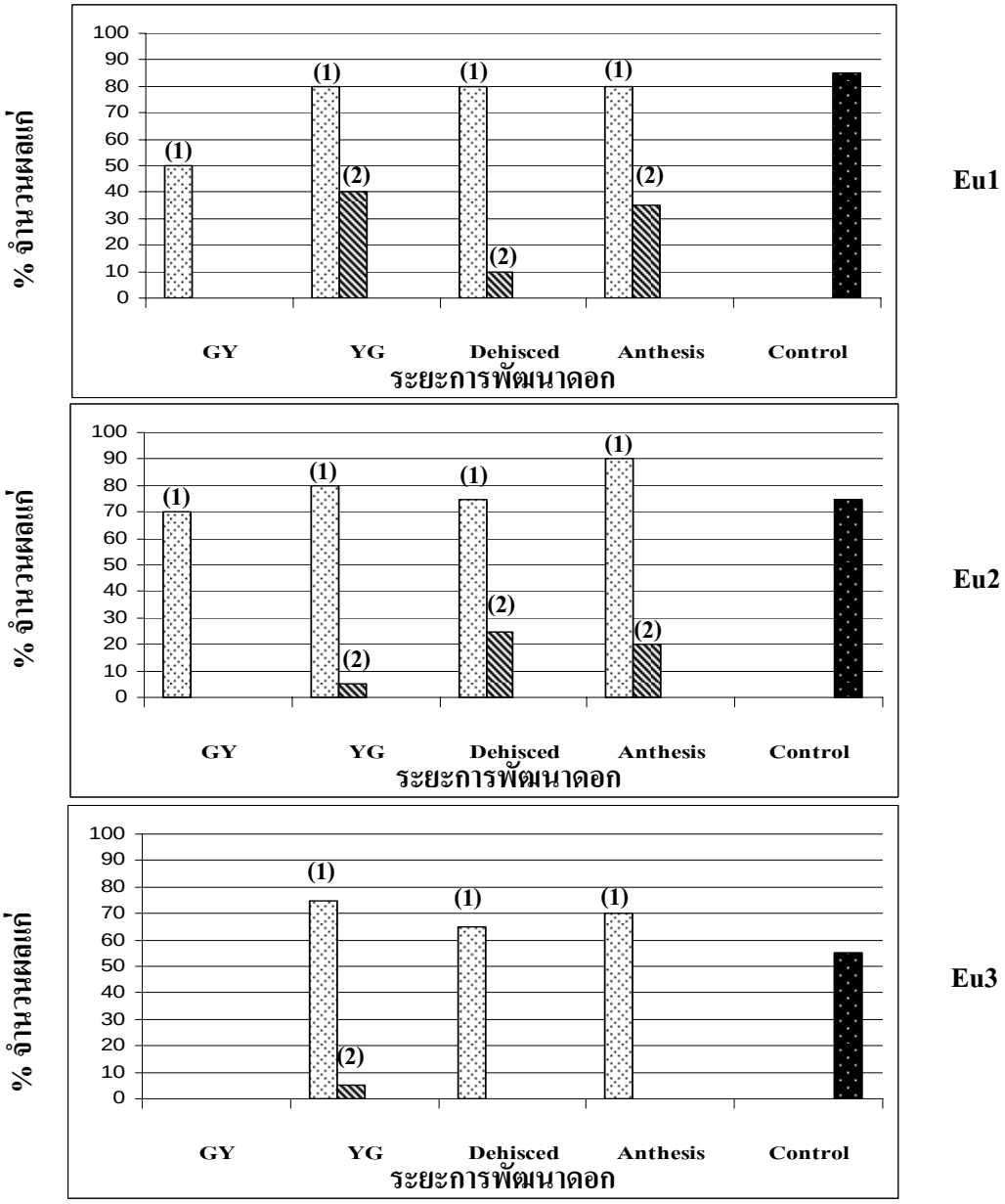
Control คือ การผสมเกสรเมื่อยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมเกสร

1 คือการตัดบริเวณปลายยอดเกสรเพศเมียแล้วทำการผสมทันที

2 คือการตัดบริเวณกึ่งกลางของก้านชูเกสรเพศเมียแล้วทำการผสมทันที

3 คือการตัดบริเวณฐานของก้านชูเกสรเพศเมียแล้วทำการผสมทันที

* คือ กิ่งหักสูญหาย ข้อมูลไม่ครบ



ภาพที่ 14 แผนภูมิแสดงผลสำเร็จของการพัฒนาเป็นผลแก่ (% จำนวนผลแก่) ภายหลังการผสมเกสรโดยวิธีการตัดก้านชูเกสรเพศเมียที่ปลายยอด (1) และตำแหน่งกึ่งกลางความยาวของก้านชูเกสรเพศเมีย (2) ในแต่ละระยะการพัฒนาดอก ใน *E. camaldulensis* ต่างสายต้น โดย GY คือ ดอกสีเขียวปนเหลือง YG คือ ดอกสีเหลืองปนเขียว Dehisced คือ ดอกที่ฝาครอบดอกเริ่มแยกจากฐานรองดอก Anthesis คือ ดอกบาน 1 วัน และ Control คือ ดอกที่ยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมเกสร

ให้ผลสำเร็จที่สูง น่าจะเนื่องจากในระยะที่ยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมเกสรบริเวณยอดเกสรเพศเมียมีสารละลายที่เอื้อต่อการงอกของละอองเรณูพอเพียงและความพร้อมของไข่อ่อนต่อการผสม ตลอดจนองค์ประกอบต่างๆ ภายในดอกได้พัฒนาพร้อมสำหรับการผสมเกสรมากกว่า จึงทำให้สามารถพัฒนาเป็นผลได้มาก นอกจากนี้ยังพบว่าแต่ละสายต้นมีระยะเวลาที่ก้านชูเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมเกสรแตกต่างกัน กล่าวคือ สายต้น Eu2 และ Eu3 ยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมภายหลังจากฝาครอบดอกเริ่มแยกจากฐานรองดอก 2 วัน สำหรับสายต้น Eu1 ยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมเกสรหลังจากฝาครอบดอกเริ่มแยกจากฐานรองดอก 2-5 วัน

3.2 <u>การผสมเกสรโดยวิธีการตัดก้านชูเกสรเพศเมีย</u>

การศึกษาผลสำเร็จของการผสมเกสรโดยวิธีการตัดก้านชูเกสรเพศเมีย 3 ตำแหน่ง ได้แก่ (1) บริเวณปลายยอดเกสรเพศเมีย (2) บริเวณกึ่งกลางของความยาวก้านชูเกสรเพศเมีย (3) บริเวณฐานของก้านชูเกสรเพศเมีย ใน 4 ระยะการพัฒนาดอก ได้แก่ ดอกสีเขียวปนเหลือง ดอกสีเหลืองปนเขียว ดอกที่ฝาครอบดอกเริ่มแยกออกจากฐานรองดอก และดอกที่บาน 1 วัน ใน *E. camaldulensis* 3 สายต้น ได้แก่สายต้น Eu1, Eu2 และ Eu3

การผสมเกสรโดยการตัดก้านชูเกสรเพศเมียบริเวณปลายยอดเกสรเพศเมียให้ผลสำเร็จของการพัฒนาเป็นผลที่สูงมาก เช่นเดียวกับการผสมเกสรโดยไม่ตัดก้านชูเกสรเพศเมียเมื่อยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมเกสร โดยให้ผลสำเร็จถึง 50-88 %, 70-80% และ 65-75% ในสายต้น Eu1, Eu2 และ Eu3 ตามลำดับ (ตารางที่ 3 และภาพที่ 14) ทั้งนี้อาจเนื่องจากการตัดบริเวณปลายยอดเกสรเพศเมียนั้นทำให้มีการหลั่งสารที่เพียงพอต่อการงอกของหลอดเรณู (Trendade *et al*., 2001) สอดคล้องกับการศึกษาของ Harbard *et al*. (1999) ซึ่งทำการศึกษาใน *E. globulus* พบว่า ให้ผลสำเร็จของการพัฒนาเป็นผลถึง 69% สำหรับการผสมเกสรโดยวิธีการตัดก้านชูเกสรเพศเมียบริเวณกึ่งกลางความยาวของก้านชูเกสรเพศเมีย พบว่า ให้ผลสำเร็จที่ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับการผสมเกสรโดยไม่ตัดก้านชูเกสรเพศเมียเมื่อยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมเกสร และการผสมเกสรโดยตัดบริเวณปลายยอดเกสรเพศเมีย โดยที่การผสมเกสรด้วยวิธีการตัดก้านชูเกสรเพศเมียบริเวณกึ่งกลางความยาวให้ผลสำเร็จเพียง 10-40%, 5-25% และ 5% ในสายต้น Eu1, Eu2 และ Eu3 ตามลำดับ ส่วนการผสมเกสรโดยวิธีการตัดก้านชูเกสรเพศเมียบริเวณฐานของก้านชูเกสรเพศเมีย พบว่า ไม่มีการพัฒนาเป็นผลในทุกระยะการพัฒนาดอกและทุกสายต้น (ตารางที่ 3 และภาพที่ 14)

เมื่อพิจารณาถึงระยะการพัฒนาดอกและตำแหน่งตัดก้านชูเกสรเพศเมียต่อความสำเร็จของการผสมเกสรด้วยวิธีการตัดก้านชูเกสรเพศเมีย พบว่า ดอกสีเหลืองปนเขียว ดอกที่ฝาครอบดอกเริ่มแยกจากฐานรองดอก และดอกบาน 1 วัน ให้ผลสำเร็จสูงกว่าดอกสีเขียวปนเหลืองเมื่อผสมเกสร โดยวิธีการตัดก้านชูเกสรเพศเมียบริเวณปลายยอดเกสรเพศเมีย และใกล้เคียงกับการผสมเกสรเมื่อยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมเกสร ทั้งใน 3 สายต้นที่ดำเนินการผสมเกสร (ตารางที่ 4 และภาพที่ 14) โดยพบว่าให้ผลสำเร็จสูงถึง 80%, 75-90% และ 65-75% ในสายต้น Eu1, Eu2 และ Eu3 ตามลำดับ ซึ่งในสายต้น Eu2 และ Eu3 ให้ผลสำเร็จสูงกว่าผลสำเร็จของการผสมเกสรเมื่อยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมเกสร สำหรับการผสมเกสรโดยวิธีการตัดก้านชูเกสรเพศเมียบริเวณกึ่งกลางความยาวของก้านชูเกสรเพศเมียในดอกสีเหลืองปนเขียว ดอกที่ฝาครอบดอกเริ่มแยกจากฐานรองดอก และดอกที่บาน 1 วัน พบว่า ให้ผลสำเร็จของการพัฒนาเป็นผลที่น้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับการผสมเกสรเมื่อยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมเกสร และการผสมเกสรโดยวิธีการตัดก้านชูเกสรเพศเมียบริเวณปลายยอดเกสรเพศเมียในทุกระยะการพัฒนาดอก โดยให้ผลสำเร็จเพียง 10-40%, 5-25% และ 5% ในสายต้น Eu1, Eu2 และ Eu3 ตามลำดับ แต่ในดอกสีเขียวปนเหลืองมีการติดผล เฉพาะในสายต้น Eu1 เพียง 10% เท่านั้น การผสมเกสรโดยวิธีการตัดก้านชูเกสรเพศเมียบริเวณฐานของก้านชูเกสรเพศเมียนั้นไม่มีการพัฒนาเป็นผลในทุกการทดลองและทุกสายต้น

เมื่อนำผลสำเร็จของการพัฒนาเป็นผลแก่พิจารณาร่วมกับผลการตรวจสอบ lipids ภายในก้านชูเกสรเพศเมีย พบว่า มีความสัมพันธ์กัน โดยการผสมเกสรโดยวิธีการตัดก้านชูเกสรเพศเมียบริเวณปลายยอดเกสรเพศเมีย ซึ่งจากการตรวจสอบ lipids พบว่ามี lipids อยู่บริเวณปลายยอดเกสรเพศเมียมากกว่าบริเวณอื่นๆ ให้ผลสำเร็จของการพัฒนาเป็นผลมากที่สุดในทุกระยะการพัฒนาดอก จากการผสมเกสรโดยวิธีการตัดก้านชูเกสรเพศเมียบริเวณกึ่งกลางความยาวซึ่งบริเวณดังกล่าวตรวจพบ lipids น้อยกว่าบริเวณปลายยอดของเกสรเพศเมียและให้ผลสำเร็จของการพัฒนาเป็นผลแก่น้อยตามลงด้วย ในการผสมเกสรโดยวิธีการตัดก้านชูเกสรเพศเมียบริเวณฐานซึ่งไม่พบ lipids และไม่มีการพัฒนาเป็นผลแก่ในทุกระยะการพัฒนาดอกและทุกสายต้น ทั้งนี้อาจแสดงว่า lipids ที่อยู่ภายในก้านชูเกสรเพศเมียนั้นมีบทบาทส่งเสริมการงอกของละอองเรณูและกระตุ้นการงอกของหลอดเรณู (Clifford and Sedgley, 1993) จากการศึกษาของ Wolters-Arts *et al*. (1998) ในพืชวงศ์ Solanaceae สรุปว่า lipids อาจมีบทบาทในการกำหนดทิศทางการงอกของหลอดเรณู เนื่องจากองค์ประกอบหลักของสารที่หลั่งออกมาจากยอดเกสรเพศเมียของพืชในวงศ์ Solanaceae คือ triglyceride (fatty acid chain-C18) ซึ่งมีคุณสมบัติไม่ชอบน้ำ (hydrophobic) โดยสัณนิษฐานว่า

คุณสมบัติไม่ชอบน้ำของสารที่หลั่งออกมาจากยอดเกสรเพศเมีย เป็นปัจจัยส่งเสริมในการทำให้ละอองเรณูสามารถเจริญเข้าไปภายในยอดเกสรเพศเมียได้ (Lush *et al.*, 2000) ปริมาณน้ำภายในสารที่หลั่งออกมาจากยอดเกสรเพศเมียเป็นปัจจัยในการกำหนดทิศทางการงอกของหลอดเรณู (Lush *et al.*, 1998) หลอดเรณูเจริญเข้าไปภายในยอดเกสรเพศเมียโดยผ่านทางช่องว่างระหว่างเซลล์ (Cresti *et al*., 1986) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Sedgley *et al*., (1989) พบว่าหลอดเรณูของ Eucalyptus นั้นจะงอกไปตามช่องว่างระหว่างเซลล์ของ transmitting tissue ที่ตัน ไม่ได้งอกไปในช่องว่างกลวงภายในก้านชูเกสรเพศเมีย ซึ่งจากการศึกษาในที่นี้ พบว่า บริเวณดังกล่าวมี lipids อยู่จึงทำให้การผสมเกสร โดยวิธีการตัดก้านชูเกสรเพศเมียบริเวณปลายยอดเกสรเพศเมียและบริเวณกึ่งกลางความยาวของก้านชูเกสรเพศเมียให้ผลสำเร็จของการพัฒนาเป็นผลแก่ได้ ซึ่งแตกต่างจากการผสมเกสร โดยวิธีการตัดก้านชูเกสรเพศเมียบริเวณฐานของก้านชูเกสรเพศเมีย ไม่สามารถพัฒนาเป็นผลแก่ได้ในทุกสายต้น เทคนิคการผสมเกสร โดยวิธีการตัดก้านชูเกสรเพศเมียนั้นนอกจากจะขึ้นอยู่กับการมี lipids เพียงพอแล้วยังขึ้นอยู่กับความพร้อมต่อการผสมของไข่อ่อนภายในรังไข่ด้วย ดังนั้นดอกสีเขียวปนเหลืองซึ่งเป็นดอกที่อยู่ในระยะการพัฒนาที่อ่อนที่สุดในการศึกษาครั้งนี้ให้ผลสำเร็จที่น้อยกว่าซึ่งน่าจะเป็นผลมาจากไข่อ่อนภายในรังไข่พร้อมต่อการผสมเกสรน้อยกว่าดอกที่อยู่ในระยะการพัฒนาที่แก่กว่า แต่จากการศึกษาของ Trindade *et.al*, (2001) ซึ่งศึกษาผลสำเร็จของการพัฒนาเป็นผลจากการผสมเกสร โดยวิธีการตัดก้านชูเกสรเพศเมียบริเวณปลายยอดเกสรเพศเมียในดอกระยะการพัฒนาต่างๆ กันของ *E. globulus* ได้แก่ดอกที่ฝาครอบดอกยังไม่แยกจากฐานรองดอก ดอกที่ฝาครอบดอกเริ่มแยกจากฐานรองดอก และดอกที่ยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมเกสร พบว่า การผสมเกสรด้วยวิธีการตัดก้านชูเกสรเพศเมียบริเวณปลายยอดเกสรเพศเมียของดอกที่ฝาครอบดอกเริ่มแยกจากฐานรองดอก ให้ผลสำเร็จของการพัฒนาเป็นผลมากที่สุด คือ 44.6% รองลงมาได้แก่การผสมเกสร โดยการตัดก้านชูเกสรเพศเมียบริเวณปลายยอดของดอกที่ฝาครอบดอกยังไม่แยกจากฐานรองดอก และดอกที่ยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมเกสรซึ่งให้ผลสำเร็จของการพัฒนาเป็นผล เท่ากับ 25% และ 14.1% ตามลำดับ

3.3 <u>ขนาดเฉลี่ยของผล</u>

จากการทำการผสมเกสรโดยวิธีการตัดก้านชูเกสรเพศเมียและติดตามจนผลแก่เต็มที่เก็บผลที่แก่มาวัดขนาด 2 ครั้งตั้งฉากกันและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างขนาดผลที่ได้จากการผสมเกสรในแต่ละการทดลองของแต่ละสายต้น และกับผลที่เกิดจากการผสมเกสรตามธรรมชาติ (open pollination) ได้ผลการศึกษาดังนี้

ผลการศึกษาพบว่าขนาดผลแตกต่างกันในแต่ละสายต้น ทั้งนี้เนื่องจากมีพันธุกรรมที่แตกต่างกัน โดยสายต้น Eu2 มีขนาดผลเล็กที่สุด มีขนาดผล 0.565-0.656 เซนติเมตร รองลงมาได้แก่สายต้น Eu1 มีขนาดผล 0.567-0.666 เซนติเมตร สายต้น Eu3 เป็นสายต้นที่มีผลขนาดใหญ่ที่สุด มีขนาดผล 0.729-0.830 เซนติเมตร (ตารางที่ 5)

เมื่อพิจารณาถึงขนาดผลที่เกิดจากการผสมเกสรในดอกที่อยู่ในระยะการพัฒนาดอกต่างกัน และจากการตัดก้านชูเกสรเพศเมียที่ตำแหน่งแตกต่างกัน พบว่า ขนาดผลเฉลี่ยของแต่ละการทดลองมีขนาดที่ผันแปรไป (ตารางที่ 5 และ ตารางผนวกที่ 2-4) โดยขนาดเฉลี่ยของผลแตกต่างกันไม่มากนัก ในสายต้น Eu1 ขนาดผลเฉลี่ยที่เกิดจากการผสมเกสรโดยวิธีการตัดก้านชูเกสรเพศเมียบริเวณปลายยอดในดอกสีเหลืองปนเขียว ดอกที่ฝาครอบดอกเริ่มแยกจากฐานรองดอก และดอกที่บาน 1 วัน มีขนาดผลใหญ่กว่าการผสมเกสรโดยวิธีการตัดก้านชูเกสรเพศเมียบริเวณกึ่งกลางความยาวในระยะการพัฒนาดอกเดียวกัน โดยผลที่เกิดจากการผสมเกสรโดยวิธีการตัดก้านชูเกสรเพศเมียของดอกที่ฝาครอบดอกเริ่มแยกจากฐานรองดอกมีขนาดผลเฉลี่ยใหญ่ที่สุด คือ 0.666 ± 0.022 เซนติเมตร ผลที่เกิดจากการผสมเกสรดอกที่อยู่ในระยะการพัฒนาที่อ่อนที่สุด คือดอกสีเขียวปนเหลืองมีขนาดที่ไม่แตกต่างจากดอกที่อยู่ในระยะการพัฒนาที่แก่กว่า (0.638 ± 0.020 เซนติเมตร) ซึ่งมีขนาดใหญ่กว่าผลที่เกิดจากการผสมเกสรเมื่อยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมเกสร ซึ่งมีขนาดผลเฉลี่ยเท่ากับ 0.567 ± 0.029 เซนติเมตร สำหรับในสายต้น Eu2 พบว่า ผลที่เกิดจากการผสมเกสรโดยวิธีการตัดปลายยอดก้านชูเกสรเพศเมียของดอกที่ฝาครอบดอกเริ่มแยกจากฐานรองดอกมีขนาดผลเฉลี่ยใหญ่ที่สุด คือ 0.656 ± 0.024 เซนติเมตร และผลที่เกิดจากการผสมเกสรโดยวิธีการตัดก้านชูเกสรเพศเมียบริเวณปลายยอดของดอกที่บาน 1 วัน มีขนาดผลเฉลี่ยเล็กที่สุด (0.565 ± 0.019 เซนติเมตร) และสายต้น Eu3 ผลที่เกิดจากการผสมเกสรตามธรรมชาติมีขนาดผลเฉลี่ยใหญ่ที่สุด (0.830 ± 0.020 เซนติเมตร) ผลที่เกิดจากการผสมเกสรโดยวิธีการตัดก้านชูเกสรเพศเมียบริเวณปลายยอดเกสรเพศเมียของดอกที่บาน 1 วัน มีขนาดผลเฉลี่ยเล็กที่สุด มีขนาดผล

ตารางที่ 5 ขนาดเฉลี่ยของผลที่ได้จากการผสมเกสรในแต่ละการทดลอง เปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการผสมเกสรตามธรรมชาติ

ระยะการพัฒนาดอก	ตำแหน่งตัด	ขนาดผลเฉลี่ย (เซนติเมตร)		
		สายต้น Eu1	สายต้น Eu2	สายต้น Eu3
1. GY	1	0.638 ± 0.020	0.609 ± 0.033	*
	2	-	-	*
	3	-	-	*
2. YG	1	0.630 ± 0.079	0.624 ± 0.032	0.772 ± 0.030
	2	0.617 ± 0.040	0.610	0.765
	3	-	-	-
3. Dehisced	1	0.666 ± 0.022	0.656 ± 0.024	0.786 ± 0.040
	2	0.638 ± 0.025	0.596 ± 0.026	*
	3	-	-	-
4. Anthesis	1	0.621 ± 0.051	0.565 ± 0.019	0.729 ± 0.047
	2	0.613 ± 0.025	0.594 ± 0.015	*
	3	-	-	-
5. Control	-	0.567 ± 0.029	0.587 ± 0.023	0.797 ± 0.070
6. Open pollination	-	0.640 ± 0.026	0.626 ± 0.017	0.830 ± 0.020

หมายเหตุ

GY คือ ดอกสีเขียวปนเหลือง

YG คือ ดอก สีเหลืองปนเขียว

Dehisced คือ ดอกที่ฝาครอบดอกเริ่มแยกจากฐานรองดอก

Anthesis คือ ดอกที่บาน 1 วัน

Open pollination คือ การผสมเกสรตามธรรมชาติ

Control คือ การผสมเกสรเมื่อยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมเกสร

1. คือการตัดบริเวณปลายยอดเกสรเพศเมียแล้วทำการผสมทันที
2. คือการตัดบริเวณกึ่งกลางของก้านชูเกสรเพศเมียแล้วทำการผสมทันที
3. คือการตัดบริเวณฐานของก้านชูเกสรเพศเมียแล้วทำการผสมทันที

* คือ กิ่งหักสูญหาย ข้อมูลไม่ครบ

เฉลี่ยเท่ากับ 0.729 ± 0.047 เซนติเมตร (ตารางที่ 5) ขนาดของผลมีความสัมพันธ์กับปริมาณเมล็ดในผล

4. <u>ผลผลิตเมล็ด</u>

4.1 ผลผลิตเมล็ดที่ได้รับการผสมเฉลี่ยต่อผล

ผลการศึกษาจำนวนและเปอร์เซ็นต์เมล็ดที่ได้รับการผสมเฉลี่ยต่อผลจากการผสมเกสรโดยวิธีการตัดก้านชูเกสรเพศเมียในแต่ละระยะการพัฒนาดอกและตำแหน่งตัด เปรียบเทียบกับจำนวนเมล็ดที่ได้รับการผสมจากการผสมเกสรเมื่อยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสม และเมล็ดที่ได้รับการผสมที่เกิดจากการผสมเกสรตามธรรมชาติ พบว่า การผสมเมื่อยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสม (control) ให้จำนวนเมล็ดที่ได้รับการผสมเฉลี่ยต่อผลมากที่สุด ในทั้ง 3 สายต้น (ตารางที่ 6 และภาพที่ 15) โดยสายต้น Eu2 ให้จำนวนเมล็ดที่ได้รับการผสมเฉลี่ยต่อผลมากที่สุด คือ 133.1±34.5 เมล็ด รองลงมาได้แก่สายต้น Eu3 ให้จำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผลเท่ากับ 127.6±30.9 เมล็ด และสายต้น Eu1 ให้จำนวนเมล็ดที่ได้รับการผสมเฉลี่ยต่อผล 91.8±12.5 เมล็ด คิดเป็น 44.70%, 34.05% และ 51.97% ของไข่อ่อนภายในรังไข่ ในสายต้น Eu1, Eu2 และ Eu3 ตามลำดับ การผสมเกสรตามธรรมชาติให้จำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผลน้อยมาก โดยให้จำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผลเท่ากับ 6.0 ± 2.6 เมล็ด ในสายต้น Eu1 43.2±8.7 เมล็ด ในสายต้น Eu2 และ 2.34 ± 1.19 เมล็ด ในสายต้น Eu3 คิดเป็น 2.57%, 11.85% และ 2.34% ของไข่อ่อนภายในรังไข่ ในสายต้น Eu1, Eu2 และ Eu3 ตามลำดับ จำนวนเมล็ดจากการผสมเกสรโดยวิธีการตัดก้านชูเกสรเพศเมียในแต่ละระยะการพัฒนาดอกและการตัดแต่ละตำแหน่งของก้านชูเกสรเพศเมีย พบว่า การตัดบริเวณปลายยอดให้จำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผลมากกว่าการตัดในตำแหน่งอื่นๆ ในทุกระยะการพัฒนาดอก และได้ผลเช่นเดียวกันในทุกสายต้น การผสมเกสรโดยการตัดบริเวณกึ่งกลางความยาวของก้านชูเกสรเพศเมียสามารถให้เมล็ดได้แต่มีจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผลน้อยกว่าการผสมเกสรโดยการตัดบริเวณปลายยอดเกสรเพศเมียเป็นอย่างมาก กล่าวคือ การผสมเกสรโดยการตัดบริเวณปลายยอด ให้จำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผล 15.4 ± 4.6 - 64.9±29.1 เมล็ด ในสายต้น Eu1 6.1±9.4 – 113.1±46.0 เมล็ด ในสายต้น Eu2 และ 31.3±20.3 – 72.5±39.0 เมล็ด ในสายต้น Eu3 คิดเป็น 6.89-32.74%, 1.70-28.63% และ 7.92-19.62% ของไข่อ่อนภายในรังไข่ ในสายต้น Eu1, Eu2 และEu3 ตามลำดับ (ตารางที่ 6 และภาพที่ 15) Harbard *et al.* (1999) ได้ทำการศึกษาใน *E. globulus* พบว่า การผสมเกสรโดยวิธีการตัดก้านชูเกสรเพศเมียบริเวณปลายยอดให้ผลสำเร็จของการพัฒนาเป็นผลถึง 69% และให้จำนวน

ตารางที่ 6 จำนวนและเปอร์เซ็นต์ของเมล็ดที่ได้รับการผสมเฉลี่ยต่อผลจากการผสมเกสรโดยวิธีการตัดก้านชูเกสรเพศเมีย เปรียบเทียบกับเมล็ดที่ได้รับการผสมจากการผสมเกสรเมื่อยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมเกสรและการผสมเกสรตามธรรมชาติ

ระยะการพัฒนาดอก	ตำแหน่งตัด	ผลผลิตเมล็ดในสายต้นต่างๆ (เมล็ด / ผล)					
		Eu1		Eu2		Eu3	
		จำนวน	%	จำนวน	%	จำนวน	%
1. ดอกสีเขียวปนเหลือง	1	15.4 ± 4.6	6.89	6.1 ± 9.4	1.70	0*	0.00*
	2	0.0	0.00	0.0	0.00	0*	0.00*
	3	0.0	0.00	0.0	0.00	0*	0.00*
2. ดอกสีเหลืองปนเขียว	1	25.9 ± 10.1	12.27	51.7 ± 30.9	13.73	72.5 ± 39.0	19.62
	2	4.4 ± 3.8	2.07	27.0	6.22	6.0	1.64
	3	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00
3. ดอกที่ฝาครอบดอกเริ่มแยกจากฐานรองดอก	1	44.3 ± 21.7	21.15	113.1 ± 46.0	28.63	31.3 ± 20.3	7.92
	2	8.5 ± 2.1	3.79	12.0 ± 12.3	3.44	0*	0.00*
	3	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00
4. ดอกบาน 1 วัน	1	64.9 ± 29.1	32.74	36.9 ± 35.6	10.99	37.6 ± 33.6	10.28
	2	16.4 ± 17.0	8.14	18.0 ± 5.7	4.94	0*	0.00*
	3	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ระยะการพัฒนาดอก	ตำแหน่งตัด	ผลผลิตเมล็ดในสายต้นต่างๆ (เมล็ด / ผล)					
		Eu1		Eu2		Eu3	
		จำนวน	%	จำนวน	%	จำนวน	%
5. Control	-	91.8 ± 12.5	51.97	133.1 ± 34.5	44.70	127.6 ± 30.9	34.05
6. Open pollination	-	6.0 ± 2.6	2.57	43.2 ± 8.7	11.85	10.3 ± 4.5	2.34

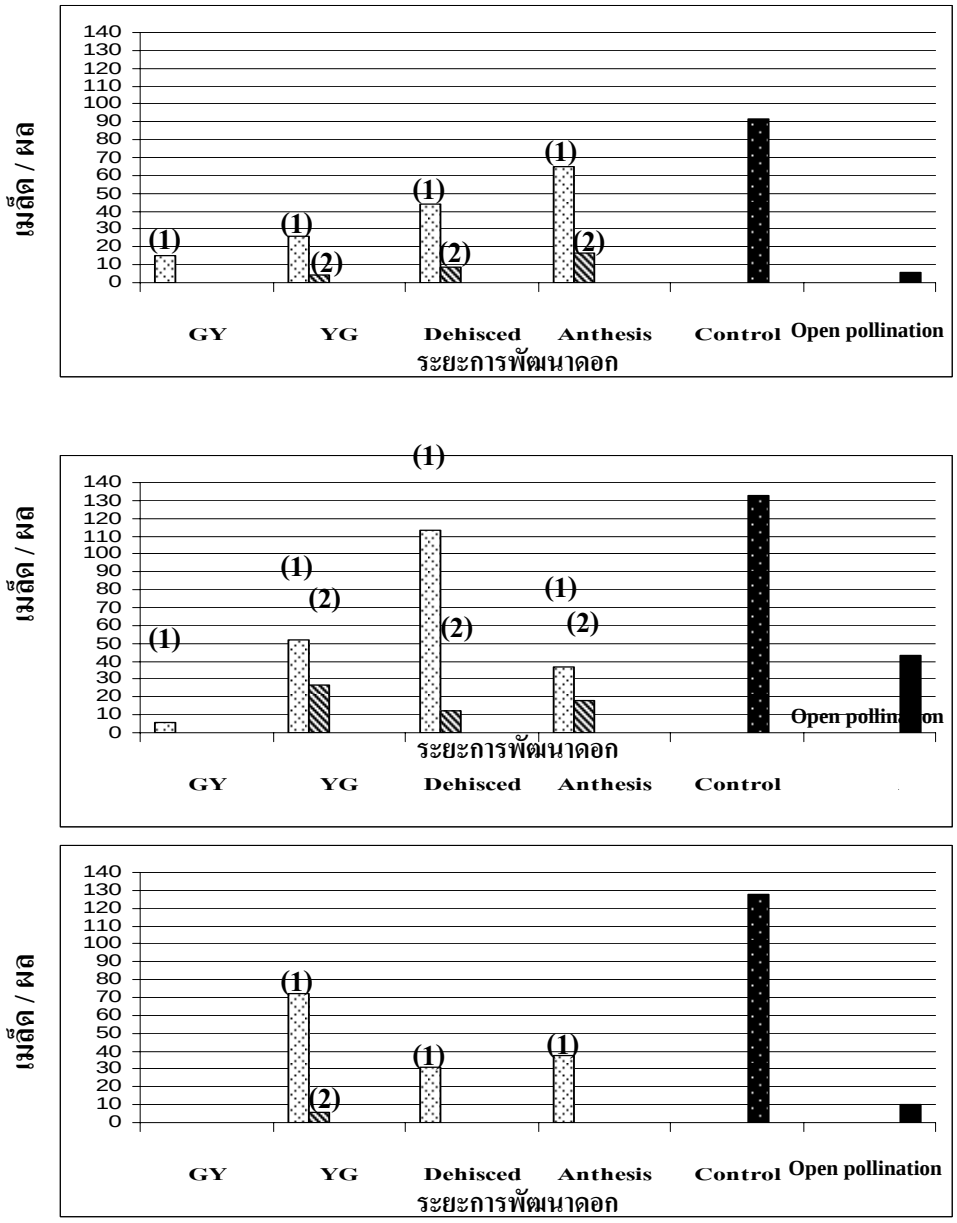
หมายเหตุ

Control คือ การผสมเกสรเมื่อยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมเกสร

Open pollination คือ การผสมเกสรตามธรรมชาติ

1. คือการตัดบริเวณปลายยอดเกสรเพศเมียแล้วทำการผสมทันที
2. คือการตัดบริเวณกึ่งกลางของก้านชูเกสรเพศเมียแล้วทำการผสมทันที
3. คือการตัดบริเวณฐานของก้านชูเกสรเพศเมียแล้วทำการผสมทันที

* คือ กิ่งหักสูญหาย ข้อมูลไม่ครบ



ภาพที่ 15 แผนภูมิแสดงจำนวนเมล็ดที่ได้รับการผสมเฉลี่ยต่อผลจากการผสมเกสรโดยวิธีการตัดก้านชูเกสรเพศเมียในแต่ละระยะการพัฒนาดอกและการตัดก้านชูเกสรเพศเมียแต่ละตำแหน่งใน *E. camaldulensis* ต่างสายต้น โดย GY คือ ดอกสีเขียวปนเหลือง YG คือ ดอกสีเหลืองปนเขียว, Dehisced คือ ดอกที่ฝาครอบดอกเริ่มแยกจากฐานรองดอก Anthesis คือ ดอกบาน 1 วัน, Control คือ การผสมเกสรเมื่อยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมเกสร และ Open pollination คือ การผสมเกสรตามธรรมชาติ โดย (1) คือ การตัดบริเวณปลายยอดเกสรเพศเมีย, (2) คือ การตัดบริเวณกึ่งกลางก้านชูเกสรเพศเมีย

เมล็ดเฉลี่ยต่อผลเท่ากับ 26 เมล็ด โดยเมล็ดที่เกิดจากการผสมเกสรตามธรรมชาตินั้นให้จำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผลเพียง 12 เมล็ดเท่านั้น

เมื่อเปรียบเทียบแรงงานที่ใช้ในการผสมเกสร 1,000 ดอก การผสมเกสรครั้งเดียว (โดยวิธีการตัดก้านชูเกสรเพศเมีย) ใช้แรงงานน้อยกว่ากับการผสมเกสรแบบควบคุมตามปรกติ คือ การผสมเกสรเมื่อยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมถึงเท่าตัว เนื่องจากการผสมแบบควบคุมตามปรกติต้องเสียเวลาในการเปิดและคลุมถุง รวมถึงจำนวนครั้งในการผสมเกสรที่มากกว่าด้วย เพราะปรกติแล้วจะต้องทำการผสมเกสร 2-3 ครั้งต่อดอก และเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดจำนวน 1,000 เมล็ดที่ผลิตได้ พบว่า สามารถลดแรงงานลงได้ถึง 5 เท่า นอกจากนี้ยังพบว่าสามารถลดค่าใช้จ่ายในการผลิตเมล็ดได้ถึง 7 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับการผสมเกสรแบบควบคุมตามปรกติ (control)

จากผลการศึกษาจะเห็นว่าจำนวนเมล็ดที่ได้รับการผสมจากการผสมเกสรเมื่อยอดเกสรเพศเมียที่พร้อมรับการผสม (control) ในทุกสายต้น มีจำนวนเมล็ดที่ได้รับการผสมเฉลี่ยต่อผลมากกว่าการผสมเกสรตามธรรมชาติ (open pollination) ทั้งนี้อาจเนื่องจาก *E. camaldulensis* นั้นมีกลไกที่ส่งเสริมการถ่ายเรณูข้ามต้นมากกว่า ในการศึกษาการผสมเกสรเมื่อยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมเกสร (control) ในที่นี้เป็นการถ่ายเรณูข้ามต้นโดยนำละอองเรณูสดมาจากสายต้น Eu4 ซึ่งแตกต่างกับจำนวนเมล็ดที่ได้รับการผสมที่เกิดจากการผสมตามธรรมชาติ (open pollination) นั้นน่าจะเกิดจากการผสมภายในต้น (selfing) จึงทำให้มีจำนวนเมล็ดที่ได้รับการผสมน้อย ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของสุธีร์ และสมคิด (2542) ที่พบว่า *E. camaldulensis* มีกลไกที่ส่งเสริมการถ่ายเรณูแบบข้ามต้น เพราะผลที่เกิดจากการถ่ายเรณูข้ามต้นมีจำนวนเมล็ดต่อผลมากกว่าจำนวนเมล็ดต่อผลของผลที่มีการถ่ายเรณูในต้นเดียวกันทั้งในดอกเดียวกันและต่างดอก Pound *et al.* (2002) ได้ศึกษากลไกการผสมตัวเองไม่ได้ใน *E. globulus* spp. *globulus* โดยทำการศึกษาใน 3 สายต้น และพบว่ามีอัตราการผสมตัวเองไม่ได้ถึง 76, 99.6 และ 100% และเมื่อทำการศึกษาการพัฒนาของไข่อ่อนภายหลังการผสมเกสร 4 สัปดาห์ พบว่าไข่อ่อนที่เกิดจากการผสมข้ามมีความสมบูรณ์มากกว่าไข่อ่อนที่เกิดจากการผสมตัวเอง นอกจากนี้ยังพบว่าไข่อ่อน จำนวนครึ่งหนึ่งนั้นไม่ได้รับการผสมทั้งในการผสมข้ามและการผสมตัวเอง

เมื่อพิจารณาจำนวนเมล็ดที่ได้รับการผสมเฉลี่ยต่อผล และขนาดผลที่ได้จากการผสมในแต่ละการทดลอง พบว่า ไม่สามารถใช้ขนาดของผลบ่งบอกถึงจำนวนเมล็ดที่ได้รับการผสมเฉลี่ยต่อผลได้ เนื่องจากในแต่ละสายต้นมีขนาดผลไม่เท่ากันและผลที่มีขนาดใหญ่กว่าไม่ได้ให้จำนวนเมล็ดที่ได้รับการผสมมากกว่าผลที่มีขนาดเล็กกว่า (ตารางที่ 7) ทั้งนี้เนื่องจากพันธุกรรมที่แตกต่างกันในแต่ละสายต้น และความผันแปรที่เกิดตามธรรมชาติ ทำให้ในสายต้นเดียวกันมีขนาดผลที่แตกต่างกัน โดยในสายต้น Eu1 พบว่า ผลที่เกิดจากการผสมเกสรโดยวิธีการตัดก้านชูเกสรเพศเมียบริเวณปลายยอดของดอกที่ฝาครอบดอกเริ่มแยกจากฐานรองดอกมีขนาดผลเฉลี่ยใหญ่ที่สุด มีขนาดผลเท่ากับ 0.666 ±0.022 เซนติเมตร ให้จำนวนเมล็ดที่ได้รับการผสมเฉลี่ยต่อผลเท่ากับ 44.3 ± 21.3 เมล็ด ซึ่งให้จำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผลน้อยกว่าผลที่มีขนาดเล็กกว่าที่เกิดจากการผสมเมื่อยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสม มีขนาดผลเท่ากับ 0.567 ± 0.029 เซนติเมตร แต่ให้เมล็ดที่ได้รับการผสมเฉลี่ยต่อผลถึง 91.8 ± 12.5 เมล็ด ในสายต้น Eu2 พบว่า ผลที่เกิดจากการผสมเกสรโดยวิธีการตัดก้านชูเกสรเพศเมียบริเวณปลายยอดของดอกที่ฝาครอบดอกเริ่มแยกจากฐานรองดอกมีขนาดผลเฉลี่ยใหญ่ที่สุด มีขนาดผลเท่ากับ 0.656 ± 0.024 เซนติเมตร ให้จำนวนเมล็ดที่ได้รับการผสมเฉลี่ยต่อผลเท่ากับ 113.1 ± 46.0 เมล็ด เมื่อเปรียบเทียบกับผลที่เกิดจากการผสมเกสรเมื่อยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสม มีขนาดเท่ากับ 0.587 ± 0.023 เซนติเมตร ซึ่งผลมีขนาดเล็กกว่าแต่ให้เมล็ดที่ได้รับการผสมเฉลี่ยต่อผล 133.1 ± 34.5 เมล็ด เช่นเดียวกับในสายต้น Eu3 ซึ่งผลที่เกิดจากการผสมเกสรเมื่อยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสม มีผลขนาดเล็กกว่าการผสมเกสรที่เกิดตามธรรมชาติ มีขนาดผลเท่ากับ 0.797 ± 0.070 เซนติเมตร ให้จำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผลเท่ากับ 127.6 ± 30.9 เมล็ด แต่ผลที่เกิดจากการผสมเกสรตามธรรมชาติให้ผลขนาดใหญ่ที่สุด มีขนาดผลเท่ากับ 0.830 ± 0.020 เซนติเมตร แต่ให้จำนวนเมล็ดที่ได้รับการผสมเฉลี่ยต่อผล เพียง 10.3 ± 4.5 เมล็ด (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 ขนาดผลเฉลี่ย (เซนติเมตร) และจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผลในสายต้นต่างๆ จากการผสมเกสรโดยวิธีการตัดก้านชูเกสรเพศเมีย เปรียบเทียบกับผลที่เกิดจากการผสมเกสรเมื่อยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมเกสรและการผสมเกสรตามธรรมชาติ

ระยะการพัฒนาดอก	ตำแหน่งตัด	ขนาดผลเฉลี่ย (เซนติเมตร) และจำนวนมล็ดเฉลี่ยต่อผลในสายต้นต่างๆ					
		สายต้น Eu1		สายต้น Eu2		สายต้น Eu3	
		ขนาดผลเฉลี่ย	จำนวนเมล็ด	ขนาดผลเฉลี่ย	จำนวนเมล็ด	ขนาดผลเฉลี่ย	จำนวนเมล็ด
1. ดอกสีเขียวปนเหลือง	1	0.638 ± 0.020	15.4 ± 4.6	0.609 ± 0.033	6.1 ± 9.4	-	-
	2	-	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	-	-
2. ดอกสีเหลืองปนเขียว	1	0.630 ± 0.079	25.9 ± 10.1	0.624 ± 0.032	51.7 ± 30.9	0.772 ± 0.030	72.5 ± 39.0
	2	0.617 ± 0.040	4.4 ± 3.8	0.610	27.0	0.765	6.0
	3	-	-	-	-	-	-
3. ดอกที่ฝาครอบดอกเริ่มแยกจากฐานรองดอก	1	0.666 ± 0.022	44.3 ± 21.7	0.656 ± 0.024	113.1 ± 46.0	0.786 ± 0.040	31.3 ± 20.3
	2	0.638 ± 0.025	8.5 ± 2.1	0.596 ± 0.026	12.0 ± 12.3	-	-
	3	-	-	-	-	-	-
4. ดอกบาน 1 วัน	1	0.621 ± 0.051	64.9 ± 29.1	0.565 ± 0.019	36.9 ± 35.6	0.729 ± 0.047	37.6 ± 33.6
	2	0.613 ± 0.025	16.4 ± 17.0	0.594 ± 0.015	18.0 ± 5.7	-	-
	3	-	-	-	-	-	-

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ระยะการพัฒนาดอก	ตำแหน่งตัด	ขนาดผลเฉลี่ย (เซนติเมตร) และจำนวนมล็ดเฉลี่ยต่อผลในสายต้นต่างๆ					
		สายต้น Eu1		สายต้น Eu2		สายต้น Eu3	
		ขนาดผลเฉลี่ย	จำนวนเมล็ด	ขนาดผลเฉลี่ย	จำนวนเมล็ด	ขนาดผลเฉลี่ย	จำนวนเมล็ด
5. Control	-	0.567 ± 0.029	91.8 ± 12.5	0.587 ± 0.023	133.1 ± 34.5	0.797 ± 0.070	127.6 ± 30.9
6. Open pollination	-	0.640 ± 0.026	6.0 ± 2.6	0.626 ± 0.017	43.2 ± 8.7	0.830 ± 0.020	10.3 ± 4.5

หมายเหตุ

Control คือ การผสมเกสรเมื่อยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมเกสร

Open pollination คือ การผสมเกสรตามธรรมชาติ

1. คือการตัดบริเวณปลายยอดเกสรเพศเมียแล้วทำการผสมทันที
2. คือการตัดบริเวณกึ่งกลางของก้านชูเกสรเพศเมียแล้วทำการผสมทันที
3. คือการตัดบริเวณฐานของก้านชูเกสรเพศเมียแล้วทำการผสมทันที

* คือ กิ่งหักสูญหาย ข้อมูลไม่ครบ

4.2 น้ำหนักเฉลี่ยต่อ 100 เมล็ด

เมื่อนำเมล็ดที่ได้รับการผสมในแต่ละการทดลองของแต่ละสายต้นมาสุ่มนับเพื่อชั่งหาน้ำหนักเฉลี่ยต่อ 100 เมล็ด (ตารางที่ 9 และภาพที่ 16) พบว่า เมล็ดที่ได้จากการผสมเกสรเมื่อยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสม มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อ 100 เมล็ดน้อยที่สุดในทุกสายต้น โดยมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อ 100 เมล็ด เท่ากับ 11.4 ±0.4, 8.8±0.6 และ 20.9±4.3 มิลลิกรัม ในสายต้น Eu1, Eu2 และ Eu3 ตามลำดับ เมล็ดที่เกิดจากการผสมเกสรตามธรรมชาติมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อ 100 เมล็ดค่อนข้างมากในทุกสายต้น โดยมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อ 100 เมล็ด เท่ากับ 35.7±0.9, 27.4±1.4 และ 56.7±1.8 มิลลิกรัม ในสายต้น Eu1, Eu2 และ Eu3 ตามลำดับ สำหรับเมล็ดที่ได้จากการผสมเกสรโดยวิธีการตัดก้านชูเกสรเพศเมียในแต่ละระยะการพัฒนาดอกและตำแหน่งตัด พบว่ามีน้ำหนักเฉลี่ยต่อ 100 เมล็ดแตกต่างกันอย่างมากในทุกสายต้น เมล็ดที่ได้จากการผสมเกสรโดยวิธีการตัดก้านชูเกสรเพศเมียบริเวณกึ่งกลางความยาวของก้านชูเกสรเพศเมียมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อ 100 เมล็ดมากกว่าเมล็ดที่เกิดจากการผสมเกสรโดยการตัดบริเวณปลายยอดเกสรเพศเมียในทุกระยะการพัฒนาดอกและเหมือนกันทุกสายต้น โดยเมล็ดที่ได้จากการผสมเกสรโดยตัดปลายยอดก้านชูเกสรเพศเมียในดอกสีเขียวปนเหลือง ดอกสีเหลืองปนเขียว ดอกที่ฝาครอบดอกเริ่มแยกจากฐานรองดอก และดอกที่บาน 1 วัน มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อ 100 เมล็ดเท่ากับ 29.4±0.07, 40.5±1.2, 24.8±1.4 และ 19.2±1.0 มิลลิกรัม ตามลำดับ ในสายต้น Eu1 และมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อ 100 เมล็ด เท่ากับ 31.7, 15.5±1.0, 0.8 และ 14.9±0.9 มิลลิกรัม ตามลำดับ ในสายต้น Eu2 ส่วนในสายต้น Eu3 เมล็ดที่ได้จากการผสมเกสรโดยตัดบริเวณปลายยอดเกสรเพศเมียในดอกสีเหลืองปนเขียว ดอกที่ฝาครอบดอกเริ่มแยกจากฐานรองดอก และดอกที่บาน 1 วัน มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อ 100 เมล็ด เท่ากับ 28.1±1.9, 36.4±0.4 และ 34.8±2.8 มิลลิกรัม ตามลำดับ สำหรับการผสมเกสรโดยการตัดบริเวณกึ่งกลางความยาวของก้านชูเกสรเพศเมีย พบว่า ในดอกสีเขียวปนเหลืองไม่สามารถให้เมล็ดได้ในทั้ง 3 สายต้น ส่วนดอกสีเหลืองปนเขียว ดอกที่ฝาครอบดอกเริ่มแยกจากฐานรองดอก และดอกที่บาน 1 วัน มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อ 100 เมล็ด เท่ากับ 43.1, 47.7 และ 24.7 มิลลิกรัม ตามลำดับ ในสายต้น Eu1 และมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อ 100 เมล็ด เท่ากับ 20.4, 22.7 และ 21.9 มิลลิกรัม ตามลำดับ ในสายต้นEu2 สำหรับสายต้น Eu3 การผสมเกสรโดยการตัดบริเวณกึ่งกลางความยาวของก้านชูเกสรเพศเมียสามารถให้เมล็ดได้เพียงในดอกสีเหลืองปนเขียวเท่านั้น มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อ 100 เมล็ด เท่ากับ 73.3 มิลลิกรัม

ตารางที่ 8 น้ำหนักเฉลี่ยต่อ 100 เมล็ด (มิลลิกรัม) ของเมล็ดที่ได้รับการผสมจากการผสมเกสรโดยวิธีการตัดก้านชูเกสรเพศเมีย เปรียบเทียบกับเมล็ดที่ได้จากการผสมเมื่อยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมและเมล็ดจากการผสมเกสรตามธรรมชาติ

ระยะการพัฒนาดอก	ตำแหน่งตัด	น้ำหนักเฉลี่ยต่อ 100 เมล็ด (มิลลิกรัม) จากสายต้นต่างๆ		
		สายต้น Eu1	สายต้น Eu2	สายต้น Eu3
1. ดอกสีเขียวปนเหลือง	1	29.4 ± 0.07	31.7	*
	2	-	-	*
	3	-	-	*
2. ดอกสีเหลืองปนเขียว	1	40.5 ± 1.2	15.5 ± 1.0	28.1 ± 1.9
	2	43.1	20.4	73.3
	3	-	-	-
3. ดอกที่ฝาครอบดอกเริ่มแยกจากฐานรองดอก	1	24.8 ± 1.4	10.5 ± 0.8	36.4 ± 0.4
	2	47.7	22.7	*
	3	-	-	-
4. ดอกบาน 1 วัน	1	19.2 ± 1.0	14.9 ± 0.9	34.8 ± 2.8
	2	27.4	21.9	*
	3	-	-	-
5. Control	-	11.4 ± 0.4	8.8 ± 0.6	20.9 ± 4.3
6. Open pollination	-	35.7 ± 0.9	27.4 ± 1.4	56.7 ± 1.8

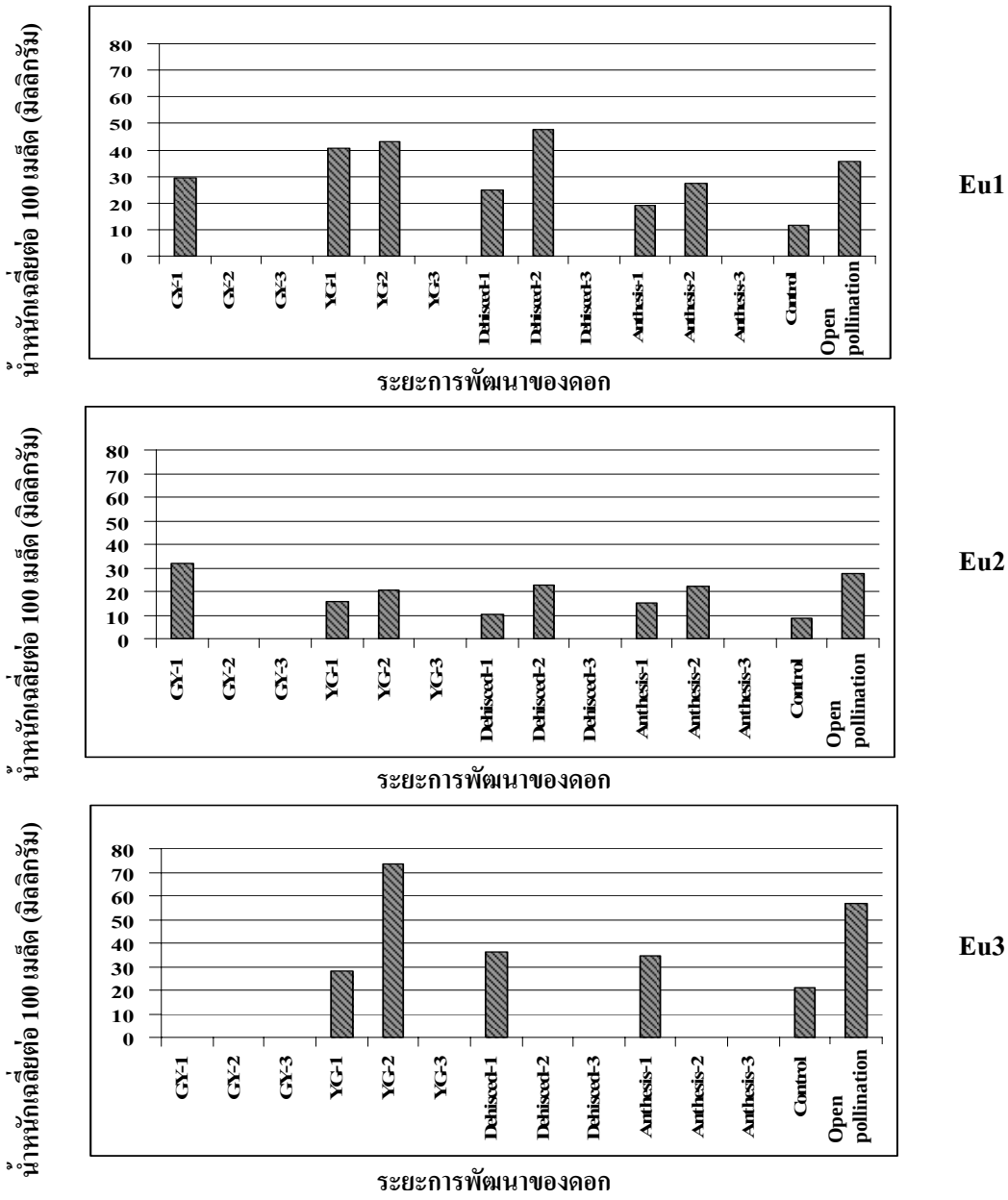
หมายเหตุ

Control คือ การผสมเกสรเมื่อยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมเกสร

Open pollination คือ การผสมเกสรตามธรรมชาติ

1. คือการตัดบริเวณปลายยอดเกสรเพศเมียแล้วทำการผสมทันที
2. คือการตัดบริเวณกึ่งกลางของก้านชูเกสรเพศเมียแล้วทำการผสมทันที
3. คือการตัดบริเวณฐานของก้านชูเกสรเพศเมียแล้วทำการผสมทันที

* คือ กิ่งหักสูญหาย ข้อมูลไม่ครบ



ภาพที่ 16 แผนภูมิแสดงน้ำหนักเฉลี่ย ต่อ 100 เมล็ด (มิลลิกรัม) จากการผสมเกสรโดยวิธีการตัดก้านชูเกสรเพศเมียในแต่ละระยะการพัฒนาดอกและการตัดก้านชูเกสรเพศเมียแต่ละตำแหน่งใน *E. camaldulensis* โดย GY คือ ดอกสีเขียวปนเหลือง YG คือ ดอก มีสีเหลืองปนเขียว Dehisced คือ ดอกที่ฝาครอบดอกเริ่มแยกจากฐานรองดอก Anthesis คือ ดอกบาน 1 วัน Control คือ การผสมเกสรเมื่อยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมเกสร และ Open pollination คือ การผสมเกสรตามธรรมชาติ และ (1) คือ การตัดบริเวณปลายยอดเกสรเพศเมีย (2) คือ การตัดบริเวณกึ่งกลางก้านชูเกสรเพศเมีย (3) คือ การตัดบริเวณฐานก้านชูเกสรเพศเมีย

เมื่อพิจารณาถึงจำนวนเมล็ดที่ได้รับการผสมเฉลี่ยต่อผล ขนาดเมล็ด และน้ำหนักเฉลี่ยต่อ 100 เมล็ด พบว่า การทดลองที่ให้จำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผลมากจะมีเมล็ดขนาดเล็กจึงทำให้มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อ 100 เมล็ดน้อยกว่าการทดลองที่ให้จำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผลน้อยซึ่งประกอบด้วยเมล็ดขนาดใหญ่กว่าทำให้มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อ 100 เมล็ดมากกว่า (ตารางที่ 9 และภาพที่ 17) การผสมเกสร โดยตัดบริเวณปลายยอดเกสรเพศเมียให้จำนวนเมล็ดที่มากกว่าการตัดบริเวณกึ่งกลางความยาว จึงมีเมล็ดขนาดเล็กและมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อ 100 เมล็ดน้อยกว่า การผสมเกสรเมื่อยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมให้จำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผลมากที่สุดในทุกสายต้น จึงทำให้เมล็ดมีขนาดเล็ก (ภาพที่ 17 -8, 17-17 และ 17-23) เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดในสายต้นเดียวกันที่เกิดจากการผสมเกสรในการทดลองอื่นๆ มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อ 100 เมล็ดน้อยที่สุด มีน้ำหนักเท่ากับ 11.4±0.4, 8.8±0.6 และ 20.9±4.3 มิลลิกรัม ในสายต้น Eu1, Eu2 และ Eu3 ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างจากเมล็ดที่เกิดจากการผสมเกสรตามธรรมชาติให้จำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผลน้อยกว่าการผสมเกสรเมื่อยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมเป็นอย่างมากจึงทำให้เมล็ดมีขนาดใหญ่ (ภาพที่ 17 -9, 17-18 และ 17-24) มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อ 100 เมล็ดมาก มีน้ำหนักเท่ากับ 35.7±0.9, 27.4±1.4 และ 56.7±1.8 มิลลิกรัม ในสายต้น Eu1, Eu2 และ Eu3 ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากผลของ *E. camaldulensis* มีขนาดจำกัด เมื่อมีเมล็ดที่ได้รับการผสมภายในผลมากทำให้เมล็ดแต่ละเมล็ดมีพื้นที่ในการเจริญจำกัด จึงทำให้เมล็ดมีขนาดเล็กกว่าผลที่มีเมล็ดที่ได้รับการผสมต่อผลน้อย ดังเห็นได้ในสายต้น Eu1 จากเมล็ดที่ได้จากการผสมเกสร โดยวิธีการตัดก้านชูเกสรเพศเมียบริเวณกึ่งกลางความยาวในดอกสีเหลืองปนเขียว และดอกที่ฝาครอบดอกเริ่มแยกจากฐานรองดอก ซึ่งมีความสำเร็จในการผสมน้อยให้จำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผลน้อยทำให้มีเมล็ดขนาดใหญ่ (ภาพที่ 17-3 และ 17-5) มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อ 100 เมล็ดเท่ากับ 43.1 และ 47.7 มิลลิกรัม ตามลำดับ แต่การผสมเกสร โดยการตัดก้านชูเกสรเพศเมียบริเวณปลายยอดเกสรเพศเมียของดอกที่บาน 1 วัน และการผสมเกสรเมื่อยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสม ให้จำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผลเท่ากับ 64.9±29.1 และ 91.8±12.5 เมล็ด เป็นเมล็ดขนาดเล็ก (ภาพที่ 17-6 และ 17-8) มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อ 100 เมล็ดเท่ากับ 19.2±1.0 และ 11.4±0.4 มิลลิกรัม ตามลำดับ สำหรับสายต้น Eu2 พบว่า เมล็ดที่เกิดจากการผสมเกสร โดยตัดบริเวณยอดเกสรเพศเมียของดอกสีเขียวปนเหลือง และเมล็ดที่เกิดจากการผสมเกสรตามธรรมชาติซึ่งให้ผลสำเร็จในการผสมน้อย ให้เมล็ดมีขนาดใหญ่ (ภาพที่ 17-10 และ 17-18) มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อ 100 เมล็ด 31.7 และ 27.4±1.4 มิลลิกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 9) แต่เมล็ดที่เกิดจากการผสมเกสร โดยตัดบริเวณยอดเกสรเพศเมียของดอกที่ฝาครอบดอกเริ่มแยกจากฐานรองดอก และการผสมเกสรเมื่อยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสม ให้ความสำเร็จในการผสมมาก เมล็ดมีขนาดเล็ก (ภาพที่ 17-13 และ 17-17) มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อ 100 เมล็ด เท่ากับ 10.5±0.8 และ 8.8±0.6 มิลลิกรัม ตามลำดับ

ตารางที่ 9 จำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผลและน้ำหนักเฉลี่ยต่อ 100 เมล็ด (มิลลิกรัม) ในสายต้นต่างๆ จากการผสมเกสรโดยวิธีการตัดก้านชูเกสรเพศเมีย เปรียบเทียบกับผลที่เกิดจากการผสมเกสรเมื่อยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมเกสรและการผสมเกสรตามธรรมชาติ

ระยะการพัฒนาดอก	ตำแหน่งตัด	จำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผลและน้ำหนักเฉลี่ย ต่อ 100 เมล็ด (มิลลิกรัม) ในสายต้นต่างๆ					
		สายต้น Eu1		สายต้น Eu2		สายต้น Eu3	
		จำนวน	น้ำหนัก	จำนวน	น้ำหนัก	จำนวน	น้ำหนัก
1. ดอกสีเขียวปนเหลือง	1	15.4 ± 4.6	29.4 ± 0.07	6.1 ± 9.4	31.7	-	*
	2	-	-	-	-	-	*
	3	-	-	-	-	-	*
2. ดอกสีเหลืองปนเขียว	1	25.9 ± 10.1	40.5 ± 1.2	51.7 ± 30.9	15.5 ± 1.0	72.5 ± 39.0	28.1 ± 1.9
	2	4.4 ± 3.8	43.1	27.0	20.4	6.0	73.3
	3	-	-	-	-	-	-
3. ดอกที่ฝาครอบดอกเริ่มแยกจากฐานรองดอก	1	44.3 ± 21.7	24.8 ± 1.4	113.1 ± 46.0	10.5 ± 0.8	31.3 ± 20.3	36.4 ± 0.4
	2	8.5 ± 2.1	47.7	12.0 ± 12.3	22.7	-	*
	3	-	-	-	-	-	-
4. ดอกบาน 1 วัน	1	64.9 ± 29.1	19.2 ± 1.0	36.9 ± 35.6	14.9 ± 0.9	37.6 ± 33.6	34.8 ± 2.8
	2	16.4 ± 17.0	27.4	18.0 ± 5.7	21.9	-	*
	3	-	-	-	-	-	-

ตารางที่ 9 (ต่อ)

ระยะการพัฒนาดอก	ตำแหน่งตัด	จำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผลและน้ำหนักเฉลี่ย ต่อ 100 เมล็ด (มิลลิกรัม) ในสายต้นต่างๆ					
		สายต้น Eu1		สายต้น Eu2		สายต้น Eu3	
		จำนวน	น้ำหนัก	จำนวน	น้ำหนัก	จำนวน	น้ำหนัก
5. Control	-	91.8 ± 12.5	11.4 ± 0.4	133.1 ± 34.5	8.8 ± 0.6	127.6 ± 30.9	20.9 ± 4.3
6. Open pollination	-	6.0 ± 2.6	35.7 ± 0.9	43.2 ± 8.7	27.4 ± 1.4	10.3 ± 4.5	56.7 ± 1.8

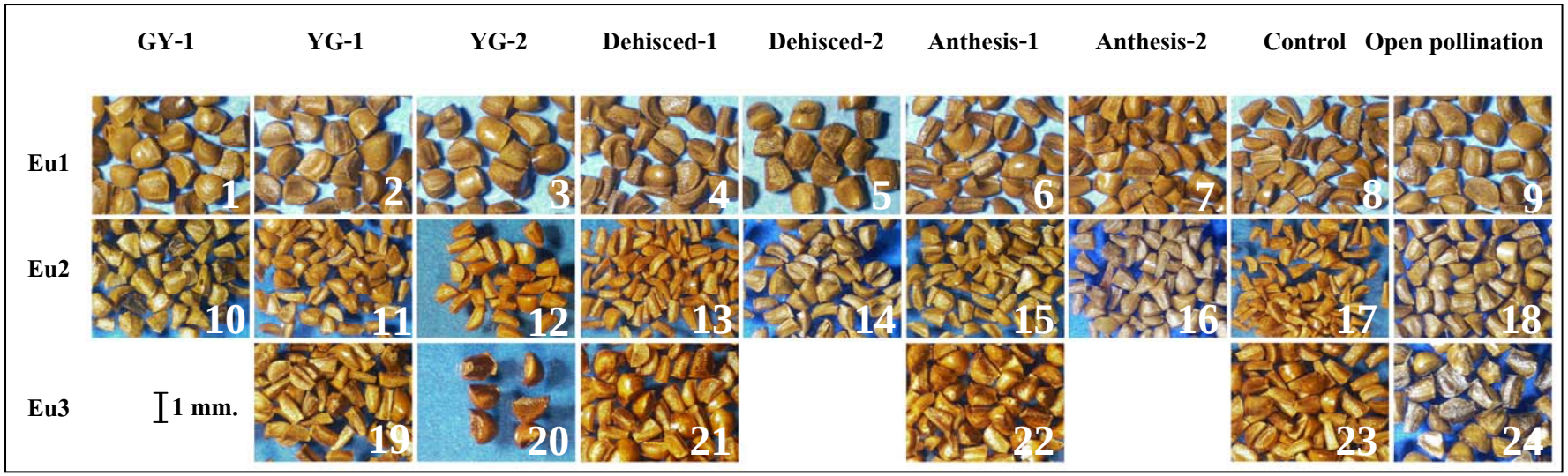
หมายเหตุ

Control คือ การผสมเกสรเมื่อยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมเกสร

Open pollination คือ การผสมเกสรตามธรรมชาติ

1. คือการตัดบริเวณปลายยอดเกสรเพศเมียแล้วทำการผสมทันที
2. คือการตัดบริเวณกึ่งกลางของก้านชูเกสรเพศเมียแล้วทำการผสมทันที
3. คือการตัดบริเวณฐานของก้านชูเกสรเพศเมียแล้วทำการผสมทันที

* คือ กิ่งหักสูญหาย ข้อมูลไม่ครบ



ภาพที่ 17 ลักษณะเมล็ดที่ได้รับการผสมจากการผสมเกสรโดยวิธีการตัดก้านชูเกสรเพศเมียในแต่ละระยะการพัฒนาดอกและที่ตำแหน่งต่างๆ ของก้านชูเกสรเพศเมีย เปรียบเทียบกับเมล็ดที่ได้รับการผสมจากการผสมเมื่อยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมเกสร (Control) และการผสมเกสรตามธรรมชาติ (Open pollination) ของสายต้น Eu1, Eu2 และ Eu3 โดย GY คือ ดอกสีเขียวปนเหลือง, YG คือ ดอกสีเหลืองปนเขียว, Dehisced คือ ดอกที่ฝาครอบดอกเริ่มแยกจากฐานรองดอก, Anthesis คือ ดอกบาน 1 วัน โดย 1 คือ การตัดบริเวณปลายยอดเกสรเพศเมียแล้วทำการผสมทันที
2 คือ การตัดบริเวณกึ่งกลางความยาวของก้านชูเกสรเพศเมียแล้วทำการผสมทันที

5. <u>คุณภาพเมล็ด</u>

การศึกษาคุณภาพเมล็ดที่ได้จากการผสมเกสรในแต่ละการทดลองและเมล็ดที่เกิดจากการผสมเกสรตามธรรมชาติ ทำการศึกษาเฉพาะเมล็ดของสายต้น Eu2 เนื่องจากเป็นสายต้นที่ให้จำนวนผลแก่และผลิตเมล็ดได้มากที่สุด ทำการทดสอบเปอร์เซ็นต์การงอกและความแข็งแรงของเมล็ด โดยนำเมล็ดที่ใช้ในการศึกษาน้ำหนักเฉลี่ยต่อ 100 เมล็ดมาเพาะใน petridish ใช้กระดาษชำระเป็นวัสดุเพาะและใช้กระดาษกรองวางไว้ด้านบนเพื่อป้องกันเมล็ดจมน้ำ อุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการเพาะเมล็ดต้องผ่านการนึ่งหรืออบฆ่าเชื้อ เพาะเมล็ดที่อุณหภูมิห้องปรกติ นับเมล็ดที่งอกทุกวันจนเมล็ดที่เหลือไม่มีการงอกต่อ เมล็ดที่งอกได้สมบูรณ์คือเมล็ดที่แทงรากปฐมภูมิ (primary root) พัฒนายืดยาวเห็นได้ชัดเจน การศึกษาแบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่

5.1 เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ด

คำนวณเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ด จากสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ด} = \frac{\text{จำนวนเมล็ดที่งอก}}{\text{จำนวนเมล็ดที่ทำการเพาะ}} \times 100$$

เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดที่ได้จากการผสมเกสรโดยวิธีการตัดก้านชูเกสรเพศเมียที่ระดับต่างๆ ของดอกที่อยู่ในแต่ละระยะการพัฒนา แสดงในตารางที่ 10 และภาพที่ 18 เมล็ดที่เพาะเริ่มงอกภายหลังการเพาะ 3 วัน แต่จำนวนเมล็ดงอกมีจำนวนน้อย ยกเว้นเมล็ดที่ได้จากการผสมเกสรโดยวิธีการตัดบริเวณปลายยอดเกสรเพศเมียของดอกสีเขียวปนเหลือง มีเปอร์เซ็นต์การงอกถึง 47.06% ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเมล็ดมีขนาดใหญ่ ระหว่างวันที่ 3 ถึงวันที่ 4 ภายหลังการเพาะเมล็ดเป็นระยะเวลาเพาะที่เมล็ดงอกมากที่สุด มีเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ด 28.5 - 81.48% และระหว่างวันที่ 4 ถึงวันที่ 5 มีเปอร์เซ็นต์การงอกรองลงมา มีเปอร์เซ็นต์การงอก 7.41 – 33.25% หลังจากวันที่ 5 การงอกเมล็ดมีน้อยมาก (ภาพที่ 18) เปอร์เซ็นต์การงอกเมล็ดสะสมภายหลังการเพาะเมล็ด 5 วัน เท่ากับ 60.25-93.48% (ตารางที่ 10) เมื่อสิ้นสุดการทดสอบการงอกของเมล็ด พบว่า เมล็ดมีเปอร์เซ็นต์การงอกสะสม 85-100% โดยเมล็ดที่เกิดจากการผสมเกสรโดยวิธีการตัดบริเวณกึ่งกลางความยาวของก้านชูเกสรเพศเมียของดอกสีเหลืองปนเขียว มีเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดมากที่สุดเท่ากับ 100% และงอกหมดภายใน 7 วัน เมล็ดที่ได้จากการผสมเกสรเมื่อยอดเกสรเพศเมียพร้อม

รับการผสมมีเปอร์เซ็นต์การงอกเมล็ดต่ำสุด เท่ากับ 85.00% ใช้เวลางอกนานถึง 11 วัน (ตารางที่ 10) โดยเมล็ดที่ไม่สามารถงอกได้จะถูกเชื้อราทำลายในที่สุด

เมื่อพิจารณาจำนวนเมล็ดที่ได้รับการผสมเฉลี่ยต่อผล ขนาดเมล็ดและน้ำหนักเฉลี่ยต่อ 100 เมล็ด ต่ออัตราการงอกของเมล็ด พบว่า การทดลองที่ให้จำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผลน้อยนั้นเมล็ดมีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อ 100 เมล็ดมาก มีอัตราการงอกที่สูง ส่วนการทดลองที่ให้จำนวนเมล็ดที่ได้รับการผสมเฉลี่ยต่อผลมาก เมล็ดมีขนาดเล็ก และมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อ 100 เมล็ดน้อยกว่า เมล็ดมีอัตราการงอกน้อยกว่า (ตารางที่ 11) ดังเห็นได้จากเมล็ดที่เกิดจากการผสมเกสรโดยตัดบริเวณปลายยอดเกสรเพศเมียของดอกสีเขียวปนเหลือง การผสมเกสรโดยตัดบริเวณกึ่งกลางความยาวของก้านชูเกสรเพศเมียของดอกสีเหลืองปนเขียว และดอกที่ฝาครอบดอกเริ่มแยกจากฐานรองดอก ซึ่งให้จำนวนเมล็ดที่ได้รับการผสมเฉลี่ยต่อผลน้อย เป็นเมล็ดที่มีขนาดใหญ่ มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อ 100 เมล็ด เท่ากับ 31.7, 20.4 และ 22.7 มิลลิกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 11) เมล็ดมีอัตราการงอกสูง โดยมีอัตราการงอก 93.33-100% แต่เมล็ดที่เกิดจากการผสมเกสรเมื่อยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสม ให้จำนวนเมล็ดที่ได้รับการผสมเฉลี่ยต่อผลมาก เมล็ดมีขนาดเล็ก มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อ 100 เมล็ดน้อยที่สุด มีน้ำหนักเท่ากับ 8.8±0.6 มิลลิกรัม เป็นเมล็ดที่มีเปอร์เซ็นต์การงอกที่ต่ำที่สุด มีอัตราการงอกของเมล็ดเพียง 85% ทั้งนี้เนื่องจากผลของ *E. camaldulensis* มีขนาดใหญ่สุดที่จำกัดเฉพาะแต่ละสายต้น การทดลองที่ให้จำนวนเมล็ดที่ได้รับการผสมเฉลี่ยต่อผลมากแต่ละเมล็ดจึงมีพื้นที่ในการเจริญเติบโตที่จำกัด ส่งผลให้มีเมล็ดขนาดเล็ก นอกจากนี้ยังส่งผลถึงปริมาณอาหารที่สะสมภายในเมล็ดจึงเป็นผลต่อเปอร์เซ็นต์การงอก ตลอดจนระยะเวลาที่ใช้ในการงอกด้วย ขนาดของเมล็ดมีผลต่อคุณภาพเมล็ด กล่าวคือ เมล็ดที่มีขนาดใหญ่มีคุณภาพและความแข็งแรงดีกว่า ให้ต้นกล้าที่ใหญ่ เจริญเติบโตและตั้งตัวได้ดีกว่าเมล็ดที่มีขนาดเล็ก ทั้งนี้เนื่องจากเมล็ดขนาดใหญ่มีอาหารสะสมมากกว่าและมีต้นอ่อนที่ใหญ่กว่า จึงทำให้ได้ต้นกล้าที่ตั้งตัวได้เร็วกว่า มีพื้นที่ในการดูดน้ำ ดูดอาหาร และสังเคราะห์แสงได้มากกว่า (วัลลภ, 2538)

สำหรับเมล็ดที่เกิดจากการผสมเกสรตามธรรมชาติถึงแม้เมล็ดมีขนาดใหญ่ และมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อ 100 เมล็ดมาก แต่มีอัตราการงอกของเมล็ดน้อยกว่าเมล็ดที่ได้จากการผสมเกสรโดยวิธีการการตัดก้านชูเกสรเพศเมียในทุกระยะการพัฒนาของดอกและทุกตำแหน่งตัด ทั้งนี้อาจเนื่องจากเมล็ดที่เกิดจากการผสมเกสรตามธรรมชาติเป็นเมล็ดที่เกิดจากการผสมตัวเอง ซึ่งให้เมล็ดที่มีความแข็งแรงน้อยกว่าจึงส่งผลให้มีอัตราการงอกที่ต่ำกว่าการผสมเกสรโดยวิธีการตัดก้านชูเกสรเพศเมียซึ่งเป็นการผสมเกสรข้ามต้น

ตารางที่ 10 เปอร์เซ็นต์เมล็ดงอกเฉลี่ยภายหลังการเพาะเมล็ด ของ *E. camaldulensis* สายต้น Eu2

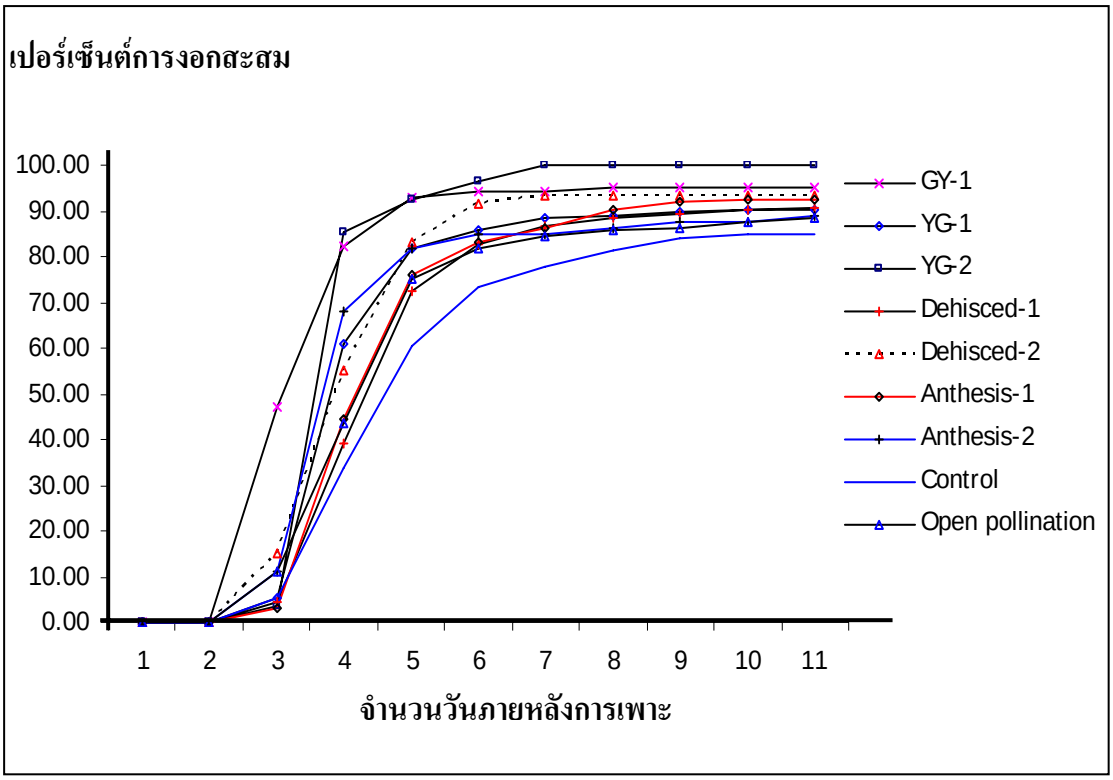
ระยะการพัฒนาดอก	ตำแหน่งตัด	จำนวนวันหลังการเพาะ									รวม	เมล็ดที่เพาะทั้งหมด
		3	4	5	6	7	8	9	10	11		
1. GY	1	47.06	35.29	10.59	1.18	0.00	1.18	0.00	0.00	0.00	95.29	85
2. YG	1	5.25	55.75	21.00	3.75	2.50	0.75	1.00	0.25	0.00	90.25	400
3. YG	2	3.70	81.48	7.41	3.70	3.70	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	27
4. Dehisced	1	4.25	35.00	33.25	10.00	4.00	2.00	1.00	0.75	0.50	90.75	400
5. Dehisced	2	15.00	40.00	28.33	8.33	1.67	0.00	0.00	0.00	0.00	93.33	60
6. Anthesis	1	3.25	41.00	31.75	7.25	3.00	4.00	1.75	0.50	0.00	92.50	400
7. Anthesis	2	11.11	56.94	13.89	2.78	0.00	1.39	1.39	0.00	1.39	88.89	72
8. Control	-	5.50	28.50	26.25	13.00	4.75	3.25	2.75	0.75	0.25	85.00	400
9. Open pollination	-	11.25	32.50	31.50	6.50	2.50	1.50	0.50	1.50	0.50	88.25	400

หมายเหตุ GY = ดอกสีเขียวปนเหลือง YG = ดอกสีเหลืองปนเขียว Dehisced = ดอกที่ฝาครอบเริ่มแยกจากฐานรองดอก

Anthesis = ดอกบาน 1 วัน Control = การผสมเกสรเมื่อยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมเกสร

Open pollination = การผสมเกสรตามธรรมชาติ

1. คือการตัดบริเวณปลายยอดเกสรเพศเมียแล้วทำการผสมทันที 2. คือการตัดบริเวณกึ่งกลางของก้านชูเกสรเพศเมียแล้วทำการผสมทันที



ภาพที่ 18 เปอร์เซ็นต์การงอกเมล็ดสะสมของเมล็ดสายต้น Eu2 ที่ได้จากการผสมเกสรโดยวิธีการตัดก้านชูเกสรเพศเมีย เปรียบเทียบกับเมล็ดที่ได้จากการผสมเกสรเมื่อยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสม (Control) และเมล็ดที่ได้จากการผสมเกสรตามธรรมชาติ (Open pollination)

GY คือ ดอกสีเขียวปนเหลือง

YG คือ ดอกสีเหลืองปนเขียว

Dehisced คือ ดอกที่ฝาครอบดอก เริ่มแยกจากฐานรองดอก

Anthesis คือ ดอกที่บาน 1 วัน

1 คือ การตัดบริเวณปลายยอดเกสรเพศเมียแล้วทำการผสมทันที

2 คือ การตัดบริเวณกึ่งกลางก้านชูเกสรเพศเมียแล้วทำการผสมทันที

ตารางที่ 11 จำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผล น้ำหนักเฉลี่ยต่อ 100 เมล็ด (มิลลิกรัม) และเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดในสายต้น Eu2 จากการผสมเกสรโดยวิธีการตัดก้านชูเกสรเพศเมีย เปรียบเทียบกับที่เกิดจากการผสมเกสรเมื่อยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมเกสรและการผสมเกสรตามธรรมชาติ

ระยะการพัฒนาดอก	ตำแหน่งตัด	จำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผล	น้ำหนักเฉลี่ยต่อ 100 เมล็ด	% การงอกของเมล็ด
1. ดอกสีเขียวปนเหลือง	1	6.1 ± 9.4	31.7	95.29
	2	-	-	-
	3	-	-	-
2. ดอกสีเหลืองปนเขียว	1	51.7 ± 30.9	15.5 ± 1.0	90.25
	2	27.0	20.4	100.00
	3	-	-	-
3. ดอกที่ฝาครอบดอกเริ่มแยกจากฐานรองดอก	1	113.1 ± 46.0	10.5 ± 0.8	90.75
	2	12.0 ± 12.3	22.7	93.33
	3	-	-	-
4. ดอกบาน 1 วัน	1	36.9 ± 35.6	14.9 ± 0.9	92.50
	2	18.0 ± 5.7	21.9	88.89
	3	-	-	-

ตารางที่ 12 (ต่อ)

ระยะการพัฒนาดอก	ตำแหน่งตัด	จำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผล	น้ำหนักเฉลี่ยต่อ 100 เมล็ด	% การงอกของเมล็ด
5. Control	-	133.1 ± 34.5	8.8 ± 0.6	85.00
6. Open pollination	-	43.2 ± 8.7	27.4 ± 1.4	88.25

หมายเหตุ

Control คือ การผสมเกสรเมื่อยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมเกสร

Open pollination คือ การผสมเกสรตามธรรมชาติ

1. คือการตัดบริเวณปลายยอดเกสรเพศเมียแล้วทำการผสมทันที
2. คือการตัดบริเวณกึ่งกลางของก้านชูเกสรเพศเมียแล้วทำการผสมทันที
3. คือการตัดบริเวณฐานของก้านชูเกสรเพศเมียแล้วทำการผสมทันที

* คือ กิ่งหักสูญหาย ข้อมูลไม่ครบ

5.2 ดัชนีการงอกของเมล็ด

คำนวณค่าดัชนีการงอกของเมล็ด (germination index) ดังนี้

ดัชนีการงอกของเมล็ด = ผลบวกสะสมของ (จำนวนเมล็ดที่งอกเป็นกล้า/ จำนวนวันหลังเพาะ)

จำนวนเมล็ดที่ใช้ในการทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดมีจำนวนไม่เท่ากัน เนื่องจากบางการทดลองให้ผลผลิตเมล็ดน้อย ซึ่งจะมีผลต่อค่าดัชนีการงอกของเมล็ด จึงแบ่งค่าดัชนีการงอกออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีจำนวนเมล็ดทดลอง 400 เมล็ด และกลุ่มที่มีจำนวนเมล็ดทดลองน้อยกว่า 100 เมล็ด ผลการศึกษาในกลุ่มที่มีเมล็ดทดลอง 400 เมล็ด พบว่า ความแข็งแรงของเมล็ดที่ได้จากการผสมเกสรโดยวิธีการตัดก้านชูเกสรเพศเมีย เมล็ดที่ได้จากการผสมเกสรเมื่อยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสม และเมล็ดที่เกิดจากการผสมตามธรรมชาติ มีดัชนีการงอกอยู่ระหว่าง 17.86 – 21.10 (ตารางที่ 12) เมื่อพิจารณาดัชนีการงอกเปรียบกับน้ำหนักเฉลี่ยต่อ 100 เมล็ด พบว่าเมล็ดที่มีน้ำหนักมากกว่าจะมีดัชนีการงอกที่มากกว่า โดยเมล็ดที่ได้จาการผสมเกสรโดยวิธีการตัดบริเวณปลายยอดเกสรเพศเมียของดอกสีเหลืองปนเขียว มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อ 100 เมล็ดเท่ากับ 31.7 มิลลิกรัม มีดัชนีการงอกที่มากที่สุด เท่ากับ 21.1 รองลงมาได้แก่ เมล็ดที่ได้จากการผสมเกสรโดยวิธีการตัดบริเวณปลายยอดเกสรเพศเมียของดอกที่บาน 1 วัน เมล็ดที่เกิดจากการผสมเกสรตามธรรมชาติ เมล็ดที่ได้จากการผสมเกสรโดยวิธีการตัดบริเวณปลายยอดเกสรเพศเมียของดอกที่ฝาครอบดอกเริ่มแยกจากฐานรองดอก และเมล็ดที่ได้จากการผสมเกสรเมื่อยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสม มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อ 100 เมล็ด เท่ากับ 27.4±1.4, 14.9±0.9, 10.5±0.8 และ 8.8±0.6 มิลลิกรัม ตามลำดับ มีดัชนีการงอก เท่ากับ 20.06, 20.05, 19.54, 17.86 ตามลำดับ ซึ่งมีดัชนีการงอกลดลงตามน้ำหนักเฉลี่ยที่ลดลง ซึ่งสามารถบ่งชี้ถึงความแข็งแรงของเมล็ดได้ว่าเมล็ดที่มีขนาดใหญ่กว่าหรือเมล็ดที่มีน้ำหนักมากกว่ามีความแข็งแรงมากกว่า ทั้งนี้เพราะขนาดของเมล็ดมีผลต่อคุณภาพเมล็ด กล่าวคือ เมล็ดที่มีขนาดใหญ่ มีคุณภาพและความแข็งแรงดีกว่า ให้ต้นกล้าที่ใหญ่เจริญเติบโตและตั้งตัวได้ดีกว่าเมล็ดที่มีขนาดเล็ก เนื่องจากเมล็ดขนาดใหญ่มีอาหารสะสมมากกว่าและมีต้นอ่อนที่ใหญ่กว่า จึงทำให้ได้ต้นกล้าที่ตั้งตัวได้เร็วกว่า มีพื้นที่ในการดูดน้ำ ดูดอาหารและสังเคราะห์แสงได้มากกว่า (วัลลภ, 2538)

ตารางที่ 12 ดัชนีการงอกของเมล็ด ของสายต้น Eu2 ที่ผสมโดยใช้ละอองเรณูจากสายต้น Eu4 เปรียบเทียบกับเมล็ดที่เกิดจากการผสมเกสรตามธรรมชาติ

ระยะการพัฒนาดอก	ตำแหน่งตัด	ดัชนีการงอกของเมล็ด	จำนวนเมล็ดที่เพาะทั้งหมด
1. GY	1	22.93	85
2. YG	1	21.10	400
	2	6.54	27
3. Dehisced	1	19.54	400
	2	13.38	60
4. Anthesis	1	20.06	400
	2	15.58	72
5. Control	-	17.86	400
6. Open pollination	-	20.05	400

หมายเหตุ GY = ดอกสีเขียวปนเหลือง

YG = ดอกสีเหลืองปนเขียว

Dehisced = ดอกที่ฝาครอบเริ่มแยกจากฐานรองดอก

Anthesis = ดอกบาน 1 วัน

Control = การผสมเกสรเมื่อยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมเกสร

Open pollination = การผสมเกสรตามธรรมชาติ

1. คือการตัดบริเวณปลายยอดเกสรเพศเมียแล้วทำการผสมทันที
2. คือการตัดบริเวณกึ่งกลางของก้านชูเกสรเพศเมียแล้วทำการผสมทันที

ในกลุ่มเมล็ดทดลองน้อยกว่า 100 เมล็ด เมื่อคำนวนปรับขึ้นให้เป็นค่าต่อ 100 เมล็ด ได้ผลดังนี้ วิธีการตัดก้านชูเกสรเพศเมีย เมล็ดที่ได้จากการผสมเกสรโดยวิธีการตัดบริเวณปลายยอดเกสรเพศเมียของดอกสีเขียวปนเหลือง เมล็ดที่ได้จากการผสมเกสรโดยวิธีการตัดบริเวณกึ่งกลางความยาวของก้านชูเกสรเพศเมียของดอก 3 ระยะการพัฒนา คือ ดอกสีเหลืองปนเขียว ดอกที่ฝาครอบดอกเริ่มแยกจากฐานรองดอก และดอกที่บาน 1 วัน ซึ่งให้จำนวนเมล็ดเท่ากับ 85, 27, 60 และ 72 เมล็ด ตามลำดับ มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อ 100 เมล็ด เท่ากับ 31.7, 20.4, 22.7 และ 21.9 มิลลิกรัม ตามลำดับ เมื่อทำการเพาะเมล็ดเพื่อตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ดได้ค่าดัชนีการงอกของเมล็ด 22.93, 6.54, 13.38 และ 15.58 ตามลำดับ ซึ่งเมล็ดที่ได้จากการผสมเกสรโดยวิธีการตัดบริเวณปลายยอดเกสรเพศเมียในดอกสีเขียวปนเหลือง มีดัชนีการงอกที่มากที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากจำนวนเมล็ดส่งผลถึงขนาดของเมล็ด อัตราการงอกของเมล็ดซึ่งมีผลต่อค่าดัชนีการงอก ดังนั้นในกรณีที่ทำการเพาะเมล็ดที่มีจำนวนเมล็ดไม่เท่ากันจึงไม่สามารถนำดัชนีการงอกมาเปรียบเทียบกันได้ จำเป็นต้องพิจารณาถึงเปอร์เซ็นต์การงอกและระยะเวลาที่ใช้ในการงอกประกอบ (ตารางที่ 13) ดังเช่น เมล็ดที่ได้จากการผสมเกสรโดยวิธีการตัดก้านชูเกสรเพศเมียบริเวณกึ่งกลางความยาวในดอกสีเหลืองปนเขียวนั้นให้เมล็ดเพียง 27 เมล็ด มีเปอร์เซ็นต์การงอกถึง 100% ใช้ระยะเวลาในการงอกเพียง 7 วันเท่านั้น แต่มีค่าดัชนีการงอกเพียง 6.54 เมล็ดที่ได้จากการผสมเกสรโดยวิธีการตัดก้านชูเกสรเพศเมียบริเวณกึ่งกลางความยาวของดอกที่บาน 1 วัน มีจำนวนเมล็ดทั้งหมดเท่ากับ 72 เมล็ด ใช้เวลาในการงอกนาน 11 วัน มีเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดเท่ากับ 88.89% มีดัชนีการงอกเท่ากับ 15.58 เมล็ดที่ได้จากการผสมเกสรโดยวิธีการตัดบริเวณกึ่งกลางความยาวของก้านชูเกสรเพศเมียของดอกที่ฝาครอบดอกเริ่มแยกออกจากฐานรองดอก มีจำนวนเมล็ดทั้งหมดเท่ากับ 60 เมล็ด เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดเท่ากับ 93.33% ใช้เวลางอก 7 วัน มีดัชนีการงอกเท่ากับ 13.38 ค่าดัชนีมีแนวโน้มสัมพันธ์กับน้ำหนักเฉลี่ยต่อ 100 เมล็ด

ตารางที่ 13 น้ำหนักเฉลี่ยต่อ 100 เมล็ด (มิลลิกรัม) เปอร์เซ็นต์การงอกและดัชนีการงอกของเมล็ดของสายต้น Eu2 ที่ได้รับการผสมโดยใช้ละอองเรณูจากสายต้น Eu4 เปรียบเทียบกับเมล็ดที่เกิดจากการผสมเกสรตามธรรมชาติ

ระยะการพัฒนาดอก	ตำแหน่งตัด	น้ำหนักเฉลี่ยต่อ 100 เมล็ด	% การงอกของเมล็ด	ดัชนีการงอกของเมล็ด
1. GY	1	31.7	95.29	22.93
2. YG	1	15.5 ± 1.0	90.25	21.10
	2	20.4	100.00	6.54
3. Dehisced	1	10.5 ± 0.8	90.75	19.54
	2	22.7	93.33	13.38
4. Anthesis	1	14.9 ± 0.9	92.50	20.06
	2	21.9	88.89	15.58
5. Control	-	8.8 ± 0.6	85.00	17.86
6. Open pollination	-	27.4 ± 1.4	88.25	20.05

หมายเหตุ GY = ดอกสีเขียวปนเหลือง

YG = ดอกสีเหลืองปนเขียว

Dehisced = ดอกที่ฝาครอบเริ่มแยกจากฐานรองดอก

Anthesis = ดอกบาน 1 วัน

Control = การผสมเกสรเมื่อยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมเกสร

Open pollination = การผสมเกสรตามธรรมชาติ

1. คือการตัดบริเวณปลายยอดเกสรเพศเมียแล้วทำการผสมทันที
2. คือการตัดบริเวณกึ่งกลางของก้านชูเกสรเพศเมียแล้วทำการผสมทันที

เมล็ดที่ได้จากการผสมเกสรโดยการตัดบริเวณปลายยอดเกสรเพศเมียของดอกสีเขียวปนเหลืองซึ่งเป็นดอกที่อยู่ในระยะการพัฒนาที่อ่อนที่สุดที่ใช้ศึกษาในครั้งนี้ ถึงแม้ว่าจะให้จำนวนเมล็ดน้อย คือ มีจำนวนเมล็ดเพียง 85 เมล็ด แต่มีเมล็ดขนาดใหญ่ มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อ 100 เมล็ดเท่ากับ 31.7 มิลลิกรัม เมื่อนำมาทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดมีความแข็งแรงมากที่สุด คือให้ดัชนีการงอกของเมล็ดถึง 22.93 และให้เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดเท่ากับ 95.29% แสดงว่าเมล็ดที่ได้จากการผสมเกสรโดยการตัดบริเวณปลายยอดก้านชูเกสรเพศเมียของดอกที่อยู่ในระยะการพัฒนาที่อ่อนที่สุดนั้นสามารถให้เมล็ดที่มีคุณภาพที่ดีเช่นเดียวกับเมล็ดที่ได้จากการผสมเกสรในดอกที่อยู่ในระยะการพัฒนาที่แก่กว่า เพื่อให้มีดอกในการผลิตเมล็ดจำนวนพอเพียงและไม่ต้องเสียเวลารอให้ดอกพัฒนามากขึ้น ในการผสมเกสรโดยวิธีควบคุมจึงสามารถเลือกดอกตั้งแต่ฝาครอบดอกชั้นที่ 2 มีสีเขียวปนเหลืองจนกระทั่งดอกบานยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสม

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

การศึกษาผลของการตัดก้านชูเกสรเพศเมียที่ระยะต่างๆ ก่อนดอกบานต่อการผสมเกสรของ *E. camaldulensis* สามารถสรุปผลได้ ดังนี้

1. ดอก *E. camaldulensis* เป็นดอกสมบูรณ์เพศ เกสรเพศผู้แก่ก่อนและแตกก่อนดอกบาน ในขณะที่ฝาครอบดอกชั้นที่ 2 มีสีเหลืองปนเขียว ละอองเรณูหลุดร่วงจากอับเรณูเกือบหมดภายหลังดอกบาน 3 ชั่วโมง

2. ดอก *E. camaldulensis* ประกอบด้วยเกสรเพศผู้จำนวน 502.6 ± 15.7 ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ (1) กลุ่มอับเรณูที่มีระดับต่ำที่สุดของดอกซึ่งอยู่ต่ำกว่ายอดเกสรเพศเมียมาก (2) กลุ่มอับเรณูที่อยู่สูงจากโคนก้านชูเกสรเพศเมียจนถึงกึ่งกลางความยาวของก้านชูเกสรเพศเมีย เมื่อดอกบานอับเรณูอยู่เหนือรังไข่จนถึงบริเวณ 2 ใน 3 ส่วนของความยาวก้านชูเกสรเพศเมีย (3) กลุ่มอับเรณูที่อยู่ด้านนอกสุดของวงเกสรเพศผู้มีก้านชูอับเรณูยาวที่สุด โดยอับเรณูอยู่ในระดับใกล้เคียงกับยอดเกสรเพศเมียมากที่สุดอาจมีผลทำให้เกิดการผสมตัวเอง

3. รังไข่ (ovary) ของ *E. camaldulensis* ประกอบด้วย 4-5 locules โดย locule ที่มีขนาดใหญ่ที่สุดมีจำนวนไข่อ่อน (ovule) เท่ากับ 57.1 ± 6.4

4. ไข่อ่อน (ovule) ภายในแต่ละ locule มีการเรียงตัวแบบ axial placentation สามารถจำแนกรูปร่างของไข่อ่อนออกเป็น 2 แบบ ได้แก่ (1) ไข่อ่อนรูปเรียวยาวและมีก้านซึ่งปรากฏอยู่บริเวณด้านบนสุดของ locule (2) ไข่อ่อนรูปแท่งหลายเหลี่ยม ได้แก่ไข่อ่อนที่อยู่ถัดจากไข่อ่อนรูปร่างเรียวยาวและมีก้านจนถึงบริเวณด้านล่างสุดของ locule

5. ก้านชูเกสรเพศเมียของ *E. camaldulensis* มีลักษณะโค้งงอบริเวณปลายยอด ก้านชูเกสรเพศเมียของดอกที่บานแล้วมีความยาวมากกว่าในดอกสีเขียวปนเหลืองซึ่งเป็นดอกที่อ่อนที่สุดที่ใช้ในการศึกษา ยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมหลังดอกบาน 2-5 วัน ขึ้นอยู่กับสายต้น

6. ขนาดไข่อ่อนที่ได้รับการผสมและไม่ได้รับการผสมมีความแตกต่างอย่างเด่นชัด ภายหลังดอกบาน 2 สัปดาห์ ไข่อ่อนและเมล็ดอ่อนมีความฉ่ำน้ำลดลงและมีความแข็งเพิ่มมากขึ้น เมื่อดอกบาน 5 สัปดาห์

7. Lipids ปรากฏภายในก้านชูเกสรเพศเมียตั้งแต่ดอกยังพัฒนาไม่เต็มที่เมื่อฝาครอบดอกชั้นที่ 1 หลุดร่วงไปแล้ว โดย lipids ติดสีเข้มมากบริเวณปลายยอดเกสรเพศเมียจนถึงบริเวณเหนือส่วนโค้งของก้านชูเกสรเพศเมีย

8. ระยะดอกที่เหมาะสมสำหรับการผสมเกสรโดยวิธีการตัดก้านชูเกสรเพศเมีย ได้แก่ ระยะตั้งแต่ดอกสีเหลืองปนเขียวถึงดอกที่บาน 1 วัน ซึ่งให้ผลสำเร็จของการพัฒนาเป็นผลแก่ 65-90%

9. การผสมเกสรโดยการตัดปลายยอดเกสรเพศเมียให้เปอร์เซ็นต์จำนวนผลแก่ และจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผลมากกว่าการตัดที่ตำแหน่งอื่นๆ การตัดบริเวณฐานไม่มีการติดผล

10. การผสมเกสรเมื่อยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมให้เปอร์เซ็นต์จำนวนผลแก่สูงใกล้เคียงกับการผสมเกสรโดยการตัดปลายยอดเกสรเพศเมีย แต่ให้จำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผลมากกว่า

11. การทดลองที่ให้จำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผลมาก มีเมล็ดขนาดเล็ก เป็นผลให้มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อ 100 เมล็ดน้อยกว่าการทดลองที่ให้จำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผลน้อยและมีเมล็ดขนาดใหญ่ ในเมล็ดที่มีขนาดใหญ่ มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อ 100 เมล็ดมากให้เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดสูงกว่าเมล็ดที่มีขนาดเล็กและมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อ 100 เมล็ดน้อยกว่า

ข้อเสนอแนะ

1. ในการผสมเกสร *E. camaldulensis* โดยวิธีควบคุมการผสม ควรใช้วิธีการผสมเกสรโดยการตัดบริเวณปลายยอดก้านชูเกสรเพศเมีย ซึ่งให้ผลสำเร็จเช่นเดียวกับการผสมเกสรเมื่อยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสม แต่มีขั้นตอนที่น้อยกว่า สะดวกในการทำงานมากกว่า สามารถทำการผสมเกสรปริมาณมากๆ ได้

2. ควรมีการศึกษาอัตราการปนเปื้อนของการผสมเกสรด้วยวิธีการตัดก้านชูเกสรเพศเมีย และควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อพัฒนาเทคนิคในการผสมเกสรยูคาลิปตัส ให้สะดวกมากขึ้น เช่น การทำให้ต้น *E. camaldulensis* ออกดอกจำนวนมากในระดับต่ำ

3. อาจนำวิธีการผสมเกสรโดยการตัดก้านชูเกสรเพศเมียไปประยุกต์ใช้กับไม้ป่าบางชนิดที่มีลักษณะการพัฒนาดอกคล้ายคลึงกับดอกของ *E. camaldulensis* ได้

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2529. **การตรวจสอบและวิเคราะห์คุณภาพเมล็ดพันธุ์**. กลุ่มหนังสือเกษตร. กรุงเทพฯ.

เธียรชัย พร้อมมูล. 2527. การเก็บรักษาเมล็ดและอัตราการงอกของเมล็ดไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส, น. 70-89. *ใน* **รายงานการสัมมนาไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส**, 30 ตุลาคม – 1 พฤศจิกายน 2527. กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

พสุธา สุนทรห้าว. 2542. **อุปทานไม้ท่อนยูคาลิปตัสและการวิเคราะห์ด้านการเงินของสวนป่าภาคเอกชนในประเทศไทย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พานทอง ม้าแก้ว. 2548. **ลักษณะเมล็ดและการงอกของยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส**. ปัญหาพิเศษปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วันชัย จันทร์ประเสริฐ. 2542. **เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์พืชไร่**. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วัลลภ ตันติประชา. 2538. **เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์**. ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สมคิด สิริพัฒนดิลก และสุธีร์ ดวงใจ. 2543. การปรับปรุงผลผลิตเนื้อไม้ยูคาลิปตัสโดยการสร้างลูกผสม. **รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ ทุนอุดหนุนวิจัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ประจำปี 2541-2543 โครงการวิจัยรหัส ว-น 6.41.** 23 หน้า.

สุธีร์ ดวงใจ และสมคิด สิริพัฒนดิลก. 2542. การพัฒนาของดอกและผลของยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส. **วารสารวนศาสตร์** 18: 87-94.

สุธีร์ ดวงใจ. 2542. **การพัฒนาของดอก ผล และการถ่ายเรณูของยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส**. ปัญหาพิเศษปริญญาโท. ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Boland, D.J., M.I.H. Brooker , J.W. Turnbull and D.A. Kleing. 1980. **Eucalyptus Seed**. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Canberra, Australia.

_____ , _____ and G.M. Chippendale, N. Hall, B.P.M. Hyland, R.D. Johnston, D.A. Kleining and J.D. Terner. 1997. **Forest Tree of Austraria**. Nelson and CSIRO, Australia.

Clifford, S.C. and M. Sedgley. 1993. Pistil structure of *Banksia menziesii* R. Br. (Proteaceae) in relation to fertility. **Aust. J. Bot**. 41: 481-490.

Cresti, M., C.J. Keijzer, A. Tiezzi, F. Ciampoloni, S. Focardi. 1986. Stigma of Nicotiana: ultrastructural and biochemical studies. **Amer. J. Bot**. 73: 1713-1722.

Eldridge, K., J. Davidson, H. Chris and G. van Wyk. 1997**. Eucalypt Domestication and Breeding**. Oxford University Press, Oxford.

FAO. 1979. **Eucalyptus for Planting**. Rome, Italy. 677 p.

Griffin, A.R., G.F. Moran and Y.J. Fripp. 1987. Preferential outcrossing in *Eucalyptus regnans* F. Muell. **Aust. J. Bot**. 35: 465-475.

_____ and F.C. Hand. 1979. Post-anthesis development of flowers of *Euclayptus regnans* F. Muell. And the timing lf artificial pollination. **Aust. For.Sci.** 9: 9-15.

Harbard, J.L., A.R. Griffin, and J. Espejo. 1999. Mass controlled pollination of *Eucalyptus globulus*: a practical reality. **Can. J. For. Res**. 29; 1457-1463.

Herrero, M. 2001. Ovary signals for directional pollen tube growth. **Sex Plant Repord**. 14: 3-7.

Lush, W.M., F. Grieser, M. Woilters-Arts. 1998. Directional guidance of pollen tube in vitro and on the stigma. **Plant Physiology** 118: 733-741.

_____ and T. Spurck, R. Joosten. 2000. Pollen tube guidance by the pistil of a solanaceous plant. **Ann. Bot.** 85 (A): 39-47.

McNee, S. 1986. **Pollination biology of *Eucalyptus rhodantha*.** Grad. Dip. Nat. Res. Thesis. Curtin University, Perth.

Penfold, A.R.,and J.L. Willis. 1961. **The Eucalypts**. New York Interscience Publish Inc., New York, U.S.A.

Pound L.M., M.A.B Wallwork, B.M. Potts. and M. Sedgley. 2002. Early ovule development following self and cross-pollinations in *Eucalyptus globulus* Labill. spp. *globulus*. **Ann. Bot.** 89: 613-620.

Pound L.M., M.A.B Wallwork, B.M. Potts. and M. Sedgley. 2003. Pollen tube growth and early ovule development following self and cross- pollination in *Eucalyptus nitens*. **Sex Plant Reprod.** 16:59-69.

Rodriguez-Garcia, M.I., M.M'rani-Alaoui and M.C. Fernandez. 2003. Behavior of storage lipids during development and germination of olive (*Olea europaea* L.) pollen. **Protoplasma** 221: 237-244.

Sedgley, M., F. C. Hand, R.M. Smith and A.R. Griffin. 1989. Pollen tube growth and early seed development in *Eucalyptus regnans* F. Muell. (Myrtaceae) in relation to ovule structure and preferential outcrossing. **Aust. J. Bot.** 37: 397-411.

Simon, J. H., H. Karin, E. F. William and H.G. Dickinson. 2002. The stigma surface and pollen-stigma interactions in *Senecio squalidus* L. (Asteraceae) following cross (compatible) and self (incompatible) pollinations**. Int. J. Plant Sci.** 163 (1):1-16.

Trendade, H., L.C. Boavida, N. Borralho and J.A. Feijo. 2001. Successful fertilization and seed set from pollination on immature non-dehisced flowers of *Eucalyptus globulus*. **Ann. Bot.** 87: 469-475.

Wang H., H. Wu and A.Y. Cheung. 1996. Pollination induces mRNA poly (A) tial-shortening and cell deterioration in flower transmitting tissue. **Plant J.** 9: 715-727.

Wolters-Arts M., W.M. Lush and C. Mariani. 1998. Lipids are required for directional pollen-tube growth. **Nature** 392: 818-821.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 จำนวนไข่อ่อน (ovule) ภายในแต่ละ locule ของดอก *E. camaldulensis* ในระยะที่ฝาครอบดอกชั้นที่ 2 เริ่มแยกจากฐานรองดอก

ผลที่	ขนาดดอกเฉลี่ย (มิลลิเมตร)	จำนวน locules / ดอก	จำนวนไข่อ่อน / locule
1	6.65	4	63
2	6.65	4	59
3	6.88	4	60
4	6.63	5	61
5	6.50	5	38
6	6.50	4	57
7	6.55	4	56
8	6.53	4	59
9	6.65	4	55
10	6.23	5	76
11	6.68	4	51
12	6.30	4	54
13	6.53	4	53
14	6.80	4	48
15	6.63	4	56
16	6.05	4	56
17	6.58	4	55
18	6.28	4	58
19	6.53	4	58
20	7.30	4	56
21	6.55	4	65
22	7.25	4	59
23	6.88	4	63
24	6.78	4	62
25	6.65	4	49
26	6.73	4	55
27	6.50	4	53
28	6.88	4	63
29	6.20	4	57

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ผลที่	ขนาดดอกเฉลี่ย (มิลลิเมตร)	จำนวน loculesต่อดอก	จำนวนไข่อ่อนต่อ locule
30	6.53	4	57
	จำนวนไข่อ่อนเฉลี่ยต่อ locule		**57.1**
	SD		**6.4**

ตารางผนวกที่ 2 จำนวนเมล็ดที่ได้รับการผสมจากการผสมเกสรโดยวิธีการตัดก้านชูเกสรเพศเมียในแต่ละระยะการพัฒนาดอก เปรียบเทียบกับการผสมเกสรที่ยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมเกสร และการผสมเกสรตามธรรมชาติ ของสายต้น Eu1

ระยะดอก	ผลที่	จำนวน locules	ขนาดผลเฉลี่ย	เมล็ดกลุ่มที่ 1	เมล็ดกลุ่มที่ 2	จำนวนเมล็ดทั้งหมด
GY-1	1	4	0.635	10	204	214
	2	5	0.670	20	229	249
	3	4	0.655	13	189	202
	4	4	0.613	9	197	206
	5	4	0.635	16	187	203
	6	5	0.660	16	224	240
	7	4	0.645	22	190	212
	8	4	0.615	11	208	219
	9	4	0.620	10	142	152
	10	4	0.628	18	189	207
	ค่าเฉลี่ย		**0.638**	**15.4**	**195.9**	**210.4**
GY-2	1	5	0.640	3	245	248
	2	4	0.585	1	199	200
	ค่าเฉลี่ย		**0.613**	**2.0**	**222.0**	**224.0**
YG-1	1	5	0.695	35	202	237
	2	4	0.635	42	159	201
	3	4	0.620	19	191	210
	4	4	0.640	36	164	200
	5	4	0.615	31	162	193
	6	4	0.645	29	186	215
	7	4	0.635	15	193	208
	8	4	0.675	34	182	216
	9	4	0.645	21	164	185
	10	4	0.342	19	179	198
	11	5	0.665	35	205	240
	12	4	0.653	14	191	205
	13	4	0.653	14	194	208

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

ระยะดอก	ผลที่	จำนวน locules	ขนาดผลเฉลี่ย	เมล็ดกลุ่มที่ 1	เมล็ดกลุ่มที่ 2	จำนวนเมล็ดทั้งหมด
	14	5	0.663	39	201	240
YG-1	15	4	0.640	14	202	216
	16	4	0.658	17	184	201
	ค่าเฉลี่ย		**0.630**	**25.9**	**184.9**	**210.8**
	1	4	0.655	5	194	199
	2	5	0.640	3	237	240
	3	5	0.660	12	240	252
	4	4	0.645	7	197	204
YG-2	5	4	0.565	1	196	197
	6	4	0.580	1	206	207
	7	4	0.625	5	179	184
	8	4	0.565	1	203	204
	ค่าเฉลี่ย		**0.617**	**4.4**	**206.5**	**210.9**
	1	5	0.705	65	173	238
	2	4	0.660	36	163	199
	3	4	0.695	88	111	199
	4	5	0.675	31	212	243
	5	4	0.700	52	161	213
	6	5	0.660	49	181	230
	7	4	0.660	72	121	193
	8	5	0.685	28	194	222
Dehisced-1	9	4	0.635	17	195	212
	10	4	0.625	16	179	195
	11	4	0.665	34	157	191
	12	4	0.660	51	148	199
	13	4	0.665	35	165	200
	14	5	0.660	13	207	220
	15	4	0.650	67	121	188
	16	4	0.650	54	151	205
	ค่าเฉลี่ย		**0.666**	**44.3**	**164.9**	**209.2**

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

ระยะดอก	ผลที่	จำนวน locules	ขนาดผลเฉลี่ย	เมล็ดกลุ่มที่ 1	เมล็ดกลุ่มที่ 2	จำนวนเมล็ดทั้งหมด
Dehisced-2	1	5	0.655	10	223	233
	2	4	0.620	7	209	216
	ค่าเฉลี่ย		**0.638**	**8.5**	**216.0**	**224.5**
Anthesis-1	1	4	0.560	60	106	166
	2	4	0.550	52	121	173
	3	4	0.570	52	136	188
	4	4	0.680	25	247	272
	5	4	0.670	122	118	240
	6	5	0.670	48	175	223
	7	5	0.645	92	101	193
	8	5	0.650	76	136	212
	9	4	0.600	38	145	183
	10	4	0.638	72	124	196
	11	4	0.550	50	121	171
	12	4	0.565	45	121	166
	13	4	0.580	53	118	171
	14	4	0.660	35	160	195
	15	5	0.675	106	115	221
	16	4	0.670	112	88	200
	ค่าเฉลี่ย		**0.621**	**64.9**	**133.3**	**198.1**
Anthesis-2	1	5	0.630	30	194	224
	2	4	0.595	9	180	189
	3	5	0.640	31	204	235
	4	4	0.645	41	158	199
	5	4	0.605	1	194	195
	6	4	0.580	1	181	182
	7	4	0.595	2	187	189
	ค่าเฉลี่ย		**0.613**	**16.4**	**185.4**	**201.9**

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

ระยะดอก	ผลที่	จำนวน locules	ขนาดผลเฉลี่ย	เมล็ดกลุ่มที่ 1	เมล็ดกลุ่มที่ 2	จำนวนเมล็ดทั้งหมด
	1	4	0.555	88	75	163
	2	4	0.560	91	75	166
	3	4	0.540	109	56	165
	4	4	0.545	82	78	160
	5	4	0.520	74	73	147
	6	4	0.545	100	67	167
	7	4	0.580	93	87	180
	8	4	0.570	97	80	177
Control	9	4	0.555	99	84	183
	10	5	0.630	65	154	219
	11	4	0.615	103	107	210
	12	4	0.605	103	95	198
	13	4	0.555	98	68	166
	14	4	0.560	74	94	168
	15	4	0.560	79	71	150
	16	4	0.590	91	73	164
	17	4	0.555	114	105	219
	ค่าเฉลี่ย		**0.567**	**91.8**	**84.8**	**176.6**
	1	4	0.660	4	245	249
	2	5	0.680	8	241	249
	3	5	0.660	2	262	264
	4	5	0.650	10	257	267
	5	5	0.670	10	246	256
Open	6	5	0.605	6	222	228
Pollination	7	5	0.615	6	244	250
	8	4	0.600	8	181	189
	9	4	0.615	8	192	200
	10	4	0.650	1	245	246
	11	5	0.660	5	273	278
	12	4	0.640	2	220	222

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

ระยะดอก	ผลที่	จำนวน locules	ขนาดผลเฉลี่ย	เมล็ดกลุ่มที่ 1	เมล็ดกลุ่มที่ 2	จำนวนเมล็ดทั้งหมด
	13	4	0.645	8	192	200
	14	4	0.610	4	201	205
	15	4	0.635	5	199	204
Open	16	4	0.640	5	225	230
Pollination	17	4	0.670	9	223	232
	18	4	0.600	8	191	199
	19	5	0.630	5	221	226
	20	4	0.670	5	240	245
ค่าเฉลี่ย			**0.640**	**6.0**	**226.0**	**232.0**

หมายเหตุ

GY คือ ดอกสีเขียวปนเหลือง

YG คือ ดอก สีเหลืองปนเขียว

Dehisced คือ ดอกที่ฝาครอบดอกเริ่มแยกจากฐานรองดอก

Anthesis คือ ดอกที่บาน 1 วัน

Control คือ การผสมเกสรเมื่อยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมเกสร

Open pollination คือ การผสมเกสรตามธรรมชาติ

1 คือการตัดบริเวณปลายยอดเกสรเพศเมียแล้วทำการผสมทันที

2 คือการตัดบริเวณกึ่งกลางของก้านชูเกสรเพศเมียแล้วทำการผสมทันที

เมล็ดกลุ่มที่ 1 คือ เมล็ดที่ได้รับการผสม

เมล็ดกลุ่มที่ 2 คือ เมล็ดที่ไม่ได้รับการผสม

ตารางผนวกที่ 3 จำนวนเมล็ดที่ได้รับการผสมจากการผสมเกสรโดยวิธีการตัดก้านชูเกสรเพศเมียในแต่ละระยะการพัฒนาดอก เปรียบเทียบกับการผสมเกสรที่ยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมเกสร และการผสมเกสรตามธรรมชาติ ของสายต้น Eu2

ระยะดอก	ผลที่	จำนวน locules	ขนาดผลเฉลี่ย	เมล็ดกลุ่มที่ 1	เมล็ดกลุ่มที่ 2	จำนวนเมล็ดทั้งหมด
GY-1	1	5	0.600	1	389	390
	2	5	0.610	1	369	370
	3	4	0.550	1	303	304
	4	4	0.585	2	347	349
	5	4	0.580	1	335	336
	6	4	0.580	1	355	356
	7	5	0.615	1	357	358
	8	5	0.660	9	398	407
	9	5	0.650	34	344	378
	10	4	0.650	18	349	367
	11	4	0.650	8	363	371
	12	4	0.600	4	284	288
	13	4	0.585	2	349	351
	14	4	0.605	2	363	365
	ค่าเฉลี่ย		**0.609**	**6.1**	**350.4**	**356.4**
YG-1	1	5	0.630	47	372	419
	2	5	0.610	68	340	408
	3	4	0.623	12	343	355
	4	4	0.570	44	250	294
	5	4	0.608	39	322	361
	6	4	0.585	25	310	335
	7	4	0.550	36	240	276
	8	5	0.638	61	364	425
	9	5	0.650	61	358	419
	10	5	0.648	50	381	431
	11	5	0.650	52	380	432
	12	5	0.655	46	398	444
	13	4	0.633	42	285	327

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

ระยะดอก	ผลที่	จำนวน locules	ขนาดผลเฉลี่ย	เมล็ดกลุ่มที่ 1	เมล็ดกลุ่มที่ 2	จำนวนเมล็ดทั้งหมด
YG-1	14	4	0.633	150	231	381
	15	4	0.650	22	327	349
	16	4	0.650	72	297	369
	ค่าเฉลี่ย		**0.624**	**51.7**	**324.9**	**376.6**
YG-2	1	5	0.610	27	407	434
	ค่าเฉลี่ย		**0.610**	**27**	**407**	**434**
Dehisced-1	1	4	0.640	53	290	343
	2	4	0.610	53	223	276
	3	4	0.658	54	339	393
	4	5	0.650	119	319	438
	5	5	0.700	176	260	436
	6	5	0.700	166	275	441
	7	5	0.670	135	272	407
	8	5	0.665	156	272	428
	19	5	0.665	165	264	429
	10	4	0.660	109	279	388
	11	4	0.640	135	220	355
	12	5	0.660	63	383	446
	13	4	0.648	140	241	381
	14	4	0.640	118	267	385
	15	4	0.633	55	326	381
	ค่าเฉลี่ย		**0.656**	**113.1**	**282.0**	**395.1**
Dehisced-2	1	4	0.610	1	354	355
	2	4	0.600	1	359	360
	3	5	0.610	10	373	383
	4	4	0.610	30	319	349
	5	4	0.550	18	278	296
	ค่าเฉลี่ย		**0.596**	**12**	**336.6**	**348.6**

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

ระยะดอก	ผลที่	จำนวน locules	ขนาดผลเฉลี่ย	เมล็ดกลุ่มที่ 1	เมล็ดกลุ่มที่ 2	จำนวนเมล็ดทั้งหมด
Anthesis-1	1	4	0.5625	29	291	320
	2	4	0.600	74	257	331
	3	5	0.570	13	384	397
	4	4	0.543	85	228	313
	5	4	0.550	8	344	352
	6	4	0.560	47	270	317
	7	4	0.550	79	229	308
	8	4	0.550	35	290	325
	9	4	0.570	5	344	349
	10	4	0.545	4	316	320
	11	4	0.555	5	333	338
	12	5	0.600	103	286	389
	13	4	0.575	3	329	332
	14	4	0.550	70	231	301
	15	4	0.570	4	334	338
	16	4	0.570	14	344	358
	17	4	0.600	83	256	339
	18	4	0.550	4	306	310
	ค่าเฉลี่ย		**0.565**	**36.9**	**298.4**	**335.4**
Anthesis-2	1	5	0.610	21	336	357
	2	5	0.575	11	342	353
	3	5	0.600	16	397	413
	4	4	0.590	24	310	334
	ค่าเฉลี่ย		**0.594**	**18.0**	**346.3**	**364.3**
Control	1	5	0.635	131	218	349
	2	5	0.600	85	215	300
	3	5	0.600	158	178	336
	4	5	0.600	76	274	350
	5	5	0.600	185	139	324
	6	5	0.580	167	151	318

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

ระยะดอก	ผลที่	จำนวน locules	ขนาดผลเฉลี่ย	เมล็ดกลุ่มที่ 1	เมล็ดกลุ่มที่ 2	จำนวนเมล็ดทั้งหมด
Control	7	4	0.600	145	156	301
	8	4	0.600	128	136	264
	9	4	0.565	118	147	265
	10	4	0.610	128	158	286
	11	4	0.565	145	114	259
	12	4	0.570	171	117	288
	13	4	0.565	172	118	290
	14	4	0.555	93	185	278
	15	4	0.565	94	163	257
	ค่าเฉลี่ย		**0.587**	**133.1**	**164.6**	**297.7**
Open pollination	1	4	0.618	34	305	339
	2	5	0.613	34	355	389
	3	5	0.655	42	329	371
	4	5	0.653	38	319	357
	5	4	0.610	59	280	339
	6	4	0.640	58	308	366
	7	4	0.610	28	287	315
	8	4	0.625	41	299	340
	9	5	0.610	47	354	401
	10	5	0.615	39	330	369
	11	4	0.660	43	362	405
	12	5	0.623	41	359	400
	13	5	0.610	31	301	332
	14	5	0.610	53	305	358
	15	4	0.623	41	322	363
	16	5	0.645	46	330	376
	17	4	0.635	49	294	343
	18	4	0.618	45	353	398

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

ระยะดอก	ผลที่	จำนวน locules	ขนาดผลเฉลี่ย	เมล็ดกลุ่มที่ 1	เมล็ดกลุ่มที่ 2	จำนวนเมล็ดทั้งหมด
Open pollination	19	5	0.643	57	323	380
	20	4	0.610	38	311	349
ค่าเฉลี่ย			**0.626**	**43.2**	**321.3**	**364.5**

หมายเหตุ

GY คือ ดอกสีเขียวปนเหลือง

YG คือ ดอก สีเหลืองปนเขียว

Dehisced คือ ดอกที่ฝาครอบดอกเริ่มแยกจากฐานรองดอก

Anthesis คือ ดอกที่บาน 1 วัน

Control คือ การผสมเกสรเมื่อยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมเกสร

Open pollination คือ การผสมเกสรตามธรรมชาติ

1 คือการตัดบริเวณปลายยอดเกสรเพศเมียแล้วทำการผสมทันที

2 คือการตัดบริเวณกึ่งกลางของก้านชูเกสรเพศเมียแล้วทำการผสมทันที

เมล็ดกลุ่มที่ 1 คือ เมล็ดที่ได้รับการผสม

เมล็ดกลุ่มที่ 2 คือ เมล็ดที่ไม่ได้รับการผสม

ตารางผนวกที่ 4 จำนวนเมล็ดที่ได้รับการผสมจากการผสมเกสรโดยวิธีการตัดก้านชูเกสรเพศเมียในแต่ละระยะการพัฒนาดอก เปรียบเทียบกับการผสมเกสรที่ยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมเกสร และการผสมเกสรตามธรรมชาติ ของสายต้น Eu3

ระยะดอก	ผลที่	จำนวน locules	ขนาดผลเฉลี่ย	เมล็ดกลุ่มที่ 1	เมล็ดกลุ่มที่ 2	จำนวนเมล็ดทั้งหมด
YG-1	1	5	0.800	39	403	442
	2	5	0.805	85	348	433
	3	5	0.820	92	356	448
	4	4	0.785	89	285	374
	5	4	0.780	62	316	378
	6	4	0.800	68	332	400
	7	4	0.735	61	307	368
	8	4	0.725	23	353	376
	9	4	0.745	79	232	311
	10	4	0.800	171	172	343
	11	4	0.765	70	254	324
	12	4	0.770	130	192	322
	13	4	0.760	34	324	358
	14	4	0.745	54	285	339
	15	4	0.738	31	299	330
	ค่าเฉลี่ย		**0.772**	**72.5**	**297.2**	**369.7**
YG-2	1	4	0.765	6	360	366
	ค่าเฉลี่ย		**0.765**	**6**	**360**	**366**
Dehisced-1	1	5	0.850	32	409	441
	2	5	0.815	59	381	440
	3	4	0.825	24	330	354
	4	5	0.800	11	469	480
	5	5	0.795	7	442	449
	6	5	0.800	9	463	472
	7	5	0.760	12	397	409
	8	5	0.820	55	371	426
	9	4	0.743	33	320	353

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

ระยะดอก	ผลที่	จำนวน locules	ขนาดผลเฉลี่ย	เมล็ดกลุ่มที่ 1	เมล็ดกลุ่มที่ 2	จำนวนเมล็ดทั้งหมด
Dehisced-1	10	4	0.743	11	281	292
	11	4	0.755	51	301	352
	12	4	0.800	57	309	366
	13	4	0.713	46	256	302
	ค่าเฉลี่ย		**0.786**	**31.3**	**363.8**	**395.1**
Anthhesis-1	1	5	0.800	54	384	438
	2	5	0.740	15	410	425
	3	4	0.750	17	350	367
	4	4	0.760	9	344	353
	5	4	0.735	13	328	341
	6	4	0.685	16	330	346
	7	4	0.660	29	332	361
	8	4	0.720	42	273	315
	9	4	0.720	28	303	331
	10	4	0.785	115	298	413
	11	4	0.730	45	309	354
	12	4	0.755	103	268	371
	13	4	0.745	36	323	359
	14	4	0.625	5	346	351
	ค่าเฉลี่ย		**0.729**	**37.6**	**328.4**	**366.1**
Control	1	4	0.715	162	177	339
	2	4	0.740	77	281	358
	3	4	0.760	154	193	347
	4	4	0.743	177	161	338
	5	4	0.760	139	141	280
	6	4	0.840	98	306	404
	7	5	0.910	117	355	472
	8	5	0.900	100	333	433
	9	4	0.865	122	265	387
	10	5	0.795	110	301	411

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

ระยะดอก	ผลที่	จำนวน locules	ขนาดผลเฉลี่ย	เมล็ดกลุ่มที่ 1	เมล็ดกลุ่มที่ 2	จำนวนเมล็ดทั้งหมด
Control	11	4	0.743	148	206	354
	ค่าเฉลี่ย		**0.797**	**127.6**	**247.2**	**374.8**
Open Pollination	1	4	0.810	9	380	389
	2	5	0.850	9	480	489
	3	4	0.807	22	376	398
	4	5	0.835	7	447	454
	5	4	0.835	6	440	446
	6	5	0.850	6	513	519
	7	5	0.800	6	487	493
	8	5	0.843	13	416	429
	9	5	0.860	12	499	511
	10	5	0.850	13	434	447
	11	4	0.845	16	415	431
	12	4	0.835	10	438	448
	13	4	0.800	11	379	390
	14	4	0.830	10	437	447
	15	4	0.815	14	324	338
	16	5	0.840	6	498	504
	17	4	0.800	5	402	407
	18	4	0.850	11	384	395
	19	5	0.836	16	430	446
	20	5	0.800	4	406	410
	ค่าเฉลี่ย		**0.830**	**10.3**	**429.3**	**439.6**

หมายเหตุ

GY คือ ดอกสีเขียวปนเหลือง YG คือ ดอก สีเหลืองปนเขียว

Dehisced คือ ดอกที่ฝาครอบดอกเริ่มแยกจากฐานรองดอก Anthesis คือ ดอกที่บาน 1 วัน

Control คือ การผสมเกสรเมื่อยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมเกสร

Open pollination คือ การผสมเกสรตามธรรมชาติ

1 คือการตัดบริเวณปลายยอดเกสรเพศเมียแล้วทำการผสมทันที

2 คือการตัดบริเวณกึ่งกลางของก้านชูเกสรเพศเมียแล้วทำการผสมทันที

เมล็ดกลุ่มที่ 1 คือ เมล็ดที่ได้รับการผสม เมล็ดกลุ่มที่ 2 คือ เมล็ดที่ไม่ได้รับการผสม