

โครงการบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ระดับการประเมินคุณภาพ

☐ ดีเยี่ยม

☐ ดีมาก

☒ ดี

☐ ปานกลาง



การศึกษาการผสมเกสร การติดเมล็ด และการงอกของเมล็ดพืชในกลุ่มขมิ้น
(*Curcuma*) ที่ผสมภายในชนิดเดียวกันและต่างชนิดกัน



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน
สำนักงานบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยแม่โจ้
พ.ศ. 2550

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
สำนักงานบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน

ชื่อเรื่อง

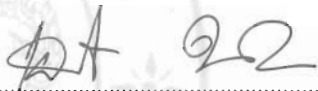
การศึกษาการผสมเกสร การติดเมล็ด และการงอกของเมล็ดพืชในกลุ่มขมิ้น
(Curcuma) ที่ผสมภายในชนิดเดียวกันและต่างชนิดกัน

โดย

หยกทิพย์ สุดารีย์

พิจารณาเห็นชอบโดย

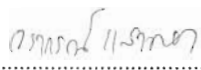
ประธานกรรมการที่ปรึกษา


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เจติมศรี นนทสวัสดิ์ศรี)
วันที่ 3 เดือน ๑๑ พ.ศ. ๕๐

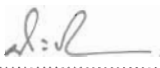
กรรมการที่ปรึกษา


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประสิทธิ์ โนรี)
วันที่ 3 เดือน 10 พ.ศ. 50

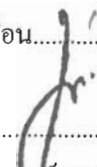
กรรมการที่ปรึกษา


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วราภรณ์ แสงทอง)
วันที่ 3 เดือน ๗ พ.ศ. ๕๐

ประธานกรรมการประจำหลักสูตร


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประสิทธิ์ โนรี)
วันที่ 3 เดือน 10 พ.ศ. 50

สำนักงานบัณฑิตศึกษารับรองแล้ว


(รองศาสตราจารย์ ดร.เทพ พงษ์พานิช)
ประธานคณะกรรมการ โครงการบัณฑิตวิทยาลัย
วันที่ 15 เดือน ๓ พ.ศ. ๕๐

ชื่อเรื่อง	การศึกษาการผสมเกสร การติดเมล็ด และการงอกของเมล็ดพืชในกลุ่มขมิ้น (<i>Curcuma</i>) ที่ผสมภายในชนิดเดียวกันและต่างชนิดกัน
ชื่อผู้เขียน	นางสาวหยกทิพย์ สุคาริย์
ชื่อปริญญา	วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน
ประธานกรรมการที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิมศรี นนทสวัสดิ์ศรี

บทคัดย่อ

การศึกษาความมีชีวิตของละอองเกสร โดยการย้อมด้วย Acetone carmine พบว่า ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม มีความมีชีวิตมากที่สุดเท่ากับ 97.76 % การศึกษาการงอกของละอองเกสรบนอาหารสังเคราะห์เป็นเวลา 5 ชั่วโมง พบว่า ที่ระดับความเข้มข้นของน้ำตาล 10 % เหมาะสำหรับการงอกของละอองเกสรดีที่สุด โดยบัวชั้น มีการงอกมากที่สุดเท่ากับ 65.51% และเมื่อทำการเลี้ยงละอองเกสรบนอาหารสังเคราะห์เป็นเวลา 1 3 และ 5 ชั่วโมง พบว่า ว่านมหาจักรพรรดิ มีความยาวหลอดมากที่สุดเท่ากับ 3,772.00 μm การศึกษาการงอกของละอองเกสรบนยอดเกสรตัวเมีย พบว่า ละอองเกสรของว่านนางคำ ว่านมหาจักรพรรดิ และ บัวชั้น สามารถงอกบนยอดเกสรตัวเมียของปทุมมากลุ่มกลีบแหลมได้ ละอองเกสรของว่านนางคำ สามารถงอกบนยอดเกสรตัวเมียของเชียงใหม่เรดได้ แต่พบว่า มีการงอกบนยอดเกสรตัวเมียของช่อมรกตที่ผิดปกติ ส่วนกลุ่มผสมอื่นพบว่า ละอองเกสรไม่สามารถงอกบนยอดเกสรตัวเมียของกลุ่มผสมได้ การศึกษาการติดผล พบว่า แววอุบล ว่านนางคำ และบัวชั้น สามารถผสมตัวเองติด ส่วน *Curcuma* ในกลุ่มอื่นๆ ไม่สามารถผสมตัวเองติด การผสมข้ามระหว่างพันธุ์ พบว่า สามารถผสมติดทุกกลุ่มผสม การผสมข้ามระหว่างชนิด พบว่า ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x แววอุบล สามารถติดเมล็ดได้ทั้งการผสมตรงและผสมสลับ แต่ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x เทพอัปสร ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x ปทุมรัตน์ ปทุมรัตน์ x เทพอัปสร ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x ว่านนางคำ ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x บัวชั้น และเชียงใหม่เรด x ว่านนางคำ สามารถติดเมล็ดได้จากการผสมตรงเพียงอย่างเดียว ส่วนกลุ่มผสมอื่นไม่สามารถผสมติด การผสมข้ามสกุลระหว่างปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x บัวเข็ม พบว่า สามารถผสมติด และมีเอมบริโอที่สมบูรณ์แต่เมื่อนำเอมบริโอมาเพาะเลี้ยง พบว่า เอมบริโอไม่สามารถพัฒนาเป็นต้นได้ การศึกษาการทำลายการพักตัวของเมล็ด พบว่า การแกะเปลือก และการแกะเปลือกร่วมกับการชุบเชื้อหุ้มสีน้ำตาล สามารถช่วยให้เมล็ดงอกได้ การศึกษาการช่วยชีวิตลูกผสม พบว่า การแยกเอมบริโอจากผลอายุ 14 และ 28 วัน สามารถทำให้เอมบริโองอกได้ ในขณะที่การเพาะเลี้ยงทั้งเมล็ดไม่สามารถงอกได้

Title	A study on pollination, seed setting and seed germination of intraspecific and interspecific hybrids of <i>Curcuma</i>
Author	Miss Yokthip Sudaree
Degree of	Master of Science in Horticulture
Advisory Committee Chairperson	Assistant Professor Dr. Chalernsri Nontaswatsri

ABSTRACT

A study on pollen viability by Acetone carmine staining found that Patumma in a narrow petal group (*Curcuma alismatifolia*) had the highest pollen viability at 97.76%. A study on pollen germination when cultured on media found that the medium containing 10% sucrose was suitable for pollen germination in *Curcuma*. After cultured pollens on media for 5 hrs. Buachan (*Curcuma* sp.) had the highest pollen germination at 65.51% and Wannahajukapad had the longest pollen tube of 3,772 μm . The pollen of Wannangdum, Wannahajukapad, and Buachan could germinate on the stigma surface of Patumma in a narrow petal group. Pollens of Wannangdum could germinate on the stigma surface of Chiangmai red and Chomoragot, but showed abnormal germination on the stigma surface of Chomoragot. A study on fruit setting found that Walubon (*Curcuma* sp.), Wannangdum and Buachan could set seeds after selfing where as other *Curcuma* could not. Crosses among varieties in the same species were successful. Interspecific crosses between Patumma in a narrow petal group x Walubon could produce seeds in both direct and reciprocal crosses, but Patumma in a narrow petal group x Tapupsorn (*Curcuma thorelii*), Patumma in narrow petal group x Patumrut, Patumrut x Tapupsorn, Patumma in a narrow petal group x Wannangdum, Patumma in a narrow petal group x Buachan and Chiangmai red x Wannangdum could produce seeds only by direct crosses. Intergeneric hybridization between Patumma in a narrow petal group and Buakham (*Smithatris myanmarensis*) produced fruits with embryos, but the embryos could not regenerate shoots. A study on dormancy breaking of *Curcuma* seeds found that the removal of seed coat as well as both seed coat and seed membrane could break seed dormancy. A study on embryo rescue found that the 14 and 28 days embryo germinated after *in vitro* culture whereas whole seeds not germinated

กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยดี ด้วยความกรุณาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิมศรี นนทสวัสดิ์ศรี ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้ความรู้ อบรมแนะนำแนวทางในด้านการเรียน การดำเนินการวิจัย รวมทั้งอนุเคราะห์วัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี และอุปกรณ์อื่นๆที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย ให้คำปรึกษาและตรวจแก้ไขข้อบกพร่องจนวิทยานิพนธ์เล่มนี้เสร็จสมบูรณ์ไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประสิทธิ์ โนรี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วราภรณ์ แสงทอง กรรมการที่ปรึกษา และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศรีสุลักษณ์ ธีรานุกพัฒนา ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำรวมทั้งตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ทำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุทัย รุ่งเรืองศรี ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้กล้องฟลูออเรสเซนซ์ (Fluorescence microscope) ในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณ คุณศรีจันทร์ อำชำฤทธิ์ ที่ช่วยดูแลพันธุ์พืชในงานวิจัย และให้ความช่วยเหลือตลอดระยะเวลาระหว่างการดำเนินการวิจัย

ขอขอบคุณ คุณสุดาวัลย์ บุญญะวัตตนักศึกษานิพนธ์โท คุณพงษ์เพชร พุ่มมวงค์ คุณวัชรินทร์ ปิ่นก่อ และคุณวิจิตร ทิพย์มณีนักศึกษานิพนธ์ตรี ที่ให้ความช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจในการดำเนินการวิจัยเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ บุคลากรมหาวิทยาลัยแม่โจ้ทุกท่าน

ท้ายนี้ กราบขอบพระคุณ คุณพ่อวรรณชัย คุณแม่นงศ์ สุดาวิทย์ และทุกคนในครอบครัวเป็นอย่างสูง ที่เป็นทั้งกำลังใจ และเป็นแรงสนับสนุนด้านการศึกษาด้วยดีเสมอมา ให้การศึกษาในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

หยกทิพย์ สุดาวิทย์

กันยายน 2550

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ	(3)
ABSTRACT	(4)
กิตติกรรมประกาศ	(5)
สารบัญ	(6)
สารบัญตาราง	(8)
สารบัญภาพ	(9)
สารบัญตารางผนวก	(11)
บทที่ 1 บทนำ	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
ขอบเขตของการวิจัย	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	3
ลักษณะทางพฤกษศาสตร์	3
ความหลากหลายของพืชปทุมมาและกลุ่มใกล้เคียง	5
ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของปทุมมาและพืชใกล้เคียง	6
ระยะต่างๆของการเกิดและพัฒนาของดอก	9
การปลูกเลี้ยงและดูแลรักษา	10
แนวทางในการปรับปรุงพันธุ์	11
การผสมตามธรรมชาติ	12
การออกของหลอดละอองเกสร	14
การติดผล	18
การผสมเกสรในสภาพปลอดเชื้อ (<i>in vitro</i> pollination)	20
การพักตัวของเมล็ดในลูกผสม	20
สาเหตุการพักตัวของเมล็ด	21
การช่วยชีวิตลูกผสม (embryo rescue)	23

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1 สูตรอาหารของ Murashige and Skoog (1962)	31
2 เปอร์เซนต์ความมีชีวิตของละอองเกสรของไม้ดอกกลุ่มขมิ้น จำนวน 8 สายพันธุ์	47
3 เปอร์เซนต์ความสามารถในการงอกของละอองเกสรบนอาหารสังเคราะห์ที่ ระดับความเข้มข้นของน้ำตาล 10 20 30 และ 40% ของไม้ดอกกลุ่มขมิ้นจำนวน 8 สายพันธุ์	51
4 เปอร์เซนต์การงอกของละอองเกสรของไม้ดอกกลุ่มขมิ้น จำนวน 8 สายพันธุ์	53
5 ความยาวของหลอดละอองเกสรของไม้ดอกกลุ่มขมิ้นจำนวน 8 สายพันธุ์	55
6 เปอร์เซนต์การผสมติด อายุผลเฉลี่ย จำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผล และเปอร์เซนต์ เมล็ดสมบูรณ์ของไม้ดอกกลุ่มขมิ้นจำนวน 8 สายพันธุ์ในการผสมตัวเอง	60
7 เปอร์เซนต์การผสมติด อายุผลเฉลี่ย จำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผล และเปอร์เซนต์ เมล็ดสมบูรณ์ของไม้ดอกกลุ่มขมิ้นจำนวน 3 คู่ผสมในการผสมข้ามระหว่าง พันธุ์	62
8 เปอร์เซนต์การผสมติด อายุผลเฉลี่ย จำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผล และเปอร์เซนต์ เมล็ดสมบูรณ์ของไม้ดอกกลุ่มขมิ้นจำนวน 29 คู่ผสมในการผสมข้ามระหว่าง ชนิด	64
9 เปอร์เซนต์การผสมติด อายุผลเฉลี่ย จำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผล และเปอร์เซนต์ เมล็ดสมบูรณ์ของไม้ดอกกลุ่มขมิ้นจำนวน 12 คู่ผสมในการผสมข้ามระหว่าง สกุล	67
10 เปอร์เซนต์จำนวนต้นที่เกิด จำนวนต้นที่อยู่รอด และจำนวนวันที่เริ่มงอกจาก การทำลายการพักตัวด้วยวิธีการต่างๆของเมล็ดลูกผสมในกลุ่ม <i>Curcuma alismatifolia</i> ภายหลังการเพาะเลี้ยง	83
11 เปอร์เซนต์จำนวนต้นที่เกิด จำนวนต้นที่อยู่รอด และจำนวนวันที่เริ่มงอกจาก การช่วยชีวิตเอ็มบริโอในช่วงอายุผลต่างๆของเมล็ดลูกผสมภายหลังการ เพาะเลี้ยง	85

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
1 ลักษณะของช่อดอกปทุมมา	5
2 ลักษณะของช่อดอกกระเจียว	6
3 ลักษณะของช่อดอกในกลุ่มปทุมมา	28
4 ลักษณะของช่อดอกในกลุ่มกระเจียว	28
5 ลักษณะของช่อดอกในกลุ่ม <i>Smithatris</i>	29
6 การครอบถุงก่อนดอกบาน	38
7 ใช้สำลิจุ่มแอลกอฮอล์ป้ายบริเวณเกสรตัวผู้	38
8 ใช้ปากคีบปลายแหลม (forceps) เชี่ยวเกสรตัวผู้	39
9 นำละอองเกสรมาแตะบริเวณยอดเกสรตัวเมีย (stigma surface)	39
10 แฉวนป้ายระบุชื่อคู่ผสม วันที่ผสม และเวลาที่ทำการผสม	39
11 อับละอองเกสรที่ยังไม่ได้รับการตอนของกลุ่ม <i>Paracurcuma</i>	40
12 อับละอองเกสรที่ได้รับการตอนของกลุ่ม <i>Paracurcuma</i>	40
13 อับละอองเกสรที่ไม่ได้รับการตอนของกลุ่ม <i>Eucurcuma</i>	41
14 อับละอองเกสรที่ได้รับการตอนของกลุ่ม <i>Eucurcuma</i>	41
15 อับละอองเกสรที่ยังไม่ได้รับการตอนของกลุ่ม <i>Smithatris</i>	42
16 อับละอองเกสรที่ได้รับการตอนของกลุ่ม <i>Smithatris</i>	42
17 อับละอองเกสรที่ได้รับการตอนด้วยสำลิจุ่มแอลกอฮอล์ 70%	42
18 ลักษณะของเมล็ดลูกผสม	44
19 ความมีชีวิตของละอองเกสรของไม้ดอกกลุ่มขมิ้นจำนวน 8 สายพันธุ์	48
20 ความมีชีวิตของละอองเกสรที่ติดสีแดงเข้มจากการย้อมด้วย Acetone carmine	48
21 ความสามารถในการงอกของละอองเกสรบนอาหารสังเคราะห์ที่ระดับความเข้มข้นของน้ำตาล 10 20 30 และ 40% ของไม้ดอกกลุ่มขมิ้นจำนวน 8 สายพันธุ์	52
22 ความสามารถในการงอกของละอองเกสรบนอาหารสังเคราะห์ที่ระดับความเข้มข้นของน้ำตาล 10% ของไม้ดอกกลุ่มขมิ้นจำนวน 8 สายพันธุ์	54
23 การงอกของละอองเกสรของปทุมมากลุ่มกลีบแหลมบนอาหารสังเคราะห์ที่ระดับความเข้มข้นของน้ำตาล 10% เป็นเวลา 1 3 และ 5 ชั่วโมง	54

ภาพ

หน้า

24	ความยาวของหลอดละอองเกสรบนอาหารสังเคราะห์ที่ระดับความเข้มข้นของน้ำตาล 10% ของไม้ดอกกลุ่มขมิ้นจำนวน 8 สายพันธุ์	56
25	ความยาวของหลอดละอองเกสรของปทุมมากลุ่มกลีบแหลมบนอาหารสังเคราะห์ที่ระดับความเข้มข้นของน้ำตาล 10% เป็นเวลา 1 3 และ 5 ชั่วโมง	56
26	การงอกของหลอดละอองเกสร	58
27	ลักษณะลูกของแววอุบล	70
28	ลักษณะลูกผสมระหว่างปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x เชียงใหม่ไวท์	72
29	ลักษณะลูกผสมระหว่างปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x เทพอัปสร	76
30	ลักษณะลูกผสมระหว่างปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x แววอุบล	79
31	ลักษณะลูกผสมระหว่างแววอุบล x ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม	81
32	ลักษณะลูกผสมระหว่างเชียงใหม่เรด x บัวเข็ม	82
33	การเกิดขึ้นของเมล็ดลูกผสมจากการทำลายการพักตัวด้วยวิธีการต่างๆ	84
34	การเกิดขึ้นจากการช่วยชีวิตเอ็มบริโอในช่วงอายุผลต่างๆ	86
35	ลูกผสมระหว่างปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x เทพอัปสร	96

สารบัญตารางผนวก

ตารางผนวก	หน้า
1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ของจำนวนละอองเกสรที่มีชีวิตของไม้ดอกกลุ่มขมิ้นจำนวน 8 สายพันธุ์	107
2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ของความสามารถในการงอกของละอองเกสรบนอาหารสังเคราะห์ที่ ระดับความเข้มข้นของน้ำตาล 10 20 30 และ 40% ในพันธุ์ ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม	107
3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ของความสามารถในการงอกของละอองเกสรบนอาหารสังเคราะห์ที่ ระดับความเข้มข้นของน้ำตาล 10 20 30 และ 40% ในพันธุ์เชียงใหม่เรด	108
4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ของความสามารถในการงอกของละอองเกสรบนอาหารสังเคราะห์ที่ ระดับความเข้มข้นของน้ำตาล 10 20 30 และ 40% ในพันธุ์ขาวสโนว์	108
5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ของความสามารถในการงอกของละอองเกสรบนอาหารสังเคราะห์ที่ ระดับความเข้มข้นของน้ำตาล 10 20 30 และ 40% ในพันธุ์หอมรดก	109
6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ของความสามารถในการงอกของละอองเกสรบนอาหารสังเคราะห์ที่ ระดับความเข้มข้นของน้ำตาล 10 20 30 และ 40% ในพันธุ์ว่านนางคำ	109
7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ของความสามารถในการงอกของละอองเกสรบนอาหารสังเคราะห์ที่ ระดับความเข้มข้นของน้ำตาล 10 20 30 และ 40% ในพันธุ์ มหาจักรพรรดิ	110
8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ของความสามารถในการงอกของละอองเกสรบนอาหารสังเคราะห์ที่ ระดับความเข้มข้นของน้ำตาล 10 20 30 และ 40% ในพันธุ์ว่านงูเห่า	110

ตารางผนวก

หน้า

9	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ของความสามารถในการงอกของละอองเกสรบนอาหารสังเคราะห์ที่ระดับความเข้มข้นของน้ำตาล 10 20 30 และ 40% ในพันธุ์บัวชั้น	111
10	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ของความสามารถในการงอกของละอองเกสรบนอาหารสังเคราะห์ที่ระดับความเข้มข้นของน้ำตาล 10% เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ของไม้ดอกกลุ่มขมิ้นจำนวน 8 สายพันธุ์	111
11	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ของความสามารถในการงอกของละอองเกสรบนอาหารสังเคราะห์ที่ระดับความเข้มข้นของน้ำตาล 10% เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ของไม้ดอกกลุ่มขมิ้นจำนวน 8 สายพันธุ์	112
12	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ของความสามารถในการงอกของละอองเกสรบนอาหารสังเคราะห์ที่ระดับความเข้มข้นของน้ำตาล 10% เป็นเวลา 5 ชั่วโมง ของไม้ดอกกลุ่มขมิ้นจำนวน 8 สายพันธุ์	112
13	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ของความยาวหลอดละอองเกสรบนอาหารสังเคราะห์ที่ระดับความเข้มข้นของน้ำตาล 10% เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ของไม้ดอกกลุ่มขมิ้นจำนวน 8 สายพันธุ์	113
14	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ของความยาวหลอดละอองเกสรบนอาหารสังเคราะห์ที่ระดับความเข้มข้นของน้ำตาล 10% เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ของไม้ดอกกลุ่มขมิ้นจำนวน 8 สายพันธุ์	113
15	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ของความยาวหลอดละอองเกสรบนอาหารสังเคราะห์ที่ระดับความเข้มข้นของน้ำตาล 10% เป็นเวลา 5 ชั่วโมง ของไม้ดอกกลุ่มขมิ้นจำนวน 8 สายพันธุ์	114

16	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ของเปอร์เซ็นต์การผสมติดของไม้ดอกกลุ่มขมิ้นจำนวน 8 สายพันธุ์ ในการผสมตัวเอง	114
17	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ของอายุผลเฉลี่ยของไม้ดอกกลุ่มขมิ้นจำนวน 8 สายพันธุ์ ในการผสมตัวเอง	115
18	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ของจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผลของไม้ดอกกลุ่มขมิ้นจำนวน 8 สายพันธุ์ ในการผสมตัวเอง	115
19	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ของเปอร์เซ็นต์เมล็ดสมบูรณ์ของไม้ดอกกลุ่มขมิ้นจำนวน 8 สายพันธุ์ ในการผสมตัวเอง	116
20	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ของเปอร์เซ็นต์การผสมติดของไม้ดอกกลุ่มขมิ้นจำนวน 3 คู่ผสม ในการผสมข้ามระหว่างพันธุ์	116
21	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ของอายุผลเฉลี่ยของไม้ดอกกลุ่มขมิ้นจำนวน 3 คู่ผสมในการผสมข้ามระหว่างพันธุ์	117
22	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ของจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผลของไม้ดอกกลุ่มขมิ้นจำนวน 3 คู่ผสมในการผสมข้ามระหว่างพันธุ์	117
23	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ของเปอร์เซ็นต์เมล็ดสมบูรณ์ของไม้ดอกกลุ่มขมิ้นจำนวน 3 คู่ผสม ในการผสมข้ามระหว่างพันธุ์	118
24	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ของเปอร์เซ็นต์การผสมติดของไม้ดอกกลุ่มขมิ้นจำนวน 29 คู่ผสม ในการผสมข้ามระหว่างชนิด	118

25	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ของอายุผลเฉลี่ยของไม้ดอกกลุ่มขมิ้นจำนวน 29 คู่ผสมในการผสมข้ามระหว่างชนิด	119
26	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ของจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผลของไม้ดอกกลุ่มขมิ้นจำนวน 29 คู่ผสมในการผสมข้ามระหว่างชนิด	119
27	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ของเปอร์เซ็นต์เมล็ดสมบูรณ์ของไม้ดอกกลุ่มขมิ้นจำนวน 29 คู่ผสมในการผสมข้ามระหว่างชนิด	120
28	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ของเปอร์เซ็นต์การผสมติดของไม้ดอกกลุ่มขมิ้นจำนวน 12 คู่ผสมในการผสมข้ามระหว่างสกุล (ข้อมูลแปลงค่า $\sqrt{X+1}$)	120
29	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ของอายุผลเฉลี่ยของไม้ดอกกลุ่มขมิ้นจำนวน 12 คู่ผสมในการผสมข้ามระหว่างสกุล (ข้อมูลแปลงค่า $\sqrt{X+1}$)	121
30	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ของจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผลของไม้ดอกกลุ่มขมิ้นจำนวน 12 คู่ผสมในการผสมข้ามสกุล (ข้อมูลแปลงค่า $\sqrt{X+1}$)	121
31	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ของเปอร์เซ็นต์เมล็ดสมบูรณ์ของไม้ดอกกลุ่มขมิ้นจำนวน 12 คู่ผสมในการผสมข้ามสกุล (ข้อมูลแปลงค่า $\sqrt{X+1}$)	122
32	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ของจำนวนต้นที่งอกจากการทำลายการพักตัวด้วยวิธีการต่างๆ (ข้อมูลแปลงค่า $\sqrt{X+1}$)	122
33	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ของจำนวนต้นที่อยู่รอดจากการทำลายการพักตัวด้วยวิธีการต่างๆ (ข้อมูลแปลงค่า $\sqrt{X+1}$)	123

ตารางผนวก

หน้า

34	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ของจำนวนวันที่เริ่มออกจากการทำลายการพักตัวด้วยวิธีการต่างๆ (ข้อมูลแปลงค่า $\sqrt{X+1}$)	123
35	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ของจำนวนต้นที่เริ่มออกจากการช่วยชีวิตเอ็มบริโอในช่วงอายุผลต่างๆ (ข้อมูลแปลงค่า $\sqrt{X+1}$)	124
36	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ของจำนวนต้นที่อยู่รอดจากการช่วยชีวิตเอ็มบริโอในช่วงอายุผลต่างๆ (ข้อมูลแปลงค่า $\sqrt{X+1}$)	124
37	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ของจำนวนวันที่เริ่มออกจากการช่วยชีวิตเอ็มบริโอในช่วงอายุ ผลต่างๆ (ข้อมูลแปลงค่า $\sqrt{X+1}$)	125

บทที่ 1

บทนำ

พืชกลุ่มขมิ้น (*Curcuma*) เช่นปทุมมาและกระเจียว เคยใช้เป็นพืชสมุนไพร และบริโภคเป็นอาหารอีกทั้งยังมีสีสวยงาม ได้รับความนิยมอย่างกว้างขวางเพื่อใช้เป็นไม้ตัดดอก ไม้กระถาง และไม้ประดับแปลงทั้งในประเทศและต่างประเทศ โดยได้รับการส่งเสริมให้เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญอีกชนิดหนึ่ง ซึ่งตลาดต่างประเทศ ได้แก่ เนเธอร์แลนด์ ญี่ปุ่น อเมริกา อิสราเอล และจีน ฯลฯ ในประเทศไทยได้มีการส่งออกหัวปทุมมา เป็นจำนวนมากโดยปริมาณการส่งออก ปทุมมานั้นมากเป็นอันดับสองของไม้ดอกไม้ประดับรองจากกล้วยไม้ และได้มีการส่งหัวพันธุ์ เพิ่มขึ้นทุกปี จากปริมาณการส่งออก 3 แสนหัวในปี 2536 เพิ่มขึ้นเป็น 2 ล้านหัวในปี 2542 และ 3 ล้านกว่าหัวในปี 2547 (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2548)

เนื่องจากปทุมมาเป็นพืชสำคัญมีการค้าขาย และส่งออกเป็นจำนวนมาก จึงทำให้มีการปรับปรุงพันธุ์ปทุมมาให้มีกลีบประดับที่มีลักษณะ และสีสวยงามเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก ทั้งการผสมพืชในชนิด หรือตระกูล *Curcuma* ด้วยกัน หรือการผสมข้ามชนิดระหว่างพืชคนละชนิด หรือคนละกลุ่ม แต่อย่างไรก็ตามจะพบว่า เนื่องจากการผสมข้ามชนิดนั้น มีอุปสรรคซึ่งมีผลต่อการติดผลของคู่ผสม โดยสาเหตุของการผสมข้ามชนิด ได้แก่ บริเวณยอดเกสรตัวเมียที่มีอุปสรรคในการงอกบนยอดเกสรตัวเมีย (stigma surface) ระยะเวลาในการงอกของละอองเกสรยาวนาน และการเข้ากันไม่ได้ของคู่ผสม (นพพร, 2546) และในการปรับปรุงพันธุ์นั้นทำได้ยาก และใช้ระยะเวลานาน เนื่องจากการผสมเกสรต้องใช้เวลาในการรอให้เมล็ดหมดการพักตัว ทำให้การปรับปรุงพันธุ์ปทุมมาไม่แพร่หลายเท่าที่ควร เนื่องจากปัญหาดังกล่าวทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่าย และเวลาในการปรับปรุงพันธุ์เพิ่มขึ้น

งานวิจัยนี้จะมุ่งศึกษาการผสมเกสร การพัฒนาเมล็ด ความมีชีวิต และความสามารถในการงอกของละอองเกสร และการงอกของละอองเกสรบนเกสรตัวเมีย (pistil) ในแต่ละสายพันธุ์ของไม้ดอกกลุ่มขมิ้น การย่นระยะเวลาในการเพาะเมล็ด ให้ทราบถึงการผสมเกสร การพัฒนาของเมล็ด และทราบถึงอุปสรรคในการผสมข้าม การเพาะเมล็ดและวิธีการต่างๆ เพื่อลดเวลาในการปรับปรุงพันธุ์ให้ได้พันธุ์ใหม่ๆที่มีลักษณะสีสวยสะดุดตา ใช้เวลาในการปรับปรุงพันธุ์ให้สั้นลง และหาสาเหตุของอุปสรรคในการผสมข้าม และแนวทางในการปรับปรุงพันธุ์ เพื่อนำข้อมูลเหล่านี้ไปช่วยในการแก้ไขปัญหาการผสมไม่ติดต่อไปได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาการผสมเกสรและพัฒนาการของเมล็ดไม้ดอกกลุ่มขมิ้น
2. ศึกษาถึงควมมีชีวิต ความสามารถในการงอกของละอองเกสร และการงอกของละอองเกสรบนเกสรตัวเมีย และภายในก้านชูเกสรตัวเมีย (pistil) ในแต่ละสายพันธุ์ของไม้ดอกกลุ่มขมิ้น
3. ศึกษาการแก้ปัญหาเมล็ดงอกช้าและไม่สม่ำเสมอของไม้ดอกกลุ่มขมิ้น
4. ศึกษาการช่วยชีวิตเอ็มบริโอ (embryo rescue)

ขอบเขตของการวิจัย

1. ศึกษาการผสมเกสรและพัฒนาการของเมล็ดที่ได้จากการผสม
2. ศึกษาความมีชีวิต และความสามารถในการงอกของละอองเกสรและการงอกของละอองเกสรบนเกสรตัวเมีย และภายในก้านชูเกสรตัวเมีย (pistil) ในแต่ละสายพันธุ์ของไม้ดอกกลุ่มขมิ้น
3. ศึกษาหาแนวทางลดระยะเวลาการพักตัวของเมล็ดลูกผสมในไม้ดอกกลุ่มขมิ้น
4. ศึกษาการช่วยชีวิตเอ็มบริโอในอายุผลที่แตกต่างกัน (embryo rescue)

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงการผสมเกสร พัฒนาการของเมล็ดเพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างลูกผสม
2. ทราบถึงสาเหตุของอุปสรรคในการผสมข้ามชนิด
3. ได้ลูกผสมที่มีลักษณะแปลกใหม่จากการผสมข้าม
4. ทราบแนวทางในการแก้ไขปัญหาการผสมไม่ติด
5. ทราบถึงวิธีการทำลายการพักตัวของเมล็ดลูกผสม
6. สามารถช่วยชีวิตลูกผสมบางกลุ่มผสมได้
7. ลดระยะเวลาในการปรับปรุงพันธุ์

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

ปัจจุบันพันธุ์ไม้พื้นบ้านของไทยหลายชนิดที่มีดอก และใบสวยงามได้กลายมาเป็นไม้ดอกที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ เนื่องจากเป็นที่ต้องการของตลาดทั้งในและต่างประเทศ ไม้ดอกในกลุ่มปทุมมา ซึ่งเป็นพันธุ์ไม้พื้นเมืองของประเทศไทยได้เริ่มเป็นที่รู้จักกันมากขึ้นในฐานะไม้ดอกเมืองร้อนที่เป็นที่ต้องการของตลาดโลก (จุไรรัตน์, 2544) และเป็นพืชที่มีศักยภาพในการส่งออกสามารถทำรายได้ให้กับประเทศประมาณ 30 ล้านบาทต่อปี และมีแนวโน้มในการส่งออกเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ทำให้เกษตรกรสนใจหันมาปลูกกันมากขึ้น (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2548) เนื่องจากกลุ่มผู้ปลูกได้พัฒนากันอย่างจริงจังจนปัจจุบันถือว่าเป็นไม้ดอกที่มีคุณค่าไม่น้อยไปกว่าไม้ชนิดอื่นๆ (จุไรรัตน์, 2544)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ปทุมมา มีถิ่นกำเนิดอยู่ในเขตเอเชียตะวันออกเฉียงใต้เป็นพืชที่มีการปลูกอยู่ในเขตร้อน โดยส่วนใหญ่ปลูกเป็นไม้กระถาง และไม้ตัดดอก (Bunya et al., 2004) เป็นพืชที่จัดอยู่ในกลุ่มขมิ้น (Genus *Curcuma*) ซึ่งอยู่ในวงศ์ขิง (Zingiberaceae) (Dehlgrem et al., 1885) สำหรับประเทศไทยแหล่งกำเนิดของพืชกลุ่มนี้กระจายอยู่ทั่วทุกภาคในระดับความสูงตั้งแต่ระดับน้ำทะเล 1,000 เมตร (พิมพ์ใจ และคณะ, 2539) และได้มีการรายงาน ว่า นักพฤกษศาสตร์แบ่งพืชกลุ่มนี้ตามลักษณะของใบประดับ ช่อดอก และอับเรณู ออกเป็น 2 กลุ่มคือ *Paracurcuma* และกลุ่ม *Eucurcuma* โดยได้อธิบายเพิ่มเติมว่ากลุ่ม *Paracurcuma* เป็นกลุ่มที่มีสีม่วงแดงที่ปากกลีบสเทมิโนด ปากมักมีสีขาวหรือสีม่วง ช่อดอกเกิดจากตาของลำต้นเทียม ส่วน *Eucurcuma* เป็นกลุ่มที่ไม่มีกลุ่มสีม่วงแดงที่ปากกลีบ สเทมิโนด ปากมักมีสีขาวเหลือง ช่อดอกมีทั้งเกิดจากเหง้าโดยตรง และเกิดจากลำต้นเทียม

พืชในกลุ่มนี้เป็นไม้หัวอายุยืนหลายปีที่ไม่มีเนื้อไม้ (herbaceous perennial) มีการพักตัวในช่วงอากาศแห้งแล้งและช่วงวันสั้น โดยมีลักษณะทางพฤกษศาสตร์ทั่วไปดังนี้ (นิพนธ์ และคณะ, 2537)

ต้น พืชกลุ่ม *Curcuma* มีลำต้นใต้ดินทำหน้าที่สะสมน้ำและอาหารเรียกว่า เหง้า ตาข้างของเหง้าจะเจริญเติบโตไปเป็นลำต้นเทียมที่เห็นอยู่เหนือดิน โดยลำต้นเทียมที่มีลักษณะเป็น กาบ ทำหน้าที่เป็นก้านใบหุ้มปลายใบบนสุดประมาณ 50 เซนติเมตร เมื่อต้นเริ่มแก่ส่วนของโคนลำต้นใต้ดินจะโป่งออกด้านข้างและไปเป็นหัวในที่สุด สำหรับเหง้านั้นจะมีลักษณะการเจริญเติบโตที่แตกต่างกันไป เช่น พวกที่แตกเป็นแงะคล้ายนิ้วมือเหมือนขิง พวกที่เหง้ายืดยาวคลุมพื้นที่กว้าง พวกที่สร้างเหง้าใหม่ที่โคนลำต้นเทียม ซึ่งเกิดจากตาข้างของลำต้นเทียม ซึ่งเกิดจากตาข้างของเหง้าเดิม และพวกที่สร้างเหง้าในแนวตั้ง (นิพนธ์ และคณะ, 2537)

ใบ มีลักษณะเป็นใบเดี่ยวขอบใบเรียบหรือเป็นคลื่น รูปร่างใบแตกต่างกันไปตามชนิดของพืช ส่วนก้านใบอาจมีขนหรือไม่มีขน และก้านใบจะรวมตัวกันแน่นเป็นลำต้นเทียม

ช่อดอก เป็นแบบช่อแน่น (compact spike) มีใบประดับ (bract) โอบรอบช่อดอก ทำให้เห็นใบประดับเรียงซ้อนกันเกิดเป็นช่อที่มีลักษณะเป็นทรงกระบอก หรือทรงกระสวยภายใน เป็นที่อยู่ของดอกจริงประมาณ 2-7 ดอก ส่วนใบประดับส่วนบน (coma bract) มีลักษณะรูปร่างและสีสันแตกต่างจากใบประดับปกติ และจะไม่มีดอกจริงอยู่ภายใน นอกจากนี้การเกิดช่อดอกของพืชกลุ่มนี้จะเกิดในตำแหน่งที่แตกต่างกันตามชนิด ซึ่งอาจเกิดจากปลายลำต้นเทียม หรือเกิดจากเหง้าโดยตรง (นิพนธ์ และคณะ, 2537)

ดอก มีกลีบเลี้ยง 3 กลีบอยู่เหนือรังไข่ ส่วนกลีบดอกมีโคนที่เชื่อมต่อกันเป็นหลอด แต่ปลายแยกเป็นกลีบ เกสรตัวผู้วงนอกเป็นหมัน 3 อัน ถูกเปลี่ยนรูปเป็นกลีบ 3 กลีบเรียกว่ากลีบสแตมินอด (staminode) โดยหนึ่งกลีบเปลี่ยนไปเป็นรูปที่เรียกว่าปาก (lip) สำหรับเกสรเพศเมียอยู่สูงกว่าอับละอองเกสรเล็กน้อย โดยแทรกอยู่ระหว่างอับละอองเกสร (สุรวิช, 2539)

ผลและเมล็ด ผลเมื่อพัฒนาจะแบ่งเป็นรูป 3 พูอย่างชัดเจนภายในแต่ละพูเป็นที่อยู่ของเมล็ด ซึ่งมีเมล็ดอยู่ราว 25-150 เมล็ดขึ้นกับชนิด ผลแก่มีอายุประมาณ 1-2 เดือนโดยผลแก่เต็มที่จะมีผนังบาง และใสจนสามารถมองเห็นได้ เมล็ดมีรูปร่างคล้ายหยดน้ำ หรือเมล็ดองุ่นขนาดเล็กยาวประมาณ 0.5 เซนติเมตร เมล็ดที่แก่เต็มที่จะมีสีน้ำตาลเข้ม (สุรวิช, 2539)

ราก เป็นระบบรากฝอยรากส่วนหนึ่งมีปลายบวมพองออก มีลักษณะเป็นตุ่มทำหน้าที่เก็บสะสมอาหาร (จรัสศรี, 2545)

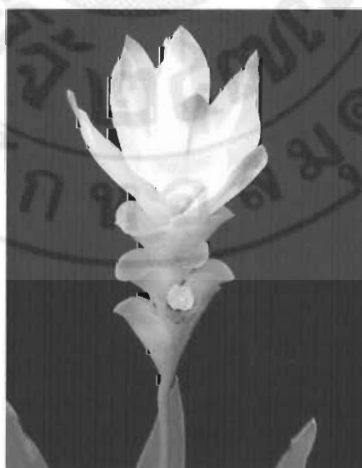
เนื่องจากไม้ดอกประเภทหัวเป็นพืชล้มลุกหลายฤดู ซึ่งวงจรชีวิตประกอบด้วย การเจริญเติบโตสลับกับช่วงของการพักตัว การเริ่มต้นวงจรชีวิตเริ่มจากการเจริญเติบโตของต้นจากหัวที่หมดระยะพักตัวแล้วมีการเจริญเติบโตของใบ และดอกควบคู่กันไปกับการสร้างหัวใหม่ หลังจากนั้นต้นจะหมดอายุและตายไป ส่วนหัวใหม่ยังคงมีชีวิตและเข้าระยะพักตัว (เอกรัตน์, 2543) บางชนิดมีการสร้างตาดอกซ้ำโดยตาดอกจะได้รับการกำเนิด และมีการพัฒนาจากปลายยอดที่มีการ

เจริญเติบโตทางใบเต็มที่แล้ว ในขณะที่บางชนิดมีการสร้างดอกเร็วกว่า และมีตาใบ และตาดอกอยู่ในตำแหน่งที่แตกต่างกัน ตาดอกมีการเจริญและพัฒนา ส่วนตาใบจะแทงช่อดอกก่อนหน้าใบ เมื่อหัวที่หมักระยะพักตัวแล้วเริ่มการเติบโตในฤดูใหม่ การสร้างดอกของไม้ดอกประเภทหัวนี้มีขั้นตอนการสร้างดอก การเจริญและพัฒนาของดอก แตกต่างกันไปตามชนิดของพืช ซึ่งมีโครงสร้างหัวที่แตกต่างกันไป แม้แต่พืชที่มีโครงสร้างของหัวแบบเดียวกันก็ยังคงมีความแตกต่างในการสร้างและการเจริญเติบโตของดอกได้ (ฉันทนา และคณะ, 2540)

ความหลากหลายของพืชปทุมมาและกลุ่มใกล้เคียง

พืชในกลุ่มขมิ้นที่มีสมาชิกอยู่ไม่ต่ำกว่า 70 ชนิด โดยมีอยู่ในประเทศไทยและประเทศเพื่อนบ้านไม่น้อยกว่า 30 ชนิด โดยกลุ่มขมิ้นนี้แบ่งเป็น 2 กลุ่มย่อย

1. *Paracurcuma* หรือกลุ่มปทุมมาได้แก่ ปทุมมา มยุรา แวอุบล มณีกาญจน์ เทพรำลึก เทพอัสสร และช่อมรกต ซึ่งจะมีก้านช่อดอกที่ค่อนข้างแข็งแรง ความยาวของก้านช่อดอกขึ้นกับชนิดของพืช ช่อดอกของพืชกลุ่มนี้เกิดจากปลายยอดของลำต้นเทียมเท่านั้น (สุรวิช, 2539)



ภาพ 1 ลักษณะของช่อดอกปทุมมา

2. *Eucurcuma* หรือกลุ่มกระเจียว กลุ่มนี้มีสมาชิกเป็นจำนวนมากได้แก่ จัตรทอง จัตรทิพย์ พลอยชมพู พลอยทักษิณ พลอยไพลิน หยกปราจีน ว่านกระบี่ทอง ว่านปลาไหลเผือก และว่านงูเห่า ซึ่งจะมีก้านช่อดอกสั้น อวบอ้วน ทำให้ส่วนของพุ่มดอกมักอยู่ในตำแหน่งที่ต่ำกว่าปลายใบ ช่อดอกในพืชกลุ่มกระเจียวนี้อาจเกิดจากปลายยอดของลำต้นเทียมหรือเกิดจากเหง้าโดยตรง



ภาพ 2 ลักษณะของช่อดอกกระเจียว

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของปทุมมาและพืชใกล้เคียง

1. *Curcuma alismatifolia* Gagnep. ปทุมมา หรือ บัวสวรรค์ ทรงพุ่มสูงประมาณ 55 เซนติเมตร ลำต้นเทียมสูงประมาณ 30 เซนติเมตร กาบใบสีเขียวโคนแดงก้านใบยาวประมาณ 10 เซนติเมตร ใบรูปรีค่อนข้างแคบ กว้าง 7.5 เซนติเมตร ยาว 32 เซนติเมตร แผ่นใบเรียบไม่มีขน เส้นกลางใบอาจมีสีแดงไม่มีเส้นลอย ก้านช่อดอกยาวประมาณ 50 เซนติเมตร ใบประดับสีเขียว บางครั้งอาจมีสีชมพูม่วงแต้มบ้าง ใบประดับไม่มีขน กว้างประมาณ 2 เซนติเมตร ยาว 2.5 เซนติเมตร ใบประดับส่วนบนสีชมพูอมม่วงกว้าง 3.2 เซนติเมตร ยาว 5.5 เซนติเมตร ดอกสีขาว ปากสีม่วง ปากมีสันตามแนวยาว 2 สัน ด้านในของสันเป็นสีเหลือง กลีบสเทมิโนดสีขาวขนานกัน อับละอองเรณูป้องกัน (สุรวิษ, 2539)

2. *Curcuma harmandii* Gagnep. ช่อมรกต ทรงพุ่มสูงประมาณ 45-50 เซนติเมตร กว้างประมาณ 60 เซนติเมตร ลำต้นเทียมสูงประมาณ 15 เซนติเมตร กาบใบสีเขียวก้านใบยาว 17 เซนติเมตร ใบรูปรีค่อนข้างแคบกว้าง ประมาณ 12 เซนติเมตร ยาวประมาณ 28 เซนติเมตร แผ่นใบค่อนข้างเรียบไม่มีขนมีเส้นลอยไม่ชัดเจนนัก ก้านช่อดอกยาวประมาณ 25 เซนติเมตร ใบประดับสี

เขียว ไม่มีขน ขนาดกว้างประมาณ 1.5 เซนติเมตร ยาว 5 เซนติเมตร ดอกสีขาวปากขาวแต้มสีชมพูมีลายสีม่วงแดงคั่นกับสันสีเหลือง สันนี้มีลักษณะคล้ายกลีบสเทมิโนดสีขาวเปิดอ้าออกอับละอองเรณูป้องกัน (สุรวิษ, 2539)

3. *Curcuma thorelii* เทพอัปสร ทรงพุ่มสูงประมาณ 40 เซนติเมตร กว้างประมาณ 48 เซนติเมตร ลำต้นเทียมสูงประมาณ 7 เซนติเมตร กาบใบสีเขียว ก้านใบยาวประมาณ 16 เซนติเมตร ใบเป็นรูปรีกว้างประมาณ 10 เซนติเมตร ยาวประมาณ 30 เซนติเมตร แผ่นใบค่อนข้างเรียบ ไม่มีขนไม่มีเส้นลอย ก้านช่อดอกยาวประมาณ 20 เซนติเมตร ใบประดับสีเขียวไม่มีขน ขนาดกว้าง 4 เซนติเมตร ยาวประมาณ 5.9 เซนติเมตร ใบประดับส่วนบนมีสีขาว ขนาดกว้าง 1.5 เซนติเมตร ยาวประมาณ 1.6 เซนติเมตร ดอกสีขาว ปากสีม่วงปลายปากเป็น 2 แฉก และยื่น กลีบสเทมิโนดสีขาว อับละอองเรณูป้องกัน (สุรวิษ, 2539)

4. *Curcuma* sp. แวอุบล บัวลายอุบล บัวลายโกเมน (ชื่อการค้า *Chocolate zebra*) ทรงพุ่มสูงประมาณ 64 เซนติเมตร กว้างประมาณ 60 เซนติเมตร ลำต้นเทียมสูงประมาณ 20 เซนติเมตร กาบใบสีเขียวโคนสีแดง ก้านใบยาวประมาณ 16 เซนติเมตร ใบรูปรีค่อนข้างป้อม กว้างประมาณ 14 เซนติเมตร ยาวประมาณ 40 เซนติเมตร แผ่นใบเรียบ ไม่มีขน ไม่มีเส้นลอย ก้านช่อดอกยาวประมาณ 48 เซนติเมตร ใบประดับสีม่วงชมพู มีขีดสีน้ำตาลแดงตามยาวจากโคนถึงปลาย ใบประดับ โดยขีดนี้มีความกว้างและจำนวนแตกต่างกัน ที่โคนขีดเชื่อมกันตามแนวโคนใบประดับ ใบประดับไม่มีขน ขนาดกว้างประมาณ 1.4 เซนติเมตร ยาว 2.5 เซนติเมตร ใบประดับส่วนบนมีสีชมพูอมม่วงอ่อนๆ เกือบขาวมีแถบสีน้ำตาลแดงค่อนข้างกว้างตามยาวที่กลางใบประดับส่วนบน 1 แถบ ใบประดับส่วนบนกว้างประมาณ 1.6 เซนติเมตร ยาว 3 เซนติเมตร ดอกสีขาว ปากมีสีม่วง มีสันในตามแนวกลางปากโคนสันมีสีเหลืองขอบปากทั้งสองข้างมีขีดสีม่วงแดงข้างละ 1 ขีด ลักษณะเหมือนขีดที่ส่วนล่างของกลีบสเทมิโนด กลีบสเทมิโนดมีสีขาวขนานกัน อับละอองเรณูป้องกัน (สุรวิษ, 2539)

5. *Curcuma* sp. ฉัตรทิพย์ ฉัตรเงิน บัวชั้น (ชื่อการค้า *Nutticha pink*) ทรงพุ่มสูงประมาณ 110 เซนติเมตร กว้างประมาณ 120 เซนติเมตร ลำต้นเทียมสูงประมาณ 36 เซนติเมตร กาบใบสีเขียว ก้านใบยาวประมาณ 30 เซนติเมตร ใบรูปรีกว้างประมาณ 25 เซนติเมตร ยาวประมาณ 72 เซนติเมตร แผ่นใบเป็นคลื่น ไม่มีขนมีเส้นลอย ก้านช่อดอกยาวประมาณ 50 เซนติเมตร ใบประดับสีชมพูอมม่วง ไม่มีขน ขนาดกว้างประมาณ 4.2 เซนติเมตร ยาวประมาณ 5 เซนติเมตร ดอกสีขาว ปากมีสีเหลือง มีสันเหลืองเข้ม กลีบสเทมิโนดสีขาว ปลายชิดกัน อับละอองเรณูป้องกัน (สุรวิษ, 2539)

6. *Curcuma* sp. ว่านงูเห่า ทรงพุ่มสูงประมาณ 95 เซนติเมตร กว้างประมาณ 64 เซนติเมตร ลำต้นเทียมสูงประมาณ 36 เซนติเมตร กาบใบสีเขียว โคนสีแดง ก้านใบยาวประมาณ 27 เซนติเมตร ใบรูปรี ปลายกว้างประมาณ 15 เซนติเมตร ยาวประมาณ 45 เซนติเมตร แผ่นใบมีกลิ่น มีขนเล็กน้อยมีเส้นลอย ก้านช่อดอกยาวประมาณ 7 เซนติเมตร ใบประดับสีแดงอมส้ม ไม่มีขน ขนาดกว้างประมาณ 2.3 เซนติเมตร ยาว 2.3 เซนติเมตร ดอกมีสีส้ม ปากสีส้มแดงมีสันสีส้มเข้ม ดอกจริงยื่นพ้นใบประดับออกมามาก กลีบสเทมิโนคมีสีส้ม ปลายชิดกันอับละอองเรณูป้องกัน (สุรวิษ, 2539)

7. *Curcuma australasica* ว่านนางคำ ทรงพุ่มสูงประมาณ 54 เซนติเมตร กว้างประมาณ 48 เซนติเมตร ลำต้นเทียมสูงประมาณ 5 เซนติเมตร กาบใบสีเขียว โคนสีแดง ก้านใบยาวประมาณ 31 เซนติเมตร ใบรูปรีกว้างประมาณ 12 เซนติเมตร ยาวประมาณ 35 เซนติเมตร แผ่นใบเป็นคลื่นมีขนได้ใบ มีเส้นลอย ก้านช่อดอกยาวประมาณ 1 เซนติเมตร ใบประดับสีแดงสด ไม่มีขน ขนาดกว้างประมาณ 2 เซนติเมตร ยาวประมาณ 2.5 เซนติเมตร ดอกมีสีเหลืองส้ม ปลายปากแตรมีสีแดงเล็กน้อย ดอกยาวพ้นใบประดับออกมามาก กลีบสเทมิโนคมีสีเหลืองขนานกัน อับละอองเรณูป้องกัน (สุรวิษ, 2539)

8. *Smithatris supraneenae* ดอกเข้าพรรษา ลำต้นสูง 120 เซนติเมตร ใบ 5-7 ใบ กาบใบสีเขียวอ่อน ก้านใบยาว แผ่นใบสีเขียวอ่อน รูปใบหอกเรียว ปลายใบเรียวกลม โคนใบสอบเรียว ช่อดอกออกที่ปลายต้น ก้านช่อดอกยาวได้ถึง 1 เมตร รูปทรงกระบอกสีขาว หรือขาวอมชมพูเรียงเป็นวงแน่นและซ้อนเหลื่อมกัน ปลายโค้งออก ใบประดับย่อยยาว 5-6 มิลลิเมตร ผิวเรียบกลีบเชื่อมติดกันเป็นดอกยาว 7-10 เซนติเมตร มีขนประปราย ปลายจักเป็น 3 ซี่ กลีบดอกเชื่อมกันเป็นหลอดแคบ กลีบปากสีเหลืองปลายเว้าลึก 2 แฉก อับเรณูแบบติดกลางยอดเกสรตัวเมียสีขาวรูปกรวย (Kress and Larsen, 2003)

9. *Smithatris myanmarensis* บัวเข็ม กลีบประดับของช่อดอกเป็นแบบ dimorphic กลีบดอก มีลักษณะและรูปร่างเหมือนกัน กลีบประดับมีสีชมพู และสีขาว กลีบสเทมิโนคอยู่ต่ำกว่า เกสรตัวผู้ ค่อนข้างแคบ แผ่นใบเป็นแบบ elliptic มีก้านใบยาวและมีเส้นกลางใบที่แข็ง ดอกเป็นแบบดอกสมบูรณ์เพศ มีรูปทรงแบบสมมาตร และอยู่ติดกับกลีบประดับภายในช่อดอกแบบ spike หรือ raceme (Kress and Larsen, 2003)

ระยะต่างๆของการเกิดและพัฒนาของดอก

1. ระยะการชักนำ (floral induction) เป็นการเปลี่ยนแปลงขั้นแรกในการเกิดดอก พืชเริ่มมีการตอบสนองต่อการกระตุ้น หรือชักนำจากปัจจัยต่างๆ เช่น แสง อุณหภูมิ อายุ ความสมบูรณ์ของดิน ทำให้กระบวนการสังเคราะห์สารประกอบต่างๆภายในเซลล์เกิดการเปลี่ยนแปลง เพื่อสังเคราะห์สารประกอบประเภทฮอร์โมนที่กระตุ้นการออกดอก และถ้าเลี้ยงฮอร์โมนนี้ไปยังเนื้อเยื่อเจริญไปเป็นตาดอก ขั้นตอนนี้ยังไม่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง ส่วนใหญ่เป็นการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี

2. ระยะการกำเนิดดอก (initiation of floral primordia) เนื้อเยื่อเจริญเริ่มขยายตัว ทำให้มีการพองตัวของส่วนที่เจริญเป็นตาดอก จนเริ่มเห็นเป็นตาดอก (flower primordia) มีการเปลี่ยนแปลงทั้งทางกายวิภาค ชีวเคมี และสรีรวิทยา เนื่องจากความต้องการสภาพแวดล้อมในการกระตุ้นที่คล้ายคลึงกันจึงทำให้ไม่สามารถแยกความแตกต่างระหว่างสองขั้นตอนนี้ได้อย่างชัดเจน

3. ระยะการพัฒนาของดอก (floral development หรือ organogenesis) เป็นระยะที่ตาดอกมีการสร้างส่วนประกอบของดอกเช่น กลีบเลี้ยง (sepal) กลีบดอก (petal) เกสรตัวผู้ (androecium) และชั้นเกสรตัวเมีย (gynoecium) และส่วนประกอบต่างๆเหล่านี้จะมีการเจริญและพัฒนาขึ้นมาจนถึงระยะดอกบาน (anthesis) ซึ่งจะมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะรูปร่างของโครงสร้างต่างๆจนปรากฏให้สังเกตได้ (สมบุญ, 2538 และนิตย, 2542)

ฉันทนา และคณะ (2540) ปทุมมารวมทั้งกระเจียวจะมีหัวแบบ rhizome มีการสร้างดอกภายหลังจากที่ตาที่เติบโตจากหัวที่หมดระยะพักตัวแล้วได้เจริญและพัฒนาเป็นต้นและใบ จากนั้นจุดเจริญปลายยอดจึงพัฒนาไปเป็นช่อดอก และจะเห็นการเติบโตของต้นก่อนแล้วช่อดอกจึงออกตามมา

การปลูกเลี้ยงและดูแลรักษา

ปทุมมา เป็นพืชเขตร้อน เช่น ประเทศไทย พม่า เวียดนาม เขมร ลาว อินเดีย เนปาล ศรีลังกา และอินโดนีเซีย (พิชัย และคณะ, 2536) ไม้ดอกในกลุ่มขมิ้นเป็นไม้หัวที่มีการพักตัวในช่วงอากาศแห้งแล้งและช่วงวันสั้น ซึ่งหัวที่พักตัวนี้เรียกว่า stubbed rhizome โดยอุณหภูมิมีผลต่อการพักตัว ด้วยปกติเกษตรกรจะเริ่มทยอยปลูกตั้งแต่ปลายเดือนมีนาคมถึงช่วงเดือนมิถุนายน ขึ้นอยู่กับความสามารถในการให้น้ำมารดพืชที่ปลูกใหม่ สภาพดินที่ไม้ดอกชนิดนี้ชอบหรือเจริญเติบโตได้ดีเป็นสภาพดินที่มีอินทรีย์วัตถุสูงระบายน้ำดี (จุไรรัตน์, 2544) โดยมีปัจจัยสำคัญหลักๆดังนี้

1. การให้น้ำ พืชกลุ่มขมิ้นแต่ละชนิดมีความต้องการน้ำในปริมาณและคุณภาพที่ต่างกันไป บางชนิดเจริญเติบโตได้ดีในสภาพที่ความชื้นในอากาศสูง และพวกซึ่งมีใบค่อนข้างบาง บางชนิดสามารถเจริญเติบโตได้แม้สภาพความชื้นต่ำ อย่างไรก็ตาม ความชื้นในดินเป็นสิ่งที่พืชกลุ่มนี้เกือบทุกชนิดมีความต้องการคล้ายกัน ดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องรดน้ำต่างกัน เมื่อปลูกพืชแล้วต้องดูแลเรื่องความชื้นในดินให้มีอยู่เพียงพอ โดยรดน้ำวันละครึ่งในช่วงเช้า ยกเว้นถ้ามีฝนตก
2. การพรางแสง ไม้ดอกในกลุ่มปทุมมาเจริญเติบโตได้ดีในสภาพที่มีแสง 50-100% ดังนั้น การปลูกพืชในกลุ่มนี้จึงอาจพรางแสง 30 หรือ 50% ด้วยตาข่ายพรางแสง หรืออาจปลูกกลางแจ้งเลยก็ได้ สำหรับไม้ดอกกลุ่มกระเจียวนั้นจะต้องพรางแสงลง 50-70% ให้กับพวกที่มีใบบาง และพรางแสงลงประมาณ 30-50% ให้กับพวกที่มีใบหนา การไม่พรางแสงให้เหมาะสมจะทำให้พืชเจริญเติบโตได้ไม่ดี หากแสงมากเกินไปจะทำให้ขอบใบไหม้ ทำให้สีใบประดับซีดอย่างรวดเร็ว
3. การให้ปุ๋ย มักเป็นการให้ปุ๋ยสูตรเสมอเช่น 15-15-15 หรือ 16-16-16 โรยรอบโคนต้นทุกเดือน ในเปอร์เซ็นต์ 0.5-1 ช้อนกาแฟต่อต้น เมื่อโรยปุ๋ยแล้วควรพรวนดินให้เมล็ดปุ๋ยแทรกตัวเข้าใกล้ระบบรากของพืช สำหรับธาตุอาหารรองอาจมีความจำเป็นต้องใส่เพิ่มเติมในกรณีที่ดินปลูกมีสภาพเป็นด่าง ซึ่งการใส่ธาตุอาหารรองนั้นควรใช้ในรูปแบบของสารละลายฉีดพ่นทางใบเมื่อต้นไม้แสดงอาการขาดธาตุ (สุรวิษ, 2539)

แนวทางในการปรับปรุงพันธุ์

ในพืชกลุ่มขมิ้นนี้มีการผสมข้ามชนิดในธรรมชาติมากพอควรสังเกตถึงดอกจริงของปทุมมาแล้วจะมีการบานของดอกครั้งละ 1 วัน (สุรวิษ, 2539) และงานทดลองของ (Gao et al., 2004) ที่ได้กล่าวไว้ว่า ระยะเวลาในการบานของดอกจึงนั้นไม่พร้อมกันโดยเกสรตัวผู้จะบาน (anthesis) ก่อนเกสรตัวเมีย (receptive) ฉะนั้นโอกาสที่จะผสมข้ามจึงเป็นไปได้สูงแต่โอกาสที่จะผสมตัวเองนั้นก็มิเช่นเดียวกัน นอกเหนือจากมนุษย์แล้วยังมี ผึ้ง มด ฯลฯ ที่เป็นผู้ช่วยในการผสมได้อีกด้วย

ดอกของกลุ่มปทุมมาและเกือบทั้งหมดของกลุ่มกระเจียว (ยกเว้นว่านงูเห่าจะมีการถ่ายละอองเกสรของเรณูเวลา 15.00 น.) พร้อมที่จะมีการถ่ายละอองเกสรเรณูได้ตั้งแต่ตอนเริ่มบานจนถึงบานในช่วง 08.00-10.00 น. ละอองเรณูของไม้ดอกประเภทนี้มีความเป็นหมันในระดับปานกลางถึงต่ำ จึงต้องรับถ่ายและถ่ายละอองเกสรในขณะที่ความชื้นสัมพัทธ์อยู่ในระดับสูง (จุไรรัตน์, 2544) การถ่ายละอองเรณูสามารถทำได้โดยใช้ไม้จิ้มฟันปลายแหลมค่อยๆ ชูเอาเรณูของดอกที่จะใช้เป็นต้นแม่พันธุ์ที่มีดอกบานโดยชูจากปลายอับเรณูลงสู่โคนอับเรณูเพื่อป้องกันการผสมตัวเอง จากนั้นจึงชูเรณูจากต้นพ่อพันธุ์มาแตะที่ปลายเกสรเพศเมีย ซึ่งอยู่ถัดจากอับเรณูขึ้นมาเล็กน้อย

ในช่วงที่ดอกบานเป็นช่วงที่ละอองเรณูมีโอกาสไปตกบนยอดเกสรตัวเมีย และเกิดการผสมเกสรช่วงเวลาที่ยอดเกสรแตกต่างกันไปในแต่ละพืช นอกจากนี้ปัจจัยของสภาพแวดล้อมยังมีความสำคัญในการผสมเกสรอีกด้วย แสง และอุณหภูมิ มีความสำคัญในการควบคุมการงอกของหลอดละอองเกสร อุณหภูมิ และความเข้มแสงที่มากเกินไปอาจทำอันตรายต่อหลอดเกสร หรือลดประสิทธิภาพในการงอกของหลอดละอองเกสรของดอกว่านสีทิส ประภัสสร (2543) พบว่า ในช่วงเวลาตั้งแต่ 06.00-10.00 น. เป็นช่วงเวลาที่หลอดเกสรงอกในอาหารเลี้ยงได้ดี ซึ่งน่าจะเป็นสิ่งที่บ่งบอกถึงช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับการผสมเกสร

ในด้านความพร้อมในการผสมเกสรตัวผู้ นั้น เมื่อเกสรตัวผู้เจริญเต็มที่ ผนังที่กั้นระหว่างถุงเกสรตัวผู้แต่ละอันจะแตกออก ทำให้หลอดเกสรตัวผู้ปลิวออกมาภายนอก และความพร้อมในการผสมของเกสรตัวเมียนั้น จะเห็นได้จากการที่ยอดเกสรตัวเมียที่แยกเป็นแฉกและมีขนเล็กๆ เพื่อไว้รับหลอดเกสร ได้ดีขึ้น และเมื่อพร้อมที่จะผสมจะผลิตสารเหนียวๆ ออกมาบริเวณยอดเกสรตัวเมีย (กฤษณา, 2519) จากการศึกษาความพร้อมผสมของเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียของดอกว่านมหาลาก ศิริพร (2541) พบว่า เกสรตัวผู้พร้อมผสมก่อนเกสรตัวเมีย 1-2 วัน และหลอดเกสรจากดอกที่บานได้ 1 วัน มีเปอร์เซ็นต์การงอกมากกว่าหลอดเกสรที่ได้จากดอกที่บานได้ 2 วัน

Niimi et al. (1996) ศึกษาการผสมเกสรของ *Lilium rubellum* x *Lilium regale* พบว่า ช่วงเวลาในการผสมเกสรมีผลต่อการงอกของหลอดละอองเกสร โดยเมื่อถ่ายละอองเกสรลงบนยอดเกสรตัวเมียในระยะที่ดอกเริ่มบาน การงอกของหลอดละอองเกสรในก้านชูเกสรตัวเมียจะถูกยับยั้งในระยะเริ่มแรก แต่ถ้าผสมเกสรในช่วง 2-5 วันหลังจากดอกบาน หลอดละอองเกสรจะเจริญลงไปในก้านชูเกสรตัวเมียได้ และถ้าผสมเกสรในช่วง 5 วันหลังจากดอกบาน จะผสมติดและเกิดคัพภะแต่คัพภะจะไม่สามารถมีชีวิตอยู่ได้ แต่ช่วยได้โดยนำอวูล์ไปเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อ ส่วนการทดลองตัดก้านชูเกสรตัวเมื่อก่อนผสมเกสร พบว่า ไม่ช่วยให้เกิดการงอกของหลอดละอองเกสรและมีการผสมได้

การผสมตามธรรมชาติ

เตรียมดอกตัวเมียในพืชกลุ่มนี้ ซึ่งพืชชนิดนี้จะมีดอกตัวผู้และดอกตัวเมียอยู่ในดอกเดียวกัน ฉะนั้นจะต้องมีการตอนโดยดึงดอกตัวผู้ออก (emasculation) เพื่อป้องกันไม่ให้พืชผสมตัวเอง เมื่อตอนแล้วก็ผสมดอกตัวเมียของดอกนั้นกับละอองเกสรจากภายนอก ซึ่งวิธีนี้เราต้องใช้ความระมัดระวังเพราะดอกจะชำหรือขาดได้

ไพศาล (2527) ได้กล่าวว่า ในการกำจัดละอองเกสรเพศผู้ได้โดยฆ่าละอองเกสรโดยใช้ความร้อน ความเย็น และแอลกอฮอล์ ซึ่งละอองเกสรจะตายเมื่อกระทบความร้อน ความเย็น หรือสารเคมีบางอย่าง โดยที่ดอกตัวเมียไม่เป็นอันตราย วิธีการเช่นนี้ทำให้เราสามารถตอนดอกพืชได้ครั้งละมากๆ

การผสมละอองเกสรให้แก่ดอกที่ตอนแล้ว หรือดอกตัวเมียที่อยู่ในช่วงระยะเวลาผสมติด (receptive) เท่านั้น ซึ่งในปทุมมาจะอยู่ในช่วง 08.00-10.00น. การผสมกระทำโดยรวบรวมละอองเกสรจากพันธุ์พ่อแล้วนำไปถู หรือแตะเบาๆบนยอดเกสรตัวเมีย ซึ่งละอองเกสรก็ต้องเป็นพวกผสมติดหรือยังมีชีวิต (viable) ซึ่งถูกผสมที่เกิดขึ้นจากการผสมข้ามชนิดในธรรมชาติ เช่น หยกปรางจีน x ฉัตรทิพย์ หรือพลอยชมพู ปทุมมา x ฉัตรทิพย์ หรือ ลัดดาวัลย์ ช่อมรกต x เทพรำลึก อุษา x ฉัตรทิพย์ ปทุมมา x เทพรำลึก และปทุมมา x มยุรา (สุรวิษ, 2539)

ประเดิม (2542) ศึกษาการผสมภายในชนิด และการผสมข้ามชนิดของพืชกลุ่ม *Curcuma* พบว่าในกลุ่มปทุมมา แวอุบลมีเปอร์เซ็นต์การผสมติดสูงที่สุดที่ 90% รองลงมาคือ เทพรำลึก 60% ปทุมมา และมณีกาญจน์ผสมติด 40% และเทพอัปสรผสมติดต่ำสุด 30% สำหรับในกลุ่มกระเจียว ฉัตรทิพย์ มีเปอร์เซ็นต์การผสมติดสูงที่สุดคือ 80%รองลงมาคือ กระเจียวแดง 40% รองลงมาคือ กระเจียว พลอยชมพู และพลอยทักษิณ 30% ส่วนชนิดอื่นๆนอกเหนือจากนี้ผสมไม่ติด

สำหรับการผสมข้ามชนิดนั้น พบว่า กลุ่มสมที่อยู่ในกลุ่มปทุมมาที่มีเปอร์เซ็นต์การผสมติดสูงที่สุดคือ เทพรัลิก x ช่อมรกต 70% รองลงมาก็คือ กลุ่มสมระหว่างเทพรัลิก x ปทุมมา 60% แวอุบล x เทพอัปสร 50% ส่วนกลุ่มสมที่อยู่ในกลุ่มกระเจียวที่มีเปอร์เซ็นต์การผสมติดสูงที่สุดคือ กระเจียว x กระเจียวแดง กระเจียวแดง x พลอยชมพู และ ฉัตรทิพย์ x พลอยทักษิณ 60% รองลงมาก็คือ ฉัตรทิพย์ x อุษา 50% ส่วนกลุ่มสมที่ผสมข้ามระหว่างกลุ่มได้แก่ ฉัตรทิพย์ x แวอุบล มีเปอร์เซ็นต์การผสมติดเท่ากับ 50% ซึ่งเปอร์เซ็นต์การผสมข้ามดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิดของกลุ่มสม (50-100%) ส่วนกลุ่มสมข้ามชนิดของปทุมมา x ช่อมรกต 40% รองลงมาก็คือ มณีกาญจน์ x ฉัตรทอง ฉัตรทิพย์ x เทพรัลิก ปทุมมา x มณีกาญจน์ 30% กลุ่มดังกล่าวนี้มีการผสมข้ามระหว่างกลุ่มได้มากขึ้น แต่มีเปอร์เซ็นต์การผสมติดต่ำกว่ากลุ่มแรก แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ที่ห่างกันมากขึ้น (25-49%) ส่วนกลุ่มที่มีความสัมพันธ์กันห่างกันมากที่สุด (5-24%) ได้แก่ กระเจียว x ฉัตรทิพย์ ฉัตรทิพย์ x ฉัตรทอง ปทุมมา x แวอุบล ปทุมมา x สายทิพย์ และแวอุบล x มณีกาญจน์ 20% รองลงมาก็คือ กระเจียว x พลอยชมพู กระเจียว x กระบี่ทอง พลอยชมพู x ฉัตรทอง ฉัตรทิพย์ x พลอยไพลิน ฉัตรทิพย์ x มณีกาญจน์ แวอุบล x ช่อมรกต เทพรัลิก x พลอยทักษิณ เทพรัลิก x แวอุบล มณีกาญจน์ x เทพอัปสร และพลอยชมพู x อุษา มีเปอร์เซ็นต์การผสมติด 10% ซึ่งส่วนใหญ่จะมีโครโมโซมที่แตกต่างกัน สำหรับกลุ่มสมที่ผสมไม่ได้แก่ ชนิดที่ผสมกับหยกปราจีน วานเพชรมา วานงูเห่า วานปลาไหลเผือก ปทุมเทพ และอุบลวัลย์ (ประเดิม, 2542)

จำเริญสุข (2544) ศึกษาการผสมข้ามชนิด และการติดเมล็ดของพืชกลุ่มหงส์เหิน ทั้งหมด 4 สายพันธุ์คือ พบว่า กลุ่มสมที่มีเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดมากที่สุดคือ กลุ่มสมระหว่างสายพันธุ์ *Globba obscura* x *Globba schomburkii* มีเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดเฉลี่ยมากที่สุด 50.00% รองลงมาก็คือกลุ่มสมระหว่าง *Globba villosula* (bract pink) x *Globba schomburkii* มีเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดเฉลี่ยมากที่สุด 39.60% และน้อยที่สุดในกลุ่มสมระหว่างสายพันธุ์ *Globba villosula* (bract pink) x *Globba obscura* มีจำนวน 5.30% โดยพันธุ์ *Globba villosula* (bract pink) สามารถติดเมล็ดได้ทุกกลุ่มสม ส่วนพันธุ์ *Globba obscura* สามารถติดเมล็ดได้เพียงคู่เดียวคือ กลุ่มสมระหว่างสายพันธุ์ *Globba obscura* x *Globba schomburkii* สำหรับกลุ่มสมที่มีการติดเมล็ดแล้วผลหลุดร่วงไปคือ กลุ่มสมตัวเองพันธุ์ *Globba obscura* และกลุ่มสมตัวเองพันธุ์ *Globba villosula* มีเปอร์เซ็นต์ผลร่วงมากที่สุด

Fukai et al. (2002) ศึกษาผลของความยาวของก้านชูเกสรตัวเมียต่อการผสมติด และการติดเมล็ดของลิลลี่ที่ไม่มีปัญหาเรื่องการผสมตัวเองไม่ติด พบว่า การตัดก้านชูเกสรเพศเมียให้สั้นลงเพื่อช่วยในการผสมพันธุ์ของเซลล์สืบพันธุ์ทั้ง 2 เพศ ไม่มีผลในการช่วยให้ติดเมล็ดดีขึ้น แต่กลับทำให้ติดเมล็ดได้น้อยลงซึ่งน่าจะเป็นเพราะว่าการผสมติดนั้นขึ้นอยู่กับวิธีการถ่ายละอองเรณูไม่ได้อยู่ที่ความยาวก้านชูเกสรตัวเมีย

Kim and Niimi (2002) ศึกษาการผสมเกสรของลิลลี่ 5 ชนิด ซึ่งเป็นชนิดที่ผสมตัวเอง พบว่า ต้นพืชที่ผสมเกสรในวันที่ดอกบานผสมติดในเปอร์เซ็นต์ค่อนข้างสูงและเมื่อผสมช้ากว่านั้นคือ หลังจากดอกบานได้ 5 วัน พบว่า ผสมตัวเองติดน้อยลง เนื่องจากการผสมช้ามีผลในการลดเปอร์เซ็นต์การการงอกของหลอดเรณู

การงอกของหลอดละอองเกสร

การศึกษาหลอดเรณูมีความสำคัญทางด้านการปรับปรุงพันธุ์พืชอย่างมาก การงอกของหลอดเรณูเป็นวิธีการตรวจสอบความมีชีวิตและความพร้อมในการผสมของหลอดเรณู และเป็นวิธีหนึ่งในการศึกษาถึงสาเหตุของการผสมไม่ติดในพืช (อดิศร, 2539) การงอกของหลอดเรณูปัจจัยที่มาเกี่ยวข้องได้แก่ อายุของหลอดเรณู ชนิดของดอกไม้ และสภาพแวดล้อม เช่น แสง และอุณหภูมิ โดยปัจจัยที่สำคัญต่อการงอกของหลอดเรณูคือ ระดับของสารเคมีในหลอดเรณู โครงสร้างและองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อเยื่อของเกสรเพศเมีย จำนวนและชนิดของหลอดเรณู ความเข้มข้นของสารละลายน้ำตาล และสรีระวิทยาปลายยอดของเกสรเพศเมีย (ลาวัลย์, 2539) และช่วงเวลาที่เหมาะสมเกสรเป็นปัจจัยสำคัญปัจจัยหนึ่งที่จำกัดความสามารถในการผสมติดของพืช ซึ่งช่วงเวลาของการพร้อมผสมของพืชนั้นแตกต่างกันไปในพืชแต่ละชนิดและแต่ละพันธุ์และขึ้นกับสภาพแวดล้อมด้วย (พวงพรรณ, 2549) และสุรวิช (2539) ได้กล่าวว่าหลอดเกสร (pollen) ของปทุมมาซึ่งพร้อมที่จะผสมในช่วง 08.00-10.00 น. Echim and Sonea (1982) ได้ศึกษาคุณภาพของหลอดเรณูของฟรีเซีย พบว่า ความมีชีวิตของหลอดเรณูในสายพันธุ์ Mary Gold และ Fantastica มีความงอกของหลอดเรณูในเดือนเมษายน อยู่ในช่วง 11.00-14.00 น. หลังจากที่ยอดดอกบานแล้ว 1-2 วัน และเมื่อทำการผสมพันธุ์ในช่วงนี้ได้คุณภาพเมล็ดดีที่สุด ทิพสุคนธ์ (2546) ศึกษาการผสมพันธุ์ว่านสีทศพันบ้านโดยการถ่ายละอองเรณูด้วยมือ รายงานว่า ระยะพร้อมผสมของดอกว่านสีทศพันเกิดได้จากการที่ปลายยอดเกสรเพศเมียมีเมือกใสและเหนียวคลุมอยู่ ว่านสีทศพันพันธุ์พันบ้านดอกสีแดง มีช่วงพร้อมผสมหลังดอกบาน 1 วัน ส่วนพันธุ์ดอกสีส้ม และสีชมพูมีช่วงพร้อมผสมหลังดอกบาน 2 วัน

อดิสร (2539) รายงานว่า ละอองเรณูของกุหลาบที่พร้อมในการผสมพันธุ์สามารถนำไปกระตุ้นให้มีการพัฒนาให้อับละอองเรณูให้เปิดออกโดยการนำไปฝังแช่ค่อน สภาพแวดล้อมต่างๆ ได้แก่ แสง อุณหภูมิ ความชื้น และเปอร์เซ็นต์ของน้ำตาลบนยอดเกสรตัวเมียด้วย พืชบางชนิดสามารถงอกได้ในน้ำธรรมดาได้ (ลาวัลย์, 2539) อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการงอกของละอองเรณูและการเจริญของท่อละอองเกสรขึ้นอยู่กับชนิดของพืช (Poloto et al., 1991) การเจริญของตัวแขนงในสภาพอุณหภูมิปกติสามารถสร้างละอองเรณูในปริมาณน้อย แต่เมื่ออยู่ในสภาพอุณหภูมิสูงจะมีการสร้างละอองเรณูในปริมาณที่มากและ พบว่า อุณหภูมิสูงไม่มีผลกระทบต่อความสามารถในการเจริญของท่อละอองเกสรในก้านเกสรตัวเมีย (Halterlein et al., 1980)

ในการทดลองความงอกของละอองเรณู ความเข้มข้นของน้ำตาลจึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญมาก Baloch et al. (2001) ได้ทำการศึกษาถึงความเข้มข้นของน้ำตาลในการเจริญของละอองเกสร (pollen germination) ของกระเจี๊ยบเขียวในสภาพปลอดเชื้อ ความเข้มข้นของน้ำตาล 4 ระดับคือ 10 20 30 และ 40% (Taylor, 1972 อ้างโดย Baloch et al., 2001) ซึ่งสูตรอาหารที่ใช้ประกอบด้วย $(\text{CaNO}_3)_2$ 300 มิลลิกรัม MgSO_4 140 มิลลิกรัม และ H_3BO_3 50 มิลลิกรัม เป็นอาหารสำหรับเลี้ยงละอองเกสรของกระเจี๊ยบเขียวโดยหดยอาหารและน้ำตาลซูโครสที่ได้เตรียมไว้ 1 หรือ 2 หยดบน microscope glass slides อับละอองเกสรกระเจี๊ยบเขียวพร้อมผสมในเวลา 10.00 น. ผลปรากฏว่า น้ำตาลซูโครส 10% จะเพิ่มการงอกของละอองเกสรอย่างรวดเร็ว น้ำตาลซูโครส 20% จะมีการงอกของละอองเกสรถึง 80% โดยความยาวหลอดประมาณ 3,000-4,000 μm น้ำตาล 30% การงอกของหลอดละอองเกสร และความยาวหลอดจะลดลงมากกว่า 2 เท่าของระดับน้ำตาลซูโครสที่ 20% และน้ำตาล 40% การงอกของละอองเกสรลดลง ส่วนความยาวของหลอดละอองเกสรจะมีความยาวลดลงเหลือเพียง 500-700 μm ในความเข้มข้นของน้ำตาลสูงจะทำให้การงอกของละอองเกสรและความยาวหลอดลดลง แต่จะมีการเปลี่ยนแปลงโดยหลอดจะหนามากขึ้นและสั้นลง เพราะฉะนั้นความเข้มข้นของการงอกของกระเจี๊ยบเขียวในสภาพปลอดเชื้อมีความเหมาะสมที่สุดที่ระดับความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครส 20%

มนต์ระวี (2544) ศึกษาการงอกของละอองเรณูของอังกาบพันธุ์สีแดงในอาหารเลี้ยงละอองเรณูที่มีน้ำตาล 0.2 0.6 0.8 และ 1.0% พบว่า ในอาหารที่มีน้ำตาล 1.0% มีการงอกของละอองเรณูมากที่สุดคือ 62.72% และเมื่ออาหารที่มีน้ำตาลลดลงเปอร์เซ็นต์การงอกของละอองเรณูลดลงตามลำดับ

Mahawer and Misra (1997) ได้ศึกษาถึงการงอกของละอองเรณูของแกลดิโอลัสพันธุ์ White Oak สามารถงอกได้ในที่มีน้ำตาลซูโครส 6% ร่วมกับบอริกแอซิก 0.1% แคลเซียมไนเตรท 0.06% แมกนีเซียมซัลเฟต 0.2% และโปแตสเซียมไนเตรท 0.1% นอกจากการตรวจสอบความมีชีวิตของละอองเรณูด้วยวิธีการทดสอบความงอก การย้อมสีละอองเรณูเป็นวิธีหนึ่งที่สามารถ

ตรวจสอบความมีชีวิตของละอองเรณูได้ และในการทดสอบความมีชีวิตของละอองเรณูใน *Sisyrinchium vaginatum* ได้ใช้เทคนิคการย้อมสี Acetone carmine เพื่อตรวจสอบความมีชีวิตของละอองเรณูของลูกผสมระหว่าง *Brassica rapa* x *Brassica napus* และ *Raphanus raphanistrum* x *Brassica napus* ด้วย Acetone carmine ที่ความเข้มข้น 1% (Warwick et al., 2003) ในการทดสอบความมีชีวิตของละอองเรณูมีหลายวิธีเช่น Fluorochromatic reaction Tetrazolium chloride test Peroxidase reaction และการใช้สี Methylene blue 1% หรือ Neutral red 1% หรือ Aniline blue 1% (Amots, 1992)

Fei and Nelson (2003) ได้ศึกษาการเจริญของหลอดละอองเกสรของ *Creeping bentgrass* ในอาหารประกอบด้วยน้ำตาลที่ระดับความเข้มข้น 0.25 0.5 และ 1 โมล H_3BO_3 1.0 2.0 หรือ 4.0 มิลลิโมล และ $CaCl_2$ 1.0 2.0 หรือ 4.0 มิลลิโมล ผลปรากฏว่า การเจริญของละอองเกสรที่มีเปอร์เซ็นต์สูงที่สุดบนอาหารที่ประกอบด้วยน้ำตาล 1.0 โมล H_3BO_3 1.0 มิลลิโมล และ $CaCl_2$ 2.0 มิลลิโมล ของอาหารที่มีความเข้มข้นทั้ง 3 ระดับที่มีความแตกต่างในการเจริญของละอองเกสรและความเข้มข้นของน้ำตาล 1M จะยับยั้งการเจริญเติบโตของหลอดละอองเกสรจะทำให้หลอดละอองเกสรมีความหนาและสั้น โดยจะมีความยาวเฉลี่ยของหลอดละอองเกสรเท่ากับ 137 μm ขณะที่ความเข้มข้นของน้ำตาลเท่ากับ 0.5 โมล จะมีความยาวเฉลี่ยของหลอดละอองเกสรเท่ากับ 248 μm

Rhee et al. (2005) ได้ทดสอบการงอกของละอองเกสรของดอกกลิลี่ทั้งหมด 4 สายพันธุ์คือ Oriental Asiatic Longiflorum และ Formolongi hybrids ในสูตรอาหารที่ประกอบด้วยน้ำตาลซูโครส 100 กรัม วุ้น 5 กรัม และ Boric acid 20 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งเป็นสูตรอาหารที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบการงอกของละอองเกสรดอกกลิลี่

Greetha et al. (2004) ได้ศึกษาการงอกของละอองเกสร และการเจริญของหลอดละอองเกสรของข้าวโพดทั้งหมด 5 สายพันธุ์คือ Kesri Paris UMI561 J1006 และ UMI760 พบว่า ในสายพันธุ์ J1006 มีเปอร์เซ็นต์การงอกของละอองเกสรสูงที่สุดเท่ากับ 22.21-64.66 ภายหลังบนอาหารสังเคราะห์เป็นเวลา 15 และ 20 ชั่วโมง ตามลำดับ และมีความยาวของหลอดละอองมากที่สุดเท่ากับ 47.25-239.63 μm ภายหลังเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์เป็นเวลา 15 18 21 และ 24 ชั่วโมง ในสูตรอาหารที่ประกอบด้วย น้ำตาลซูโครส 100% และ H_3BO_3 10%

Nurhan (2003) ได้ศึกษาการงอกของละอองเกสรและการเจริญของหลอดละอองเกสรใน Tetraploid Red Clover (*Trifolium pretense* L.) ในอาหารเลี้ยงละอองเกสรที่ประกอบด้วย น้ำกลั่น 25 มิลลิลิตร วุ้น 0.5 กรัม และ Saccharose 6.25 กรัม พบว่า การงอกของละอองเกสรใน Tetraploid Red Clover (*Trifolium pretense* L.) ภายหลังเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์ 12 ชั่วโมง ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงที่สุดเท่ากับ 57.41% และจากการสังเกต พบว่า ภายหลัง 2 และ 3 ชั่วโมง มีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงถึง 49.10% หลังจากชั่วโมงที่ 6 จะมีเปอร์เซ็นต์การงอกเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย

เท่านั้น ส่วนความยาวของหลอดละอองเกสรจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆจนถึงชั่วโมงที่ 12 และจะมีความยาวโดยเฉลี่ยเท่ากับ 732 μm

Rhee et al. (2005) ได้ทดลองการงอกของหลอดละอองเกสรบนยอดเกสรตัวเมียและในก้านชูเกสรตัวเมียของดอกลิลลี่ พบว่า ในการผสมข้ามชนิดของดอกลิลลีนั้น หลอดละอองเกสรสามารถงอกลงไปถึงปลายสุดของก้านชูเกสรตัวเมียได้ใช้เวลา 2-3 วันภายหลังการผสมเกสร เช่นในกลุ่มผสมระหว่าง Asiatic x Longiflorum hybrids และ Longiflorum x Oriental hybrids ละอองเกสรจำนวนมากที่สามารถงอกได้บนยอดเกสรตัวเมีย และสามารถงอกหลอดเข้าไปยังตามท่อของหลอดละอองเกสรได้ และจะหยุดการเจริญเติบโตในส่วนบนของท่อละอองเกสร ส่วนในกลุ่มผสมระหว่าง Formolongi x Asiatic Formolongi x Oriental hybrids และ Oriental x Asiatic hybrids มีบางหลอดเกสรสามารถงอกลงไปถึงปลายสุดของก้านชูเกสรตัวเมียโดยอุปสรรคในท่อละอองเกสรของการผสมข้ามชนิดเช่น การเปลี่ยนทิศทางของหลอดละอองเกสร ปลายของหลอดเกสรมีการบวมออก มีการเจริญที่ผิดปกติ และหลอดมีการขมวดวนงอ

ลาวัลย์ (2539) ได้ศึกษาการงอกของหลอดละอองเกสรลินี่พันธุ์สงฮวย พบว่า สารละลายโบรอนที่ทำการฉีดพ่นในส่วนของช่อดอกนั้นไม่มีผลต่อการงอกของหลอดเกสรเมื่อนำมาทดสอบการงอกของหลอดเกสรในสารละลายน้ำตาลซูโครส 5% ที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง และเนื่องจากความสำเร็จในการเพาะเลี้ยงอับละอองเรณูนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น อายุของอับเรณู พันธุ์กรรม ปริมาณน้ำตาลในอาหารเพาะเลี้ยง อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ การใช้แสงและความมืด

อรพิน (2542) ได้ศึกษาความมีชีวิตของหลอดเกสรจากดอกตัวผู้และดอกสมบูรณ์เพศที่ทำหน้าที่เป็นตัวผู้ของลินี่พันธุ์จักรพรรดิ สงฮวย กวางเจาบริวสเตอร์ และ กิมเจง โดยเก็บดอกเพศผู้ และดอกสมบูรณ์ที่ระยะดอกเริ่มบานมาทดสอบความมีชีวิตด้วยวิธีเลี้ยงในสูตรอาหาร สารละลายซูโครส 5% ที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง ผลการศึกษา พบว่า มีความมีชีวิตของหลอดเกสรลินี่ แต่ละพันธุ์มีความมีชีวิตใกล้เคียงกัน และไม่มี ความแตกต่างกันทางสถิติ โดยหลอดเกสรจากดอกตัวผู้ในแต่ละพันธุ์มีเปอร์เซ็นต์การงอกเท่ากับ 75.39 77.74 70.99 78.01 และ 75.56 % ตามลำดับ ส่วนหลอดเกสรจากดอกสมบูรณ์เพศที่ทำหน้าที่เป็นตัวผู้มีค่าเท่ากับ 66.34 74.36 77.96 74.16 และ 72.83 ตามลำดับ

จิรัชญา (2542) ได้ทำการทดสอบความงอกของหลอดเกสรในมะม่วงซึ่งเลี้ยงในสูตรอาหาร Brewbaker and Kwack โดยวิธีการ hanging drop พบว่า หลอดเกสรของมะม่วงมีเปอร์เซ็นต์การงอกค่อนข้างสูง

Rhee et al. (2005) รายงานว่าในการผสมข้ามชนิดของ Formolongi x Formolongi Oriental x Oriental และ Asiatic x Asiatic hybrids มีเปอร์เซ็นต์การงอกของหลอดละอองเกสรไปยังไข่อ่อนได้มากถึง 60% ในการผสมบนยอดเกสรตัวเมีย ในทางตรงกันข้ามในกลุ่มผสมระหว่าง Oriental x Asiatic และ Oriental x Longiflorum hybrids มีเปอร์เซ็นต์การงอกของหลอดละอองเกสรไปยังไข่อ่อนน้อยกว่า 5% และกลุ่มผสมระหว่าง Formolongi x Asiatic และ Formolongi x Oriental hybrids มีเปอร์เซ็นต์การงอกของหลอดละอองเกสรไปยังไข่อ่อนน้อยกว่า 7% อย่างไรก็ตามในการงอกของหลอดละอองเกสรไปยังไข่อ่อนยังไม่พบในกลุ่มผสมระหว่าง Asiatic x Longiflorum และ Asiatic x Oriental hybrids เพราะว่ารังไข่เหี่ยวก่อนได้รับการผสม

Hill (1999) ได้ทำการเลี้ยงละอองเรณูของ Lupin ในอาหารกึ่งเหลวที่มีวุ้น 0.25% น้ำตาลซูโครส 15 และ 20% ร่วมกับบอริกแอซิก 0.01% พบว่า อาหารกึ่งเหลวที่มีน้ำตาลซูโครส 20% มีการงอกของละอองเรณูได้ดีที่สุด

การติดผล

พีเรเดช (2537) ได้กล่าวไว้ว่าการติดผลเป็นกระบวนการเริ่มแรกของการพัฒนาจากดอกไปเป็นผล เมื่อดอกบานเต็มที่และพร้อมที่จะรับการผสมเกสรจากการสังเกตได้ว่าเกสรตัวผู้จะแตกออก และปลดปล่อยละอองเกสรตัวผู้ซึ่งมีขนาดเล็กมากออกมา เมื่อละอองเกสรตัวผู้ขึ้นไปสัมผัสกับยอดเกสรตัวเมียไม่ว่าด้วยวิธีใดก็ตามจะเกิดการพัฒนาต่อไป โดยละอองเกสรตัวผู้จะยึดตัวออกเป็นหลอดยาวออกไปตามก้านเกสรตัวเมีย เพื่อเข้าไปผสมกับไข่ซึ่งอยู่ภายในรังไข่นั้น และเกิดการปฏิสนธิขึ้นซึ่งเป็นจุดเริ่มแรกของการติดผล ดังนั้นปัจจัยสำคัญในการติดผลจึงขึ้นอยู่กับความสามารถในการงอกของละอองเกสรตัวผู้ และความสามารถในการปฏิสนธิภายในรังไข่ ละอองเกสรตัวผู้มีจำนวนมากแต่มีความสามารถในการงอกได้แตกต่างกันไป ซึ่งขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมหลายอย่างเช่น อุณหภูมิและความชื้น นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับการติดผลซึ่งแยกเป็นรายละเอียดได้ดังนี้

1. **อุณหภูมิ (temperature)** อุณหภูมิสูงหรือต่ำเกินไปจะทำให้การติดผลลดลง ในสภาพดังกล่าวมีผลให้การงอกของละอองเกสรตัวผู้ลดลง และบางกรณีทำให้เกสรตัวผู้ตาย เช่น ละอองเกสรตัวผู้ของมะม่วงจะไม่งอกถ้าอุณหภูมิต่ำกว่า 16 องศาเซลเซียส หรือสูงกว่า 44 องศาเซลเซียส ดอกบางดอกอาจพัฒนาขึ้นมาเป็นผลโดยไม่มีเมล็ด (seedless fruit) แต่จะหลุดร่วงไปในที่สุด ละอองเกสรของมะเขือเทศจะงอกได้ดีที่สุดอุณหภูมิ 20-25 องศาเซลเซียส และความสามารถในการงอกจะลดลงมากถ้าอยู่ในสภาพที่อุณหภูมิสูงกว่า 37-38 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่า 5 องศา

เซลเซียส อุณหภูมิสูงหรือต่ำเกินไปยังมีผลต่อการทำงานของแมลงที่ช่วยในการผสมเกสรอีกด้วย ในสภาพเช่นนี้แมลงจะทำงานได้น้อยลง โอกาสที่ดอกจะได้รับการผสมจึงน้อยลงไปด้วย

2. ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ (relative humidity) มีผลบ้างต่อการติดผล แต่เมื่อเทียบกับอุณหภูมิแล้วยังมีอิทธิพลน้อยกว่า อย่างไรก็ตามในสภาพอากาศแห้งจะทำให้ยอดเกสรตัวเมียระเหยนํ้ามากและแห้งอย่างรวดเร็ว โอกาสที่ละอองเกสรตัวผู้จะงอกผ่านลงไปได้จึงมีน้อยลง

3. ความเข้ากันได้ (compatibility) ระหว่างเกสรตัวผู้และตัวเมีย พืชบางชนิดแม้จะมีเกสรตัวผู้และตัวเมียอยู่ในดอกเดียวกันหรือต้นเดียวกันก็ตาม แต่ไม่อาจเกิดการผสมเกสรภายในดอกเดียวกันได้ เนื่องจากธรรมชาติของพืชนั้นต้องการให้มีการผสมข้ามเพื่อให้ได้ลูกที่แข็งแรง ดังนั้นพืชเหล่านี้จึงมีระบบป้องกันไม่ให้เกิดการผสมตัวเอง ถึงแม้ละอองเกสรตัวผู้จะงอกผ่านเกสรตัวเมียลงไปได้ก็ตามแต่ไม่มีการปฏิสนธิเกิดขึ้น

4. สัดส่วนเพศดอก (sex ratio) พืชบางชนิดมีดอกตัวผู้และดอกตัวเมีย หรือดอกสมบูรณ์เพศอยู่แยกต้นกันหรือแยกดอกกัน เช่น มะม่วง ลำไย ลิ้นจี่ เงาะ ในกรณีเช่นนี้ดอกตัวผู้ไม่สามารถติดเป็นผลได้ ดังนั้นถ้าต้นพืชมีดอกตัวเมียหรือดอกสมบูรณ์เพศ ก็จะทำให้โอกาสติดผลลดน้อยลง และในทำนองเดียวกันถ้ามีแต่ดอกตัวเมียทั้งต้น โดยไม่มีเกสรตัวผู้มาผสมดอกนั้นก็ไม่สามารถติดผลเช่นกัน สัดส่วนเพศดอกถูกควบคุมด้วย ปัจจัยหลายอย่างรวมทั้งฮอร์โมนที่พืชสร้างขึ้นซึ่งสัดส่วนนี้อาจเปลี่ยนแปลงได้

5. ธาตุอาหาร มีธาตุอาหารบางชนิดที่จำเป็นต่อการงอกของละอองเกสรตัวผู้ เช่น ธาตุโบรอน ในกรณีที่พืชขาดธาตุโบรอนอาจทำให้การติดผลลดน้อยลง นอกจากโบรอนแล้วธาตุอื่นๆ เช่น แคลเซียม แมกนีเซียม โพแทสเซียม และพวกไนโตรเจนก็มีผลเช่นเดียวกัน ธาตุต่างๆ เหล่านี้เป็นองค์ประกอบของธาตุอาหารเหลวที่พบบนยอดเกสรตัวเมีย (stigma fluid) ซึ่งละอองเกสรตัวผู้จะใช้อาหารนี้ช่วยในการงอกผ่านก้านชูเกสรตัวเมียลงไปผสมกับไข่

6. อาหารสะสม เป็นปัจจัยสำคัญเนื่องจากพืชต้องใช้อาหารเป็นจำนวนมากเพื่อการติดผล ต้นที่มีอาหารอุดมสมบูรณ์จะมีการติดผลได้มากกว่าต้นที่อ่อนแอ สภาพแวดล้อมต่างๆ ที่มีผลกระทบต่อการสร้างอาหารของพืช ก็จะมีผลต่อการติดผลเช่นเดียวกัน เช่น อุณหภูมิสูงหรือต่ำเกินไป การขาดน้ำ น้ำท่วม แสงน้อย สภาพเหล่านี้ล้วนแต่ทำให้พืชสร้างอาหารได้น้อยลง และจะมีการติดผลน้อย ถึงแม้ว่าพืชจะมีการติดผลในระยะแรกได้มาก แต่ก็จะหลุดร่วงและไม่พัฒนาเต็มที่ เป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากอาหารที่ส่งมาเลี้ยงผลมีไม่เพียงพอ และเกิดการแก่งแย่งอาหารซึ่งกันและกัน จะสังเกตได้ว่าพืชที่ออกดอกแบบทยอยนั้น ดอกที่บานก่อนมีโอกาสดิดผลมากกว่าดอกที่เกิดทีหลังเนื่องจากดอกเหล่านั้นมีโอกาสแย่งอาหารจากต้นมาใช้ได้มากกว่า

การผสมในสภาพปลอดเชื้อ (*in vitro* pollination)

วิธีนี้สามารถช่วยผสมละอองเกสรกับไข่ได้ดีขึ้น เนื่องจากไม่สามารถผสมได้ในสภาพธรรมชาติ หรือการเจริญของหลอดละอองเรณู (pollen tube) ภายในเกสรตัวเมียหยุดชะงักทำให้ไม่เกิดการปฏิสนธิ จึงนำมาผสมในสภาพปลอดเชื้อเพื่อที่จะสามารถควบคุมปัจจัยต่างๆ ให้เหมาะสมกับอวูลที่จะทำการผสมเกสร

แสงจันทร์ (2547) กล่าวว่า การที่ไม่เกิดการปฏิสนธิขึ้นภายหลังการถ่ายละอองเรณูในดอกเดียวกันหรือคนละดอก (self หรือ cross pollination หรือ cross incompatibility) นั้นจึงได้มีการค้นพบเทคนิคการปฏิสนธิในหลอดแก้ว (test tube fertilization) และถ่ายละอองเรณูในหลอดแก้ว (test tube pollination) โดยเอาละอองเรณูไปผสมกับไข่ในหลอดแก้ว ซึ่งมีวิธีการดังนี้

1. นำดอกเพศเมียที่ยังตูมอยู่ (flower bud) ที่พอกมาเชื้อแล้วนำละอองเรณูมาผสมแบบเดียวกับการปฏิสนธิในธรรมชาติ
2. เอาส่วนของรก (placenta) ที่มีอวูลไปวางบนอาหารเอาอับเรณูที่ฆ่าเชื้อแล้วไปเปิดให้ละอองเรณูปลิวไปตกบนอวูลเพื่อให้เกิดการปฏิสนธิ
3. แยกเฉพาะอวูลมาเพาะเลี้ยงในหลอดเพื่อไม่ให้รบกวนด้วยเอาละอองเรณูมาผสม

จากการทดลองของ Chi (2000a) ในการผสมข้ามชนิดของดอกลิลลี่โดยการผสมอวูลในสภาพปลอดเชื้อ ซึ่งอาหารที่ใช้สำหรับผสมเกสรประกอบด้วย Agar 5 กรัม H_3BO_4 0.3 กรัม $MgSO_4$ 0.2 กรัม KNO_3 0.1 กรัม $Ca(NO_3)_2$ 0.3 กรัม และน้ำตาลซูโครส 5-12 % ซึ่งได้ผสมข้ามสลับกันในกลุ่มของลิลลี่ 3 กลุ่มคือ Asiatic hybrid (A) Oriental hybrid (O) *Lilium longiflorum* (L) ผลปรากฏว่า คู่ผสมระหว่าง *Lilium longiflorum* x Oriental hybrid (LO) ที่ระดับความเข้มข้นของน้ำตาล 10% ทำให้หลอดละอองเกสรงอกไปยังไมโครไพล์ได้มากที่สุด

การพักตัวของเมล็ดในลูกผสม

เมล็ดปทุมมานั้น โดยปกติผลจะมีอายุประมาณ 2 เดือนจึงสามารถนำเมล็ดไปขยายพันธุ์ได้ ซึ่งต้นกล้าจากการเพาะเมล็ดจะใช้เวลาราว 2 ปี จึงจะให้ช่อดอกและผลิตหัวพันธุ์ได้ (สุรวิษ, 2539) แต่มีปัญหว่าไม่สามารถนำเมล็ดมาเพาะได้เลยภายหลังจากเมล็ดสุกแก่ ซึ่งจะต้องรออีก 1 ปีในฤดูฝนหน้าเมล็ดจึงสามารถงอกได้ และหากเราสังเกตลักษณะต้นฐานวิทยาของเมล็ดปทุมมานั้นจะเห็นว่าเปลือกค่อนข้างจะแข็งและเป็นมัน ซึ่งอาจเป็นสาเหตุของการพักตัวของเมล็ดได้ จวงจันทร์ (2521) ได้กล่าวว่าพืชในตระกูลถั่วที่มีเมล็ดขนาดเล็กจะมีการพักตัวแบบเมล็ดแข็ง

(hard seedness) เพราะเมื่อนำเมล็ดไปเพาะเมล็ดจะไม่คุดน้ำ และมีลักษณะเหมือนเมล็ดแข็ง ส่วนเมล็ดในตระกูลกะหล่ำ-ผักกาดนั้นน้ำไม่สามารถซึมเข้าไปยังภายในของเมล็ดได้เช่นกัน เนื่องจากส่วนของเปลือกนั้นมีสารบางชนิดหุ้มอยู่ซึ่งมีผลให้เมล็ดไม่สามารถงอกได้

เมล็ดพืชส่วนใหญ่ที่เพาะปลูกทุกวันนี้มักไม่พบว่า มีการพักตัวหรือมีการพักตัวเพียงระยะสั้นๆทั้งนี้เป็นผลมาจากการคัดเลือกที่มีมาเป็นเวลานานนับพันปี ลักษณะการพักตัวของเมล็ดได้ถูกคัดทิ้งอย่างค่อยเป็นค่อยไปจนกระทั่งแทบไม่มีเหลืออยู่ในพันธุ์ปลูก แต่จะพบมากในพันธุ์ป่า หรือพืชที่ขึ้นอยู่เองตามธรรมชาติเช่น เมล็ดถั่วเขียวพันธุ์พื้นเมืองและพันธุ์ป่า หรือเมล็ดวัชพืช เมล็ดตระกูลหญ้า การที่เมล็ดพืชตระกูลปามีการพักตัวสูงนี้จัดว่าเป็นกลไกการอยู่รอดของพืชในธรรมชาติจะช่วยให้เมล็ดงอกขึ้นมาในขณะที่สภาพแวดล้อมยังไม่เหมาะสม (วันชัย, 2537) ฉะนั้นเมล็ดพืชในแถบอบอุ่น ซึ่งมีอากาศหนาวเมื่อสุกแก่แล้วจะมีการพักตัวสักระยะหนึ่งจนกว่าถึงฤดูใบไม้ผลิ หรือฤดูร้อน ส่วนในแถบที่มีฝนตกชุกและแห้งแล้งสลับกัน เมล็ดพืชจะมีระยะพักตัวในช่วงอากาศแห้งแล้งและจะงอกได้เมื่อมีน้ำเพียงพอ (จวงจันทร, 2521)

สาเหตุการพักตัวของเมล็ด

1. การพักตัวที่เกิดขึ้นเนื่องจากส่วนของเปลือกหรือเยื่อหุ้มเมล็ด(exogenous dormancy) จึงไม่ยอมให้น้ำซึมผ่านเข้าไปยังส่วนต่างๆภายในเมล็ดเนื่องจากเมล็ดแข็ง (hard seed) เปลือกหุ้มมีสารบางชนิดหุ้มอยู่ (สารเพคติน หรือ ซูเบอร์ิน)เซลล์ของเยื่อหุ้มเมล็ดอยู่กันอย่างหนาแน่น หรือไม่ยอมให้ออกซิเจน หรือ คาร์บอนไดออกไซด์ซึมผ่าน ภายในของเมล็ดจึงไม่มีโอกาสที่จะได้รับออกซิเจนในการหายใจ การพักตัวแบบนี้มีน้อยมักเกิดกับพืชในตระกูลหญ้าที่เป็นวัชพืช (จวงจันทร, 2521)

2. การพักตัวของเมล็ดที่เกิดขึ้นเนื่องจากส่วนประกอบภายในเมล็ด (endogenous dormancy)

การพักตัวของเมล็ด เนื่องจากอัมพาต (embryo dormancy) ก่อนข้างจะสลัดซับซ้อนจะพบมากในพืชแถบอบอุ่นและแถบหนาว เมล็ดจะต้องผ่านอากาศหนาวเย็น 1-10 องศาเซลเซียส (stratification) ช่วงระยะหนึ่งจึงจะงอกได้ เช่น แปร (Pyrus grossularia L.) องุ่น (Vitis sp.) และไอริส (Iris resicolor L.) (จวงจันทร, 2521) แต่ในพืชพวก Orchidaceae Fraxunus และ Ranunculus จะงอกได้ก็ต่อเมื่ออัมพาตนั้นเจริญเต็มตัวเอง (คณัย, 2537)

การพักตัวของอัมพาต (epicotyl dormancy) เมล็ดสามารถงอกได้เมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสมแต่จะมีเฉพาะส่วนรากเท่านั้นที่พัฒนาจนกว่ารากจะผ่านความหนาวเย็นจัด 1-10 องศาเซลเซียส ช่วงระยะหนึ่งเช่น *Lilium canadense*

การพักตัวของรากและอภิคอททิล (double dormancy) ต้องการอุณหภูมิต่ำแก่การพักตัวของราก และอุณหภูมิสูงสำหรับการเจริญของราก และอุณหภูมิต่ำเพื่อแก่การพักตัวของยอด และอุณหภูมิสูงสำหรับการเจริญของยอด

3. การพักตัวของเมล็ดเนื่องจากมีสารยับยั้งการเจริญเติบโต (inhibitors) สารยับยั้งการงอกของเมล็ด (germination inhibitors) พบในเมล็ดที่เปลือกหรือคัพภะมีการพักตัวเช่น คอกเคลิเบอร์ (*Xanthium* spp.) มีการพักตัวเนื่องจากมีสารยับยั้งเมื่อนำไปล้างน้ำทำให้การพักตัวหมดไป (จวงจันทร, 2521) ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของวันชัย (2537) พบว่าในเมล็ดอาเซลนัท (hazel) ที่เกาะเยื่อหุ้มเมล็ด และเปลือกออกเมล็ดจะสามารถงอกได้ แต่ถ้าหากนำเยื่อหุ้มเมล็ด (testa) และเปลือก (pericarp) ใส่ไว้ในจานแก้วจานเดียวกันกับเมล็ดที่แกะเปลือกออกจะทำให้คัพภะไม่สามารถงอกได้ และสารเคมีที่ยับยั้งการงอกของเมล็ด คอมาริน (caumarin) กรดแอบซิซิก (abscisic acid) และไซยาไนด์ (นพคณ, 2537)

เมล็ดพืชถ้าหากได้รับสภาพแวดล้อมต่างๆที่เหมาะสมแก่การงอกเช่น น้ำ ออกซิเจน อุณหภูมิที่พอเหมาะ และแสงสว่างอย่างพอเพียง แล้วเมล็ดพืชชนิดนั้นยังไม่สามารถงอกได้ก็แสดงว่าเมล็ดพืชมีการพักตัวและต้องทราบว่าเมล็ดมีการพักตัวแบบไหนเพื่อหาทางแก้ไขการพักตัวได้ถูกต้อง ซึ่งอาจทดลองได้ดังนี้

1. นำเมล็ดมาแช่น้ำประมาณ 24 ชั่วโมง ถ้าเมล็ดไม่ยอมดูดน้ำสังเกตได้จากเมล็ดแห้ง และไม่มีการบวมของเมล็ดขึ้น แสดงว่า มีการพักตัวแบบ hard seed หรือ เกาะเอาส่วนเยื่อหุ้มหรือเปลือกออก ใช้เข็มปลายแหลมแทงให้เปลือกทะลุ ถ้าวิธีการนี้สามารถทำให้เมล็ดงอกได้ก็แสดงว่า เมล็ดมีการพักตัวแบบเปลือกหรือเยื่อหุ้มเมล็ดไม่ยอมให้ออกซิเจนผ่าน ถ้าหากเมล็ดยังไม่คลายการพักตัว ให้ใช้สารละลายโปแตสเซียมไนเตรด (KNO_3) 0.2% แทนน้ำสามารถแก่การพักตัวของเมล็ด เนื่องจากส่วนของเปลือกหรือเยื่อหุ้มไม่ยอมให้น้ำและออกซิเจนซึมผ่านได้ แต่ถ้ายังไม่ได้ผลให้นำเมล็ดไปผ่านอุณหภูมิต่ำประมาณ 5 องศาเซลเซียส (chilling) ประมาณ 3-5 วัน ก่อนปลูกเป็นการแก่การพักตัวของคัพภะได้ แต่ถ้ายังมีการพักตัวอยู่ให้เพาะในที่ที่มีอุณหภูมิ 3-5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วันจนถึง 4 เดือน (ตามแต่ชนิดพืช) ถ้าได้ผลแสดงว่าเมล็ดมีการพักตัวเนื่องจากคัพภะ

2. การพักตัวเนื่องจากมีสารยับยั้งการงอกของเมล็ด อาจนำเมล็ดไปแช่น้ำ (water soaking) หรือ ล้างน้ำหลายๆครั้ง เพื่อให้สารยับยั้งการเจริญเติบโต (inhibitor) ละลายไปกับน้ำ

3. ใช้สารเคมีที่เป็นสารเร่งการงอกของเมล็ด (germination promoters) เข้าช่วย เช่น จิบเบอเรลลิน ไคเนติน เอทิลีน ที่มีความเข้มข้นสูงๆจะช่วยกระตุ้นให้เมล็ดงอกได้

การช่วยชีวิตลูกผสม (embryo rescue)

การเพาะเลี้ยงคัพภะด้วยเทคนิคการกู้ชีวิตที่เรียกว่า embryo rescue จะมีประโยชน์อย่างยิ่ง และประสบผลสำเร็จเมื่อใช้กับกรณีที่เกิดคัพภะลูกผสมขึ้นมาแล้วในชั่วที่ 1 จากการผสมข้ามชนิด (interspecific hybridization) หรือ ผสมข้ามกลุ่ม (intergeneric hybridization) ซึ่งปกติแล้วคัพภะลูกผสมเหล่านี้จะมีปัญหาทางพันธุกรรม (genetic barriers) และมักไม่สามารถพัฒนาเป็นคัพภะและเมล็ดที่สมบูรณ์ได้ อาจเนื่องจากเอนโดสเปิร์มไม่พัฒนาเป็นปกติ (endosperm failure) ซึ่งอาจเป็นผลมาจากความผิดปกติทางด้านโภชนาการคือ มีอาหารสะสมไม่เพียงพอ เช่น มะพร้าวกะทิ กล้วยไม้ (รังสฤษฎ์, 2545) หรือกรณีมีสิ่งยับยั้งในการงอก (germination inhibitors) เป็นเปลือกเมล็ดแข็ง มีสารเคลือบเปลือกเมล็ด (suberin และ lignin) หรือมีสารเคมีบางชนิดไปยับยั้งการงอกของเมล็ด (abscissic acid, ABA) (นพคณ, 2537)

รังสฤษฎ์ (2545) กล่าวว่า ช่วงเวลาที่เหมาะสมที่จะแยกเอาคัพภะลูกผสมมาเลี้ยงจากระยะที่มักมีขนาดเล็กมาก และเมล็ดที่เหี่ยวยุบนั้นจำเป็นต้องมีการศึกษาและต้องใช้เมล็ดลูกผสมจำนวนมากแต่ปกติแล้วต้องแยกออกมาทันทีก่อนที่คัพภะจะเริ่มฝ่อหรือสลายตัวไป

Buitendijk et al. (1995) รายงานว่า ลูกผสมที่เกิดจากการผสมข้ามในกลุ่ม *Alstroemeria* จะมีปัญหาในการผสมและหลังจากการผสมแล้วของอวูล 18 วัน การพัฒนาของเอนโดสเปิร์มจะน้อยลงโดยเกิดความผิดปกติ เนื่องจากการแท้งของคัพภะ

ในการช่วยชีวิตคัพภะลูกผสมซึ่งยังไม่พัฒนาเต็มที่ คัพภะเหล่านี้จะขาดแคลนธาตุอาหารเช่นเดียวกับคัพภะอ่อนที่ยังไม่เจริญเต็มที่จึงต้องการอาหารที่ซับซ้อนมากกว่า ซึ่งโดยปกติจะต้องเติมกรดอะมิโน วิตามิน และสารควบคุมการเจริญเติบโตบางอย่างที่จำเพาะลงไปด้วย บางพืชอาจต้องการสารประกอบที่ซับซ้อนที่ไม่ทราบองค์ประกอบที่ชัดเจน สารเหล่านี้ได้แก่ น้ำมะพร้าว (coconut milk) สารสกัดจากเมล็ดพืช (seed extracts) มอลต์สกัด (malt extracts) และสารสกัดจากเอนโดสเปิร์ม (endosperm extracts) เพื่อช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของคัพภะลูกผสมที่ยังไม่พัฒนาเต็มที่ (รังสฤษฎ์, 2545)

Custers et al. (1995) ศึกษาการช่วยชีวิตคัพภะภายหลังการปฏิสนธิในการผสมข้ามชนิดในกลุ่ม *Tulip* ที่ได้จากการผสมข้ามสายพันธุ์ของ *Tulip gesneriana* ในการเลี้ยงอวูล ซึ่งจะแยกต้นอ่อนมาเลี้ยงและสามารถเกิดเป็นต้นใหม่ได้อย่างสมบูรณ์ จากการผสมข้ามชนิดระหว่าง *Tulip gesneriana* x *Tulip kaufmanniana* และต้นอ่อนที่ได้จะหยุดชะงักในการพัฒนาดังนั้น วิธีการช่วยชีวิตคัพภะวิธีนี้สามารถช่วยการแท้งได้สำเร็จ Buitendijk et al. (1995) ได้กล่าวว่า ในการเลี้ยงอวูลนั้นจะต้องคำนึงถึงอายุของอวูล ความเข้มข้นของน้ำตาล อุณหภูมิ แสงสว่าง และในการเก็บอวูลก่อนที่เอนโดสเปิร์มจะไม่มีการพัฒนาเมล็ดก็มีความสำคัญอย่างยิ่ง โดยจะนำอวูลมาเลี้ยง

ในอาหารเหลวที่มีน้ำตาล 6% ที่อุณหภูมิ 21 องศาเซลเซียสในที่มีดสามารถที่จะช่วยชีวิตของต้นอ่อนได้สำเร็จ

Chi (2000b) เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการช่วยชีวิตคัพภะของลูกผสมข้ามชนิดในลิลลี่ด้วยวิธีการ 4 วิธีคือ ovary slice culture ovule with placenta young single ovule culture และ embryo(sac) rescue ผลปรากฏว่าวิธีการของ embryo (sac) rescue สามารถทำให้ออูลพัฒนาและเกิดเป็นต้นได้มากที่สุดถึง 0.2-0.3 % ในกลุ่มผสมระหว่าง *Oriental hybrid* x *Asiatic hybrid* โดยออูลที่เก็บมาเลี้ยงนั้นอายุประมาณ 10-11 วัน

Obata et al. (2000) ทำการทดลองผสมข้ามชนิดของลิลลี่หลังจากการผสมแล้ว 30-40 วัน จึงนำออูลที่ติดกับ placenta มาเลี้ยงบนอาหารที่ประกอบด้วยธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรองของ B5 FeEDTA และวิตามิน MS น้ำตาล sucrose 5 % และ gellan gum 0.2 % เมื่อเลี้ยงได้ 5 สัปดาห์ ออูลเริ่มเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล แต่บางส่วนสามารถเจริญต่อไปได้ หลังจากนั้น 8 สัปดาห์ ให้แยกออูลออกมาเลี้ยงในอาหารใหม่ ผลปรากฏว่า ในกลุ่มผสมระหว่าง *Lilium regale* x *Lilium nobilissimum* เมื่อเก็บออูลมาเลี้ยง 30 วัน หลังการผสมสามารถพัฒนาได้ 3% และ 40 วันภายหลังการผสมพัฒนาเป็นต้นกล้าได้ 9 % ส่วนใน *Lilium nobilism* x *Lilium regale* ออูลสามารถพัฒนาได้ 3.6 % ภายหลังการผสมแล้ว 40 วัน แต่ 30 วัน ภายหลังการผสมนั้นออูลไม่สามารถเจริญเป็นต้นกล้าได้

Hossian et al. (1990) เลี้ยงออูลจากการผสมข้ามระหว่าง *Brassica oleracea* var. *capitata* L. กับ *Raphanus sativus* L. โดยนำฝักของลูกผสมที่ได้รับการผสมแล้วเป็นเวลา 22 วัน มาเลี้ยงในอาหารสูตร MS ดัดแปลงเติมน้ำมะพร้าว 10 % Casien hydrolysate 300 มิลลิกรัมต่อลิตร NAA 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร และ Kinetin 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยนำมาเลี้ยงไว้ในหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ 3,000 ลักซ์ เป็นเวลา 16 ชั่วโมง/วัน ที่อุณหภูมิ 23 องศาเซลเซียส นาน 1 เดือน หลังจากนั้นออูลสามารถเจริญเติบโตและพัฒนาได้ต่อไป

Van et al. (1999) ทดลองประสิทธิภาพของวิธีการช่วยชีวิตเอ็มบริโอจากการผสมข้ามพันธุ์ระหว่าง *Tulip gesneriana* x *Tulip agenensis* และ *Tulip gesneriana* x *Tulip praestans* ทั้งหมด 2 วิธีการคือ direct ovule culture และ ovary slice culture ตามด้วย ovule culture พบว่าเปอร์เซ็นต์การงอกในวิธีการ ovary slice culture ตามด้วย ovule culture มีการงอกที่ดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการ direct ovule culture ซึ่งการเพิ่มของเปอร์เซ็นต์การงอกนั้นขึ้นอยู่กับอายุด้วย ถ้าหากนำมาเลี้ยงตอนเริ่มแรกภายหลังการผสมไม่นาน พบว่า จะทำให้เปอร์เซ็นต์การแทงสูง และการพัฒนาของเอ็มบริโอได้น้อยลง

Roy et al. (2004) จากการทดลองวิธีการในการช่วยชีวิตเอ็มบริโอได้ประสบความสำเร็จของลิลลี่ลูกผสมระหว่างสายพันธุ์ *Trifolium alexandrinum* และ *Trifolium constantinopolitanum* ซึ่งความหลากหลายทางพันธุกรรมในสายพันธุ์ *Trifolium alexandrinum* มีไม่มากนัก ดังนั้นจึงได้ทำการปรับปรุงพันธุ์ขึ้น ซึ่งในการผสมข้ามชนิด ลูกผสมไม่สามารถเกิดขึ้นได้ เนื่องจากอุปสรรคภายหลังการผสม โดยจะทำการผสมภายหลังทำการตอนดอกตัวผู้ได้ 2 วัน ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ดีที่สุดในการผสม จากการสังเกต 5-7 วันภายหลังการผสมเอ็มบริโอจะมีลักษณะเป็น globular และเปลี่ยนแปลงไปเป็น heart-shaped ภายหลังการผสมไปแล้ว 10-12 วัน และการนำเอ็มบริโอในระยะ heart-shaped นี้มาเลี้ยงจะตอบสนองได้ดีในอาหารสูตร EC3 จาก 612 คู่ผสม มีเอ็มบริโอที่สมบูรณ์เพียง 33 เอ็มบริโอที่สามารถนำมาเลี้ยงในอาหารสูตร EC3 นี้ได้ และลักษณะภายนอกของลูกผสมที่ได้จากการผสมข้ามชนิดของทิวลิปจะมีลักษณะกึ่งกลางระหว่างพ่อและแม่ และสามารถยืนยันลูกผสมอีกครั้งได้โดยการใช้ไอโซไซม์ในการทดสอบ

Van et al. (2000) จากการทดลองผลของส่วนประกอบของอาหารที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การงอกของอวูลในการผสมข้ามของ *Tulipa gesneriana* ซึ่งจะใช้วิธีการในการช่วยชีวิตเอ็มบริโอ คือ ovary-slice culture ตามด้วย ovule culture และ direct ovule culture ในอาหารเลี้ยงจะใช้น้ำตาลซูโครส 9% สำหรับ ovary-slice culture อวูลที่นำมาจะมีอายุ 3 หรือ 5 สัปดาห์ภายหลังการผสม และได้ทำการปรับปรุงให้เปอร์เซ็นต์การงอกดีขึ้น โดยเปรียบเทียบกับน้ำตาล 5% เปอร์เซ็นต์การงอกจะไม่แตกต่างกันเมื่อใช้ความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครส 3 และ 5% ซึ่งในการเลี้ยงอวูลจะเริ่ม 4 สัปดาห์ ต่อมากับอวูลที่ได้จากการเลี้ยง ovary-slice 9 สัปดาห์ ภายหลังการผสมเกสรเปอร์เซ็นต์การงอกจะใกล้เคียงกัน อาหารที่ใช้คืออาหารสูตร MS หรือ half MS ในระหว่างการเลี้ยง ovary-slice และ ovule สำหรับการเลี้ยงอวูลแบบ direct ovule จะเริ่ม 4 6 และ 8 สัปดาห์ภายหลังการผสม ซึ่งเปอร์เซ็นต์การงอกไม่มีความแตกต่างในการเลี้ยงอวูลบนอาหารที่ใช้น้ำตาลซูโครส 3 6 หรือ 9% และได้มีการใช้สารกลุ่มพวก cytokinin (BAP) ในปริมาณ 0.01 หรือ 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งพบว่า ไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การงอก และได้ทำการเลี้ยงในอาหารเหลวบนเครื่องเขย่า ซึ่งเปอร์เซ็นต์การงอกไม่แตกต่างจากการเลี้ยงบนอาหารแข็ง

Rhee et al. (2005) รายงานว่าการช่วยชีวิตเอ็มบริโอที่ได้จากการผสมข้ามชนิดของลิลลี่ ในสายพันธุ์ *Formolongi* hybrids จะนำรังไข่ที่มีอายุน้อยกว่า 35 วันภายหลังการผสมเกสร ส่วนในสายพันธุ์ *Oriental* hybrids จะนำรังไข่ที่มีอายุ 60 วันภายหลังการผสมเกสร สำหรับการผสมข้ามชนิดนั้น เช่น Oriental x Longiflorum Oriental x Asiatic Formolongi x Asiatic และ Formolongi x Oriental hybrids โดยความสามารถในการช่วยชีวิตลูกผสมโดยการเลี้ยงเอ็มบริโออวูล และถุงเอ็มบริโอ ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ของลิลลี่ วิธีการผสมเกสร และสภาพของละอองเกสร จำนวนของอวูล และเอ็มบริโอที่ได้จากการผสมข้ามจะมีความแตกต่างกันจำนวนมาก

ในบางกลุ่มผสมเช่น Asiatic x Oriental Asiatic x Longiflorum Longiflorum x Oriental และ Longiflorum x Asiatic hybrids จะมีเอ็มบริโอเกิดขึ้นเพราะว่ารังไข่จะฝ่อและตายภายใน 2 สัปดาห์ ภายหลังการผสมเกสรบนยอดเกสรตัวเมียโดยตรง และการผสมเกสรโดยการตัดก้านชูเกสรตัวเมีย



บทที่ 3
วิธีการวิจัย

อุปกรณ์

การทดลองที่ 1 ศึกษาการผสมเกสรและพัฒนาการของเมล็ดไม้ดอกกลุ่มขมิ้น

1. หัวพันธุ์กลุ่มปทุมมา (Paracurcuma)



ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม

Curcuma alismatifolia (2n=32)



เชียงใหม่เรด

Curcuma alismatifolia (2n=32)



เชียงใหม่พื้งค์

Curcuma alismatifolia (2n=32)



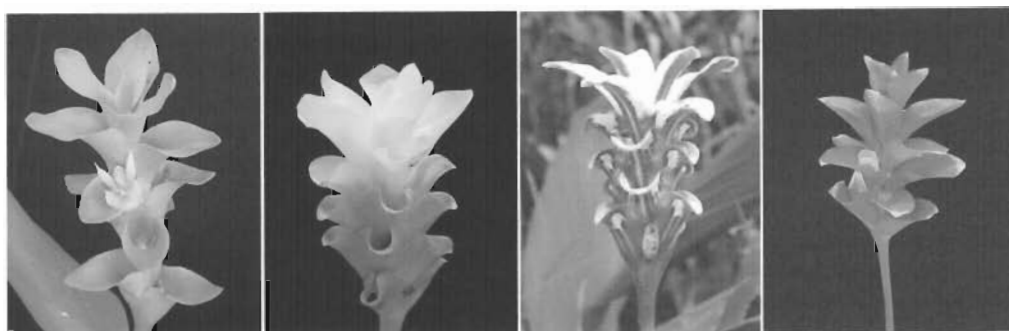
เชียงใหม่ไวท์

Curcuma alismatifolia (2n=32)



ขาวสโนว์

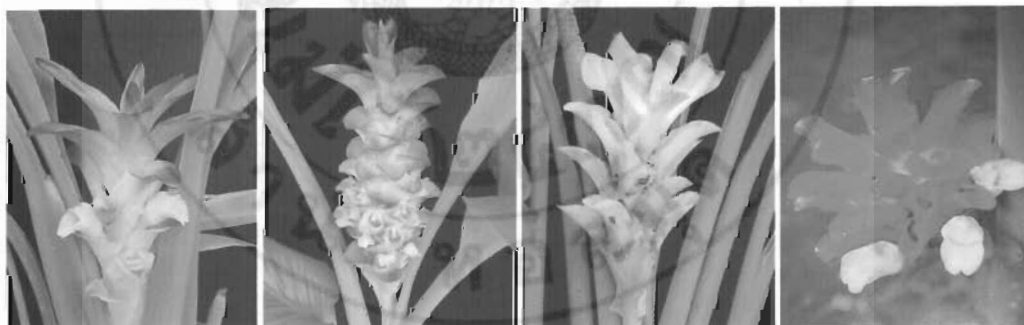
Curcuma alismatifolia (2n=32)



ช่อมรกต	เทพอัปสร	แววอุบล	ปทุมรัตน์
<i>Curcuma harmandii</i>	<i>Curcuma thorelii</i> (2n=34)	<i>Curcuma</i> sp. (2n=24)	<i>Curcuma</i> sp.

ภาพ 3 ลักษณะของช่อดอกในกลุ่มปทุมมา

2. หัวพันธุ์กลุ่มกระเจียว (Eucurcuma)



ว่านนางคำ	บัวขันธ์	ว่านมหาจักรพรรดิ	ว่านงูเห่า
<i>Curcuma australasica</i>	<i>Curcuma</i> sp. (2n=42)	<i>Curcuma emperor</i>	<i>Curcuma</i> sp.

ภาพ 4 ลักษณะของช่อดอกในกลุ่มกระเจียว

3. หัวพันธุ์กลุ่ม *Smithatris*



บัวเข็ม

Smithatris myanmarensis



ดอกเข้าพรรษา

Smithatris supraneenae

ภาพ 5 ลักษณะของช่อดอกในกลุ่ม *Smithatris*

4. วัสดุปลูก

- ดิน: ดินหมัก: ทราย: แกลบดิบ: ขี้เถ้าแกลบ ในอัตราส่วน $1\frac{1}{2} : \frac{1}{2} : 1 : 1\frac{1}{2}$
- ถุงดำขนาด 5 x 11 นิ้ว

5. อุปกรณ์ในการผสมเกสร ได้แก่ ปากคีบปลายแหลม (forcep) เอทิลแอลกอฮอล์ 70 % ลำลี ป้ายบันทึกกลุ่มผสม (tag) และถุงผสมเกสร

6. อุปกรณ์ในการทดสอบความมีชีวิตและความสามารถในการงอกของละอองเกสร ได้แก่ ละอองเรณูของพืชทดลอง จานแก้ว (petri dish) ปีกเกอร์ (beaker) หลอดหยด แผ่นสไลด์ (slide) แผ่นปิดสไลด์ (cover slip) ปากคีบปลายแหลม (forcep) และกล่องพลาสติก

7. สารเคมีต่างๆ

- สารเคมีที่ใช้ในการฆ่าเซลล์และรักษาสภาพเซลล์ ได้แก่ F.A.A. (formaldehyde : acetic acid : 70% ethanol ในอัตราส่วน 5 : 5 : 90)
- สารเคมีที่ใช้ย้อมสี ได้แก่ สีย้อม Mayer' s Hematoxylin Solution Acetone carmine และ Aniline blue

- สารเคมีที่ใช้สำหรับเลี้ยงละอองเรณูตามวิธีการของ Baloch et al. (2001)

ซึ่งประกอบด้วย

$(\text{CaNO}_3)_2$	0.3	กรัมต่อลิตร
MgSO_4	0.14	กรัมต่อลิตร
H_3BO_3	0.05	กรัมต่อลิตร
Sucrose	100-400	กรัมต่อลิตร

8. กล้องจุลทรรศน์ (Binocular microscope) กล้องฟลูออเรสเซนซ์ (Fluorescence microscope) และกล้องถ่ายภาพดิจิทัล

การทดลองที่ 2 ศึกษาการแก้ปัญหาเมล็ดงอกช้าและไม่สม่ำเสมอของไม้ดอกกลุ่มขมิ้น

1. เมล็ดลูกผสม

2. อุปกรณ์สำหรับเตรียมอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ได้แก่ เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH-meter) หม้อนึ่งความดันไอ (autoclave) เครื่องคนสาร (magnetic stirrer) บีกเกอร์ (beaker) และปิเปต (pipette)

3. อุปกรณ์สำหรับปฏิบัติงานในตู้เนื้อเยื่อ (laminar air-flow cabinet) ได้แก่ จานแก้ว (petri dish) มีดผ่าตัด (scalpel) ปากคีบปลายแหลม (forceps) และตะเกียงแอลกอฮอล์

4. สารเคมีต่างๆ

- สารเคมีที่ใช้สำหรับฆ่าเชื้อ ได้แก่ เอทิลแอลกอฮอล์ คลอรีน (ที่มีความเข้มข้นของคลอรีน 2%)

- สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ได้แก่ 6- Benzylaminopurine (BA) Naphthaleneacetic acid (NAA)

- สารเคมีที่ใช้เตรียมอาหารสำหรับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ได้แก่ อาหารสังเคราะห์สูตร Murashige and Skoog (1962) ประกอบด้วย

ตาราง 1 สูตรอาหารของ Murashige and Skoog (1962)

สารเคมี	ปริมาณ (มิลลิกรัมต่อลิตร)
KH_4NO_3	1,650
KNO_3	1,900
$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	440
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	370
KH_2PO_4	170
H_3BO_3	6.2
$\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	16.9
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	8.6
KI	0.83
$\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0.25
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0.025
$\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	0.025
$\text{Na}_2\text{-EDTA}$	37.25
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	27.85
Glycine	2.0
Nicotinic acid	0.5
Pyridoxine- HCl	0.5
Thiamine-HCl	0.1
Sucrose	30,000

การทดลองที่ 3 ศึกษาการช่วยชีวิตเอ็มบริโอ (embryo rescue)

1. รังไข่ (ovary) ภายหลังที่ได้รับการผสม
2. อุปกรณ์สำหรับเตรียมอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ได้แก่ เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH-meter) หม้อนึ่งความดันไอ (autoclave) เครื่องคนสาร (magnetic stirrer) บีกเกอร์ (beaker) และปิเปต (pipette)
3. อุปกรณ์สำหรับปฏิบัติงานในตู้เนื้อเยื่อ (laminar air-flow cabinet) ได้แก่ จานแก้ว (petri dish) มีดผ่าตัด (scalpel) ปากคีบปลายแหลม (forceps) และตะเกียงแอลกอฮอล์
4. สารเคมีต่างๆ
 - สารเคมีที่ใช้สำหรับฆ่าเชื้อ ได้แก่ เอทิลแอลกอฮอล์ คลอรีน (ที่มีความเข้มข้นของคลอรีน 2%)
 - สารเคมีที่ใช้เตรียมอาหารสำหรับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ได้แก่ อาหารสังเคราะห์สูตร Murashige and Skoog (1962) ที่ดัดแปลงโดยเติม BA 2 มิลลิกรัมต่อลิตร และ NAA 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร และสูตรอาหาร MS ที่ปราศจากฮอร์โมน

วิธีการทดลอง

การทดลองที่ 1 ศึกษาการผสมเกสรและพัฒนาการของเมล็ดไม้ดอกกลุ่มขมิ้น

การทดลองที่ 1.1 ทดสอบความมีชีวิตและความสามารถในการงอกของละอองเกสร

1.1.1 ทดสอบความมีชีวิตของละอองเกสร

ทำการวางแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design (CRD) มี 8 ทรีตเมนต์ ได้แก่ ปทุมมา กลุ่มกลีบแหลม เชียงใหม่เรด ขาวสโนว์ ช่อมรกต ว่านนางคำ ว่านมหาจักรพรรดิ ว่านงูเห่า และบัวขื่น ในแต่ละทรีตเมนต์ทำการทดลองจำนวน 3 ซ้ำในแต่ละซ้ำทำการสุ่มนับการติดสีของละอองเกสรจำนวน 5 ตำแหน่ง/1 สไลด์ โดยนำละอองเกสรตัวผู้ที่พร้อมจะผสมเจียละอองเกสรลงบนแผ่นสไลด์ย้อมด้วยสีย้อม Acetone carmine ประมาณ 20 นาทีแล้วปิดด้วยแผ่นปิดสไลด์ นำไปส่องภายใต้กล้องจุลทรรศน์ เพื่อดูการติดสีของละอองเกสร

1.1.2 ทดสอบความสามารถในการงอกของละอองเกสรที่ระดับความเข้มข้นของน้ำตาลต่างๆ กัน

ทำการวางแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design (CRD) มี 4 ทรีตเมนต์ที่ได้แก่ ระดับความเข้มข้นของน้ำตาล 10 20 30 และ 40% ในแต่ละทรีตเมนต์ทำการทดลองจำนวน 3 ซ้ำใน แต่ละซ้ำทำการสุ่มนับการงอกของละอองเกสรจำนวน 5 ตำแหน่ง/1 สไลด์ ทำการทดลองทั้งหมด 8 สายพันธุ์ ได้แก่ ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม เชียงใหม่เรด ขาวสโนว์ ช่อมรกต ว่านนางคำ ว่านมหาจักรพรรดิ ว่านงูเห่า และบัวชั้น โดยใช้อาหารสังเคราะห์ที่เตรียมไว้มาหยดลงบนแผ่นสไลด์ แล้วนำละอองเกสรเขี่ยลงบนแผ่นสไลด์ และรักษาความชื้นให้กับละอองเกสรโดยนำไปเลี้ยงในกล่องพลาสติกใสใส่น้ำพอปะมาณปิดฝากล่องเป็นเวลา 5 ชั่วโมง แล้วจึงนำแผ่นสไลด์ไปส่องภายใต้กล้องจุลทรรศน์ เพื่อดูการงอกของละอองเกสร

1.1.3 ทดสอบความสามารถในการงอกของละอองเกสร

ทำการวางแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design (CRD) มี 8 ทรีตเมนต์ที่ได้แก่ ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม เชียงใหม่เรด ขาวสโนว์ ช่อมรกต ว่านนางคำ ว่านมหาจักรพรรดิ ว่านงูเห่า และบัวชั้น ในแต่ละทรีตเมนต์ทำการทดลองจำนวน 3 ซ้ำใน แต่ละซ้ำทำการสุ่มนับการงอกของละอองเกสรจำนวน 5 ตำแหน่ง/1 สไลด์ โดยใช้อาหารสังเคราะห์ร่วมกับน้ำตาลที่ระดับความเข้มข้น 10 20 30 และ 40 % ที่เตรียมไว้มาหยดลงบนแผ่นสไลด์ แล้วนำละอองเกสรเขี่ยลงบนแผ่นสไลด์ และรักษาความชื้นให้กับละอองเกสรโดยนำไปเลี้ยงในกล่องพลาสติกใสใส่น้ำพอปะมาณปิดฝากล่องเป็นเวลา 1 3 และ 5 ชั่วโมง แล้วจึงนำแผ่นสไลด์ไปส่องภายใต้กล้องจุลทรรศน์ เพื่อดูการงอกของละอองเกสร และวัดความยาวของหลอดละอองเกสร

1.1.4 ทดสอบความสามารถในการงอกของละอองเกสร (pollen) บนยอดเกสรตัวเมีย (stigma surface) และการงอกของหลอดละอองเกสรลงในก้านชูเกสรตัวเมีย (style)

โดยจะนำเกสรตัวเมีย (pistil) ในแต่ละกลุ่มผสม ที่ได้รับการผสมแล้ว เป็นเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง หลังจากนั้นทำการเก็บเกสรตัวเมีย (pistil) มาแช่ในน้ำยา F.A.A. (formadehide : acetic acid : 70% ethanol ในอัตราส่วน 5 : 5 : 90) เพื่อรักษาสภาพเซลล์ โดยจะใช้สีย้อม 2 ชนิด ในการทดสอบคือ ย้อมด้วย Mayer's Hematoxylin Solution เป็นเวลา 2 นาที แล้วนำไปส่องภายใต้กล้องจุลทรรศน์ (Binocular microscope) หรือ ย้อมด้วย Aniline blue เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และทำ

ความสะอาดเซลล์ด้วยการล้างน้ำกลั่น หลังจากนั้นนำไปส่องภายใต้กล้องฟลูออเรสเซนซ์ (Fluorescence microscope)

การบันทึกข้อมูล

1. เปอร์เซ็นต์การติดสีของละอองเกสร

โดยคำนวณจาก
$$\frac{\text{จำนวนละอองเกสรที่ติดสี} \times 100}{\text{จำนวนละอองเกสรที่ทำการนับทั้งหมด}}$$

2. เปอร์เซ็นต์การงอกของละอองเกสร

โดยคำนวณจาก
$$\frac{\text{จำนวนละอองเกสรที่งอก} \times 100}{\text{จำนวนละอองเกสรที่ทำการนับทั้งหมด}}$$

(การนับละอองเกสรที่งอกจะทำการนับละอองเกสรที่งอกยาวมากกว่า 2 เท่าของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของละอองเกสรเป็นเกณฑ์)

3. ความยาวของละอองเกสรในช่วงระยะเวลาต่างๆ

4. ความสามารถในการงอกของละอองเกสร (pollen) บนยอดเกสรตัวเมีย (stigma surface) และการงอกของหลอดละอองเกสรลงในก้านชูเกสรตัวเมีย (style) ด้วยการบันทึกภาพจากกล้องดิจิทัล

การวิเคราะห์ผลการทดลอง

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS (Statistical Analysis System) โดยใช้ Model CRD และแสดงผลในรูปของตาราง ANOVA โดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแต่ละค่าสังเกตโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

การทดลองที่ 1.2 การผสมเกสรและพัฒนาของเมล็ด

โดยทำการผสมตัวเอง ผสมข้ามระหว่างพันธุ์ ผสมข้ามระหว่างชนิด และผสมข้ามระหว่างสกุล ซึ่งช่วงเวลาในการผสมนั้นอยู่ระหว่าง 07.30-11.00 น.

การผสมตัวเองโดยทำการวางแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design (CRD) มี 8 ทรีตเมนต์ ในแต่ละทรีตเมนต์ทำการทดลองจำนวน 3 ซ้ำ ๆ ละ 15 ดอก ดังนี้

- ทรีตเมนต์ที่ 1 แวอูบล x แวอูบล
- ทรีตเมนต์ที่ 2 ช่อมรกต x ช่อมรกต
- ทรีตเมนต์ที่ 3 ขาวสโนว์ x ขาวสโนว์
- ทรีตเมนต์ที่ 4 ว่านนางคำ x ว่านนางคำ
- ทรีตเมนต์ที่ 5 ว่านมหาจักรพรรดิ x ว่านมหาจักรพรรดิ
- ทรีตเมนต์ที่ 6 บัวชั้น x บัวชั้น
- ทรีตเมนต์ที่ 7 ว่านงูเห่า x ว่านงูเห่า
- ทรีตเมนต์ที่ 8 บัวเข็ม x บัวเข็ม

การผสมข้ามระหว่างพันธุ์ โดยทำการวางแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design (CRD) มี 3 ทรีตเมนต์ ในแต่ละทรีตเมนต์ทำการทดลองจำนวน 3 ซ้ำ ๆ ละ 15 ดอก ดังนี้

- ทรีตเมนต์ที่ 1 ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x เชียงใหม่เรด
- ทรีตเมนต์ที่ 2 ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x เชียงใหม่ไวท์
- ทรีตเมนต์ที่ 3 เชียงใหม่พังก์ x ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม

การผสมข้ามระหว่างชนิด โดยทำการวางแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design (CRD) มี 29 ทรีตเมนต์ ในแต่ละทรีตเมนต์ทำการทดลองจำนวน 3 ซ้ำ ๆ ละ 15 ดอก ดังนี้

- ทรีตเมนต์ที่ 1 ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x เทพอัปสร
- ทรีตเมนต์ที่ 2 ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x ปทุมรัตน์
- ทรีตเมนต์ที่ 3 ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x แวอูบล

- ทริตเมนต์ที่ 4 แวอุบล x ปทุมมาลุ่มกลีบแหลม
- ทริตเมนต์ที่ 5 ปทุมรัตน์ x เทพอัปสร
- ทริตเมนต์ที่ 6 ปทุมมาลุ่มกลีบแหลม x ว่านางคำ
- ทริตเมนต์ที่ 7 ปทุมมาลุ่มกลีบแหลม x ว่านมหาจักรพรรดิ
- ทริตเมนต์ที่ 8 ปทุมมาลุ่มกลีบแหลม x บัวชั้น
- ทริตเมนต์ที่ 9 ปทุมมาลุ่มกลีบแหลม x ว่านงูเห่า
- ทริตเมนต์ที่ 10 เชียงใหม่เรด x ว่านางคำ
- ทริตเมนต์ที่ 11 เชียงใหม่เรด x ว่านมหาจักรพรรดิ
- ทริตเมนต์ที่ 12 เชียงใหม่เรด x บัวชั้น
- ทริตเมนต์ที่ 13 เชียงใหม่เรด x ว่านงูเห่า
- ทริตเมนต์ที่ 14 ช่อมรกต x ว่านางคำ
- ทริตเมนต์ที่ 15 ช่อมรกต x ว่านมหาจักรพรรดิ
- ทริตเมนต์ที่ 16 ช่อมรกต x บัวชั้น
- ทริตเมนต์ที่ 17 ช่อมรกต x ว่านงูเห่า
- ทริตเมนต์ที่ 18 ว่านางคำ x ปทุมมาลุ่มกลีบแหลม
- ทริตเมนต์ที่ 19 ว่านางคำ x เชียงใหม่เรด
- ทริตเมนต์ที่ 20 ว่านางคำ x ช่อมรกต
- ทริตเมนต์ที่ 21 ว่านมหาจักรพรรดิ x ปทุมมาลุ่มกลีบแหลม
- ทริตเมนต์ที่ 22 ว่านมหาจักรพรรดิ x เชียงใหม่เรด
- ทริตเมนต์ที่ 23 ว่านมหาจักรพรรดิ x ช่อมรกต
- ทริตเมนต์ที่ 24 บัวชั้น x ปทุมมาลุ่มกลีบแหลม
- ทริตเมนต์ที่ 25 บัวชั้น x เชียงใหม่เรด
- ทริตเมนต์ที่ 26 บัวชั้น x ช่อมรกต
- ทริตเมนต์ที่ 27 ว่านงูเห่า x ปทุมมาลุ่มกลีบแหลม
- ทริตเมนต์ที่ 28 ว่านงูเห่า x เชียงใหม่เรด
- ทริตเมนต์ที่ 29 ว่านงูเห่า x ช่อมรกต

การผสมข้ามระหว่างสกุล โดยทำการวางแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design (CRD) มี 12 ทรีตเมนต์ ในแต่ละทรีตเมนต์ทำการทดลองจำนวน 3 ซ้ำ ๆ ละ 15 ดอก ดังนี้

- | | |
|-----------------|------------------------------------|
| ทรีตเมนต์ที่ 1 | ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x บัวเข็ม |
| ทรีตเมนต์ที่ 2 | ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x ดอกเข้าพรรษา |
| ทรีตเมนต์ที่ 3 | เชียงใหม่เรด x บัวเข็ม |
| ทรีตเมนต์ที่ 4 | เชียงใหม่เรด x ดอกเข้าพรรษา |
| ทรีตเมนต์ที่ 5 | ช่อมรดก x บัวเข็ม |
| ทรีตเมนต์ที่ 6 | ช่อมรดก x ดอกเข้าพรรษา |
| ทรีตเมนต์ที่ 7 | บัวเข็ม x ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม |
| ทรีตเมนต์ที่ 8 | บัวเข็ม x เชียงใหม่เรด |
| ทรีตเมนต์ที่ 9 | บัวเข็ม x ช่อมรดก |
| ทรีตเมนต์ที่ 10 | ดอกเข้าพรรษา x ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม |
| ทรีตเมนต์ที่ 11 | ดอกเข้าพรรษา x เชียงใหม่เรด |
| ทรีตเมนต์ที่ 12 | ดอกเข้าพรรษา x ช่อมรดก |

ขั้นตอนในการผสมเกสร

1. ก่อนทำการผสมจะต้องครอบงุ้มก่อนดอกบาน เพื่อป้องกันมด และแมลงไม่ให้มาผสม และป้องกันการผสมตัวเอง (ภาพ 6)
2. ใช้สำลีจุ่มแอลกอฮอล์ป้ายบริเวณเกสรตัวผู้ในดอกที่จะผสม เพื่อทำลายละอองเกสร ป้องกันการผสมตัวเองภายในดอกเดียวกัน วิธีการนี้ทำให้สามารถตอนดอกได้ครั้งละหลายๆ (ภาพ 7)
3. ใช้ปากคีบปลายแหลม (forcept) เขี่ยเกสรตัวผู้จากดอกที่เราต้องการมาแตะบริเวณบนยอดเกสรตัวเมีย (stigma surface) เบาๆ เพื่อป้องกันไม่ให้บริเวณยอดเกสรได้รับอันตราย (ภาพ 8 และ 9)
4. แฉวนป้ายระบุชื่อคู่ผสม วันที่ผสม และเวลาที่ทำการผสม (ภาพ 10)



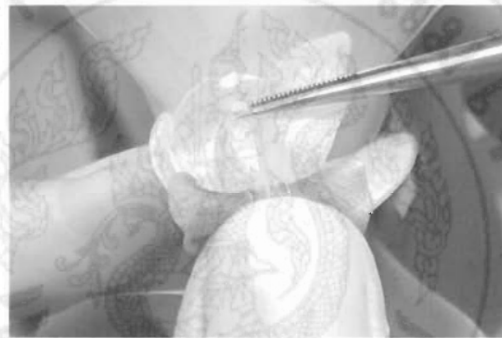
ภาพ 6 การครอบถุงก่อนคอกบำน



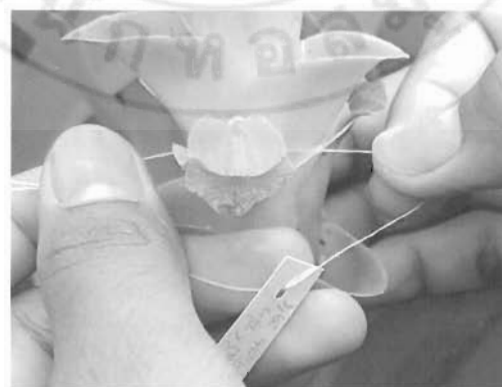
ภาพ 7 ใช้ล้าลุ่มแกลกอสอส์ป้ายบริเวณเกสรตัวผู้



ภาพ 8 ใช้ปากคีบปลายแหลม (forcept) เพื่ยเกรสตัวผู้



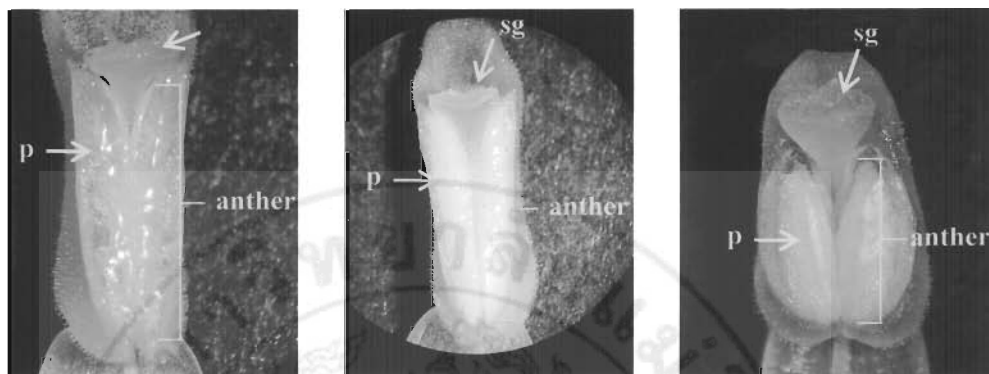
ภาพ 9 นำละอองเกรสมาแตะบริเวณยอดเกรสตัวเมีย (stigma surface)



ภาพ 10 แขนงป้ายระบุชื่อคู่ผสม วันที่ผสม และเวลาที่ทำการผสม

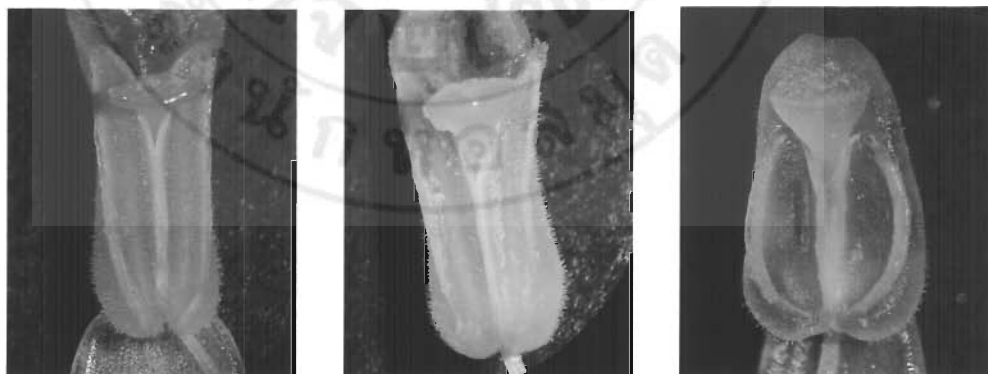
ลักษณะของเกสรตัวเมีย และเกสรตัวผู้ของไม้ดอกกลุ่มขมิ้น

กลุ่ม Paracurcuma



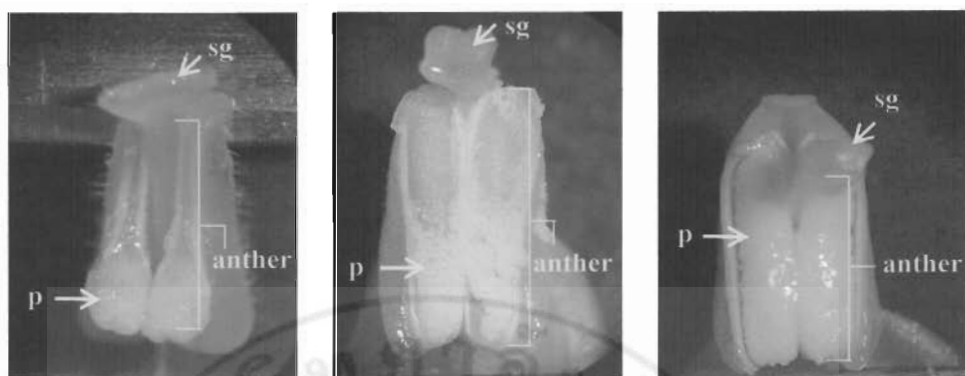
ภาพ 11 อับละอองเกสรที่ยังไม่ได้รับการตอนของกลุ่ม Paracurcuma

(sg = stigma surface p = pollen)



ภาพ 12 อับละอองเกสรที่ได้รับการตอนของกลุ่ม Paracurcuma

กลุ่ม Eucurcuma

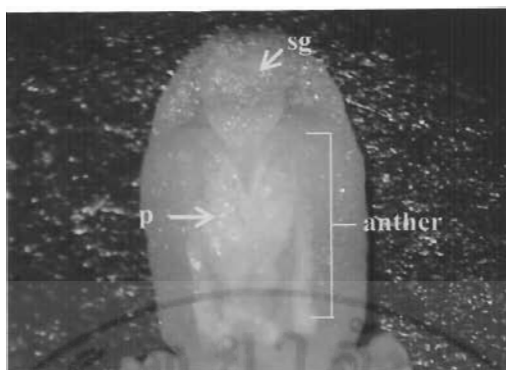


ภาพ 13 อับละอองเกสรที่ยังไม่ได้รับการตอนของกลุ่ม Eucurcuma
(sg = stigma surface p = pollen)



ภาพ 14 อับละอองเกสรที่ได้รับการตอนของกลุ่ม Eucurcuma

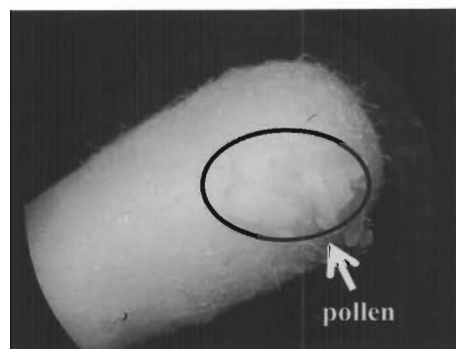
กลุ่ม *Smithatris*



ภาพ 15 อับละอองเกสรที่ยังไม่ได้รับการตอนของกลุ่ม *Smithatris*
(sg = stigma surface p = pollen)



ภาพ 16 อับละอองเกสรที่ได้รับการตอนของกลุ่ม *Smithatris*



ภาพ 17 อับละอองเกสรที่ได้รับการตอนด้วยลำไส้ที่จุ่มแอลกอฮอล์ 70%

การบันทึกข้อมูล

1. เปอร์เซ็นต์การผสมติด โดยคำนวณจากจำนวนดอกที่ผสมติดแต่ละกลุ่มในการทดลองทั้งหมด 45 ดอก

$$\text{โดยคำนวณจาก} \quad \frac{\text{จำนวนดอกที่ผสมติด} \times 100}{\text{จำนวนดอกที่ผสมทั้งหมด}}$$

2. อายุเฉลี่ยของผลตั้งแต่ผสมเกสรถึงผลสุกแก่

3. จำนวนเมล็ดต่อผลทั้งหมด

4. เปอร์เซ็นต์เมล็ดสมบูรณ์

$$\text{โดยคำนวณจาก} \quad \frac{\text{จำนวนเมล็ดสมบูรณ์} \times 100}{\text{จำนวนเมล็ดทั้งหมด}}$$

การวิเคราะห์ผลการทดลอง

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS (Statistical Analysis System) โดยใช้ Model CRD และแสดงผลในรูปของตาราง ANOVA โดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแต่ละค่าสังเกตโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

การทดลองที่ 2 ศึกษาการแก้ปัญหาเมล็ดงอกช้าและไม่สม่ำเสมอของไม้ดอกกลุ่มขมิ้น

ทำการวางแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design (CRD) มี 3 ทรีตเมนต์ ได้แก่ ทรีตเมนต์ที่ 1 ไม้แกะเปลือก (control) ทรีตเมนต์ที่ 2 แกะเปลือก และทรีตเมนต์ที่ 3 แกะเปลือกร่วมกับการชุบเชื้อหุ้มสีน้ำตาล ในแต่ละทรีตเมนต์ทำการทดลองจำนวน 10 ซ้ำๆ ละ 20 เมล็ด นำเมล็ดที่ได้จากการผสมมาฟอกด้วยคลอรีกซ์ (ที่มีความเข้มข้นของคลอรีน 2%) เป็นเวลา 20 นาที ล้างด้วยน้ำกลั่น 3 ครั้งๆละ 10 นาที เลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์สูตร Murashige and Skoog (1962) ที่ดัดแปลงโดยเติม BA 2 มิลลิกรัมต่อลิตร NAA 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำตาลซูโครส 20 กรัมต่อลิตร และผงวุ้น 7 กรัมต่อลิตร นำไปเลี้ยงภายใต้หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ที่มีความเข้มแสง $36 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส



ภาพ 18 ลักษณะของเมล็ดลูกผสม

การบันทึกข้อมูล

1. เปอร์เซ็นต์จำนวนต้นที่งอก

$$\text{โดยคำนวณจาก} \quad \frac{\text{จำนวนเมล็ดที่งอก} \times 100}{\text{จำนวนเมล็ดที่ทำการเพาะทั้งหมด}}$$

2. เปอร์เซ็นต์จำนวนต้นที่อยู่รอด

$$\text{โดยคำนวณจาก} \quad \frac{\text{จำนวนต้นที่เจริญเติบโตปกติ} \times 100}{\text{จำนวนต้นที่เกิดทั้งหมด}}$$

3. จำนวนวันที่เริ่มงอก (นับจากวันที่เริ่มทำการเพาะเลี้ยงถึงวันที่เกิดยอดและราก)

การวิเคราะห์ผลการทดลอง

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS (Statistical Analysis System) โดยใช้ Model CRD และแสดงผลในรูปของตาราง ANOVA โดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแต่ละค่าสังเกตโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

การทดลองที่ 3 ศึกษาการช่วยชีวิตเอ็มบริโอ (embryo rescue)

ทำการวางแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design (CRD) มี 3 ทรีตเมนต์ ได้แก่ ทรีตเมนต์ที่ 1 อายุผล 14 วัน ทรีตเมนต์ที่ 2 อายุผล 28 วัน และทรีตเมนต์ที่ 3 อายุผล 52 วัน ในแต่ละทรีตเมนต์ทำการทดลองจำนวน 10 ซ้ำ ๆ ละ 20 เมล็ด นำรังไข่แต่ละระยะภายหลังการผสมมาฟอกด้วยคลอริกซ์ (ที่มีความเข้มข้นของคลอรีน 2%) เป็นเวลา 20 นาที ล้างด้วยน้ำกลั่น 3 ครั้ง ๆ ละ 10 นาที นำรังไข่มาผ่า เพื่อนำเมล็ดที่อยู่ภายในมาแกะเอาเอ็มบริโอมาเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์สูตร Murashige and Skoog (1962) ที่ดัดแปลงโดยเติม BA2 มิลลิกรัมต่อลิตร NAA 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำตาลซูโครส 20 กรัมต่อลิตร และผงวุ้น 7 กรัมต่อลิตร และสูตรอาหาร

MS ที่ปราศจากฮอร์โมน นำไปเลี้ยงภายใต้หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ที่มีความเข้มแสง $36 \mu\text{mol/m}^2/\text{s}$ ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

การบันทึกข้อมูล

1. เปอร์เซ็นต์จำนวนต้นที่งอก

โดยคำนวณจาก
$$\frac{\text{จำนวนเอมบริโอที่งอก} \times 100}{\text{จำนวนเมล็ดที่ทำการเพาะทั้งหมด}}$$

2. เปอร์เซ็นต์จำนวนต้นที่ออกราก

โดยคำนวณจาก
$$\frac{\text{จำนวนต้นที่เจริญเติบโตปกติ} \times 100}{\text{จำนวนต้นที่เกิดทั้งหมด}}$$

3. จำนวนวันที่เริ่มงอก (นับจากวันที่เริ่มทำการเพาะเลี้ยงถึงวันที่เกิดยอดและราก)

การวิเคราะห์ผลการทดลอง

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS (Statistical Analysis System) โดยใช้ Model CRD และแสดงผลในรูปแบบของตาราง ANOVA โดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแต่ละค่าสังเกตโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

บทที่ 4

ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 ศึกษาการผสมเกสรและพัฒนาการของเมล็ดไม้ดอกกลุ่มขมิ้น

การทดลองที่ 1.1 ทดสอบความมีชีวิตและความสามารถในการงอกของละอองเกสร

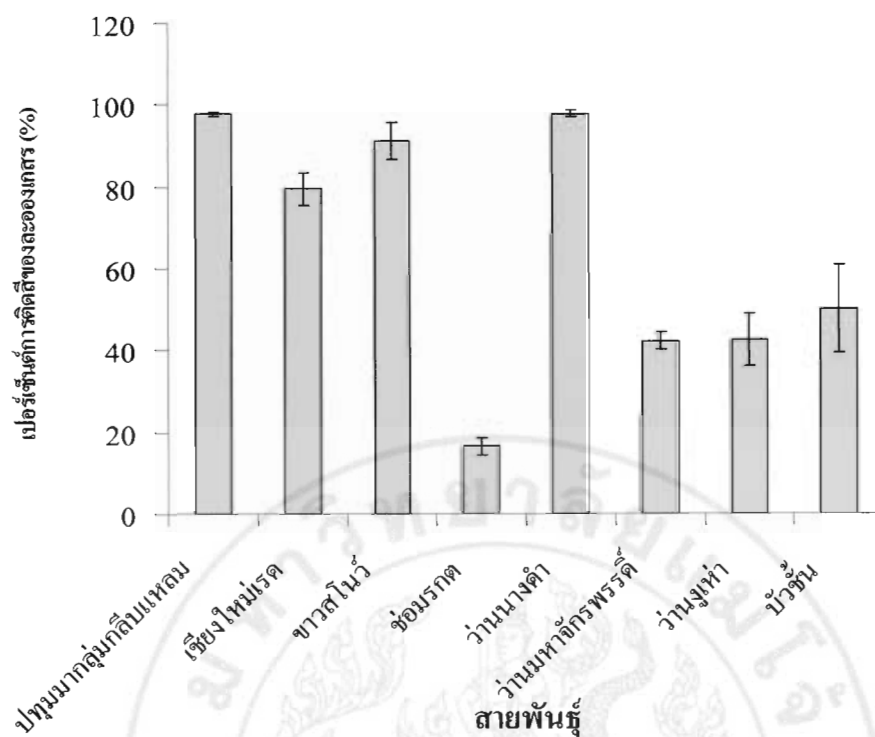
จากการทดสอบความมีชีวิตของละอองเกสรซึ่งความมีชีวิตของละอองเกสรดูจากการติดสีแดงเข้มจากการย้อมด้วย Acetone carmine (ภาพ 20) ในไม้ดอกกลุ่มขมิ้นจำนวน 8 สายพันธุ์พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตาราง 2 ตารางผนวก 1 และภาพ 19) ในสายพันธุ์ที่ละอองเกสรมีชีวิตมากที่สุดได้แก่ ปทุมมาลุ่มกลีบแหลม มีเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตเท่ากับ 97.76 รองลงมาได้แก่ ว่านนางคำ ขาวสโนว์ เชียงใหม่เรด บัวชั้น ว่านงูเห่า และว่านมหาจักรพรรดิ มีเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิต เท่ากับ 97.61 91.14 79.43 49.81 42.33 และ 42.18 ตามลำดับ และสายพันธุ์ที่ละอองเกสรมีชีวิตต่ำที่สุดได้แก่ พันธุ์ช่อมรกต มีเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตเท่ากับ 16.51

ตาราง 2 เปอร์เซนต์ความมีชีวิตของละอองเกสรของไม้ดอกกลุ่มขมิ้นจำนวน 8 สายพันธุ์

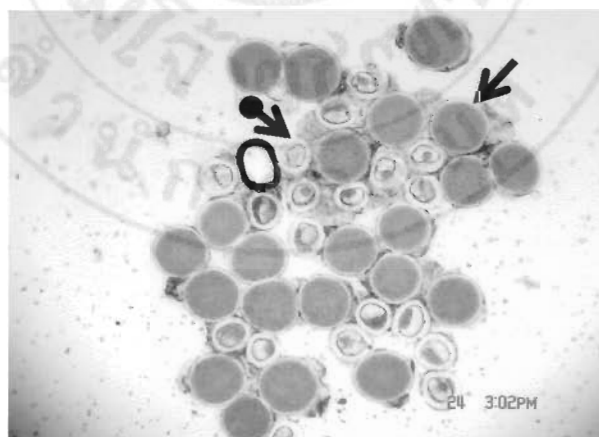
สายพันธุ์	เปอร์เซนต์การติดสีของละอองเกสร $\pm$ S.E.
ปทุมมาลุ่มกลีบแหลม	97.76 $\pm$ 0.43 ^a
เชียงใหม่เรด	79.43 $\pm$ 4.04 ^b
ขาวสโนว์	91.14 $\pm$ 4.49 ^{ab}
ช่อมรกต	16.54 $\pm$ 1.97 ^d
ว่านนางคำ	97.61 $\pm$ 0.81 ^a
ว่านมหาจักรพรรดิ	42.18 $\pm$ 2.05 ^{cd}
ว่านงูเห่า	42.33 $\pm$ 6.47 ^c
บัวชั้น	49.81 $\pm$ 10.76 ^c
F-test	**
C.V. (%)	13.48

** แตกต่างกันอย่างสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ใช้ตัวอักษรเหมือนกันในคอลัมน์นี้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % เปรียบเทียบโดย DMRT



ภาพ 19 ความมีชีวิตของละอองเกสรของไม้ดอกกลุ่มขม้นจำนวน 8 สายพันธุ์



ภาพ 20 ความมีชีวิตของละอองเกสรที่ติดสีแดงเข้มจากการย้อมด้วย Acetone carmine
 (บริเวณลูกศรชี้ ➔ ละอองเกสรติดสี = ละอองเกสรที่มีชีวิต และบริเวณลูกศรชี้
 ➔ ละอองเกสรที่ไม่ติดสี = ละอองเกสรที่ไม่มีชีวิต)

อาหารที่เลี้ยงละอองเกสรที่ประกอบด้วยน้ำตาล 10% สามารถทำให้ละอองเกสรของปทุมมา และกระเจียวทุกสายพันธุ์งอกได้มากกว่าอาหารเพาะเลี้ยงที่ประกอบด้วยน้ำตาล 20 30 และ 40% ยกเว้นสายพันธุ์ช่อมรกตซึ่งไม่สามารถงอกได้เลยในอาหารเพาะเลี้ยงละอองเกสรที่ประกอบด้วยน้ำตาลทุกระดับ (ตาราง 3 ตารางผนวก 2-9 และภาพ 21) หลังจากทราบระดับความเข้มข้นของน้ำตาลที่เหมาะสม จึงได้ทำการเลี้ยงร่วมกับอาหารสังเคราะห์ที่ประกอบด้วยน้ำตาล 10% เป็นเวลา 1 3 และ 5 ชั่วโมง เพื่อดูการงอกของละอองเกสร ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตาราง 4 ตารางผนวก 10-12 และภาพ 22-23) พบว่า ภายในเวลา 1 ชั่วโมง ในสายพันธุ์ที่ละอองเกสรงอกมากที่สุดได้แก่ บัวชั้น ขาวสโนว์ ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม เชียงใหม่เรด ว่านนางคำ และว่านมหาจักรพรรดิ มีเปอร์เซ็นต์การงอกเท่ากับ 59.77 49.02 40.06 37.19 39.34 และ 38.99 ตามลำดับ ส่วนว่านงูเห่า และ ช่อมรกต มีเปอร์เซ็นต์การงอกต่ำสุดเท่ากับ 0.63 และ 0.00 เมื่อเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 3 ชั่วโมง พบว่า สายพันธุ์ที่ละอองเกสรงอกมากที่สุดได้แก่ บัวชั้น มีเปอร์เซ็นต์การงอกเท่ากับ 64.08 รองลงมาได้แก่ ว่านมหาจักรพรรดิ ขาวสโนว์ ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม ว่านนางคำ และเชียงใหม่เรด มีเปอร์เซ็นต์การงอกเท่ากับ 53.89 52.52 51.06 43.22 และ 41.29 ตามลำดับ และสายพันธุ์ที่ละอองเกสรงอกต่ำสุดได้แก่ ว่านงูเห่า และช่อมรกต มีเปอร์เซ็นต์การงอกต่ำสุดเท่ากับ 1.06 และ 0.00 และเมื่อเพาะเลี้ยงนาน 5 ชั่วโมง พบว่า สายพันธุ์ที่ละอองเกสรงอกมากที่สุดได้แก่ บัวชั้น มีเปอร์เซ็นต์การงอกเท่ากับ 65.51 รองลงมาได้แก่ ว่านนางคำ ว่านมหาจักรพรรดิ ขาวสโนว์ ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม และเชียงใหม่เรด มีเปอร์เซ็นต์การงอกเท่ากับ 61.54 60.20 54.78 51.52 และ 43.05 ตามลำดับ และสายพันธุ์ที่ละอองเกสรงอกต่ำที่สุดได้แก่ ว่านงูเห่า และช่อมรกต ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การงอกเท่ากับ 13.70 และ 0.00 ซึ่งความสามารถในการงอกของละอองเกสรดูจากจำนวนที่งอกในแต่ละชั่วโมง และเมื่อเปรียบเทียบความสามารถในการงอกหลอดของละอองเกสรชนิดต่างๆบนอาหารสังเคราะห์เป็นเวลา 1 3 และ 5 ชั่วโมง เพื่อดูความยาวของหลอดละอองเกสร ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตาราง 5 ตารางผนวก 13-15 ภาพ 24 และ 25) พบว่า ภายในเวลา 1 ชั่วโมงในสายพันธุ์ที่ละอองเกสรมีความสามารถในการงอกหลอดได้ดีมากที่สุดได้แก่ บัวชั้น มีความยาวหลอดเท่ากับ 1,986.60 μm รองลงมาได้แก่ ว่านมหาจักรพรรดิ เชียงใหม่เรด และขาวสโนว์ มีความยาวหลอดเท่ากับ 1,111.40 1,078.10 และ 1,059.30 μm ตามลำดับ ส่วนปทุมมากลุ่มกลีบแหลม และว่านนางคำ มีความยาวหลอดเท่ากับ 667.90 และ 469.50 μm และสายพันธุ์ที่ละอองเกสรมีความสามารถในการงอกหลอดได้ต่ำที่สุดได้แก่ ว่านงูเห่า และช่อมรกต มีความยาวหลอดเท่ากับ 118.80 และ 0.00 μm เมื่อเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 3 ชั่วโมง พบว่า สายพันธุ์ที่ละอองเกสรมีความสามารถในการงอกหลอดได้ดีมากที่สุดได้แก่ บัวชั้น มีความยาวหลอดเท่ากับ 3,203.00 μm รองลงมาได้แก่ ว่านมหาจักรพรรดิ ขาวสโนว์ เชียงใหม่เรด ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม และว่านนางคำ มีความยาวหลอดเท่ากับ 2,296.80 1,835.50 1,780.70 1,603.00

และ 1,257.40 μm และสายพันธุ์ที่ละอองเกสรมีความสามารถในการงอกหลอดได้ต่ำที่สุดได้แก่
 ว่างูเห่า และ ช่อมรกต มีความยาวหลอดเท่ากับ 167.80 และ 0.00 μm และเมื่อเพาะเลี้ยงนาน 5
 ชั่วโมง พบว่า สายพันธุ์ที่ละอองเกสรมีความสามารถในการงอกหลอดได้ดีมากที่สุดได้แก่ ว่างู
 มหาจักรพรรดิ มีความยาวหลอดเท่ากับ 3,772.00 μm รองลงมาได้แก่ บัวชั้น เชียงใหม่เรด ปทุมมา
 กลุ่มกลีบแหลม ว่างูนางคำ และขาวสโนว์ มีความยาวหลอดเท่ากับ 3,491.00 2,877.00 2,389.00
 2,244.00 และ 1,834.00 μm และในสายพันธุ์ที่ละอองเกสรมีความสามารถในการงอกหลอดได้ต่ำ
 ที่สุดได้แก่ ว่างูเห่า มีความยาวหลอดเท่ากับ 1,217.00 μm ส่วนละอองเกสรของช่อมรกตไม่
 สามารถงอกหลอดได้เลย



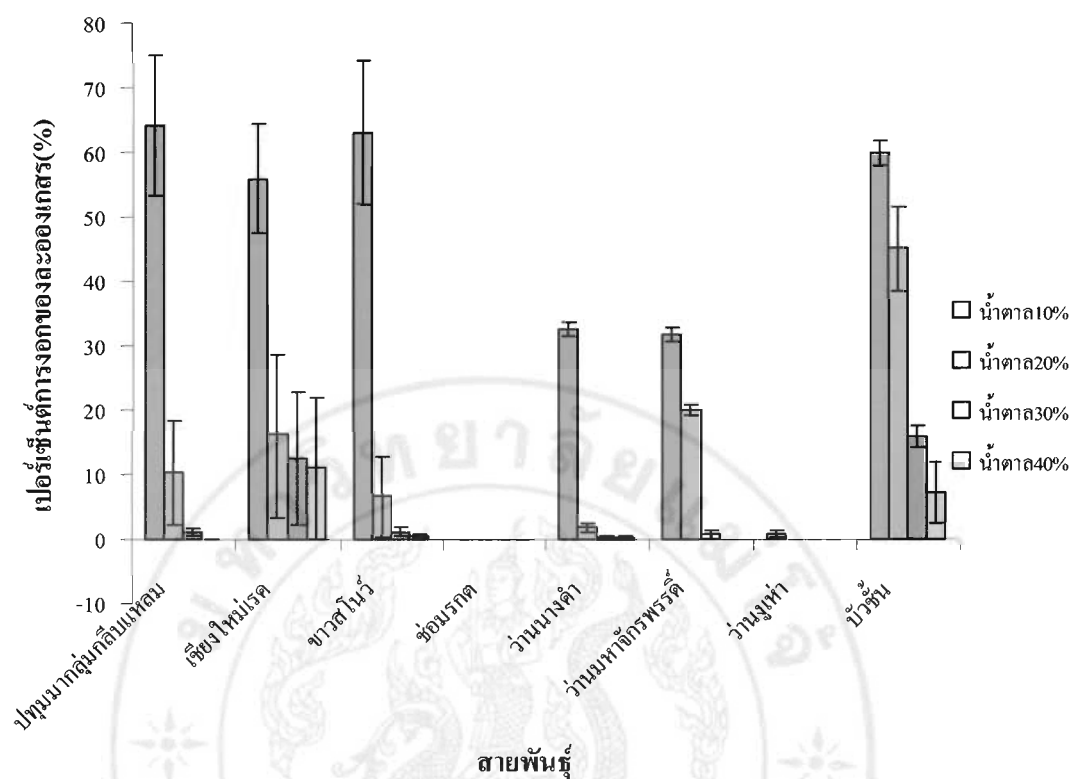
ตาราง 3 เปรียบเทียบความสามารถในการออกของตะกอนของอาหารสังเคราะห์ที่ระดับความเข้มข้นของน้ำตาล 10 20 30 และ 40% ของไม่คอกกลุ่ม
ขมิ้นจำนวน 8 สายพันธุ์

เปอร์เซ็นต์ระดับความ เข้มข้นของน้ำตาล		สายพันธุ์							
		ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม	เรียงใหม่รอด	ขาวสโนว์	หอมรกด	ว่านนางคำ	ว่านมหากักรพรรดี	ว่านงูเห่า	บัวชน
10		64.2±10.84 ^a	55.89±8.51 ^a	62.99±11.06 ^a	0.00±0.00 ^a	32.44±1.12 ^a	31.68±1.17 ^a	0.95±0.54 ^a	59.72±2.05 ^a
20		10.40±8.04 ^b	16.01±12.67 ^b	6.58±6.18 ^b	0.00±0.00 ^a	1.82±0.62 ^b	19.97±0.89 ^b	0.00±0.00 ^b	44.92±6.58 ^b
30		1.16±0.58 ^b	12.43±10.31 ^b	1.17±0.66 ^b	0.00±0.00 ^a	0.32±0.24 ^b	0.75±0.75 ^c	0.00±0.00 ^b	15.92±1.68 ^c
40		0.00±0.00 ^b	11.03±11.03 ^b	0.54±0.27 ^b	0.00±0.00 ^a	0.24±0.32 ^b	0.05±0.05 ^c	0.00±0.00 ^b	7.26±4.75 ^c
F-test		**	ns	**	ns	**	**	ns	**
C.V.(%)		61.76	77.99	61.7	0	13.36	10.9	197.93	23.15

** แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญถึงที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ใช้ตัวอักษรเหมือนกันในคอลัมน์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % เปรียบเทียบโดย DMRT



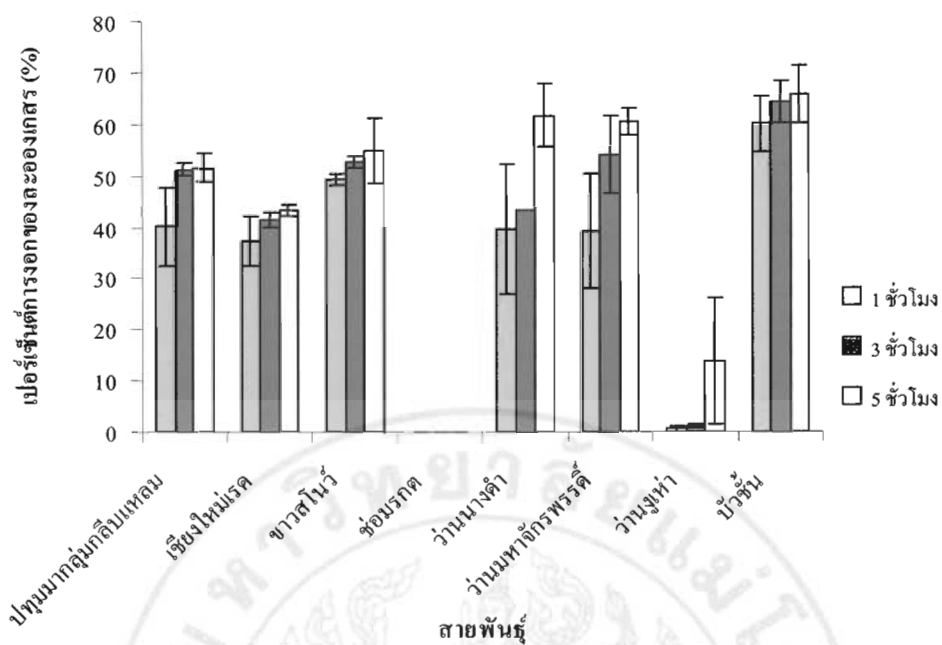
ภาพ 21 ความสามารถในการออกของละอองเกสรบนอาหารสังเคราะห์ที่ระดับความเข้มข้นของ น้ำตาล 10 20 30 และ 40 % ของไม้ดอกกลุ่มขม้นจำนวน 8 สายพันธุ์

ตาราง 4 เปอร์เซ็นต์การงอกของละอองเกสรของไม้ดอกกลุ่มขมิ้นจำนวน 8 สายพันธุ์

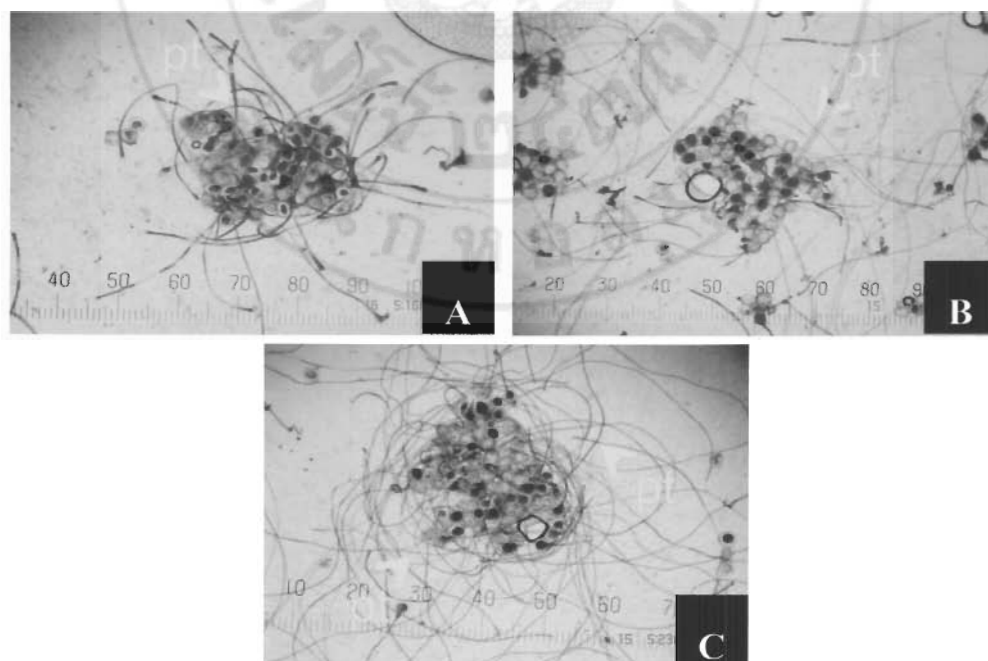
สายพันธุ์	เปอร์เซ็นต์การงอกของละอองเกสรที่เวลาต่างๆ (hr.)		
	1 (± S.E.)	3 (± S.E.)	5 (± S.E.)
ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม	40.06 ± 7.72 ^a	51.06 ± 1.30 ^{ab}	51.52 ± 2.94 ^{ab}
เชียงใหม่เรด	37.19 ± 4.88 ^a	41.29 ± 1.60 ^c	43.05 ± 1.08 ^b
ขาวสโนว์	49.02 ± 1.03 ^a	52.52 ± 1.22 ^{ab}	54.78 ± 6.38 ^{ab}
ซ่อมรกด	0.00 ± 0.00 ^b	0.00 ± 0.00 ^d	0.00 ± 0.00 ^c
ว่านนางคำ	39.34 ± 12.59 ^a	43.22 ± 7.57 ^{bc}	61.54 ± 6.26 ^{ab}
ว่านมหาจักรพรรดิ	38.99 ± 11.26 ^a	53.89 ± 7.46 ^{ab}	60.20 ± 2.71 ^{ab}
ว่านงูเห่า	0.63 ± 0.46 ^b	1.06 ± 0.32 ^d	13.70 ± 12.26 ^c
บัวชั้น	59.77 ± 5.42 ^a	64.08 ± 4.13 ^a	65.51 ± 5.43 ^a
F-test	**	**	**
C.V. (%)	35.39	18.30	23.00

** แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ใช้ตัวอักษรเหมือนกันในคอลัมน์นี้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % เปรียบเทียบโดย DMRT



ภาพ 22 ความสามารถในการงอกของละอองเกสรบนอาหารสังเคราะห์ที่ระดับความเข้มข้นของน้ำตาล 10% ของไม้ดอกกลุ่มขมิ้นจำนวน 8 สายพันธุ์



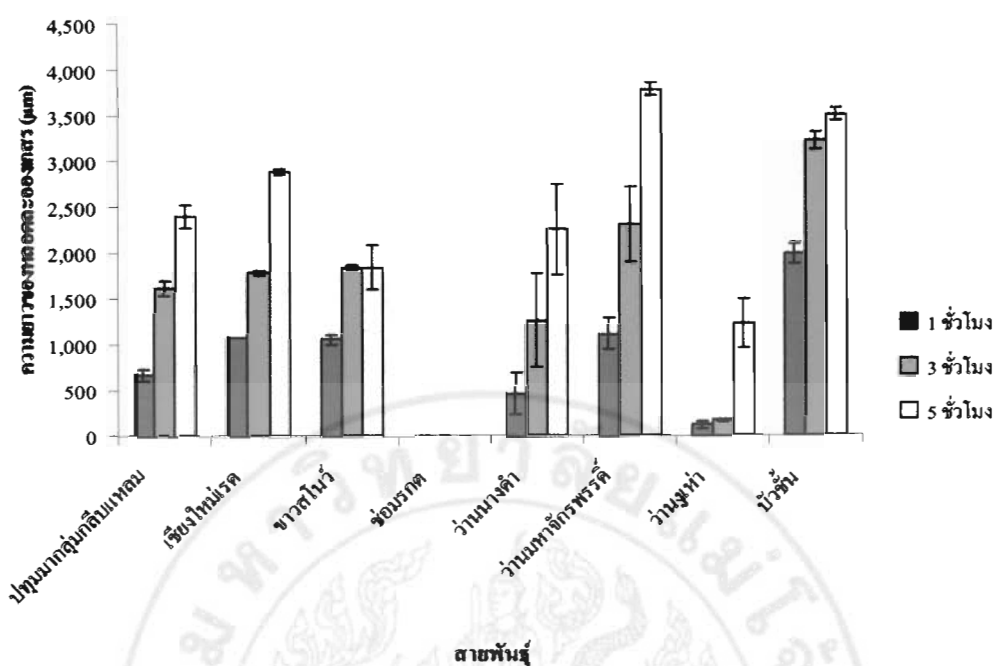
ภาพ 23 การงอกของละอองเกสรของปทุมมากลุ่มกลีบแหลมบนอาหารสังเคราะห์ที่ระดับความเข้มข้นของน้ำตาล 10% เป็นเวลา 1 3 และ 5 ชั่วโมง
(A= 1 ชั่วโมง B= 3 ชั่วโมง C= 5 ชั่วโมง pt = pollen tube)

ตาราง 5 ความยาวของหลอดละอองเกสรของไม้ดอกกลุ่มขมิ้นจำนวน 8 สายพันธุ์

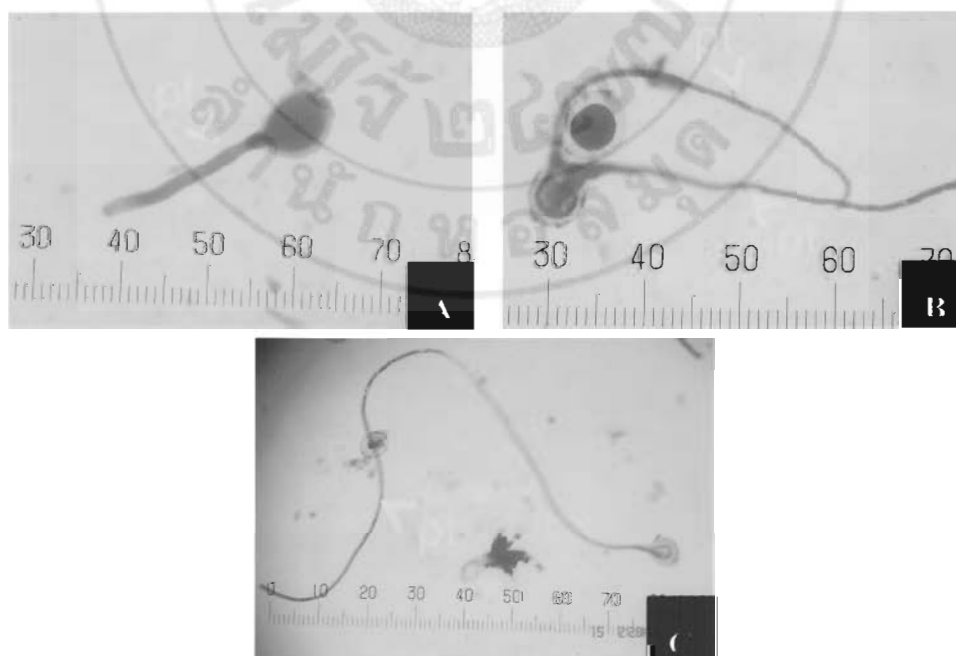
สายพันธุ์	ความยาวของหลอดละอองเกสร (μm) ที่เวลาต่างๆ (hr.)		
	1 ($\pm$ S.E.)	3 ($\pm$ S.E.)	5 ($\pm$ S.E.)
ปทุมมากลุ่มกลีบ			
แหลม	667.90 $\pm$ 59.95 ^c	1,603.00 $\pm$ 77.98 ^c	2,389.00 $\pm$ 121.31 ^{cd}
เชียงใหม่เรด	1,078.10 $\pm$ 3.56 ^b	1,780.70 $\pm$ 23.13 ^{bc}	2,877.00 $\pm$ 31.73 ^{bc}
ขาวสโนว์	1,059.30 $\pm$ 54.67 ^b	1,835.50 $\pm$ 20.32 ^{bc}	1,834.00 $\pm$ 236.42 ^{dc}
ซ่อมรกต	0.00 $\pm$ 0.00 ^d	0.00 $\pm$ 0.00 ^d	0.00 $\pm$ 0.00 ^f
ว่านนางคำ	469.50 $\pm$ 220.48 ^c	1,257.40 $\pm$ 511.45 ^c	2,244.00 $\pm$ 490.71 ^{cd}
ว่านมหาจักรพรรดิ	1,111.40 $\pm$ 164.59 ^b	2,296.8 $\pm$ 401.84 ^b	3,772.00 $\pm$ 67.87 ^a
ว่านงูเห่า	118.80 $\pm$ 40.33 ^d	167.80 $\pm$ 9.92 ^d	1,217.00 $\pm$ 270.41 ^c
บัวชั้น	1,986.60 $\pm$ 113.26 ^a	3,203.00 $\pm$ 92.05 ^a	3,491.00 $\pm$ 68.75 ^{ab}
F-test	**	**	**
C.V. (%)	23.47	23.97	17.27

** แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ใช้ตัวอักษรเหมือนกันในคอลัมน์นี้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % เปรียบเทียบโดย DMRT



ภาพ 24 ความยาวของหลอดละอองเกสรบนอาหารสังเคราะห์ที่ระดับความเข้มข้นของน้ำตาล 10% ของไม้ดอกกลุ่มขมิ้นจำนวน 8 สายพันธุ์

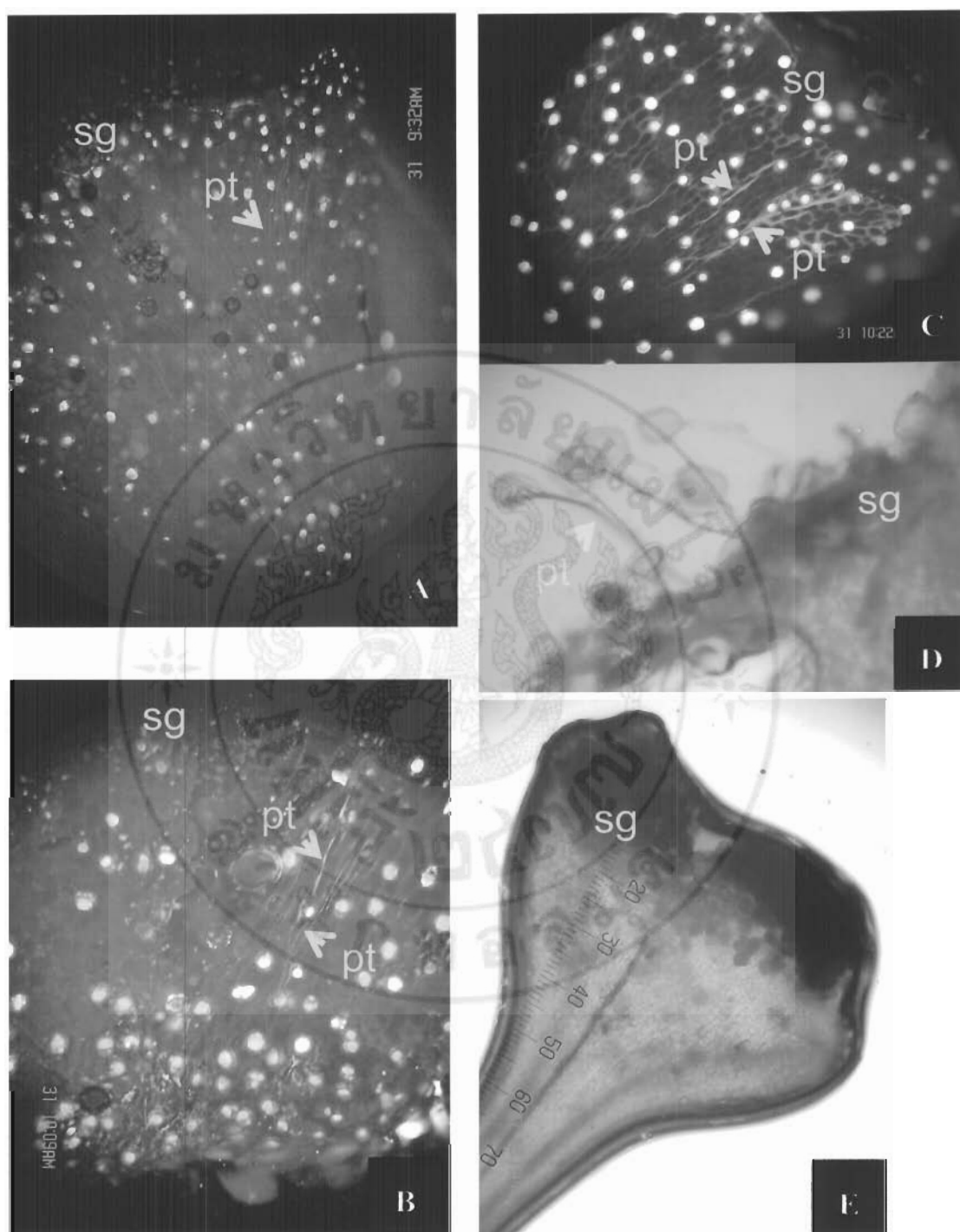


ภาพ 25 ความยาวของหลอดละอองเกสรของปทุมมากลุ่มกลีบแหลมบนอาหารสังเคราะห์ที่ระดับความเข้มข้นของน้ำตาล 10% เป็นเวลา 1 3 และ 5 ชั่วโมง (A= 1 ชั่วโมง B= 3 ชั่วโมง C= 5 ชั่วโมง pt = pollen tube)

จากการทดสอบการผสมข้ามระหว่างชนิดโดยทดสอบความสามารถในการออก
 หลอดละอองเกสร (pollen) บนยอดเกสรตัวเมีย (stigma surface) และภายในก้านชูเกสรตัวเมีย
 (style) พบว่า เมื่อใช้ปทุมมากลุ่มกลีบแหลมเป็นพ่อผสมกับ ว่านนางคำ ว่านมหาจักรพรรดิ ว่าน
 งามเห่า และ บัวชัน ละอองเกสรไม่สามารถออกได้บนยอดเกสรตัวเมีย (stigma surface) ของว่าน
 นางคำ ว่านมหาจักรพรรดิ ว่านงามเห่า และบัวชัน ได้เลย แต่หากใช้ปทุมมากลีบแหลมเป็นแม่ พบว่า
 ว่านนางคำ ว่านมหาจักรพรรดิ และบัวชัน สามารถออกหลอดเข้าสู่ก้านชูเกสรตัวเมีย (style) ของ
 ปทุมมากลุ่มกลีบแหลมได้ (ภาพ 26 A-C) แต่ว่านงามเห่าไม่สามารถออกหลอดบนยอดเกสรตัวเมีย
 (stigma surface) ของปทุมมากลุ่มกลีบแหลมได้

เมื่อใช้ช่อมรกตเป็นพ่อผสมกับว่านนางคำ ว่านมหาจักรพรรดิ ว่านงามเห่า และ
 บัวชัน พบว่า ละอองเกสรไม่สามารถออกหลอดได้เลย และเมื่อใช้ช่อมรกตเป็นแม่ พบว่า ละออง
 เกสรของว่านนางคำเท่านั้นที่สามารถออกลงสู่ก้านชูเกสรตัวเมียของช่อมรกตได้ และจะพบว่า
 ละอองเกสรบางละอองเกสรไม่สามารถแทงผ่านยอดเกสรตัวเมีย (stigma surface) ลงสู่ก้านชูเกสร
 ตัวเมีย (style) ของช่อมรกตได้ (ภาพ 26D)

เมื่อใช้เชียงใหม่เรดเป็นพ่อผสมกับ ว่านนางคำ ว่านมหาจักรพรรดิ ว่านงามเห่า และ
 บัวชัน พบว่า ไม่สามารถออกหลอดบนยอดเกสรตัวเมีย (stigma surface) ได้เลย และเมื่อใช้เชียงใหม่
 เรดเป็นแม่ พบว่าละอองเกสรของว่านนางคำ ว่านมหาจักรพรรดิ ว่านงามเห่า และบัวชัน ไม่สามารถ
 ออกหลอดลงสู่ก้านชูเกสรตัวเมียของเชียงใหม่เรดได้ (ภาพ 26E) แต่เชียงใหม่เรดสามารถติดผลและ
 เมล็ดได้จากการผสมกับว่านนางคำ สำหรับพันธุ์ขาวสโนว์ พบว่า มีการออกดอกซ้ำจึงไม่ได้ทำการ
 ผสม จะเห็นได้ว่าหากใช้พืชในกลุ่ม Paracurcuma เป็นแม่ละอองเกสรของพืชในกลุ่ม Eucurcuma
 พบว่าละอองเกสรสามารถออกหลอดลงสู่ก้านชูเกสรตัวเมีย (style) ได้ ยกเว้นว่านงามเห่า แต่หากใช้
 ละอองเกสรของพืชในกลุ่ม Eucurcuma เป็นแม่ พบว่า ละอองเกสรไม่สามารถออกหลอดลงสู่ก้าน
 ชูเกสรตัวเมีย (style) ได้



ภาพ 26 การงอกของหลอดละของเกสร

(A-C การงอกของหลอดละของเกสร (pt) ที่งอกเข้าไปยังก้านชูเกสรตัวเมีย (st) จากกลีบ
 ฟลอรอเรสเซนส์ D การงอกของหลอดละของเกสรที่ไม่สามารถงอกลงสู่ก้านชูเกสรตัวเมียได้บน
 ยอดเกสรตัวเมีย (sg) E หลอดเกสรที่ไม่สามารถงอกได้บนยอดเกสรตัวเมีย (sg))

การทดลองที่ 1.2 การติดผลและพัฒนาของผล

- การผสมตัวเอง

เปอร์เซ็นต์การผสมติดของการผสมตัวเองในแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตาราง 6 และตารางผนวก 16) พบว่า บัวชั้นมีเปอร์เซ็นต์การผสมติดสูงที่สุดเท่ากับ 66.44 ว่านนางคำ มีเปอร์เซ็นต์การผสมติดเท่ากับ 46.67 ส่วนแววอุบลมีเปอร์เซ็นต์การผสมติดเท่ากับ 33.33 สำหรับช่อมรกต ขาวสโนว์ ว่านมหาจักรพรรดิ ว่านงูเห่า และบัวเข้มนั้นผสมตัวเองไม่ติด ในขณะที่ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม เชียงใหม่เรด และเชียงใหม่ไวท์นั้นผสมตัวเองไม่ติด แม้ว่าภายหลังจากการผสมจะพบว่า รังไข่มีการบวม และขยายขนาดใหญ่ขึ้น แต่ผลไม่สามารถพัฒนาต่อไปได้จนถึงเมล็ดสุกแก่ เนื่องจากรังไข่เกิดการฝ่อและเหี่ยวจนร่วงไปในที่สุด ซึ่งใช้ระยะเวลา 4.30 3.10 และ 5.20 วัน ตามลำดับ

อายุผลเฉลี่ยของการผสมตัวเองในแต่ละชนิดภายหลังจากการผสมจนถึงเมล็ดสุกแก่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตาราง 6 และตารางผนวก 17) พบว่าว่านนางคำ มีอายุผลเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 42.00 วัน บัวชั้น และแววอุบลมีอายุผลเฉลี่ยเท่ากับ 40.00 และ 38.80 วัน ตามลำดับ

จำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผลของการผสมตัวเองในแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตาราง 6 และตารางผนวก 18) พบว่า แววอุบลนั้นมีจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผลสูงที่สุดเท่ากับ 26 เมล็ด รองลงมาได้แก่ ว่านนางคำ และบัวชั้น มีจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผลเท่ากับ 16 และ 15 เมล็ด ตามลำดับ

เปอร์เซ็นต์เมล็ดสมบูรณ์ของการผสมตัวเองในแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตาราง 6 และตารางผนวก 19) พบว่า แววอุบล ว่านนางคำ และบัวชั้น มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดสมบูรณ์เท่ากับ 100 % ส่วนช่อมรกต ขาวสโนว์ ว่านมหาจักรพรรดิ ว่านงูเห่า และบัวเข้มนั้นไม่มีการติดเมล็ด

ตาราง 6 เปอร์เซ็นต์การผสมติด อายุผลเฉลี่ย จำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผล และเปอร์เซ็นต์เมล็ดสมบูรณ์
ของไม้ดอกกลุ่มขมิ้นจำนวน 8 สายพันธุ์ในการผสมตัวเอง

สายพันธุ์	เปอร์เซ็นต์ การผสมติด (%)	อายุผลเฉลี่ย (วัน) ($\pm$ S.E.)	จำนวนเมล็ดเฉลี่ย ต่อผล (เมล็ด) ($\pm$ S.E.)	เปอร์เซ็นต์เมล็ด สมบูรณ์ (%)
แววอุบล	33.33 ^c	38.80 $\pm$ 2.50 ^b	26.00 $\pm$ 1.73 ^a	100 ^a
ช่อมรกต	0.00 ^d	0.00 $\pm$ 0.00 ^c	0.00 $\pm$ 0.00 ^c	0.00 ^b
ขาวสโนว์	0.00 ^d	0.00 $\pm$ 0.00 ^c	0.00 $\pm$ 0.00 ^c	0.00 ^b
ว่านนางคำ	46.67 ^b	42.00 $\pm$ 0.48 ^a	16.00 $\pm$ 1.00 ^b	100 ^a
ว่านมหาจักรพรรดิ	0.00 ^d	0.00 $\pm$ 0.00 ^c	0.00 $\pm$ 0.00 ^c	0.00 ^b
บัวชั้น	66.44 ^a	40.00 $\pm$ 1.00 ^{ab}	15.00 $\pm$ 3.06 ^b	100 ^a
ว่านงูเห่า	0.00 ^d	0.00 $\pm$ 0.00 ^c	0.00 $\pm$ 0.00 ^c	0.00 ^b
บัวเข็ม	0.00 ^d	0.00 $\pm$ 0.00 ^c	0.00 $\pm$ 0.00 ^c	0.00 ^b
F-test	**	**	**	**
C.V.(%)	31.55	11.10	31.38	0.00

** แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ใช้ตัวอักษรเหมือนกันในคอลัมน์นี้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความ
เชื่อมั่น 99 % เปรียบเทียบโดย DMRT

- การผสมข้าม

การผสมข้ามระหว่างพันธุ์

เปอร์เซ็นต์การผสมติดของการผสมข้ามระหว่างพันธุ์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตาราง 7 และตารางผนวก 20) พบว่า การผสมระหว่างปทุมมาลุ่มกลีบแหลม x เชียงใหม่ไวท์ มีเปอร์เซ็นต์การผสมติดสูงสุดเท่ากับ 100 เชียงใหม่พั้งค์ x ปทุมมาลุ่มกลีบแหลม มีเปอร์เซ็นต์การผสมติดเท่ากับ 92.00 ส่วนปทุมมาลุ่มกลีบแหลม x เชียงใหม่เรด มีเปอร์เซ็นต์การผสมติดต่ำสุดเท่ากับ 87.33

อายุผลเฉลี่ยของการผสมข้ามระหว่างพันธุ์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตาราง 7 และตารางผนวก 21) พบว่า การผสมระหว่างเชียงใหม่พั้งค์ x ปทุมมาลุ่มกลีบแหลม มีอายุผลเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 47.67 วัน ปทุมมาลุ่มกลีบแหลม x เชียงใหม่เรด และปทุมมาลุ่มกลีบแหลม x เชียงใหม่ไวท์ มีอายุผลเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 44.00 และ 42.00 วัน ตามลำดับ

จำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผลของการผสมข้ามระหว่างพันธุ์มีความแตกต่างกันทางสถิติ อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตาราง 7 และตารางผนวก 22) พบว่า การผสมระหว่าง ปทุมมาลุ่มกลีบแหลม x เชียงใหม่ไวท์ มีจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผลสูงที่สุดเท่ากับ 71.00 เมล็ด ปทุมมาลุ่มกลีบแหลม x เชียงใหม่เรด และเชียงใหม่พั้งค์ x ปทุมมาลุ่มกลีบแหลม มีจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผลเท่ากับ 45.00 และ 41.33 เมล็ด ตามลำดับ

เปอร์เซ็นต์เมล็ดสมบูรณ์ของการผสมข้ามระหว่างพันธุ์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตาราง 7 และตารางผนวก 23) พบว่า การผสมระหว่าง ปทุมมาลุ่มกลีบแหลม x เชียงใหม่ไวท์ มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดสมบูรณ์สูงที่สุดเท่ากับ 100 และเชียงใหม่พั้งค์ x ปทุมมาลุ่มกลีบแหลม มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดสมบูรณ์เท่ากับ 95.00

ตาราง 7 เปอร์เซ็นต์การผสมติด อายุผลเฉลี่ย จำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผล และเปอร์เซ็นต์เมล็ดสมบูรณ์ของไม้ดอกกลุ่มขมิ้นจำนวน 3 คู่ผสมในการผสมข้ามระหว่างพันธุ์

สายพันธุ์	เปอร์เซ็นต์การผสมติด	อายุผลเฉลี่ย (วัน)	จำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผล (เมล็ด)	เปอร์เซ็นต์เมล็ดสมบูรณ์
	(%)	($\pm$ S.E.)	($\pm$ S.E.)	(%)
ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม				
x เชียงใหม่เรด	87.33 ^b	44.00 $\pm$ 3.46 ^a	45.00 $\pm$ 1.73 ^b	100 ^a
ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม				
x เชียงใหม่ไวท์	100 ^a	42.00 $\pm$ 1.53 ^a	71.00 $\pm$ 1.15 ^a	100 ^a
เชียงใหม่พังก์ x ปทุมมา				
กลุ่มกลีบแหลม	92.00 ^{ab}	47.67 $\pm$ 3.71 ^a	41.33 $\pm$ 3.18 ^b	95 ^a
F-test	ns	ns	**	ns
C.V.(%)	5.99	11.90	7.25	4.11

** แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ใช้ตัวอักษรเหมือนกันในคอลัมน์นี้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % เปรียบเทียบโดย DMRT

การผสมข้ามระหว่างชนิด

เปอร์เซ็นต์การผสมติดของการผสมข้ามระหว่างชนิด มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตาราง 8 และตารางผนวก 24) พบว่า การผสมระหว่างปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x เทพอัปสร มีเปอร์เซ็นต์การผสมติดสูงสุดเท่ากับ 86.66 ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x ว่านนางคำ มีเปอร์เซ็นต์การผสมติดเท่ากับ 80.00 เชียงใหม่เรด x ว่านนางคำ มีเปอร์เซ็นต์การผสมติดเท่ากับ 66.66 รองลงมาได้แก่ ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x ปทุมรัตน์ ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x แวอุบล และ ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x บัวชั้น มีเปอร์เซ็นต์การผสมติดเท่ากับ 40.00 33.33 และ 33.33 ส่วน แวอุบล x ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม มีเปอร์เซ็นต์การผสมติดเท่ากับ 20.00 สำหรับคู่ผสมระหว่าง ปทุมรัตน์ x เทพอัปสร มีเปอร์เซ็นต์การผสมติดต่ำสุดเท่ากับ 6.60 ส่วนคู่ผสมที่ไม่สามารถผสมติด

ได้นั้นได้แก่ ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x ว่านมหาจักรพรรดิ ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x ว่านงูเห่า เชียงใหม่เรด x ว่านมหาจักรพรรดิ เชียงใหม่เรด x บัวชั้น เชียงใหม่เรด x ว่านงูเห่า ช่อมรกต x ว่านนางคำ ช่อมรกต x ว่านมหาจักรพรรดิ ช่อมรกต x บัวชั้น ช่อมรกต x ว่านงูเห่า ว่านนางคำ x ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม ว่านนางคำ x เชียงใหม่เรด ว่านนางคำ x ช่อมรกต ว่านมหาจักรพรรดิ x ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม ว่านมหาจักรพรรดิ x เชียงใหม่เรด ว่านมหาจักรพรรดิ x ช่อมรกต บัวชั้น x ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม บัวชั้น x เชียงใหม่เรด บัวชั้น x ช่อมรกต ว่านงูเห่า x ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม ว่านงูเห่า x เชียงใหม่เรด และว่านงูเห่า x ช่อมรกต

อายุผลเฉลี่ยของการผสมข้ามระหว่างชนิด มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตาราง 8 และตารางผนวก 25) การผสมระหว่างปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x เทพอัปสร มีอายุผลเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 47.00 วัน ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x ปทุมรัตน์ ปทุมรัตน์ x เทพอัปสร มีอายุผลเฉลี่ยเท่ากับ 44.00 วัน ส่วนเชียงใหม่เรด x ว่านนางคำ ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x ว่านนางคำ และแววอุบล x ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม มีอายุผลเฉลี่ยเท่ากับ 42.00 40.00 และ 39.00 วัน ตามลำดับ สำหรับปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x แววอุบล และปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x บัวชั้น มีอายุผลเฉลี่ยเท่ากับ 37.00 วัน

จำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผลของการผสมข้ามระหว่างชนิด มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตาราง 8 และตารางผนวก 26) พบว่า การผสมระหว่างปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x ปทุมรัตน์ มีจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผลสูงสุดเท่ากับ 64.00 เมล็ด แววอุบล x ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x เทพอัปสร ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x บัวชั้น ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x ว่านนางคำ ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x แววอุบล เชียงใหม่เรด x ว่านนางคำ และปทุมรัตน์ x เทพอัปสร มีจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผลเท่ากับ 49.00 45.00 42.00 35.00 26.00 20.00 และ 6.00 เมล็ด ตามลำดับ

เปอร์เซ็นต์เมล็ดสมบูรณ์ของการผสมข้ามระหว่างชนิด มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตาราง 8 และตารางผนวก 27) พบว่า การผสมระหว่างปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x เทพอัปสร ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x ปทุมรัตน์ ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x เทพอัปสร และ ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x แววอุบล ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x เชียงใหม่ไวท์ แววอุบล x ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม ส่วนปทุมรัตน์ x เทพอัปสร มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดสมบูรณ์ที่สูงที่สุดเท่ากับ 100 ส่วน ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x ว่านนางคำ มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดสมบูรณ์เท่ากับ 94.30 และปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x บัวชั้น มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดสมบูรณ์เท่ากับ 85.70 สำหรับเชียงใหม่เรด x ว่านนางคำ มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดสมบูรณ์เท่ากับ 76.90

ตาราง 8 เปอร์เซ็นต์การผสมติด อายุผลเฉลี่ย จำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผล และเปอร์เซ็นต์เมล็ดสมบูรณ์
ของไม้ดอกกลุ่มขมิ้นจำนวน 29 คู่ผสมในการผสมข้ามระหว่างชนิด

สายพันธุ์	เปอร์เซ็นต์การ ผสมติด (%)	อายุผลเฉลี่ย (วัน) (± S.E.)	จำนวนเมล็ดเฉลี่ย ต่อผล(เมล็ด) (± S.E.)	เปอร์เซ็นต์เมล็ด สมบูรณ์ (%)
ปทุมมากลุ่มกลีบแหลมxเทพ อัปสร	86.66 ^a	47.00 ± 1.53 ^a	45.00 ± 1.15 ^c	100 ^a
ปทุมมากลุ่มกลีบแหลมxปทุม รัตน์	40.00 ^c	44.00±1.15 ^b	64.00±1.00 ^a	100 ^a
ปทุมมากลุ่มกลีบแหลมxแฉวยบล	33.33 ^c	37.00±1.53 ^c	26.00±1.53 ^f	100 ^a
แฉวยบลxปทุมมากลุ่มกลีบแหลม	20.00 ^d	39.00±1.15 ^{de}	49.00±3.06 ^b	100 ^a
ปทุมรัตน์xเทพอัปสร	6.60 ^c	44.00±1.53 ^b	6.00±1.15 ^h	100 ^a
ปทุมมากลุ่มกลีบแหลมxว่าน นางคำ	80.00 ^a	40.00±1.53 ^{cd}	35.00±1.53 ^c	94.30 ^b
ปทุมมากลุ่มกลีบแหลมxว่านมหา จักรพรรดิ	0.00 ^c	0.00±0.00 ^f	0.00±0.00 ⁱ	0.00 ^c
ปทุมมากลุ่มกลีบแหลมxบัวชั้น	33.33 ^c	37.00±2.08 ^c	42.00±1.53 ^d	85.70 ^c
ปทุมมากลุ่มกลีบแหลมxว่านงูเห่า	0.00 ^c	0.00±0.00 ^f	0.00±0.00 ⁱ	0.00 ^c
เชียงใหม่เรดxว่านนางคำ	66.66 ^b	42.00±1.15 ^{bc}	20.00±1.53 ^e	76.90 ^d
เชียงใหม่เรดxว่านมหาจักรพรรดิ	0.00 ^c	0.00±0.00 ^f	0.00±0.00 ⁱ	0.00 ^c
เชียงใหม่เรดxบัวชั้น	0.00 ^c	0.00±0.00 ^f	0.00±0.00 ⁱ	0.00 ^c
เชียงใหม่เรดxว่านงูเห่า	0.00 ^c	0.00±0.00 ^f	0.00±0.00 ⁱ	0.00 ^c

ตาราง 8 (ต่อ)

สายพันธุ์	เปอร์เซ็นต์การ ผสมติด (%)	อายุผลเฉลี่ย (วัน) ($\pm$ S.E.)	จำนวนเมล็ดเฉลี่ย ต่อผล(เมล็ด) ($\pm$ S.E.)	เปอร์เซ็นต์เมล็ด สมบูรณ์ (%)
ซ่อมรกดxว่านนางคำ	0.00 ^c	0.00 $\pm$ 0.00 ^f	0.00 $\pm$ 0.00 ⁱ	0.00 ^c
ซ่อมรกดxว่านมหาจักรพรรดิ	0.00 ^c	0.00 $\pm$ 0.00 ^f	0.00 $\pm$ 0.00 ⁱ	0.00 ^c
ซ่อมรกดxบัวชั้น	0.00 ^c	0.00 $\pm$ 0.00 ^f	0.00 $\pm$ 0.00 ⁱ	0.00 ^c
ซ่อมรกดxว่านงูเห่า	0.00 ^c	0.00 $\pm$ 0.00 ^f	0.00 $\pm$ 0.00 ⁱ	0.00 ^c
ว่านนางคำxปทุมมากลุ่มกลีบ แหลม	0.00 ^c	0.00 $\pm$ 0.00 ^f	0.00 $\pm$ 0.00 ⁱ	0.00 ^c
ว่านนางคำxเชียงใหม่เรด	0.00 ^c	0.00 $\pm$ 0.00 ^f	0.00 $\pm$ 0.00 ⁱ	0.00 ^c
ว่านนางคำxซ่อมรกด	0.00 ^c	0.00 $\pm$ 0.00 ^f	0.00 $\pm$ 0.00 ⁱ	0.00 ^c
ว่านมหาจักรพรรดิxปทุมมากลุ่ม กลีบแหลม	0.00 ^c	0.00 $\pm$ 0.00 ^f	0.00 $\pm$ 0.00 ⁱ	0.00 ^c
ว่านมหาจักรพรรดิxเชียงใหม่เรด	0.00 ^c	0.00 $\pm$ 0.00 ^f	0.00 $\pm$ 0.00 ⁱ	0.00 ^c
ว่านมหาจักรพรรดิxซ่อมรกด	0.00 ^c	0.00 $\pm$ 0.00 ^f	0.00 $\pm$ 0.00 ⁱ	0.00 ^c
บัวชั้นxปทุมมากลุ่มกลีบแหลม	0.00 ^c	0.00 $\pm$ 0.00 ^f	0.00 $\pm$ 0.00 ⁱ	0.00 ^c
บัวชั้นxเชียงใหม่เรด	0.00 ^c	0.00 $\pm$ 0.00 ^f	0.00 $\pm$ 0.00 ⁱ	0.00 ^c
บัวชั้นxซ่อมรกด	0.00 ^c	0.00 $\pm$ 0.00 ^f	0.00 $\pm$ 0.00 ⁱ	0.00 ^c
ว่านงูเห่าxปทุมมากลุ่มกลีบแหลม	0.00 ^c	0.00 $\pm$ 0.00 ^f	0.00 $\pm$ 0.00 ⁱ	0.00 ^c
ว่านงูเห่าxเชียงใหม่เรด	0.00 ^c	0.00 $\pm$ 0.00 ^f	0.00 $\pm$ 0.00 ⁱ	0.00 ^c
ว่านงูเห่าxซ่อมรกด	0.00 ^c	0.00 $\pm$ 0.00 ^f	0.00 $\pm$ 0.00 ⁱ	0.00 ^c
F-test	**	**	**	**
C.V.(%)	49.94	11.88	15.36	5.62

** แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ใช้ตัวอักษรเหมือนกันในคอลัมน์นี้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % เปรียบเทียบโดย DMRT

การผสมข้ามระหว่างสกุล

เปอร์เซ็นต์การผสมติดของการผสมข้ามระหว่างสกุลมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตาราง 9 และตารางผนวก 28) พบว่า การผสมระหว่างเชียงใหม่เรด x บัวเข็ม มีเปอร์เซ็นต์การผสมติดเท่ากับ 6.60 ส่วนปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x บัวเข็ม ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x ดอกเข้าพรรษา เชียงใหม่เรด x ดอกเข้าพรรษา ช่อมรกต x บัวเข็ม ช่อมรกต x ดอกเข้าพรรษา บัวเข็ม x ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม บัวเข็ม x เชียงใหม่เรด บัวเข็ม x ช่อมรกต ดอกเข้าพรรษา x ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม และดอกเข้าพรรษา x เชียงใหม่เรด ไม่สามารถผสมติดได้

อายุผลเฉลี่ยของการผสมข้ามระหว่างสกุลมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตาราง 9 และตารางผนวก 29) พบว่า การผสมระหว่างเชียงใหม่เรด x บัวเข็ม มีอายุผลเฉลี่ยเท่ากับ 52.00 วัน

จำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผลของการผสมข้ามระหว่างสกุลมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตาราง 9 และตารางผนวก 30) พบว่า การผสมระหว่างเชียงใหม่เรด x บัวเข็ม มีจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผลเท่ากับ 20.00 เมล็ด

เปอร์เซ็นต์เมล็ดสมบูรณ์ของการผสมข้ามระหว่างสกุลมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตาราง 9 และตารางผนวก 31) พบว่า การผสมระหว่างเชียงใหม่เรด x บัวเข็ม มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดสมบูรณ์เท่ากับ 100

ตาราง 9 เปอร์เซ็นต์การผสมติด อายุผลเฉลี่ย จำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผล และเปอร์เซ็นต์เมล็ดสมบูรณ์
ของไม้ดอกกลุ่มขมิ้นจำนวน 12 คู่ผสมในการผสมข้ามระหว่างสกุล

สายพันธุ์	เปอร์เซ็นต์การ ผสมติด (%)	อายุผลเฉลี่ย (วัน) ($\pm$ S.E.)	จำนวนเมล็ดเฉลี่ย ต่อผล (เมล็ด) ($\pm$ S.E.)	เปอร์เซ็นต์เมล็ด สมบูรณ์ (%)
ปทุมมากลุ่มกลีบแหลมx บัวเข็ม	6.60 ^a	52.00 $\pm$ 0.00 ^a	20.00 $\pm$ 3.79 ^a	100 ^a
ปทุมมากลุ่มกลีบแหลมx ดอกเข้าพรรษา	0.00 ^b	0.00 $\pm$ 0.00 ^b	0.00 $\pm$ 0.00 ^b	0.00 ^b
เชียงใหม่เรดxบัวเข็ม	0.00 ^b	0.00 $\pm$ 0.00 ^b	0.00 $\pm$ 0.00 ^b	0.00 ^b
เชียงใหม่เรดxดอก เข้าพรรษา	0.00 ^b	0.00 $\pm$ 0.00 ^b	0.00 $\pm$ 0.00 ^b	0.00 ^b
ช่อมรกตxบัวเข็ม	0.00 ^b	0.00 $\pm$ 0.00 ^b	0.00 $\pm$ 0.00 ^b	0.00 ^b
ช่อมรกตxดอก เข้าพรรษา	0.00 ^b	0.00 $\pm$ 0.00 ^b	0.00 $\pm$ 0.00 ^b	0.00 ^b
บัวเข็มxปทุมมากลุ่ม กลีบแหลม	0.00 ^b	0.00 $\pm$ 0.00 ^b	0.00 $\pm$ 0.00 ^b	0.00 ^b
บัวเข็มxเชียงใหม่เรด	0.00 ^b	0.00 $\pm$ 0.00 ^b	0.00 $\pm$ 0.00 ^b	0.00 ^b
บัวเข็มxช่อมรกต	0.00 ^b	0.00 $\pm$ 0.00 ^b	0.00 $\pm$ 0.00 ^b	0.00 ^b
ดอกเข้าพรรษาxปทุมมา กลุ่มกลีบแหลม	0.00 ^b	0.00 $\pm$ 0.00 ^b	0.00 $\pm$ 0.00 ^b	0.00 ^b
ดอกเข้าพรรษาx เชียงใหม่เรด	0.00 ^b	0.00 $\pm$ 0.00 ^b	0.00 $\pm$ 0.00 ^b	0.00 ^b
ดอกเข้าพรรษาxช่อ มรกต	0.00 ^b	0.00 $\pm$ 0.00 ^b	0.00 $\pm$ 0.00 ^b	0.00 ^b
F-test	**	**	**	**
C.V.(%)	0.00	0.00	16.42	0.00

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

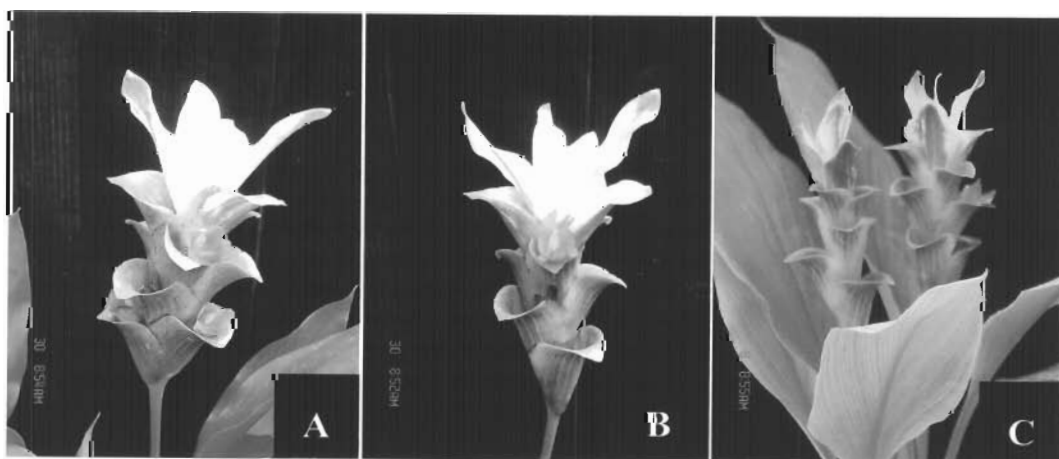
หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ใช้ตัวอักษรเหมือนกันในคอลัมน์นี้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความ
เชื่อมั่น 99 % เปรียบเทียบโดย DMRT

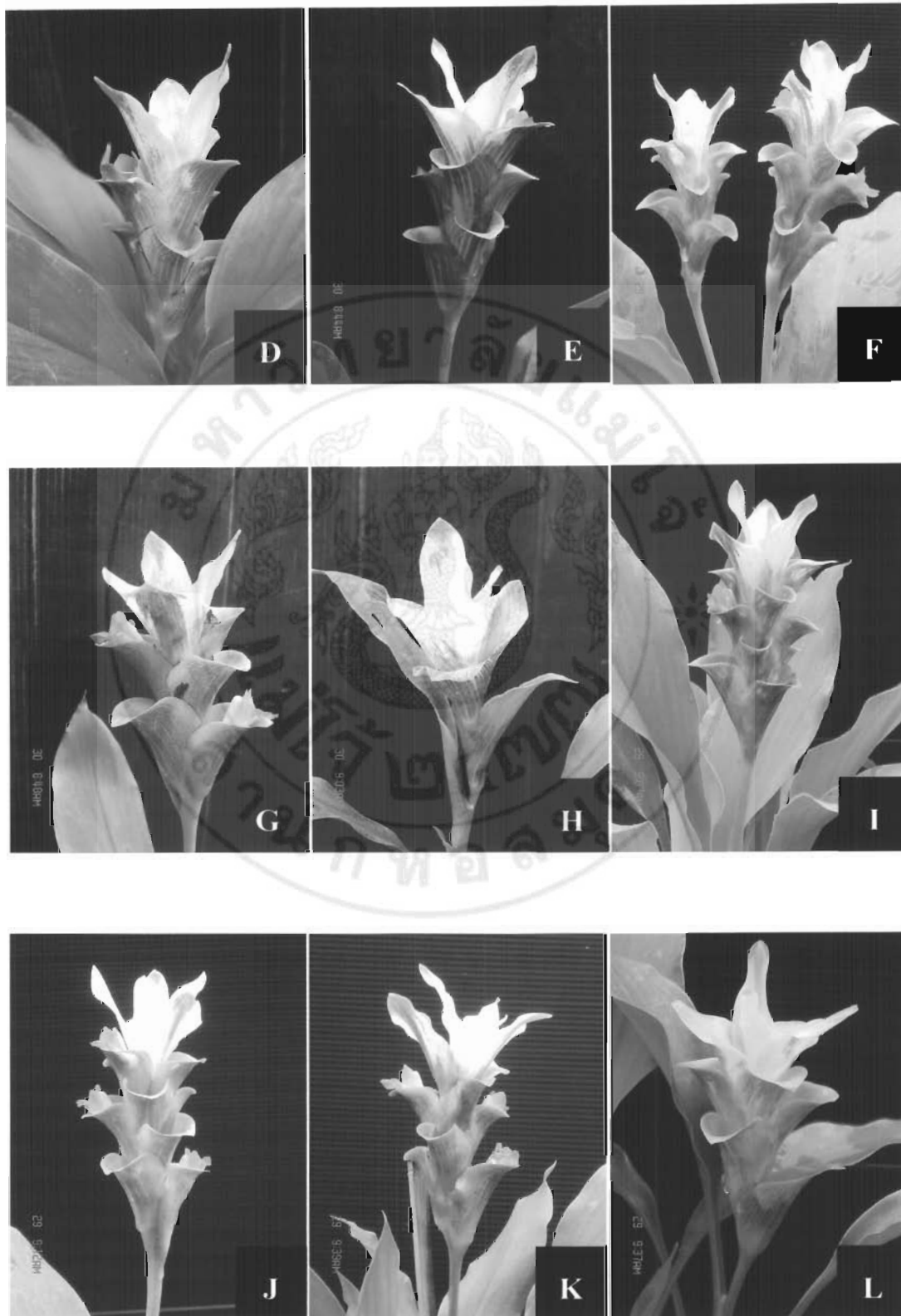
ลักษณะของลูกผสม

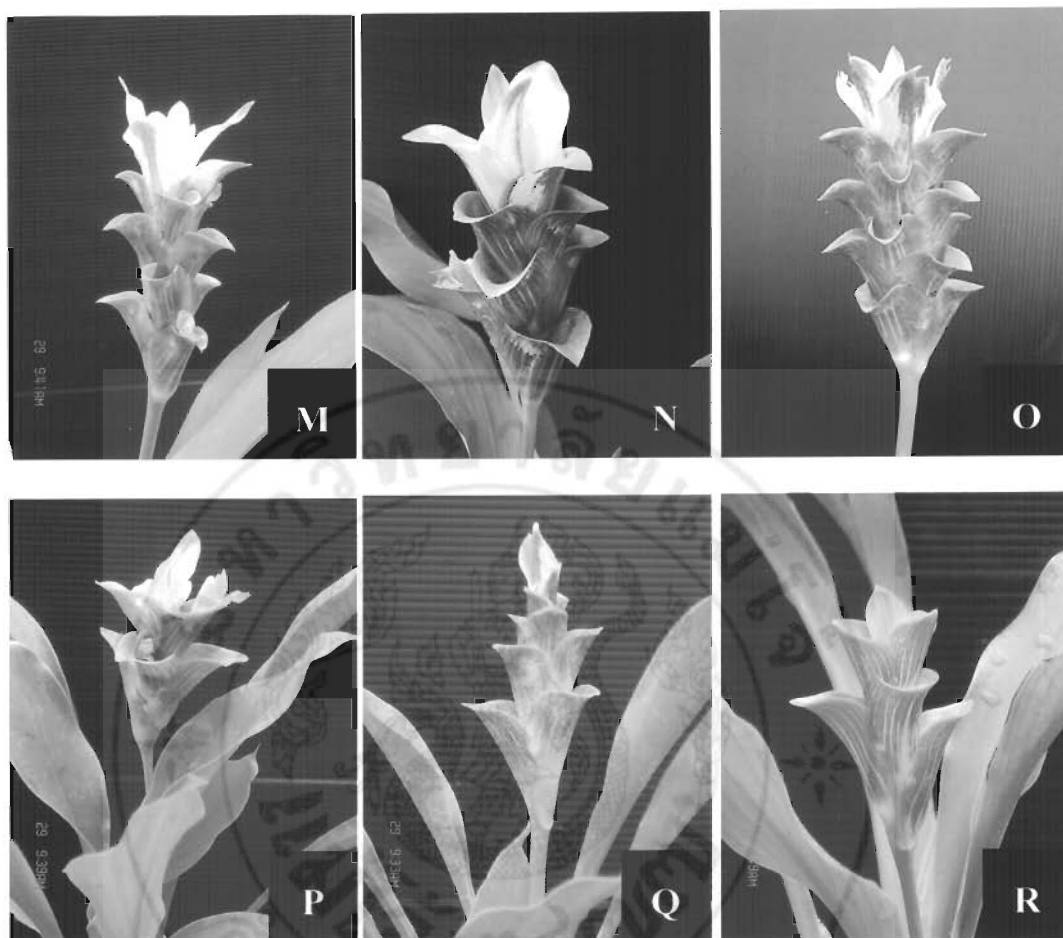
การผสมตัวเอง

แวนอูบล x แวนอูบล

แวนอูบลกลีบประดับส่วนบนมีสีชมพูอมม่วงอ่อนๆขนาดเล็กมากมีแถบสีน้ำตาลแดง ใบประดับสีม่วงชมพูพื้นขาว มีขีดสีน้ำตาลแดงตามยาวจากโคนถึงปลายใบประดับ ก้านช่อดอกยาว ลูกที่ได้ทั้งหมดจะค่อนข้างมีความหลากหลาย โดยลักษณะจะแตกต่างจากต้นพ่อแม่ ช่อดอกยาวพอม กลีบประดับส่วนบนจะมีขนาดยาวและใหญ่ประมาณ 4-5 กลีบ ยกเว้น ภาพ 27 O และ P ที่มีกลีบประดับส่วนบนแคบขนาดเล็ก และขอบกลีบประดับเป็นคลื่นเล็กน้อย ซึ่งแตกต่างจากต้นพ่อแม่ พื้นกลีบประดับสีชมพูอ่อน และมีขีดสีน้ำตาลแดง ปลายกลีบประดับจะแต้มด้วยสีเขียว กลีบประดับส่วนล่างมีประมาณ 2-7 ชั้น ค่อนข้างแข็ง ทุกต้นพื้นกลีบประดับมีสีเขียว มีลายสีน้ำตาลแดงเข้มจากโคนกลีบถึงปลายกลีบประดับ ก้านช่อดอกยาว







ภาพ 27 ลักษณะลูกของแววอุบล

ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x เชียงใหม่ไวท์

ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม กลีบประดับส่วนบนสีชมพูเข้ม ปลายกลีบแต้มด้วยสีเขียว กลีบประดับส่วนล่างสีเขียว ก้านช่อดอกยาวปานกลาง ผสมกับเชียงใหม่ไวท์ กลีบประดับส่วนบนสีขาว ปลายกลีบแต้มด้วยสีเขียว กลีบประดับส่วนล่างสีเขียว ก้านช่อดอกค่อนข้างสั้น ลูกผสมที่ได้จะมีลักษณะสีกลีบประดับบนถึงกลางระหว่างพ่อและแม่ โดยสีกลีบประดับทั้งหมดเหมือนกันคือสีชมพูอ่อน ปลายกลีบแต้มด้วยสีเขียว กลีบประดับค่อนข้างเรียวยาวปลายแหลม กลีบประดับส่วนล่างสีเขียว 5 ชั้น ก้านช่อดอกยาวปานกลาง (ภาพ 28A-H) กลีบประดับมีสีชมพูอ่อน ปลายกลีบแต้มด้วยสีเขียว กลีบประดับค่อนข้างสั้นปลายแหลม กลีบประดับส่วนล่างสีเขียว 2-4 ชั้น ก้านช่อดอกสั้น (ภาพ 28I-M)

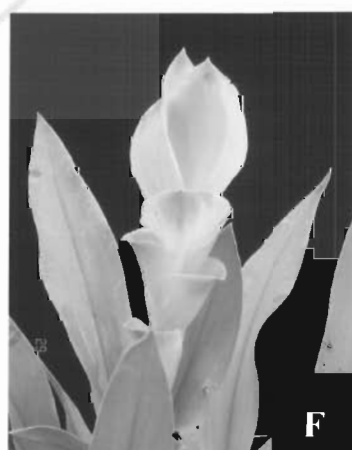


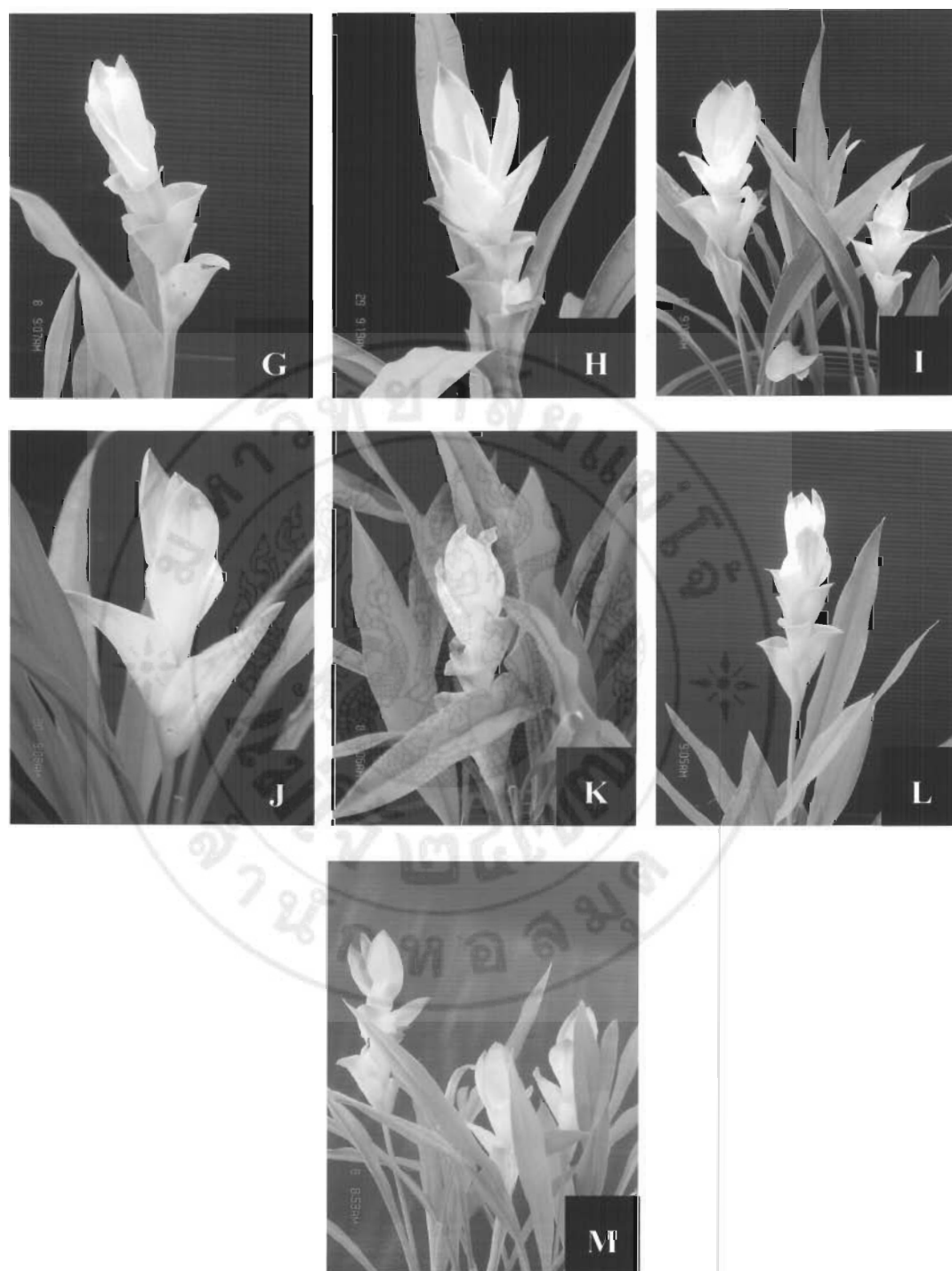
ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม



เชียงใหม่ไวท์

×





ภาพ 21 ลักษณะลูกผสมระหว่างปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x เชียงใหม่ไวท์

ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x เทพอัปสร

ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม กลีบประดับส่วนบนสีชมพูเข้ม ปลายกลีบแต้มด้วยสีเขียว กลีบประดับส่วนล่างสีเขียว 7-8 ชั้น ก้านช่อดอกยาวปานกลาง ผสมกับเทพอัปสร กลีบประดับส่วนบนมีขนาดสั้นและเล็ก ปลายกลีบแหลมสีขาว ส่วนกลีบประดับล่างสีเขียวจัดเรียงตัวกันแน่นเป็นระเบียบ 4-5 ชั้น ก้านดอกสั้น ลูกผสมที่ได้ค่อนข้างมีความหลากหลายของกลีบประดับ ลักษณะกลีบประดับบนที่ได้มี 2 สีคือ สีขาว และสีชมพูอ่อน (ภาพ 29C และD) ปลายกลีบแต้มด้วยสีเขียว กลีบประดับส่วนล่างสีเขียว ก้านช่อดอกยาวปานกลาง (ภาพ 29A-G และI-J) และช่อดอกสั้น(ภาพ 29H และK-S) ลักษณะกลีบประดับบนที่ได้มี 4 ลักษณะคือ กลีบกว้าง ป้อม สั้นปลายกลีบแหลมจุ่มเข้า 4-7 ชั้น (ภาพ 29A-G และO) กลีบยาว ปลายกลีบแหลมจุ่มเข้า 4 ชั้น (ภาพ 29M-N และP-S) กลีบป้อม สั้นปลายกลีบแหลมจุ่มเข้า 4 ชั้น (ภาพ 29H-L) และกลีบค่อนข้างแคบ ยาว ปลายกลีบแหลมจุ่มเข้า 4 ชั้น (ภาพ 29N-Q) ลักษณะกลีบประดับล่างที่ได้มี 2 ลักษณะคือ กลีบประดับที่จัดเรียงตัวกันอย่างหลวมๆ 2-6 ชั้น ลักษณะคล้ายปทุมมากลุ่มกลีบแหลม (ภาพ 29A C-M และO-S) กลีบประดับที่จัดเรียงตัวกันค่อนข้างแน่นเป็นระเบียบ 4-7 ชั้น ลักษณะคล้ายเทพอัปสร (ภาพ 29B และN)



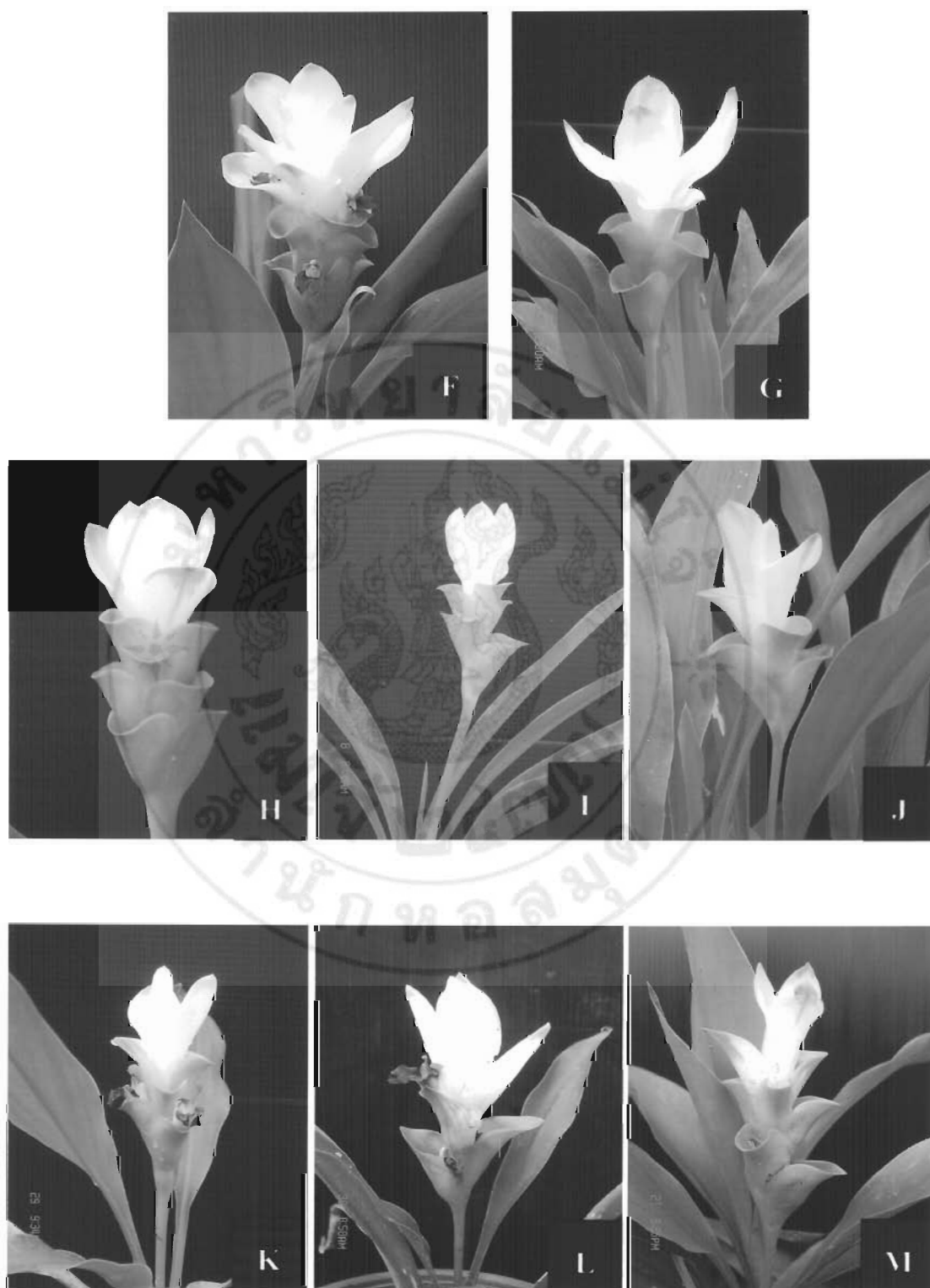
ปทุมมากดุ่มกลีบแหลม

×



เทพอัปสร



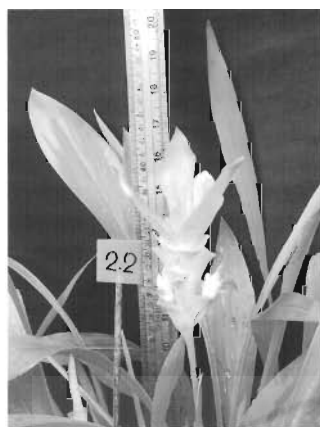




ภาพ 29 ลักษณะลูกผสมระหว่างปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x เทพอัปสร

ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x แวอูบล

ปทุมมากลุ่มกลีบแหลมกลีบประดับส่วนบนสีชมพูเข้ม ปลายกลีบแต้มด้วยสีเขียว กลีบประดับส่วนล่างสีเขียว 7-8 ชั้น ก้านช่อดอกยาวปานกลาง ผสมกับแวอูบลกลีบประดับ ส่วนบนมีสีชมพูอมม่วงอ่อนๆขนาดเล็กมากมีแถบสีน้ำตาลแดง ใบประดับสีม่วงชมพูพื้นขาว มีลาย สีน้ำตาลแดงตามยาวจากโคนถึงปลายใบประดับ ก้านช่อดอกยาว ลูกผสมที่ได้ค่อนข้างจะมีความ หลากหลายของสีกลีบประดับบน-ล่าง และลักษณะกลีบประดับบน-ล่าง โดยสีและลักษณะกลีบ ประดับบนที่ได้มี 3 ลักษณะคือ กลีบประดับบนยาวสีชมพู ปลายกลีบแหลมมีลายแดงเป็นปื้น แด้ม ด้วยสีเขียว 3-4 ชั้น ก้านช่อดอกยาวปานกลาง (ภาพ 30A C และI) กลีบประดับบนยาวสีชมพู ปลาย กลีบมนจะมีลายแดงเป็นปื้นตั้งแต่โคนถึงปลายกลีบ 4 ชั้น ก้านช่อดอกยาว (ภาพ 30B และF-G) และ กลีบประดับบนยาวสีชมพูเข้ม ปลายกลีบแหลมมีลายแดงขีดเล็กน้อยตั้งแต่โคนถึงปลายกลีบ 4 ชั้น ก้านช่อดอกสั้น (ภาพ 30D-E และH) โดยสีและลักษณะกลีบประดับล่างที่ได้มี 2 ลักษณะคือ กลีบ ประดับล่างพื้นเขียวมีลายแดงขีดเป็นเส้นๆตรงบริเวณปลายกลีบประดับ 5 ชั้น (ภาพ 30A และC) และกลีบประดับล่างพื้นเขียวมีลายแดงขีดเป็นเส้นๆทั่วกลีบประดับตั้งแต่โคนถึงปลายกลีบ 4-6 ชั้น (ภาพ 30B D-K)



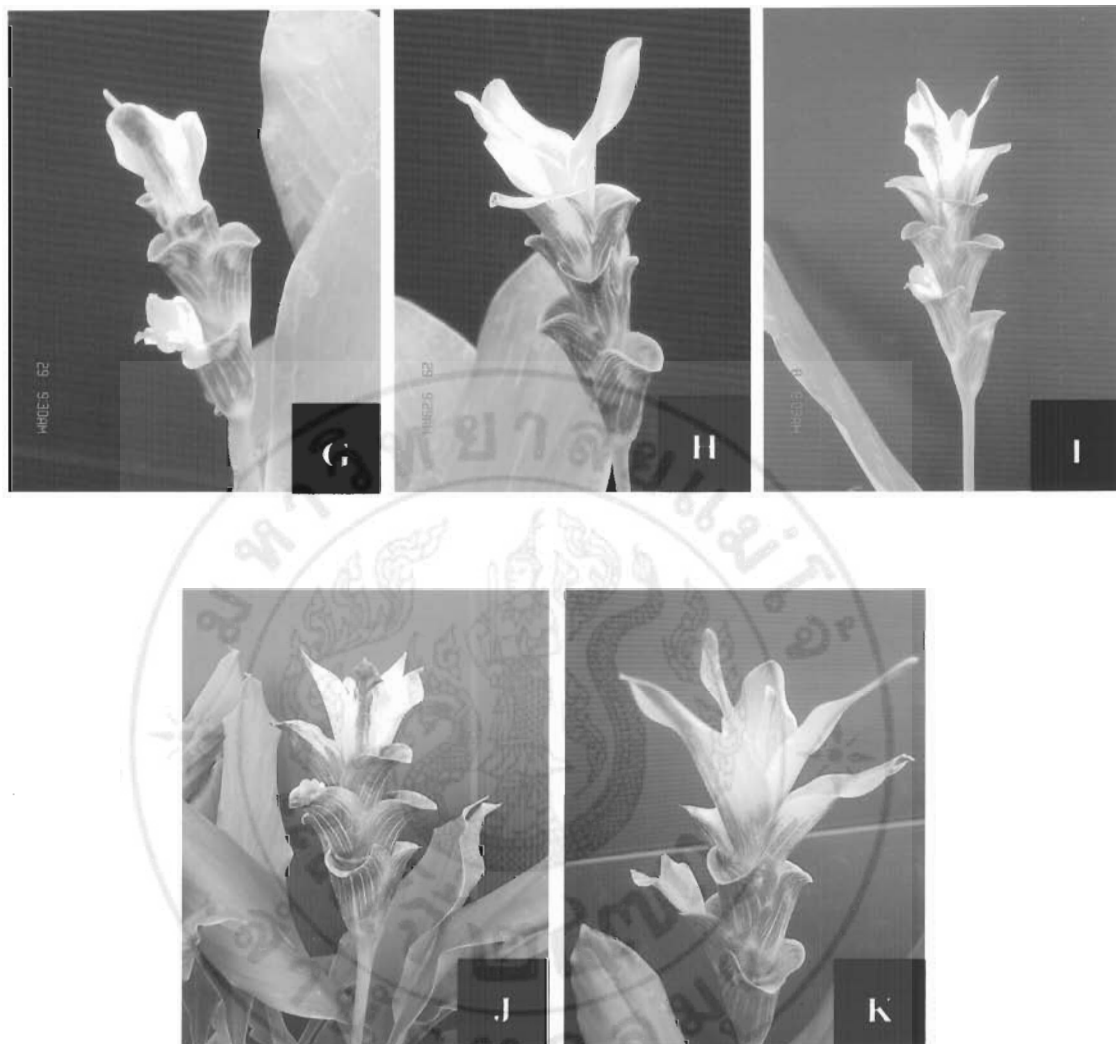
ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม

×



แวนดูล





ภาพ 30 ลักษณะดอกผสมระหว่างปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x แวอุบล

แวนอบล x ปทุมมาลุ่มกลีบแหลม

ปทุมมาลุ่มกลีบแหลมกลีบประดับส่วนบนสีชมพูเข้ม ปลายกลีบแต้มด้วยสีเขียว กลีบประดับส่วนล่างสีเขียว 7-8 ชั้น ก้านช่อดอกยาวปานกลาง ผสมกับแวนอบลกลีบประดับส่วนบนมีสีชมพูอมม่วงอ่อนๆขนาดเล็กมากมีแถบสีน้ำตาลแดง ใบประดับสีม่วงชมพูพื้นขาว มีลายสีน้ำตาลแดงตามยาวจากโคนถึงปลายใบประดับ ก้านช่อดอกยาว ลูกผสมที่ได้ค่อนข้างจะมีความหลากหลายของลักษณะกลีบประดับบน-ล่างคือ กลีบประดับส่วนบนสีชมพูอ่อนเป็นปื้นสีแดงยาวจากโคนกลีบประดับจนถึงปลายกลีบ ปลายกลีบแหลม 3-4 ชั้น ลักษณะกลีบประดับล่างมี 2 ลักษณะคือ พื้นเขียวมีลายแดงเป็นขีดค่อนข้างหนาบริเวณปลายกลีบ 2-5 ชั้น ก้านดอกสั้น (ภาพ 31A-C และ G-H) และพื้นเขียวมีลายแดงเป็นขีดค่อนข้างหนาตั้งแต่โคนกลีบจนถึงปลายกลีบ 8 ชั้น ก้านช่อดอกยาว (ภาพ 31D และF)

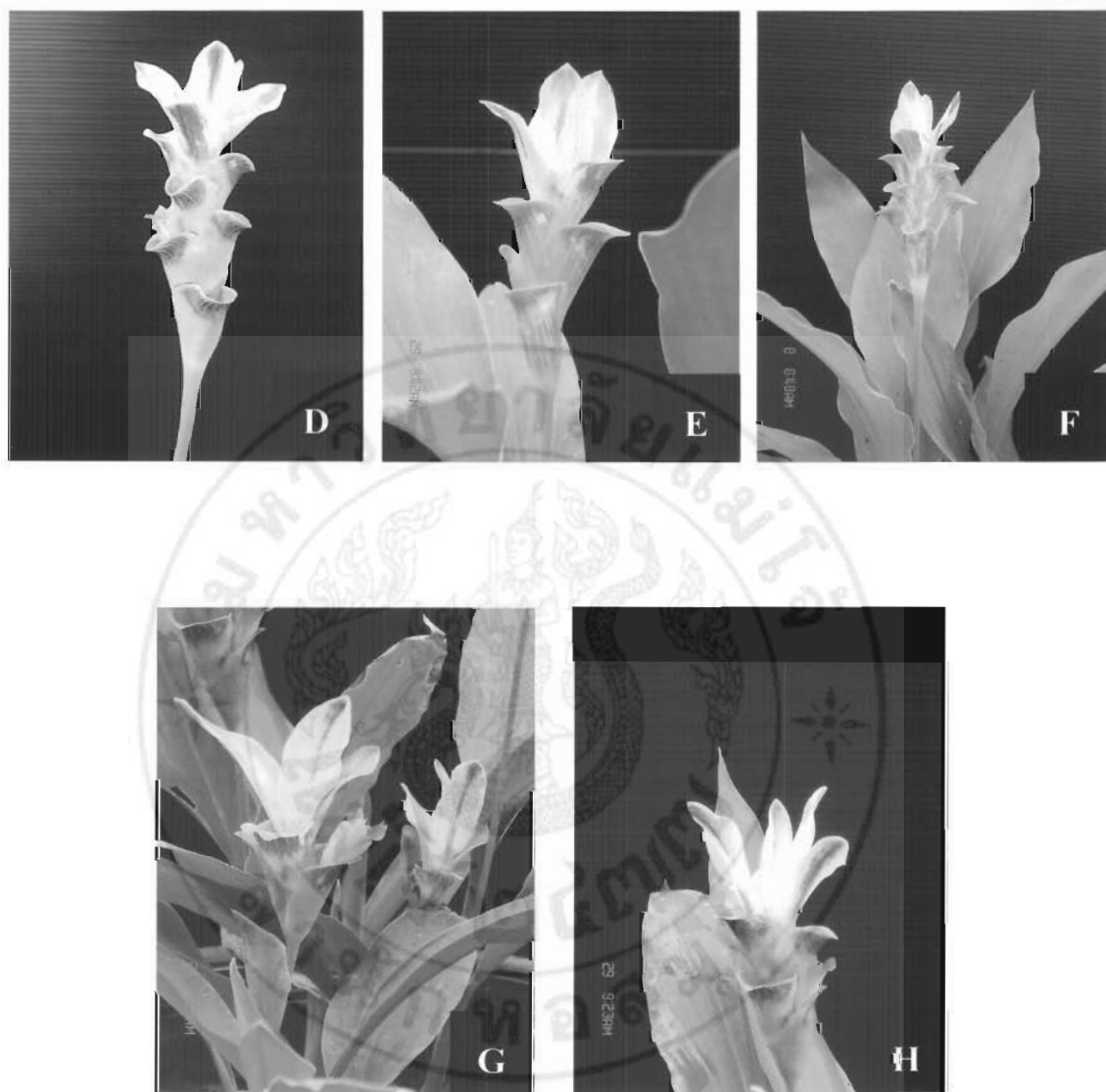


แวนอบล



ปทุมมาลุ่มกลีบแหลม

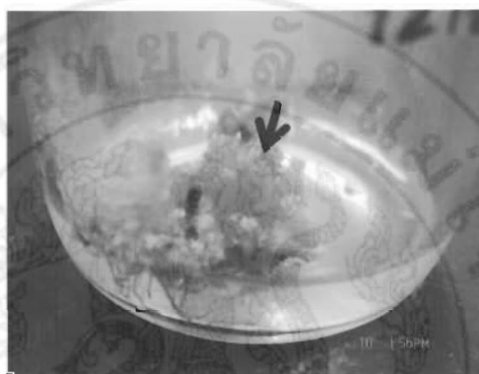




ภาพ 31 ลักษณะลูกผสมระหว่างแววอุบล x ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม

ลูกผสมอื่นๆ

ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x เชียงใหม่เรด เชียงใหม่พืงค์ x ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม
ปทุมรัตน์ x เทพอัปสร ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x ว่านนางคำ ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x บัวชั้น
เชียงใหม่เรด x ว่านนางคำ พบว่า ลูกผสมมีการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นค่อนข้างช้าจึงยังไม่
สามารถออกดอกให้เห็น สำหรับเชียงใหม่เรด x บัวเข็ม จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ พบว่า เอ็มบริโอ
สามารถพัฒนาเป็นจุดกำเนิดยอดสีเขียวได้ แต่ยังไม่พัฒนาต่อจนเป็นต้นได้



ภาพ 32 ลักษณะลูกผสมระหว่างเชียงใหม่เรด x บัวเข็ม
(บริเวณลูกศรชี้คือ ➡ จุดกำเนิดยอด)

การทดลองที่ 2 ศึกษาการแก้ปัญหาเมล็ดงอกช้าและไม่สม่ำเสมอของไม้ดอกกลุ่มขมิ้น

จากผลของวิธีการทำลายการพักตัวของเมล็ดลูกผสม โดยวิธีการไม่แกะเปลือก
วิธีการแกะเปลือก และวิธีการแกะเปลือกร่วมกับการชุบเชื้อสีน้ำตาล มีความแตกต่างกันทางสถิติ
อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตาราง 19 ตารางผนวก 32-34 และภาพ 33) พบว่า วิธีการแกะเปลือกเมล็ดออก
อย่างเดียวนั้นสามารถทำลายการพักตัวของเมล็ด ใช้เวลาตั้งแต่วันเพาะถึงวันที่เมล็ดงอกโดยเฉลี่ย
เท่ากับ 24.00 วัน ซึ่งมีการเกิดต้นคิดเป็นเปอร์เซ็นต์เท่ากับ 43.33 และจำนวนต้นที่สามารถอยู่รอด
คิดเป็นเปอร์เซ็นต์เท่ากับ 25.00 และวิธีการแกะเปลือกร่วมกับการชุบเชื้อสีน้ำตาลของเมล็ดออก
สามารถทำลายการพักตัวของเมล็ด ใช้เวลาตั้งแต่วันเพาะถึงวันที่เมล็ดงอกโดยเฉลี่ยเท่ากับ 18.78
วัน ซึ่งมีการเกิดต้นคิดเป็นเปอร์เซ็นต์เท่ากับ 23.89 และจำนวนต้นที่สามารถอยู่รอดคิดเป็น

เปอร์เซ็นต์เท่ากับ 19.44 ซึ่งทั้ง 2 วิธีการนี้ให้ผลที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนวิธีการที่ไม่ทำการแกะเปลือกเมล็ดนั้นไม่สามารถงอกได้

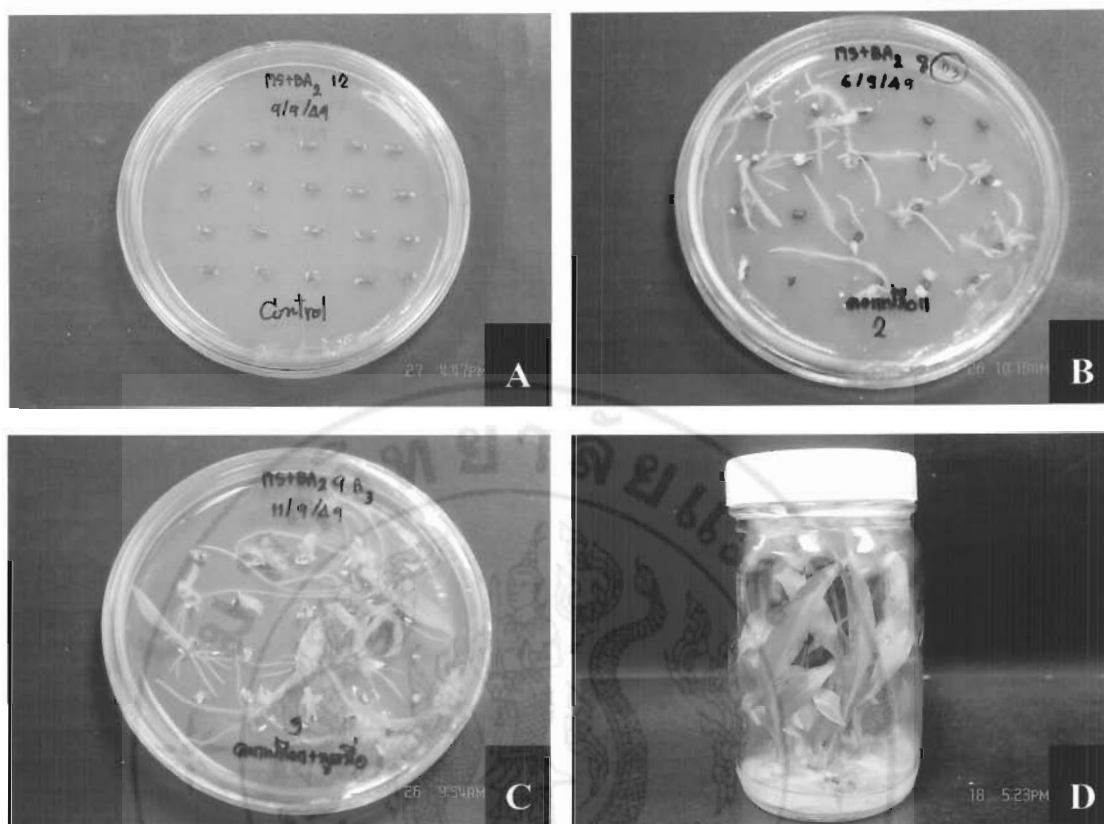
ตาราง 10 เปอร์เซ็นต์จำนวนต้นที่เกิด จำนวนต้นที่อยู่รอด และจำนวนวันที่เริ่มงอก จากการทำลายการพักตัวด้วยวิธีการต่างๆของเมล็ดลูกผสม ในกลุ่ม *Curcuma alismatifolia* ภายหลังการเพาะเลี้ยง

วิธีการ	จำนวนต้นที่งอก (%) ($\pm$ S.E.)	จำนวนต้นที่อยู่รอด (%) ($\pm$ S.E.)	จำนวนวันที่เริ่มงอก (วัน) ($\pm$ S.E.)
ไม่แกะเปลือก (Control)	-	-	-
แกะเปลือก	43.00 $\pm$ 77.71 ^a	25.00 $\pm$ 38.26 ^a	24.86 $\pm$ 48.25 ^a
แกะเปลือก + ชูคเชื้อสีน้ำตาล	23.89 $\pm$ 33.87 ^a	19.44 $\pm$ 26.25 ^a	18.78 $\pm$ 29.73 ^a
F-test	**	**	**
C.V. (%)	46.86	60.39	29.03

** แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

- เมล็ดไม่สามารถงอกได้เลย

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ใช้ตัวอักษรเหมือนกันในคอลัมน์นี้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % เปรียบเทียบโดย DMRT



ภาพ 33 การเกิดต้นของเมล็ดลูกผสมจากการทำลายการพักตัวด้วยวิธีการต่างๆ

(A = ไม่แกะเปลือก(control) (18 วัน) B = แกะเปลือก (20 วัน) C = แกะเปลือกร่วมกับการ
ดูดเยื่อสีน้ำตาล (15 วัน) D = ต้นที่สามารถออกปลูกอายุ 120 วัน)

การทดลองที่ 3 ศึกษาการช่วยชีวิตเอ็มบริโอ (embryo rescue)

จากผลการช่วยชีวิตเอ็มบริโอภายหลังได้รับการผสมตามธรรมชาติของปทุมมา กลุ่มกลีบแหลม(open pollination) เปอร์เซ็นต์จำนวนต้นที่งอก และจำนวนวันที่เริ่มงอกมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ส่วนเปอร์เซ็นต์ต้นที่อยู่รอดมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตาราง 11 ตารางผนวก 35-37 และภาพ 34) พบว่า เอ็มบริโอที่แยกจากผลอายุ 14 และ 28 วัน และเมล็ดอายุ 52 วันที่ใช้เป็นต้นควบคุมมาเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อ พบว่า เมื่อนำอายุผล 14 วัน มาเพาะเลี้ยงที่มีขนาดของเอ็มบริโอน้อยกว่า 0.5 มิลลิเมตร ใช้เวลาตั้งแต่วันเพาะถึงวันที่เมล็ดงอกโดยเฉลี่ยเท่ากับ 9.70 วัน มีจำนวนต้นที่งอกคิดเป็นเปอร์เซ็นต์เท่ากับ 53.13 และจำนวนต้นที่สามารถอยู่รอดคิดเป็นเปอร์เซ็นต์เท่ากับ 22.50 และเมื่อนำอายุผล 28 วัน มาเพาะเลี้ยงที่มีขนาด

ของเอมบริโอ 0.5 มิลลิเมตร ใช้เวลาตั้งแต่วันเพาะถึงวันที่เอมบริโอออกโดยเฉลี่ยเท่ากับ 12.31 วัน มีจำนวนคั่นที่ออกคิดเป็นเปอร์เซ็นต์เท่ากับ 60.00 และจำนวนคั่นที่สามารถอยู่รอดคิดเป็นเปอร์เซ็นต์เท่ากับ 40.83 ซึ่งทั้งอายุผล 14 และ 28 วัน ให้ผลที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในขณะที่อายุผล 52 วัน พบว่า เมล็ดไม่สามารถงอกได้

ตาราง 11 เปอร์เซนต์จำนวนคั่นที่เกิด จำนวนคั่นที่อยู่รอด และจำนวนวันที่เริ่มงอก จากการช่วยชีวิตเอมบริโอในช่วงอายุผลต่างๆของเมล็ดลูกผสมภายหลังการเพาะเลี้ยง

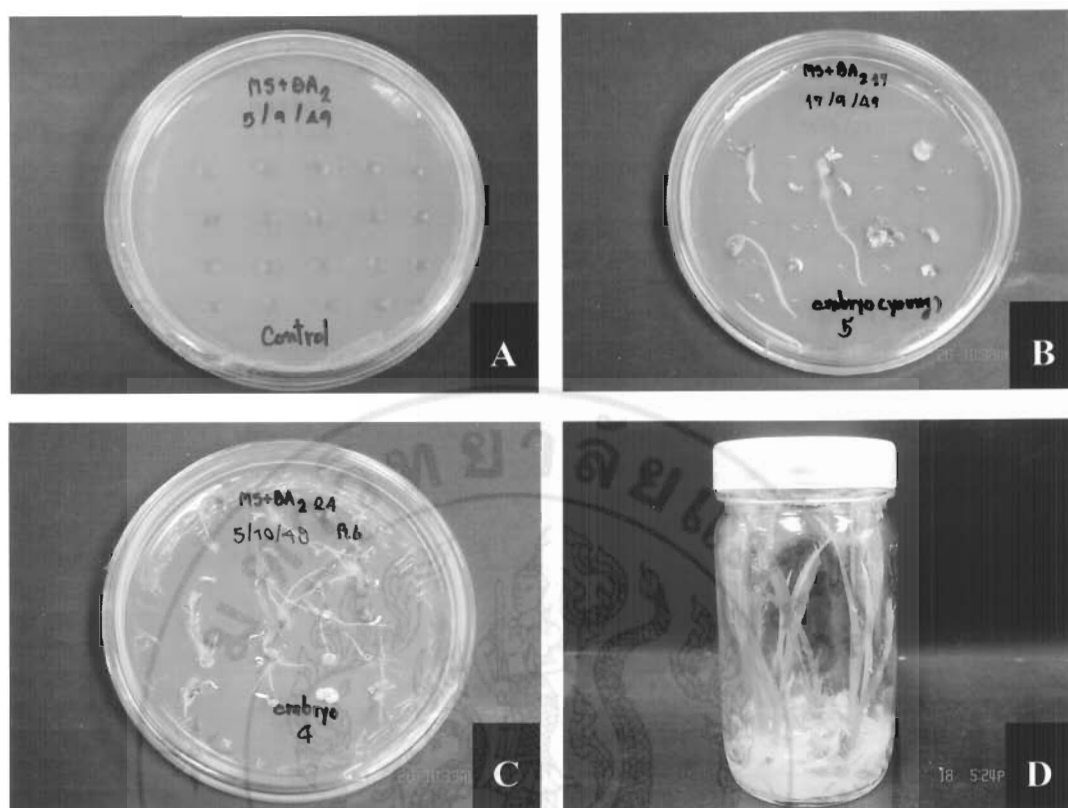
อายุผล	จำนวนคั่นที่ออก (%) ($\pm$ S.E.)	จำนวนคั่นที่อยู่รอด (%) ($\pm$ S.E.)	จำนวนวันที่เริ่มงอก (วัน) ($\pm$ S.E.)
52 วัน (Control)	-	-	-
14 วัน	53.13 $\pm$ 4.81 ^a	22.50 $\pm$ 5.51 ^a	9.70 $\pm$ 0.92 ^a
28 วัน	60.00 $\pm$ 10.65 ^a	40.83 $\pm$ 10.60 ^a	12.31 $\pm$ 0.60 ^a
F-test	**	*	**
C.V. (%)	39.67	67.79	22.85

** แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

* แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

- เมล็ดไม่สามารถงอกได้เลย

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ใช้ตัวอักษรเหมือนกันในคอลัมน์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % เปรียบเทียบโดย DMRT



ภาพ 34 การเกิดต้นจากการช่วยชีวิตเอ็มบริโอในช่วงอายุผลต่างๆ

(A = อายุ 52 วัน (Control) (51 วัน) B = อายุ 14 วัน (9 วัน) C = อายุ 28 วัน (21 วัน)

D = ต้นที่สามารถออกปลูกอายุ 120 วัน)

บทที่ 5

วิจารณ์ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 ศึกษาการผสมเกสรและพัฒนาการของเมล็ดในไม้ดอกกลุ่มขมิ้น

การทดลองที่ 1.1 ทดสอบความมีชีวิตและความสามารถในการงอกของละอองเกสร

การเพาะเลี้ยงละอองเกสรมีประโยชน์ในการใช้เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์การผสมเกสร เมื่อพิจารณาความมีชีวิตของละอองเกสรโดยการย้อมด้วย Acetone carmine การงอกของละอองเกสร และความสามารถในการงอกหลุดของละอองเกสรบนอาหารสังเคราะห์ร่วมกับน้ำตาลที่ระดับความเข้มข้น 10 % พบความสัมพันธ์ในพืชกลุ่มขมิ้น 8 สายพันธุ์ ได้ดังนี้

เมื่อศึกษาความสามารถในการงอกหลุดของละอองเกสร พบว่า เมื่อใช้ปทุมมา กลุ่มกลีบแหลม ผสมกับ Eucurcuma (ว่านนางคำ ว่านมหาจักรพรรดิ ว่านงูเห่า และบัวขันธ์) พบว่า หากใช้ปทุมมากลุ่มกลีบแหลมเป็นพ่อละอองเกสรไม่สามารถงอกได้บนยอดเกสรตัวเมีย (stigma surface) ของ Eucurcuma ได้เลย แม้ว่าปทุมมากลุ่มกลีบแหลมมีเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตสูงที่สุด มีเปอร์เซ็นต์การงอกของละอองเกสร และมีความสามารถในการงอกหลุดของละอองเกสรค่อนข้างดี ดังนั้นการที่ละอองเกสรไม่สามารถงอกบนยอดเกสรตัวเมีย (stigma surface) ได้นั้น อาจเกิดเนื่องมาจากอุปสรรคบนยอดเกสรตัวเมีย (stigma surface) เช่น ยอดเกสรตัวเมีย (stigma surface) เป็นพิษทำให้ละอองเกสรไม่สามารถงอกได้ หรือโปรตีนที่ผลิตโดย pollen wall ผลิตออกมาทำปฏิกิริยากับยอดเกสรตัวเมียหากเข้ากันไม่ได้ จึงทำให้ละอองเกสรไม่สามารถแทงลงไปบนยอดเกสรตัวเมียได้ หรืออาหารบนยอดเกสรตัวเมีย (stigma surface) ไม่เหมาะสมต่อการงอกของละอองเกสร (กฤษฎา, 2546) หากใช้ปทุมมากลุ่มกลีบแหลมเป็นแม่ พบว่า ว่านนางคำ ว่านมหาจักรพรรดิ และบัวขันธ์ สามารถงอกหลุดเข้าสู่ก้านชูเกสรตัวเมีย (style) ของปทุมมากลุ่มกลีบแหลม และภายหลังจากการผสมเกิดการติดผลได้เมื่อใช้ว่านนางคำและบัวขันธ์เป็นต้นพ่อ เนื่องจากละอองเกสรของว่านนางคำมีเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตสูงที่สุด มีเปอร์เซ็นต์การงอกของละอองเกสร และความสามารถในการงอกหลุดของละอองเกสรค่อนข้างดี ส่วนบัวขันธ์มีเปอร์เซ็นต์การงอกของละอองเกสรสูงที่สุด และมีความสามารถในการงอกหลุดเกสรดี ถึงแม้ว่ามีเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตค่อนข้างต่ำ แต่การมีเปอร์เซ็นต์การงอกของละอองเกสร และความสามารถในการงอกหลุดของละอองเกสรที่ดีนั้นทำให้มีโอกาสในการผสมติด ในขณะที่ว่านมหาจักรพรรดิ พบว่า ภายหลังจากการผสมไม่เกิดการติดผล แม้ว่าละอองเกสรสามารถงอกหลุดบนยอดเกสรตัวเมีย (stigma surface) ได้โดยมีเปอร์เซ็นต์การงอกของละอองเกสรดี และความสามารถในการงอกหลุดเกสรดีที่สุด

ดังนั้นอุปสรรคการผสมไม่ติดน่าจะเกิดจากสาเหตุ อุปสรรคภายหลังการผสม (post-fertilization barrier) (Hayward et al., 1993) เช่น การไม่เข้ากัน (incompatibility) ระหว่างเกสรตัวเมียและละอองเรณูภายในรังไข่ และผนังรังไข่ หรือเอนโดสเปิร์มเป็นพิษต่อเอมบริโอ (นิตยศรี, 2542) ส่วนการมีเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตก่อนข้างต่ำ อาจเนื่องจากความแปรปรวนของสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมในวันทำการทดลอง เพราะช่วงเวลาที่เหมาะสมต่อการผสมเกสรของพืชในกลุ่มนี้จะอยู่ในช่วงเวลาประมาณ 07.30-11.00 น. ภายใต้สภาพอากาศที่ร้อนชื้น ซึ่งจะทำโอกาสในการผสมติดได้สูงแต่ตลอดระยะทำการทดลอง ไม่สามารถควบคุมสภาพอากาศให้เหมาะสมได้ ดังนั้นทำให้มีผลต่อความมีชีวิตของละอองเกสร และอาจส่งผลให้ไม่สามารถผสมติดได้ สำหรับว่านงูเห่า มีเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตต่ำ มีเปอร์เซ็นต์การงอกของละอองเกสร และความสามารถในการงอกหลอดของละอองเกสรต่ำสุด ทำให้ละอองเกสรไม่สามารถงอกได้

เมื่อใช้ช่อมรดกผสมกับ *Eucurcuma* โดยใช้ช่อมรดกเป็นพ่อ พบว่า ละอองเกสรไม่สามารถงอกหลอดได้เลย ซึ่งอาจเกิดจากละอองเกสรของช่อมรดกมีเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตน้อยอยู่แล้วจึงไม่สามารถงอกได้ และเมื่อใช้ช่อมรดกเป็นแม่ พบว่า มีเพียงละอองเกสรของว่านนางคำเท่านั้นที่สามารถงอกลงสู่ก้านชูเกสรตัวเมีย (style) ของช่อมรดกได้ เนื่องจากว่านนางคำมีเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตสูงสุด มีเปอร์เซ็นต์การงอกของละอองเกสร และความสามารถในการงอกหลอดของละอองเกสรค่อนข้างดี ส่วนสายพันธุ์อื่นๆ ไม่สามารถงอกได้ และจากการสังเกตจะพบว่า ละอองเกสรของว่านนางคำสามารถแทงเข้าไปในก้านชูเกสรตัวเมีย (style) ของช่อมรดกไม่คืบนัก โดยบางละอองเกสรแสดงลักษณะว่าไม่สามารถแทงผ่านยอดเกสรตัวเมีย (stigma surface) ลงสู่ก้านชูเกสรตัวเมีย (style) ของช่อมรดก ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ วิชญา (2544) พบว่า การงอกของละอองเรณูหลังการถ่ายละอองเรณูบนยอดเกสรตัวเมีย (stigma surface) ของว่านนางคู้มว่านแสงอาทิตย์ ว่านสี่ทิศพื้นเมืองสีชมพู ว่านสี่ทิศพื้นเมืองสีแดง และว่านสี่ทิศพื้นเมืองสีส้ม พบว่า หลอดละอองเรณูสามารถงอกได้บริเวณยอดเกสรตัวเมีย (stigma surface) เท่านั้นแต่ไม่สามารถงอกลงสู่ก้านชูเกสรตัวเมีย (style) ได้ ซึ่งอาจจะเกิดจากโครงสร้างและองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อเยื่อของเกสรตัวเมีย ความเข้มข้นของสารละลายน้ำตาล และสรีรวิทยาปลายยอดของเกสรตัวเมีย (stigma surface)

เมื่อทำการผสมซึ่งใหม่เรดกับ *Eucurcuma* โดยใช้ *Eucurcuma* เป็นแม่ พบว่า ละอองเกสรไม่สามารถงอกหลอดบนยอดเกสรตัวเมีย (stigma surface) ได้เลย แม้ว่าซึ่งใหม่เรดมีเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิต เปอร์เซ็นต์การงอกของละอองเกสร และความสามารถในการงอกหลอดของละอองเกสรดี ดังนั้นการที่ละอองเกสรไม่สามารถงอกบนยอดเกสรตัวเมีย (stigma surface) ได้นั้น เนื่องมาจากอุปสรรคบนยอดเกสรตัวเมีย (stigma surface) และเมื่อใช้ซึ่งใหม่เรดเป็นแม่ พบว่า ละอองเกสรของว่านนางคำ ว่านมหาจักรพรรดิ ว่านงูเห่า และบัวขื่น ไม่สามารถงอกหลอด

ลงสู่ก้านชูเกสรตัวเมีย (style) ของเชียงใหม่เรดได้ แต่จากการผสม พบว่า การผสมเชียงใหม่เรดกับ ว่านนางคำสามารถติดผลและเมล็ดได้ ซึ่งอาจเกิดเนื่องจากละอองเกสรของว่านนางคำงอกบนยอด เกสรตัวเมีย (stigma surface) ของเชียงใหม่เรดได้ช้ากว่า 5 ชั่วโมง ซึ่งการศึกษานี้ใช้เวลา 5 ชั่วโมง ทำให้ไม่สามารถตรวจสอบเห็นการงอกของละอองเกสรบนยอดเกสรตัวเมีย (stigma surface) สำหรับพันธุ์ขาวโพน พบว่า มีการออกดอกช้าจึงไม่ได้ทำการศึกษาในครั้งนี้

การทดลองที่ 1.2 การติดผลและพัฒนาของผล

- การผสมตัวเอง

การผสมตัวเอง บัวชั้นมีเปอร์เซ็นต์การผสมติดสูงสุด (66.44) รองลงมาได้แก่ ว่านนางคำ (46.67) และแววอุบล (33.33) สำหรับช่อมรกต ขาวโพน ว่านมหาจักรพรรดิ ว่านงูเห่า และบัวเขื่อนนั้นผสมตัวเองไม่ติด ซึ่งประเดิม (2542) ได้ทำการทดลองการผสมตัวเองของบัวชั้น และแววอุบล พบว่า มีเปอร์เซ็นต์การผสมติดสูงถึง 80.00 และ 90.00 ส่วนการผสมตัวเองในสายพันธุ์ช่อมรกต และว่านงูเห่า มีปัญหาเนื่องจากการผสมตัวเองไม่ติด (self-incompatibility) เช่นกัน

สำหรับปทุมมากลุ่มกลีบแหลม เชียงใหม่เรด และเชียงใหม่ไวท์นั้นไม่ได้ผลสำเร็จ เกิดเพียงการเปลี่ยนแปลงของรังไข่ของดอกที่ได้รับการผสม โดยการเกิดลักษณะบวมพองของรังไข่ ในช่วงเวลาสั้นๆ ก่อนที่รังไข่นั้นจะเหี่ยวและลีบไปอันเป็นลักษณะของ post-pollination phenomenon ซึ่งไพศาล (2527) กล่าวว่า การที่ละอองเข้าผสมกับไข่ได้แต่ไม่เกิดเมล็ดและหลุดร่วงไปนั้น เนื่องจากเอมบริโอ และเอนโดสเปิร์มฝ่อเสียก่อนที่เอมบริโอจะพัฒนาต่อไป

สำหรับอายุผลเฉลี่ยจากการผสมตัวเอง ว่านนางคำ มีอายุผลเฉลี่ยสูงสุด (42.00 วัน) รองลงมาได้แก่ บัวชั้น (40.00 วัน) และแววอุบล (38.80 วัน)

สำหรับจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผลจากการผสมตัวเอง แววอุบล มีจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผลสูงสุด (26.00 เมล็ด) รองลงมาได้แก่ ว่านนางคำ (16.00 เมล็ด) และบัวชั้น (15.00 เมล็ด) โดยประเดิม (2542) ได้ทำการทดลองผสมตัวเองของบัวชั้น และแววอุบล พบว่า มีจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผลเท่ากับ 16.30 และ 14.70 เมล็ด จากเมล็ดที่มีปริมาณน้อยนี้อาจจะขึ้นอยู่กับชนิดของพืช หรืออาจเป็นเพราะสภาพแวดล้อม อุณหภูมิ ความชื้น และช่วงระยะเวลาที่ไม่เหมาะสมในการถ่ายละอองเกสรทำให้เกิดการปฏิสนธิได้น้อย

สำหรับเปอร์เซ็นต์เมล็ดสมบูรณ์จากการผสมตัวเอง แววอุบล ว่านนางคำ และบัวชั้น มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดสมบูรณ์สูงสุด (100%) เนื่องจากในระหว่างพัฒนาการของเมล็ด เมล็ดได้รับอาหารสะสมที่เพียงพอต่อการเจริญจนถึงระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา

- การผสมข้าม

สำหรับการผสมข้ามระหว่างพันธุ์ ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x เชียงใหม่ไวท์ มีเปอร์เซ็นต์การผสมติดสูงสุด(100) รองลงมาได้แก่ เชียงใหม่พังก์ x ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม (92.00) และปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x เชียงใหม่เรด (87.33) ซึ่งจากการมีเปอร์เซ็นต์การผสมข้ามที่สูงแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิดของกลุ่มผสม ส่วนคู่ผสมที่ผสมข้ามระหว่างชนิดได้แก่ ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x เทพอัปสร (86.66) รองลงมาได้แก่ ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x ว่านนางคำ (80.00) รองลงมาได้แก่ เชียงใหม่เรด x ว่านนางคำ (66.66) ซึ่งการผสมข้าม ดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการผสมข้ามของกลุ่มผสมจากการมีเปอร์เซ็นต์การผสมข้ามที่ค่อนข้างสูง

ส่วนกลุ่มต่อมาที่มีความสัมพันธ์ที่ห่างกันมากขึ้นของกลุ่มผสมข้ามระหว่างชนิดของ ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x ปทุมรัตน์ มีเปอร์เซ็นต์การผสมติด 40.00 รองลงมาได้แก่ ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x แวอุบล และปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x บัวชั้น (33.33) และคู่ผสมยังมีจำนวนโครโมโซมที่แตกต่างกันด้วย จากรายงานของ สุรวิช (2539); พิมพ์ใจ และคณะ (2539) กล่าวว่า ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม มีจำนวนโครโมโซมเท่ากับ 32 แวอุบลมีจำนวนโครโมโซมเท่ากับ 24 บัวชั้นมีจำนวนโครโมโซมเท่ากับ 42 และปทุมรัตน์ นั้นไม่มีข้อมูลด้านจำนวนโครโมโซม ดังนั้นการที่มีจำนวนโครโมโซมต่างกันอาจเป็นเหตุที่ทำให้มีเปอร์เซ็นต์การผสมติดต่ำกว่ากลุ่มแรก

กลุ่มต่อมาคือ กลุ่มที่มีความสัมพันธ์กันห่างกันมากที่สุดของกลุ่มผสมข้ามระหว่างชนิดของ แวอุบล x ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม มีเปอร์เซ็นต์การผสมติด 20.00 รองลงมาได้แก่ ปทุมรัตน์ x เทพอัปสร (6.60) ส่วนคู่ผสมที่ผสมข้ามระหว่างกลุ่มได้แก่ เชียงใหม่เรด x บัวเพิ่ม (6.60) โดยในกลุ่มนี้มีทั้งพวกที่ผสมภายในกลุ่มเดียวกันและผสมข้ามกลุ่ม ซึ่งส่วนใหญ่จะมีจำนวนโครโมโซมที่แตกต่างกัน จากรายงานของสุรวิช (2539) กล่าวว่า แวอุบล มีจำนวนโครโมโซมเท่ากับ 24 เชียงใหม่เรด และปทุมมากลุ่มกลีบแหลม มีจำนวนโครโมโซมเท่ากับ 32 เทพอัปสร มีจำนวนโครโมโซมเท่ากับ 34 ปทุมรัตน์ และบัวเพิ่มนั้นไม่มีข้อมูลด้านจำนวนโครโมโซม ดังนั้นคู่ผสมที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันแต่มีเปอร์เซ็นต์การผสมติดต่ำนั้น อาจเป็นเพราะอุณหภูมิสูงเกินไปจนทำให้การติดผลลดลง ในสภาพดังกล่าวมีผลทำให้การงอกของละอองเกสรตัวผู้ลดลง และบางกรณีทำให้เกสรตัวผู้ตาย และสภาพแวดล้อมที่จำเพาะในการผสมพันธุ์ (พีรเดช, 2537)

สำหรับคู่ผสมที่ผสมไม่ติดของกลุ่มผสมข้ามระหว่างชนิดได้แก่ ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x ว่านมหาจักรพรรดิ ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x ว่านงูเห่า เชียงใหม่เรด x ว่านมหาจักรพรรดิ เชียงใหม่เรด x บัวชั้น เชียงใหม่เรด x ว่านงูเห่า ช่อมรกต x ว่านนางคำ ช่อมรกต x ว่านมหาจักรพรรดิ ช่อมรกต x บัวชั้น ช่อมรกต x ว่านงูเห่า ว่านนางคำ x ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม ว่านนางคำ x เชียงใหม่เรด ว่านนางคำ x ช่อมรกต ว่านมหาจักรพรรดิ x ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม ว่าน

มหาจักรพรรดิ x เชียงใหม่เรด ว่านมหาจักรพรรดิ x ช่อมรกต บัวชั้น x ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม บัวชั้น x เชียงใหม่เรด บัวชั้น x ช่อมรกต ว่านงูเห่า x ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม ว่านงูเห่า x เชียงใหม่เรด และว่านงูเห่า x ช่อมรกต ส่วนคู่ผสมที่ผสมข้ามระหว่างสกุลได้แก่ ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x บัวเข็ม ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x ดอกเข้าพรรษา เชียงใหม่เรด x ดอกเข้าพรรษา ช่อมรกต x บัวเข็ม ช่อมรกต x ดอกเข้าพรรษา บัวเข็ม x ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม บัวเข็ม x เชียงใหม่เรด บัวเข็ม x ช่อมรกต ดอกเข้าพรรษา x ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม ดอกเข้าพรรษา x เชียงใหม่เรด ดอกเข้าพรรษา x ช่อมรกต เนื่องจากจำนวนโครโมโซมแตกต่างกัน หรือมีความแตกต่างกันทางจีโนไทป์ หรืออาจเกิดปัจจัยทางด้านความเข้ากันไม่ได้ (incompatibility) ระหว่างเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมีย คือ พืชจะมีระบบป้องกันไม่ให้เกิดการปฏิสนธิ ถึงแม้ว่าละอองเกสรตัวผู้จะงอกผ่านเกสรตัวเมียลงไปก็ตาม แต่จะไม่มีปฏิสนธิเกิดขึ้น (พีรเดช, 2537) นอกจากนี้ยังอาจเป็นเพราะสภาพอากาศและช่วงเวลาในการถ่ายละอองเกสรไม่เหมาะสมจึงไม่เกิดการปฏิสนธิ

สำหรับอายุผลเฉลี่ยที่ผสมข้ามระหว่างพันธุ์ เชียงใหม่พื้งค์ x ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม มีอายุผลเฉลี่ยสูงสุด 47.67 วัน รองลงมาได้แก่ ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x เชียงใหม่เรด (44.00 วัน) และปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x เชียงใหม่ไวท์ (42.00 วัน) ส่วนอายุผลเฉลี่ยสูงสุดที่ผสมข้ามระหว่างชนิดได้แก่ ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x เทพอัปสร (47.00 วัน) รองลงมาได้แก่ ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x ปทุมรัตน์ ปทุมรัตน์ x เทพอัปสร (47.00 วัน) รองลงมาได้แก่ เชียงใหม่เรด x ว่านนางคำ (42.00 วัน) ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x ว่านนางคำ (40.00 วัน) และแววอุบล x ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม (39.00 วัน) ส่วนปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x แววอุบล และปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x บัวชั้นมีอายุผลเฉลี่ยต่อผล 37.00 วัน สำหรับอายุผลเฉลี่ยต่อผลที่ผสมข้ามระหว่างสกุลได้แก่ เชียงใหม่เรด x บัวเข็มมีอายุผลเฉลี่ยต่อผล 52 วัน อายุผลที่แตกต่างกันนี้ เกิดจากเอมบริโอ และเอนโดสเปิร์มมีการพัฒนาที่ต่างกัน อาจเกิดเนื่องจากปฏิกริยาระหว่างจีโนมของสองสปีชีส์ ปฏิกริยาระหว่างจีโนไทป์ของไซโกท และเอนโดสเปิร์ม หรือเนื้อเยื่ออื่นๆ ของต้นแม่ ที่จำเป็นต่อการพัฒนาของลูกผสม (นพพร, 2546)

สำหรับจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผลที่ผสมข้ามชนิดระหว่างพันธุ์ ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x เชียงใหม่ไวท์ มีจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผลสูงที่สุด 71.00 เมล็ด รองลงมาได้แก่ ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x เชียงใหม่เรด (45.00 เมล็ด) และเชียงใหม่พื้งค์ x ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม (41.33 เมล็ด) ส่วนจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผลสูงสุดที่ผสมข้ามระหว่างชนิดได้แก่ ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x ปทุมรัตน์ (64.00 เมล็ด) รองลงมาได้แก่ แววอุบล x ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม (49.00 เมล็ด) ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x เทพอัปสร (45.00 เมล็ด) ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x บัวชั้น (42.00 เมล็ด) ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x ว่านนางคำ (35.00 เมล็ด) ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x แววอุบล (26.00 เมล็ด) เชียงใหม่เรด x ว่านนางคำ (20.00 เมล็ด) และปทุมรัตน์ x เทพอัปสร (6.00 เมล็ด) จากจำนวนเมล็ดที่แตกต่างกัน

กันนี้อาจเป็นเพราะละอองเกสรที่ตกบนยอดเกสรตัวเมียมีปริมาณน้อยไม่เพียงพอต่อการผสมพันธุ์ ทำให้มีการติดเมล็ดได้น้อยต่อผล ซึ่งในงานทดลองของสุมิตรา (2533) กล่าวว่า การช่วยให้ยอดเกสรตัวเมียได้รับละอองเกสรเพิ่มมากขึ้นจะด้วยวิธีใดก็ตาม จะทำให้ผลผลิตของเมล็ดของดอกคองคิงเพิ่มขึ้น หรืออาจเป็นเพราะว่าสภาพอากาศที่ไม่เหมาะสมในขณะถ่ายละอองเกสรทำให้เกิดการปฏิสนธิได้น้อย นอกจากนี้ยังอาจเกิดจากการผสมข้ามชนิด และจากการศึกษาการผสมพันธุ์ครั้งนี้พบได้ว่าไม่มีความสัมพันธ์กันระหว่างจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผลกับเปอร์เซ็นต์การผสมติด

สำหรับเปอร์เซ็นต์เมล็ดสมบูรณ์ที่ผสมข้ามชนิดระหว่างพันธุ์ ปทุมมาลุ่มกลีบแหลม x เชียงใหม่เรด ปทุมมาลุ่มกลีบแหลม x เชียงใหม่ไวท์ และเชียงใหม่พื้งค์ x ปทุมมาลุ่มกลีบแหลม มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดสมบูรณ์สูงสุด (100) ส่วนเปอร์เซ็นต์เมล็ดสมบูรณ์สูงสุดที่ผสมข้ามระหว่างชนิดได้แก่ ปทุมมาลุ่มกลีบแหลม x เทพอัปสร ปทุมมาลุ่มกลีบแหลม x ปทุมรัตน์ ปทุมมาลุ่มกลีบแหลม x แวอุบล แวอุบล x ปทุมมาลุ่มกลีบแหลม และปทุมรัตน์ x เทพอัปสร (100) รองลงมาได้แก่ ปทุมมาลุ่มกลีบแหลม x วานนางคำ (94.30) รองลงมาได้แก่ ปทุมมาลุ่มกลีบแหลม x บัวชั้น (85.70) และเชียงใหม่เรด x วานนางคำ (76.90) ซึ่งเปอร์เซ็นต์เมล็ดสมบูรณ์ที่แตกต่างกันนี้อาจเนื่องมาจากในระหว่างพัฒนาการของเมล็ด เมล็ดได้รับอาหารสะสมที่แตกต่างกันหรือเกิดจากอุปสรรคในขั้นตอนของการผสมเกสรและการปฏิสนธิ

ลักษณะของลูกผสม

ในการถ่ายทอดสี และลักษณะลูกผสมตัวเอง และผสมข้ามระหว่างพันธุ์ และผสมข้ามระหว่างชนิด จะแบ่งได้ 4 ลักษณะคือ สีกลีบประดับบน-ล่าง และลักษณะกลีบประดับบน-ล่าง จากการทดลอง พบว่า การผสมตัวเองของลูกผสมของแวอุบลนั้น ลักษณะลายขีดแดงบนกลีบประดับจะปรากฏในลูกผสมทุกต้น ซึ่งแสดงว่าลักษณะลายขีดแดงบนกลีบประดับบน-ล่างสามารถถ่ายทอดลักษณะลายขีดแดงบนใบประดับบน-ล่างจากพ่อแม่ไปสู่รุ่นลูก โดยลูกผสมมีการกระจายตัวของสี และลักษณะกลีบประดับบน-ล่าง แสดงว่าแวอุบลที่นำมาผสมไม่ได้เป็นสายพันธุ์แท้

ในลูกผสมที่ได้จากการผสมระหว่างปทุมมาลุ่มกลีบแหลม x เชียงใหม่ไวท์ ลูกผสมที่ได้มีลักษณะสีกลีบประดับบนอยู่กึ่งกลางระหว่างพ่อและแม่ทุกต้น โดยลูกผสมมีการกระจายตัวของลักษณะกลีบประดับบน-ล่าง

ในปทุมมาลุ่มกลีบแหลม x เทพอัปสร ลูกผสมที่ได้จะมีกลีบประดับส่วนบนสีขาวย และสีชมพูโดยลูกผสมมีการกระจายตัวของสี และลักษณะกลีบประดับบน-ล่าง

ส่วนลูกผสมของปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x แวอุบล และแวอุบล x ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม สามารถถ่ายทอดลักษณะลายขีดแดงบนใบประดับส่วนบน-ล่างจากต้นพ่อแม่ไปสู่รุ่นลูกได้ โดยลูกผสมมีการกระจายตัวของสี และลักษณะกลีบประดับบน-ล่าง

สำหรับลูกผสมระหว่างปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x เชียงใหม่เรด เชียงใหม่พั้งค์ x ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม ปทุมรัตน์ x เทพอัปสร ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x ว่านนางคำ ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x บัวชั้น เชียงใหม่เรด x ว่านนางคำ ยังไม่ปรากฏลูกผสมให้เห็น เนื่องจากความสมบูรณ์ต้น สภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม และเชียงใหม่เรด x บัวเข็ม ลูกผสมไม่สามารถพัฒนาเป็นต้นได้

การทดลองที่ 2 ศึกษาการแก้ปัญหาเมล็ดงอกช้าและไม่สม่ำเสมอในปทุมมา

จากการทดลองการทำลายการพักตัวของเมล็ด พบว่า จากการทำลายการพักตัวของเมล็ดโดยวิธีการต่างๆพบว่า วิธีไม่แกะเปลือกนั้นเมล็ดไม่สามารถงอกได้ ส่วนการเพาะเมล็ดแบบวิธีแกะเปลือกเมล็ด และวิธีแกะเปลือกร่วมกับการชุบเชื้อสีน้ำตาล ทำให้เมล็ดสามารถงอกได้ แสดงว่าเมล็ดลูกผสมมีการพักตัวเนื่องจากเปลือกหุ้มเมล็ดแข็ง (hard seed) เกิดจากส่วนของเปลือกหรือเยื่อหุ้มเมล็ด (exogenous dormancy) ไม่ยอมให้น้ำซึมผ่านเข้าไปยังส่วนต่างๆภายในเมล็ด (จวงจันทร, 2521) ซึ่งสามารถย่นระยะเวลาจากการเพาะตามธรรมชาติที่จะต้องใช้เวลาในการเกิดต้น 1 ปี ดังนั้นถ้าสามารถทำลายการพักตัวของเมล็ดและลดระยะเวลาในการเพาะเลี้ยงเมล็ดจนสามารถเกิดเป็นต้นได้จะช่วยให้งานปรับปรุงพันธุ์ปทุมมาประสบความสำเร็จได้เร็วยิ่งขึ้น

การทดลองที่ 3 ศึกษาการช่วยชีวิตเอ็มบริโอ (embryo rescue)

จากการทดลอง การช่วยชีวิตเอ็มบริโอ พบว่า อายุผล 14 และ 28 วัน ภายหลังการผสมเกสร สามารถช่วยชีวิตเอ็มบริโอได้ เนื่องจากว่าเป็นช่วงระยะที่เหมาะสมในการนำมาเลี้ยง สำหรับอายุผล 52 วัน ภายหลังการผสมเกสร เมื่อนำมาเลี้ยงทั้งเมล็ดจะ พบว่า เมล็ดไม่สามารถงอกได้

ข้อเสนอแนะ

1. ในการผสมเกสรในพืชกลุ่มขมิ้นนั้นควรผสมในช่วงเวลา 07.30-11.00น. ภายใต้สภาพอากาศร้อนชื้นเพราะ โอกาสในการผสมติดค่อนข้างสูง และเป็นช่วงที่เกสรตัวผู้-เมียนั้นพร้อมที่จะรับการผสมพันธุ์

2. ในการผสมพันธุ์ในกลุ่มขมิ้นนั้นจะมีปัญหาในการผสมซึ่งส่วนใหญ่ เนื่องจากอุปสรรคบนยอดเกสรตัวเมีย (stigma surface) เช่นยอดเกสรตัวเมีย (stigma surface) เป็นพิษทำให้ละอองเกสรไม่สามารถงอกได้ หรือโปรตีนที่ผลิตโดย pollen wall ผลิตออกมาทำปฏิกิริยากับยอดเกสรตัวเมียหากเข้ากันไม่ได้ จึงทำให้ละอองเกสรไม่สามารถแทงลงไปบนยอดเกสรตัวเมียได้ หรือจำนวนโครโมโซมไม่เท่ากัน ซึ่งสามารถแก้ไขได้โดยการตัดยอดเกสรตัวเมีย เลือกบริเวณและระยะเวลาในการผสมให้ถูกต้องและเหมาะสมที่สุด หรือทำการฉีดพ่นสารที่ใช้ในการเลี้ยงละอองเกสร หรือน้ำลงบนยอดเกสรตัวเมีย (stigma surface) หรือบางครั้งอาจใช้น้ำเกลือ ส่วนจำนวนโครโมโซมไม่เท่ากันสามารถทำได้โดยการ Double chromosome ให้มีจำนวนเท่ากัน

3. ลูกผสมที่มีลักษณะแปลกใหม่คือ ลูกผสมที่ได้จากการผสมพันธุ์ระหว่าง ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x เทพอัปสร เพราะว่าลูกผสมที่ได้นั้นค่อนข้างจะมีการกระจายตัวของสี และลักษณะกลีบประดับบน-ล่าง โดยเฉพาะลูกผสมที่มีลักษณะของสีกลีบประดับบนสีขาวอมชมพูอ่อนเรื่อยๆทำให้สีของกลีบประดับไม่ชัดเจนไปเหมือนเทพอัปสร และสีไม่เข้มเกินไปเหมือนกับปทุมมากลุ่มกลีบแหลม และลักษณะกลีบประดับจะไม่แผ่กว้างมากนัก ปลายกลีบหุ้มเข้าแฉกด้วยสีเขียวอ่อน 6-8 ชั้น ส่วนกลีบประดับล่างจะมีการจัดเรียงตัวเป็นระเบียบไม่อัดแน่นมากนัก ก้านช่อดอกยาวปานกลางประมาณ 20-25 เซนติเมตร เหมาะสำหรับเป็นไม้กระถาง และไม้ประดับแปลง ลักษณะของใบจะกว้างเหมือนกับเทพอัปสร สีเขียวเข้ม (ภาพ 35)





ภาพ 35 ลูกผสมระหว่างปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x เทพอัปสร

4. เมล็ดลูกผสมที่ได้นั้นจะไม่สามารถเพาะได้ภายหลังจากผลสุกแก่เต็มที่ เพราะเมล็ดจะเกิดการพักตัวเป็นระยะเวลา 1 ปี เนื่องจากเปลือกเมล็ดแข็ง (hard seed) ดังนั้นวิธีที่สามารถแก้ปัญหาดังกล่าวได้นั้นคือ การทำลายการพักตัวด้วยวิธีการแกะเปลือกเมล็ด (seed coat) หลังจากนั้นนำไปเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อ โดยเฉลี่ย 25 วัน ภายหลังจากการเพาะเลี้ยง เมล็ดสามารถเกิดรากและยอด และใช้เวลาโดยเฉลี่ย 4 เดือน ภายหลังจากการเพาะเลี้ยง สามารถย้ายปลูกรอกจากขวดเนื้อเยื่อ ซึ่งวิธีการนี้สามารถช่วยย่นระยะเวลาในการปรับปรุงพันธุ์พืชในกลุ่มขมิ้นได้

5. ในการช่วยชีวิตลูกผสมให้ใช้อายุผลภายหลังการผสมไปแล้ว 28 วัน สามารถทำให้เอ็มบริโอเกิดรากและยอด และสามารถพัฒนาเป็นต้นที่สมบูรณ์ได้ดีที่สุด

บทที่ 6

สรุปผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 ศึกษาการผสมเกสรและพัฒนาการของเมล็ดไม้ดอกกลุ่มขมิ้น

การทดลองที่ 1.1 ทดสอบความมีชีวิตและความสามารถในการงอกของละอองเกสร

จากการทดสอบความมีชีวิตของละอองเกสร พบว่า สายพันธุ์ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม มีชีวิตมากที่สุด สายพันธุ์ช่อมรกดละอองเกสรมีชีวิตต่ำที่สุด และการงอกของละอองเกสรบนอาหารสังเคราะห์ที่ระดับความเข้มข้นของน้ำตาล 10% เหมาะสำหรับการงอกของละอองเกสรดีที่สุด ยกเว้นละอองเกสรของช่อมรกด ไม่สามารถงอกหลุดได้ และได้ทำการเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์เป็นเวลา 1 3 และ 5 ชั่วโมง พบว่า ในสายพันธุ์ของละอองเกสรที่งอกมากที่สุดได้แก่ บัวชั้น และสายพันธุ์ที่ละอองเกสรงอกต่ำที่สุดได้แก่ ว่านงูเห่า และเมื่อเปรียบเทียบความสามารถในการงอกหลุดของหลอดละอองเกสร พบว่า ในสายพันธุ์ที่ละอองเกสรมีความสามารถในการงอกหลุดได้ดีมากที่สุดได้แก่ ว่านมหาจักรพรรดิ และสายพันธุ์ที่ละอองเกสรมีความสามารถในการงอกหลุดได้ต่ำที่สุดได้แก่ ว่านงูเห่า ส่วนละอองเกสรของช่อมรกดไม่สามารถงอกหลุดได้เลย และจากการทดสอบความสามารถในการงอกของละอองเกสร (pollen) บนยอดเกสรตัวเมีย (stigma surface) และการงอกของหลอดละอองเกสรลงในก้านชูเกสรตัวเมีย (style) พบว่า ปัญหาการผสมข้ามระหว่างชนิด ส่วนใหญ่มีอุปสรรคในการงอกละอองเกสรบนยอดเกสรตัวเมีย (stigma surface) ซึ่งแสดงว่าอุปสรรคในการผสมส่วนใหญ่จะมีสาเหตุมาจากยอดเกสรตัวเมีย (stigma surface)

การทดลองที่ 1.2 การผสมเกสรและพัฒนาของเมล็ด

จากการศึกษาผสมตัวเอง พบว่า บัวชั้น ว่านนางคำ และแววอุบล ผสมตัวเองติดส่วนช่อมรกด ขาวสโนว์ ว่านมหาจักรพรรดิ ว่านงูเห่า และบัวเข้มนั้นผสมตัวเองไม่ติด สำหรับปทุมมากลุ่มกลีบแหลม เชียงใหม่เรด และเชียงใหม่ไวท์ ผสมตัวเองไม่ติดโดยภายหลังการผสมรังไข่ฝ่อและเหี่ยวจนร่วงไปในที่สุด

จากการศึกษาผสมข้าม กลุ่มที่มีความสามารถในการผสมข้ามสูง (50.00-100%) ได้แก่ ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x เชียงใหม่ไวท์ (100%) รองลงมาคือคู่ผสมระหว่าง เชียงใหม่พังก์ x ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม (92.00%) และปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x เชียงใหม่เรด (87.33%) รองลงมา

คือ ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x เทพอัปสร (86.66%) ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x ว่านนางคำ (80.00%) และ เชียงใหม่เรด x ว่านนางคำ (66.67%)

กลุ่มที่มีความสามารถในการผสมข้ามปานกลาง (30.00-49.00%) ได้แก่ ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x ปทุมรัตน์ (40.00%) รองลงมาคือ ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x แวอุบล และ ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x บัวชั้น (33.33%)

กลุ่มที่มีความสามารถในการผสมข้ามต่ำ (5.00-29.00%) ได้แก่ แวอุบล x ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม (20.00%) รองลงมาคือ ปทุมรัตน์ x เทพอัปสร และ เชียงใหม่เรด x บัวเข็ม (6.60%)

กลุ่มที่มีความสามารถในการผสมข้ามต่ำที่สุด (0.00-4.00%) ได้แก่ ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x ว่านมหาจักรพรรดิ ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x ว่านงูเห่า เชียงใหม่เรด x ว่านมหาจักรพรรดิ เชียงใหม่เรด x บัวชั้น เชียงใหม่เรด x ว่านงูเห่า ช่อมรกต x ว่านนางคำ ช่อมรกต x ว่านมหาจักรพรรดิ ช่อมรกต x บัวชั้น ช่อมรกต x ว่านงูเห่า ว่านนางคำ x ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม ว่านนางคำ x เชียงใหม่เรด ว่านนางคำ x ช่อมรกต ว่านมหาจักรพรรดิ x ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม ว่านมหาจักรพรรดิ x เชียงใหม่เรด ว่านมหาจักรพรรดิ x ช่อมรกต บัวชั้น x ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม บัวชั้น x เชียงใหม่เรด บัวชั้น x ช่อมรกต ว่านงูเห่า x ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม ว่านงูเห่า x เชียงใหม่เรด และ ว่านงูเห่า x ช่อมรกต ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x บัวเข็ม ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม x ดอกเข้าพรรษา เชียงใหม่เรด x ดอกเข้าพรรษา ช่อมรกต x บัวเข็ม ช่อมรกต x ดอกเข้าพรรษา บัวเข็ม x ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม บัวเข็ม x เชียงใหม่เรด บัวเข็ม x ช่อมรกต ดอกเข้าพรรษา x ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม ดอกเข้าพรรษา x เชียงใหม่เรด ดอกเข้าพรรษา x ช่อมรกต

ลักษณะถูกผสมตัวเอง และผสมข้ามที่ได้ ลูกผสมที่ได้มีการกระจายตัวของสีกลีบประดับบน-ล่าง และลักษณะกลีบประดับบน-ล่าง นอกจากนี้ยังพบว่า ลูกผสมที่ได้จากบางคู่ผสมมีลักษณะสีกลีบประดับบนอยู่กึ่งกลางระหว่างพ่อและแม่

การทดลองที่ 2 ศึกษาการแก้ปัญหาเมล็ดงอกช้าและไม่สม่ำเสมอของไม้ดอกกลุ่มขมิ้น

จากการทดลองการทำลายพักตัวของเมล็ดลูกผสม พบว่า วิธีการแกะเปลือก และวิธีการแกะเปลือกร่วมกับการชุบเชื้อสีน้ำตาล สามารถทำลายการพักตัวของเมล็ด เนื่องจากเปลือกเมล็ดแข็ง (hard seed) ได้ดีที่สุด ส่วนวิธีไม่แกะเปลือกไม่สามารถทำลายการพักตัวของเมล็ดได้

การทดลองที่ 3 ศึกษาการช่วยชีวิตเอ็มบริโอ (embryo rescue)

จากการทดลองช่วยชีวิตเอ็มบริโอ พบว่า การช่วยชีวิตที่อายุผล 14 และ 28 วัน ภายหลังการผสมเกสร ทำให้เอ็มบริโอมีการพัฒนาและเกิดเป็นต้นได้ ส่วนอายุผล 52 วัน ภายหลังการผสมเกสร เมล็ดไม่สามารถงอกได้



บรรณานุกรม

- กฤษฎา สัมพันธ์รักษ์. 2519. **หลักการปรับปรุงพันธุ์พืช**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 353 น.
- _____. 2546. **ปรับปรุงพันธุ์พืช พื้นฐาน วิธีการ และแนวคิด ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์**, กรุงเทพฯ. 237 น.
- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2548. **ข้อมูลการส่งออกหัวพันธุ์ปทุมมาปี 2547**. กรุงเทพฯ: กรมส่งเสริมการเกษตร. 131 น.
- จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2521. **เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 194 น.
- จรัสศรี แก่นเมือง. 2545. **การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางพันธุกรรมในพืชกลุ่มกระเจียว โดยเทคนิคอาร์เอฟดี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 91 น.
- จิรัชญา ช่อมะม่วง. 2542. **การศึกษาการงอกของละอองเกสรในมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ทะวายเบอร์ 4 เชียงสวย และโชคอนันต์**. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 15 น.
- จุไรรัตน์ อินทะนิน. 2544. **การผลิตและจำหน่ายปทุมมาของเกษตรกรในจังหวัดเชียงใหม่**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 84 น.
- จำเริญสุข พิพัฒน์ตันติศักดิ์. 2544. **ระยะเวลาที่เหมาะสมในการผสมเกสรและการติดของเมล็ดของพืชกลุ่มหงส์เหิน**. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 43 น.
- ฉันทนา สุวรรณธาดา, พิมพ์ใจ อาภาวัชรุทธิ์ และพิศิษฐ์ วรอุไร. 2540. **การสร้างดอกของไม้ดอกประเภทหัว**. น. 1-6. ใน รายงานการประชุมวิชาการไม้ดอกไม้ประดับแห่งชาติ ครั้งที่ 3 กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
- คณีย์ บุญเกียรติ. 2537. **สรีรวิทยาของพืช**. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 210 น.
- ทิพสุคนธ์ ชวฤทธิ์. 2546. **การผสมว่านสี่ทิศ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 105 น.
- นพพล จรัสสัมฤทธิ์. 2537. **ฮอร์โมนพืชและสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช**. กรุงเทพฯ: 124 น.
- นพพร คล้ายพงษ์พันธุ์. 2546. **เทคนิคการปรับปรุงพันธุ์พืช**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 262 น.
- นิคัย ศกุนรัตน์. 2542. **สรีรวิทยาของพืช**. พิมพ์ครั้งที่ 2. เชียงใหม่: นพบุรีการพิมพ์. 237 น.
- นิคัยศรี แสงเดือน. 2542. **พันธุศาสตร์พืช**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 295 น.

- นิพนธ์ สุขวินุบลย์, นิรุติ เรือนแก้ว และบัณฑิต สิทธิบุรณ์. 2537. การรวบรวมและศึกษาพันธุ์กระเจียว. วารสารเคหการเกษตร 15(11): 1-13.
- ประภัตสร อารยะกิจเจริญชัย. 2543. การขยายพันธุ์ว่านสีทศ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 110 น.
- ประเคิม วัฒนชนานันท์. 2542. การผสมภายในชนิดและการผสมข้ามชนิดของพืชกลุ่ม *Curcuma*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 24 น.
- พวงพรรณ บัวทอง. 2549. การเจริญเติบโตของว่านมหาโชคและบัวดินสีขาว. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 100 น.
- พิชัย มณีโชติ, วัฒนา เสถียรสวัสดิ์ และกิตติพงศ์ ศิสรานนท์. 2536. กุยกั้นเรื่องอนาคตของ *Curcuma* กระเจียว. วารสารเคหการเกษตร 6(1): 5.
- พินิจดา สุระจิตร. 2543. การขยายพันธุ์ว่านแสงอาทิตย์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 105 น.
- พิมพ์ใจ อาภาวัชรุทธิ์, ถกลวรรณ ศรีสวัสดิ์ และฉันทนา สุวรรณธาดา. 2539. การศึกษาจำนวนโครโมโซมของพืชกลุ่มกระเจียวไทย 17 ชนิด. น. 86-93. ใน รายงานการประชุมวิชาการไม้ดอกไม้ประดับแห่งชาติ ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สำนักคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
- พีรเดช ทองอำไพ. 2537. สอร์โหมนพืชและสารสังเคราะห์. แนวทางการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 196 น.
- ไพศาล เหล่าสุวรรณ. 2527. หลักการปรับปรุงพันธุ์พืช. สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 319 น.
- มนตร์ระวี พิราวัชร. 2544. การเจริญเติบโตและการปรับปรุงพันธุ์องคาบ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 122 น.
- รังสฤษฎ์ กาวิฑะ. 2545. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 239 น.
- ลาวัลย์ รักสัตย์. 2539. ตะอองกسر. กรุงเทพฯ: โอเคียนสโตร์. 145 น.
- วิชญา ศรีสุข. 2544. การผสมว่านนางค่อมข้ามสกุลกับไม้ดอกสีสด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 154 น.
- วันชัย จันทรประเสริฐ. 2537. ศรีวิทยาเมล็ดพันธุ์. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 213 น.
- ศิริพร หาญนันทวิวัฒน์. 2541. ชีวิตวิทยาของดอกว่านมหาโชค. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 152 น.

- สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. 2538. **สรีรวิทยาของพืช**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 213 น.
- สุมิตรา คงชื่นสิน. 2533. การถ่ายละอองเกสรในคองคิง. **วารสารวิทยาศาสตร์ เกษตรศาสตร์** 23 (3-4) : 132-142.
- สุรวิษ วรรณไกรโรจน์. 2539. **ปทุมมาและกระเจียวไม้ดอกไม้ประดับ**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ บ้านและสวน. 128 น.
- แสงจันทร์ เอี่ยมธรรมชาติ. 2547. **การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ**. มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่. เชียงใหม่: 358 น.
- อรพิน สุขแสวง. 2542. **การศึกษาความมีชีวิตของละอองเกสรลินจี**. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้ 20 น.
- อดิศร กระแสชัย. 2539. **บทปฏิบัติการวิชา Cytogenetics in Agriculture (359704)**. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 89 น.
- เอกรัตน์ สามีตติยะ. 2543. **การเจริญเติบโตของวุ้นแสงอาทิตย์**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 77 น.
- Amots, D. 1992. **Pollination Ecology**. Information Press Ltd., Sydney. 250 p.
- Baloch, M.J., A.R. Lakho and M.Y. Solangi. 2001. Impact of Sucrose Concentration on *in vitro* Pollen Germination of Okra. *Hibiscus esculentus*. **Journal of Biological Science** 4: 402-403 p.
- Buitendijk, J.H., N. Pinsonneaux and A.A.M. van Lammeren. 1995. Embryo rescue by half-ovule culture for the production of interspecific hybrids in *Alstromeria*. **Scientia Horticulturae** 64: 65-75 p.
- Bunya, A., K.S. Ketsa and G.Van Doorn. 2004. Postharvest Physiology of *Curcuma alismatifolia* flower. **Postharvest Biology and Technology** 34: 219-226 p.
- Chi, H.S. 2000a. Interspecific crosses of Lily by *in vitro* pollination ovules. **Bot. Bull. Acad sin** 41:143-149 p.
- . 2000b. The efficiencies of various embryo rescue method in interspecific crosses of *Lilium*. **Bot.bull. Aacd sin** 43:139 p.
- Custers, J.B.M., W. Eikelboom and J.P. Van Eijk. 1995. Embryo-rescue in the Genus *Tulipa* L; successful direct transfer of *T. kaufmanniana* Regel germplasm into *T. gesneria* L. **Euphytica** 82: 253-261 p.

- Dehlgren, R.M.T., H.T. Clifford and P.F Yeo. 1885. **The families of the Monocotyledons** Springer verlag. New York. 520 p.
- Echim, T. and V. Sonea. 1982. **Studies on pollen quality in freesia (*freesia hybrida*) in relation to environmental conditions and time of collection.** [Online]. Available <http://dbonline2.lib.cmu.ac.th/cabi/detail.nsp> (11 July 2004).
- Fei, S. and E. Nelson. 2003. Estimation of pollen Viability, Shedding Pattern and Longevity of Creeping Bentgrass on Artificial Media. **Crop Science Society of America** 43: 2177-2181 p.
- Fukai, S., N. Okubo and M. Goi. 2002. Effect of style condition on seed production in *Lilium*. **Horticultural. Abstract** 72(4) : 380 p.
- Gao, J.Y., L.Z. Hang and Q.J. 2004. The Floral Biology of *Curcumorpha longiflora* (Zingiberaceae) ; A: Ginger with two-day flower. **American Journal of Botany** 9(2) : 289-293 p.
- Greetha, K., S. Vijayabaskaran and N. Jayaraman. 2004. In vitro studies on pollen germination and pollen tube growth in maize. **Science and Technology** 2(1): 205-207.
- Halterlein, A. J., C.D. Clayberg and I.D. Teare. 1980. Influence of high temperature on pollen grain viability and pollen tube growth in the styles of *Phaseolus vulgaris* L. **Journal of the American Society for Horticultural Science** 105(1) : 12-14 p.
- Hayward, M.D., N.O. Bosemark and I. Romagosa. 1993. Principle and Prospect. Chapman hall, London. **Plant Breeding. Abstract** 550 p.
- Hill, G. D. 1999. Storage and longevity of *Lupinus luteus*. L. pollen. **Towards the 21st century. Procesding of the 8th International Lupin Conference** California. 321-326 p.
- Hossian, M.M., H. Inden, and T. Asahira. 1990. In vitro ovule culture of intergeneric hybrids between *Brassica oleracea* and *Raphanus sativus*. **Scientia Horticulturae** 41:181-188 p.
- Kim, H.J. and Y. Niimi. 2002. Effect of floral age at the time of self-pollination on seed production in several *Lilium* species. **Horticultural. Abstract** 69(1) : 5,248.
- Kress, W.J and K Larsen. 2003. A second species of *Smithatris* (Zingiberaceae) from Myanmar. **Novon** 13(1) : 68-71 p

- Mahawer, L. N. and R. L. Misra. 1997. Studies on pollen germination in gladiolus. **Journal of Ornamental Horticultural Science** 5(1/2) : 12-16 p.
- Murashige T. and Skoog F. 1962. A revised medium for rapid growth and bio-assays with Tobacco tissue culture. **Physiology. Plant** 15: 473-474 p.
- Niimi, Y., M. Nakano and K.I. Maki. 1996. Production of interspecific hybrids between *Lilium regale* and *L. rebellum* via ovule culture. **Plant Breeding Abstr act** 66(6) : 913 p.
- Nurhan, H. 2003. *In vitro* pollen germination and pollen tube characteristics in Tetraploid Red Clover (*Trifolium pretense* L.). **Turk Journal Botany** 57-61p.
- Obata, Y., Y.N. Nakano and I. Miyajima. 2000. Interspecific hybrids between *Lilium nobilissimum* and *L. regale* produced via ovule-with-placenta tissue culture. **Scientia Horticulturae** 84:191-204 p.
- Poloto, V. S., S. A. Weinbaum and T.T. Muraka. 1991. Adaptive responses of walnut pollen germination to temperature during pollen development. **Journal of the American Society for Horticultural Science** 116(3) : 552-554 p.
- Rhee, H.K., J.H. Lim and Y.J. Kim. 2005. Improvement of Breeding Efficiency for Interspecific Hybridization of Lilies in Korea. **National Horticultural Research Institute**. 440-310 p.
- Roy, A.K., D.R. Malaviya and A. Tiwari. 2004. Interspecific hybridization of *Trifolium alexandrinum* with *T. constantinopolitanum* using Embryo rescue. **Plant cell** 705-710 p.
- Van Creijl, M.G., M. Kerckhoffs and J.M. Van Tuyl. 1999. The Effect of ovule age on ovary-slice culture and ovule culture in intraspecific and interspecific crosses with *Tulipa gesneriana*. **Euphytica** 108(8): 21-28 p.
- _____. 2000. The Effect of medium composition on ovary-slice culture and ovule culture in intraspecific *Tulipa gesneriana* crosses. **Plant cell** 60(7) : 61-67 p.
- Warwick, S.I., M.J. Simard., A. Legere., H.J. Beckie., L. Braun., B Zhu., P. Mason., G. Seguin-Swartz and C.N. Stewart. 2003. Hybridization between transgenic *Brassica napus* L. and its wild relatives: *Brassica repa* L., *Raphanus raphanistrum* L., *Sinapis arvensis* L., and *Erucastrum gallicum* (Willd) O.E. Schulz. Thero, Appl. **Genet** 107: 528-539 p.



ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

ตารางผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ

ตารางผนวก 1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ของจำนวนละออง
เกสรที่มีชีวิตของไม้ดอกกลุ่มขมิ้นจำนวน 8 สายพันธุ์

SOU	df	SS	MS	F
Treatment	7	19921.99	2845.99	37.55**
Error	16	1212.76	75.80	
Total	23	21134.75		

หมายเหตุ ** = แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวก 2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ของความสามารถ
ในการงอกของละอองเกสรบนอาหารสังเคราะห์ที่ระดับความเข้มข้นของน้ำตาล 10
20 30 และ 40% ในพันธุ์ปทุมมากลุ่มกลีบแหลม

SOU	df	SS	MS	F
Treatment	3	8388.58	2796.19	20.43**
Error	8	1094.79	136.85	
Total	11	9483.38		

หมายเหตุ ** = แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวก3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ของความสามารถในการงอกของละอองเกสรบนอาหารสังเคราะห์ที่ระดับความเข้มข้นของน้ำตาล 10 20 30 และ 40% ในพันธุ์เชียงใหม่เรด

SOU	df	SS	MS	F
Treatment	3	4148.39	1382.80	4.00 ^{ns}
Error	8	2765.35	345.67	
Total	11	6913.74		

หมายเหตุ ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางผนวก 4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ของความสามารถในการงอกของละอองเกสรบนอาหารสังเคราะห์ที่ระดับความเข้มข้นของน้ำตาล 10 20 30 และ 40% ในพันธุ์ขาวสโนว์

SOU	df	SS	MS	F
Treatment	3	8227.46	2742.49	22.68**
Error	8	967.25	120.91	
Total	11	9194.71		

หมายเหตุ ** = แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวก 5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ของความสามารถในการงอกของละอองเกสร โดยใช้อาหารสังเคราะห์ที่ระดับความเข้มข้นของน้ำตาล 10 20 30 และ 40% ในพันธุ์ช่อมรกต

SOU	df	SS	MS	F
Treatment	3	0	0	0 ^{ns}
Error	8	0	0	
Total	11			

หมายเหตุ ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางผนวก 6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ของความสามารถในการงอกของละอองเกสรบนอาหารสังเคราะห์ที่ระดับความเข้มข้นของน้ำตาล 10 20 30 และ 40% ในพันธุ์ว่านนางคำ

SOU	df	SS	MS	F
Treatment	3	2258.15	752.72	556.36**
Error	8	10.82	1.35	
Total	11	2268.98		

หมายเหตุ ** = แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวก7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ของความสามารถในการงอกของละอองเกสรบนอาหารสังเคราะห์ที่ระดับความเข้มข้นของน้ำตาล 10 20 30 และ 40% ในพันธุ์ว่านมหาจักรพรรดิ

SOU	df	SS	MS	F
Treatment	3	2145.71	715.24	350.19**
Error	8	16.34	2.04	
Total	11	2162.05		

หมายเหตุ ** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวก8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ของการงอกของละอองเกสรบนอาหารสังเคราะห์ที่ระดับความเข้มข้นของน้ำตาล 10 20 30 และ 40% ในพันธุ์ว่านงูเห่า

SOU	df	SS	MS	F
Treatment	3	2.03	0.68	3.06 ^{ns}
Error	8	1.77	0.22	
Total	11	3.80		

หมายเหตุ ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางผนวก 9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ของความสามารถในการงอกของละอองเกสรบนอาหารสังเคราะห์ที่ระดับความเข้มข้นของน้ำตาล 10 20 30 และ 40% ในพันธุ์บัวชั้น

SOU	df	SS	MS	F
Treatment	3	5417.91	1805.97	33.00**
Error	8	437.84	54.73	
Total	11	5855.75		

หมายเหตุ ** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวก 10 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ของความสามารถในการงอกของละอองเกสรบนอาหารสังเคราะห์ที่ระดับความเข้มข้นของน้ำตาล 10% เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ของไม้ดอกกลุ่มขมิ้นจำนวน 8 สายพันธุ์

SOU	df	SS	MS	F
Treatment	7	9903.63	1414.80	9.98**
Error	16	2268.41	141.78	
Total	23	12172.04		

หมายเหตุ ** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวก 11 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ของความสามารถในการงอกของละอองเกสรบนอาหารสังเคราะห์ที่ระดับความเข้มข้นของน้ำตาล 10% เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ของไม้ดอกกลุ่มขมิ้นจำนวน 8 สายพันธุ์

SOU	df	SS	MS	F
Treatment	7	12489.13	1784.16	37.03**
Error	16	770.87	48.18	
Total	23	13260.00		

หมายเหตุ ** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวก 12 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ของความสามารถในการงอกของละอองเกสรบนอาหารสังเคราะห์ที่ระดับความเข้มข้นของน้ำตาล 10% เป็นเวลา 5 ชั่วโมงของไม้ดอกกลุ่มขมิ้นจำนวน 8 สายพันธุ์

SOU	df	SS	MS	F
Treatment	7	12159.70	1737.10	17.17**
Error	16	1618.77	101.17	
Total	23	13778.47		

หมายเหตุ ** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวก 13 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ของความยาวหลอดละอองเกสรบนอาหารสังเคราะห์ที่ระดับความเข้มข้นของน้ำตาล 10% เป็นเวลา 1 ชั่วโมงของไม้ดอกกลุ่มขมิ้นจำนวน 8 สายพันธุ์

SOU	df	SS	MS	F
Treatment	7	8637763.59	1233966.23	34.01**
Error	16	580503.45	36281.47	
Total	23	9218267.05		

หมายเหตุ ** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวก 14 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ของความยาวหลอดละอองเกสรบนอาหารสังเคราะห์ที่ระดับความเข้มข้นของน้ำตาล 10% เป็นเวลา 3 ชั่วโมงของไม้ดอกกลุ่มขมิ้นจำนวน 8 สายพันธุ์

SOU	df	SS	MS	F
Treatment	7	23454266.57	3350609.51	25.30**
Error	16	2119061.81	132441.36	
Total	23	25573328.38		

หมายเหตุ ** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวก 15 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ของความยาวหลอดละอองเกสรบนอาหารสังเคราะห์ที่ระดับความเข้มข้นของน้ำตาล 10% เป็นเวลา 5 ชั่วโมงของไม้ดอกกลุ่มขมิ้นจำนวน 8 สายพันธุ์

SOU	df	SS	MS	F
Treatment	7	31703472.00	4529067.43	30.59**
Error	16	2369197.66	148074.85	
Total	23	34072669.66		

หมายเหตุ ** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวก 16 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ของเปอร์เซ็นต์การผสมติดของไม้ดอกกลุ่มขมิ้นจำนวน 8 สายพันธุ์ในการผสมตัวเอง

SOU	df	SS	MS	F
Treatment	7	15068.70	2152.67	64.54**
Error	16	533.63	33.35	
Total	23	15602.33		

หมายเหตุ ** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวก 17 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ของอายุผลเฉลี่ยของไม้ดอกกลุ่มขมิ้นจำนวน 8 สายพันธุ์ในการผสมตัวเอง

SOU	df	SS	MS	F
Treatment	7	9201.06	1314.44	464.47**
Error	16	45.28	2.83	
Total	23	9246.34		

หมายเหตุ ** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวก 18 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ของจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผลของไม้ดอกกลุ่มขมิ้นจำนวน 8 สายพันธุ์ในการผสมตัวเอง

SOU	df	SS	MS	F
Treatment	7	2252.63	321.80	64.36**
Error	16	80.00	5.00	
Total	23	2332.63		

หมายเหตุ ** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวก 19 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ของเปอร์เซ็นต์
เมล็ดสมบูรณ์ของไม้ดอกกลุ่มขมิ้นจำนวน 8 สายพันธุ์ในการผสมตัวเอง

SOU	df	SS	MS	F
Treatment	7	56250.00	8035.71	∞**
Error	16	0.00	0.00	
Total	23	56250.00		

หมายเหตุ ** = แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวก 20 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ของเปอร์เซ็นต์
การผสมติดของไม้ดอกกลุ่มขมิ้นจำนวน 3 กลุ่มในการผสมข้ามระหว่างพันธุ์

SOU	df	SS	MS	F
Treatment	2	246.22	123.11	3.96 ^{ns}
Error	6	186.67	31.11	
Total	8	432.89		

หมายเหตุ ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางผนวก 21 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ของอายุผลเฉลี่ยของไม้ดอกกลุ่มขมิ้นจำนวน 3 กลุ่มในการผสมข้ามระหว่างพันธุ์

SOU	df	SS	MS	F
Treatment	2	49.56	24.78	0.88 ^{ns}
Error	6	168.67	28.11	
Total	8	218.22		

หมายเหตุ ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางผนวก 22 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ของจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผลของไม้ดอกกลุ่มขมิ้นจำนวน 3 กลุ่มในการผสมข้ามระหว่างพันธุ์

SOU	df	SS	MS	F
Treatment	2	1569.56	784.78	54.33**
Error	6	86.67	14.44	
Total	8	1656.22		

หมายเหตุ ** = แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวก 23 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ของเปอร์เซ็นต์ เมล็ดสมบูรณ์ของไม้ดอกกลุ่มขมิ้นจำนวน 3 กลุ่มในการผสมข้ามระหว่างพันธุ์

SOU	df	SS	MS	F
Treatment	2	50.00	25.00	1.53 ^{ns}
Error	6	98.00	16.33	
Total	8	148.00		

หมายเหตุ ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางผนวก 24 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ของเปอร์เซ็นต์ การผสมติดของไม้ดอกกลุ่มขมิ้นจำนวน 29 กลุ่มในการผสมข้ามระหว่างชนิด

SOU	df	SS	MS	F
Treatment	28	53959.13	1927.11	48.36**
Error	58	2311.29	39.85	
Total	86	56270.42		

หมายเหตุ ** = แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวก 25 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ของอายุผลเฉลี่ย
ของไม้ดอกกลุ่มขมิ้นจำนวน 29 คู่ผสมในการผสมข้ามระหว่างชนิด

SOU	df	SS	MS	F
Treatment	28	29846.48	1065.95	583.25**
Error	58	106.00	1.83	
Total	86	29952.48		

หมายเหตุ ** = แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวก 26 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ของจำนวนเมล็ด
เฉลี่ยต่อผลของไม้ดอกกลุ่มขมิ้นจำนวน 29 คู่ผสมในการผสมข้ามระหว่างชนิด

SOU	df	SS	MS	F
Treatment	28	29348.07	1048.15	453.67**
Error	58	134.00	2.31	
Total	86	29482.07		

หมายเหตุ ** = แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวก 27 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ของเปอร์เซ็นต์
เมล็ดสมบูรณ์ของไม้ดอกกลุ่มขมิ้นจำนวน 29 คู่ผสมในการผสมข้ามระหว่างชนิด

SOU	df	SS	MS	F
Treatment	28	157186.50	5613.80	2607.37**
Error	58	124.88	2.15	
Total	86	157311.38		

หมายเหตุ ** = แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวก 28 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ของเปอร์เซ็นต์
การผสมติดของไม้ดอกกลุ่มขมิ้นจำนวน 12 คู่ผสมในการผสมข้ามระหว่างสกุล
(ข้อมูลแปลงค่า $\sqrt{X+1}$)

SOU	df	SS	MS	F
Treatment	11	8.42	0.77	∞ **
Error	24	0.00	0.00	
Total	35	8.42		

หมายเหตุ ** = แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวก 29 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ของอายุผลเฉลี่ยของไม้ดอกกลุ่มขมิ้นจำนวน 12 คู่ผสมในการผสมข้ามระหว่างสกุล (ข้อมูลแปลงค่า $\sqrt{X+1}$)

SOU	df	SS	MS	F
Treatment	11	108.46	9.86	∞^{**}
Error	24	0.00	0.00	
Total	35	108.46		

หมายเหตุ ** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวก 30 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ของจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผลของไม้ดอกกลุ่มขมิ้นจำนวน 12 คู่ผสมในการผสมข้ามระหว่างสกุล (ข้อมูลแปลงค่า $\sqrt{X+1}$)

SOU	df	SS	MS	F
Treatment	11	34.46	3.13	69.30**
Error	24	1.09	0.05	
Total	35	35.55		

หมายเหตุ ** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวก 31 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ของเปอร์เซ็นต์เมล็ดสมบูรณ์ของไม้ดอกกลุ่มขมิ้นจำนวน 12 คู่ผสมในการผสมข้ามระหว่างสกุล (ข้อมูลแปลงค่า $\sqrt{X+1}$)

SOU	df	SS	MS	F
Treatment	11	225.23	20.48	∞^{**}
Error	24	0.00	0.00	
	35	225.23		

หมายเหตุ ** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวก 32 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ของจำนวนต้นที่งอกจากการทำลายการพักตัวด้วยวิธีการต่างๆ (ข้อมูลแปลงค่า $\sqrt{X+1}$)

SOU	df	SS	MS	F
Treatment	2	142.81	71.41	21.24 **
Error	26	87.42	3.36	
Total	28	230.23		

หมายเหตุ ** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวก 33 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ของจำนวนคันที่อยู่รอดจากการทำลายการพักตัวด้วยวิธีการต่างๆ (ข้อมูลแปลงค่า $\sqrt{X+1}$)

SOU	df	SS	MS	F
Treatment	2	71.67	35.83	9.89**
Error	26	94.20	3.62	
Total	28	165.87		

หมายเหตุ ** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวก 34 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ของจำนวนวันที่เริ่มออกจากการทำลายการพักตัวด้วยวิธีการต่างๆ (ข้อมูลแปลงค่า $\sqrt{X+1}$)

SOU	df	SS	MS	F
Treatment	2	90.01	45.00	46.70**
Error	26	25.05	0.96	
Total	28	115.06		

หมายเหตุ ** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวก 35 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ของจำนวนคันที่
งอกจากการช่วยชีวิตเอ็มบริโอในช่วงอายุผลต่างๆ (ข้อมูลแปลงค่า $\sqrt{X+1}$)

SOU	df	SS	MS	F
Treatment	2	7929.60	3964.80	11.82**
Error	14	4696.88	335.49	
Total	16	12626.47		

หมายเหตุ ** = แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวก 36 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ของของจำนวน
คันที่อยู่รอดจากการช่วยชีวิตเอ็มบริโอในช่วงอายุผลต่างๆ (ข้อมูลแปลงค่า $\sqrt{X+1}$)

SOU	df	SS	MS	F
Treatment	2	3429.17	1714.58	5.97*
Error	14	4020.83	287.20	
Total	16	7450.00		

หมายเหตุ * = แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางผนวก 37 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ของจำนวนวันที่เริ่มออกจากการช่วยชีวิตเอมบริโอในช่วงอายุผลต่างๆ (ข้อมูลแปลงค่า $\sqrt{X+1}$)

SOU	df	SS	MS	F
Treatment	2	312.59	156.29	37.72**
Error	14	58.01	4.14	
Total	16	370.60		

หมายเหตุ ** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99%



ภาคผนวก ข

ประวัติผู้วิจัย

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล นางสาวหยกทิพย์ สุดารีย์
 เกิดเมื่อ 26 มิถุนายน 2525
 ประวัติการศึกษา พ.ศ. 2544 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนศรีปฐมพิทยาคาร
 จังหวัดอุบลราชธานี
 พ.ศ. 2548 ปริญญาตรี มหาวิทยาลัยแม่โจ้
 จังหวัดเชียงใหม่

