โครงการบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ระดับการประเมินคุณภาพ

☐ ดีเยี่ยม ☑ ดีมาก

☐ ดี ☐ ปานกลาง

การศึกษาความสามารถและอุปสรรคในการผสมข้ามชนิดของพืชสกุลมะเขือ

สุเทพ วัชรเวชศฤงคาร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน
สำนักงานบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยแม่โจ้
พ.ศ. 2550

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

สำนักงานบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน

ชื่อเรื่อง

การศึกษาความสามารถและอุปสรรคในการผสมข้ามชนิดของพืชสกุลมะเขือ

โดย

สุเทพ วัชรเวชศฤงคาร

พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการที่ปรึกษา .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ฉันทนา วิชรัตน์)

วันที่ ๒๔ เดือน ธ.ค. พ.ศ. ๕๐

กรรมการที่ปรึกษา .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วราภรณ์ แสงทอง)

วันที่ ๒๔ เดือน ธ.ค. พ.ศ. ๕๐

กรรมการที่ปรึกษา .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิมศรี นนทสวัสดิ์ศรี)

วันที่ ๒๔ เดือน ธ.ค. พ.ศ. ๕๐

ประธานกรรมการประจำหลักสูตร .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประสิทธิ์ โนรี)

วันที่ ๒๔ เดือน ๑๒ พ.ศ. ๕๐

สำนักงานบัณฑิตศึกษารับรองแล้ว .....

(รองศาสตราจารย์ ดร.เทพ พงษ์พานิช)

ประธานคณะกรรมการโครงการบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ๒๔ เดือน ก.ค. พ.ศ. ๒๕๕๐

ชื่อเรื่อง การศึกษาความสามารถและอุปสรรคในการผสมข้ามชนิดของพืชสกุลมะเขือ

ชื่อผู้เขียน นายสุเทพ วัชรเวชศฤงคาร

ชื่อปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน

ประธานกรรมการที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาตราจารย์ฉันทนา วิชรัตน์

บทคัดย่อ

การศึกษาความสามารถและอุปสรรคในการผสมข้ามชนิดของพืชสกุลมะเขือ โดยใช้มะเขือพันธุ์ปลูก(มะเขือเปราะเจ้าพระยา, *Solanum melongena* L.) เป็นต้นพ่อ และใช้พันธุ์ป่าเป็นต้นแม่จำนวน 2 ชนิด (มะแว้งต้นไร้หนาม, *S. sanitwongsei* Craib และมะแว้งต้นมีหนาม *S. violaceum* Ortega) ทำการผสมแบบตรง(direct cross)และแบบสลับ (reciprocal cross) ได้ 4 คู่ผสม ผลการทดลอง พบว่า สามารถทำการผสมข้ามชนิดในพืชสกุลมะเขือได้บางคู่ผสม โดยในคู่ผสม *S. sanitwongsei* Craib x *S. melongena* L. มีเปอร์เซ็นต์การผสมข้าม 87.31% คู่ผสม *S. violaceum* Ortega x *S. melongena* L. มีเปอร์เซ็นต์การผสมข้าม 82.17% ส่วนในคู่ผสม *S. melongena* L. x *S. violaceum* Ortega มีเปอร์เซ็นต์การผสมข้าม27.27 % และในคู่ผสม *S. melongena* L. x *S. sanitwongsei* Craib ไม่สามารถทำการผสมข้ามชนิดได้ เมื่อศึกษาพัฒนาการของผลในพันธุ์พ่อแม่ และจากการผสมข้ามชนิด พบว่า ใน *S. melongena* L. มีระยะเวลาการสุกแก่ของผลที่อายุ 37 วันหลังดอกบาน *S. sanitwongsei* Craib มีระยะเวลาการสุกแก่ของผลที่อายุผล 42 วันหลังดอกบาน และ *S. violaceum* Ortega มีระยะเวลาการสุกแก่ของผลที่อายุผล 45 วันหลังดอกบาน ในการผสมข้าม *S. sanitwongsei* Craib x *S. melongena* L. ผลจะมีระยะเวลาการสุกแก่ของผลที่อายุ 68 วันหลังผสมเกสร ส่วนการผสมข้าม *S. violaceum* Ortega x *S. melongena* L. ผลจะมีระยะเวลาการสุกแก่ของผลที่อายุ 60 วันหลังผสมเกสร และการผสมข้าม *S. melongena* L. x *S. violaceum* Ortega ผลจะมีระยะเวลาการสุกแก่ของผลที่อายุ 69 วันหลังผสมเกสร

ด้านพัฒนาการของเอมบริโอ พบว่า ในสายพันธุ์พ่อและแม่ทั้ง 3 ชนิดนั้นจะพบเอมบริโอระยะกลม (globular) ซึ่งเป็นระยะแรกที่อายุผลประมาณ 12-13 วันหลังดอกบาน ส่วนการพัฒนาของเอมบริโอที่เกิดจากการผสมข้ามชนิดนั้น พบว่า การผสมข้ามชนิดระหว่าง *S. sanitwongsei* Craib x *S. melongena* L และ *S. violaceum* Ortega x *S. melongena* L. สามารถพบเอมบริโอระยะกลม (globular) ได้ที่อายุผล 27 วันหลังผสมเกสร เช่นเดียวกัน และเมื่อนำเอาเอมบริโอที่ระยะการพัฒนาของผลในระยะต่างๆ ของลูกผสมมาศึกษาพัฒนาการของเอมบริโอ

พบว่า เอมบริโอสามารถพัฒนาไปถึงระยะเอมบริโอแก่ได้ แต่เอมบริโอที่พบมีขนาดที่แตกต่างกัน จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้เมล็ดจากการผสมข้ามชนิดมีเปอร์เซ็นต์ความงอกต่ำและมีการงอกของเมล็ดไม่สม่ำเสมอ สำหรับการศึกษาความมีชีวิตของเอมบริโอ พบว่า ทุกเอมบริโอมีชีวิต

Title Study on the ability and obstruction in interspecific plant crossing of *Solanum* spp.

Author Mr. Suthep Watcharawetsaringkharn

Degree of Master of Science in Horticulture

Advisory Committee Chairperson Assistant Professor Chantana Wicharatana

ABSTRACT

In this study, cultivated *Solanum melongena* L. as male parent was crossed with two kinds of wild *Solanum* spp. (*Solanum sanitwongsei* Craib X *S. melongena* L. and *S. violaceum* Ortega X *S. melongena* L.) through direct crossing and reciprocal crossing to produce four F_1 interspecific crosses. Results showed that crossing of *S. sanitwongse*i Craib X *S. melongena* L., *S. violaceum* Ortega X *S. melongena* L. and *S. melongena* L. x *S. violaceum* Ortega had fruit setting percentages of 87.31, 82.17 and 27.27, respectively, but crossing of *S. melongena* L. X *S. sanitwongsei* Craib had 0% fruit setting. The study on the physiological maturity of parents and crossbreds showed that *S. melongena* L. attained fruit maturity after 37 days of flower anthesis. On the other hand, *S. sanitwongsei* Craib and *S. violaceum* Ortega took 42 and 45 days after flower anthesis to mature. Furthermore, three interspecific crossings (*S. sanitwongsei* Craib X *S. melongena* L., *S. violaceum* Ortega X *S. melongena* L. and *S. melongena* L. X *S. violaceum* Ortega) reached fruit maturity at 68, 60 and 69 days after pollination, respectively.

On embryo development, results indicated that in the three parent plants, globular embryo was found 12-13 days after flower anthesis. Meanwhile, embryo development resulting from crossing between *S. sanitwongsei* Craib X *S. melongena* L. and *S. violaceum* Ortega X *S. melongena* L., showed globular embryo at 27 days after pollination. When developing embryos at various stages were studied, it was found that a globular embryo was able to develop until maturity although the different embryos produced were at varying sizes. Thus, it can be concluded that this may be the reason why seeds from crosses had low germination percentage and also had irregular germination. The study likewise showed that all embryos were viable.

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ฉันทนา วิชรัตน์ ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำปรึกษา คำแนะนำในการวางแผนดำเนินงานทดลอง ตลอดช่วยสนับสนุนวัสดุอุปกรณ์ ค่าใช้จ่ายสำหรับใช้ในการดำเนินงาน ให้ความอนุเคราะห์ทั้งด้านการศึกษาและการดำเนินชีวิต ตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยดีตลอดมาจนวิทยานิพนธ์เสร็จสมบูรณ์ ผู้จัดทำขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วราภรณ์ แสงทอง กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำปรึกษา คำแนะนำ สละเวลาให้ข้อเสนอแนะช่วยเหลือในการวางแผนดำเนินงานทดลอง และตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เป็นอย่างดียิ่งตลอดมา ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิมศรี นนทสวัสดิ์ศรี กรรมการที่ปรึกษา ที่ได้ให้คำปรึกษา คำแนะนำในการวางแผนและดำเนินงานทดลอง ตลอดจนให้ความอนุเคราะห์ในการใช้สถานที่ทดลอง สารเคมี และอุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินการทดลองจนวิทยานิพนธ์เสร็จสมบูรณ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐา โพธาภรณ์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ช่วยให้คำแนะนำและตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์เล่มนี้ให้สำเร็จลุล่วงด้วยดี และสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อสุชาติ คุณแม่เลขา วัชรเวชศฤงคาร ผู้ให้กำเนิด ให้โอกาสทางการศึกษา สนับสนุนค่าใช้จ่ายในการศึกษาเล่าเรียนและคอยเป็นกำลังใจในการศึกษาตลอดมา ขอบคุณทุกคนในครอบครัว อาจารย์ปรีชา รัตนัง คุณนงนุช กุศล คุณละอองทิพย์ ไมตรี คุณหยกทิพย์ สุดารีย์ คุณสุดาวัลย์ บุญญะวัตร คุณทวีป เสนคำวงศ์ คุณคมวุฒิ บุญกิจ และน้องๆนักศึกษาปริญญาตรี สาขาพืชผัก และอีกหลายท่านที่ไม่ได้เอ่ยนามในครั้งนี้ ที่คอยให้ความช่วยเหลือ เป็นกำลังใจให้ตลอดระยะเวลาในการศึกษา

สุเทพ วัชรเวชศฤงคาร

กันยายน 2550

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
ABSTRACT	(5)
กิตติกรรมประกาศ	(6)
สารบัญตาราง	(9)
สารบัญภาพ	(10)
สารบัญภาพภาคผนวก	(13)
บทที่ 1 บทนำ	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	1
ขอบเขตของการวิจัย	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	3
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	24
อุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับการทดลองที่ 1 ศึกษาความสามารถในการผสมข้าม ชนิดในพืชสกุลมะเขือ	24
อุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับการทดลองที่ 2 ศึกษาพัฒนาการของผล เอมบริโอและความมีชีวิตของเอมบริโอในลูกผสมข้ามชนิด	25
วิธีการทดลอง	25
การทดลองที่ 1 ศึกษาความสามารถในการผสมข้ามชนิดในพืชสกุลมะเขือ	25
การทดลองที่ 2 ศึกษาพัฒนาการของผล เอมบริโอและความมีชีวิตของเอมบริโอในลูกผสมข้ามชนิด	28
บทที่ 4 ผลการทดลอง	31
การทดลองที่ 1 ศึกษาความสามารถในการผสมข้ามชนิดในพืชสกุลมะเขือ	31
การทดลองที่ 2 ศึกษาพัฒนาการของผล เอมบริโอและความมีชีวิตของเอมบริโอในลูกผสมข้ามชนิด	38
บทที่ 5 วิจารณ์ผลการทดลอง	64
บทที่ 6 สรุปผลการทดลอง	72

หน้า

บรรณานุกรม 77

ภาคผนวก 83

ภาคผนวก ก ภาพการทดลอง 84

ภาคผนวก ข ประวัติผู้วิจัย 88

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	การผสมข้ามชนิดระหว่าง *Solanum melongena* L. กับสายพันธุ์ป่าที่มีความสำคัญ	13
2	จำนวนดอกที่ได้รับการผสม จำนวนดอกที่ผสมติดเป็นผล และเปอร์เซ็นต์การผสมติดเป็นผล	36
3	แสดงจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผล จำนวนเมล็ดไม่สมบูรณ์เฉลี่ยต่อผล เปอร์เซ็นต์เมล็ดไม่สมบูรณ์ และเปอร์เซ็นต์เมล็ดสมบูรณ์	38
4	อายุการพัฒนาของผลหลังดอกบานและผสมเกสรถึงผลสุกแก่ในพันธุ์พ่อแม่และจากการผสมข้ามชนิด	40
5	อายุการพัฒนาของผลที่พบเอมบริโอระยะต่างๆในมะแว้งต้นไร้หนาม มะเขือเปราะเจ้าพระยา และจากการผสมข้ามชนิด	46
6	อายุการพัฒนาของผลที่พบเอมบริโอระยะต่างๆในมะแว้งต้นมีหนาม มะเขือเปราะเจ้าพระยา และจากการผสมข้ามชนิด	47

สารบัญภาพ

ภาพ		หน้า
1	ลักษณะของ *Solanum melongena* L.	5
2	ลักษณะของ *Solanum sanitwongsei* Craib	6
3	ลักษณะของ *Solanum violaceum* Ortega	7
4	ขั้นตอนการผสมเกสร	27
5	การแขวนป้ายดอกที่บานในแต่ละวันใน *S. melongena* L. *S. sanitwongsei* Craib และ *S. violaceum* Ortega	29
6	การศึกษาการพัฒนาการของเอมบริโอ และศึกษาความมีชีวิตของเอมบริโอ	30
7	ความมีชีวิตและขนาดละอองเกสรตัวผู้ของมะเขือเปราะเจ้าพระยา มะแว้งต้นไร้หนาม และ มะแว้งต้นมีหนามที่ย้อมด้วย acetocarmine	31
8	การงอกของละอองเกสร (pollen)บนยอดเกสรตัวเมีย (stigma surface; sg) ที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมงหลังผสมเกสร	32
9	การงอกของหลอดละอองเกสร (pollen tube, pt)ลงสู่ก้านชูเกสรตัวเมีย (style, st) หลังผสมเกสร 24 ชั่วโมง	33
10	การงอกของหลอดละอองเกสร (pollen tube, pt)ลงสู่ก้านชูเกสรตัวเมีย (style, st) หลังผสมเกสร 48 ชั่วโมง	34
11	การงอกของหลอดละอองเกสร (pollen tube, pt)ลงสู่ก้านชูเกสรตัวเมีย (style, st) หลังผสมเกสร 72 ชั่วโมง	35
12	การติดผลหลังผสมเกสร	37
13	การเพาะเมล็ดจากการผสมข้ามชนิดในอาหารสังเคราะห์สูตร Hyponex	37
14	ลักษณะเมล็ดที่ไม่สมบูรณ์ในการผสมข้ามชนิด	39
15	พัฒนาการของผลหลังดอกบานถึงผลสุกแก่ใน มะเขือเปราะเจ้าพระยา	41
16	พัฒนาการของผลหลังดอกบานถึงผลสุกแก่ใน มะแว้งต้นไร้หนาม	41
17	พัฒนาการของผลหลังดอกบานถึงผลสุกแก่ใน มะแว้งต้นมีหนาม	42
18	พัฒนาการของผลหลังผสมเกสรถึงผลสุกแก่ในการผสมข้ามชนิดระหว่างมะแว้งต้นไร้หนาม x มะเขือเปราะเจ้าพระยา	42

ภาพ(ต่อ) หน้า

19	พัฒนาการของผลหลังผสมเกสรถึงผลสุกแก่ในการผสมข้ามชนิดระหว่างมะแว้งต้นมีหนาม x มะเขือเปราะเจ้าพระยา	43
20	ลักษณะผลระยะสุกแก่ในการผสมข้ามชนิดที่ทำการผสมแบบสลับ มะเขือเปราะเจ้าพระยา x มะแว้งต้นมีหนาม	44
21	พัฒนาการผลและไข่อ่อนอายุ 2 วันในมะแว้งต้นไร้หนาม มะเขือเปราะเจ้าพระยา และ จากการผสมข้ามชนิด	48
22	พัฒนาการผลอายุ 12 วันในมะแว้งต้นไร้หนาม มะเขือเปราะเจ้าพระยา และพัฒนาการผลอายุ 26 วันหลังผสมเกสรในการผสมข้ามชนิด	49
23	พัฒนาการผลและเอมบริโอ ในผลที่มีอายุ 13 วัน ในมะแว้งต้นไร้หนาม มะเขือเปราะเจ้าพระยา และ พัฒนาการผลอายุ 27 วันหลังผสมเกสรในการผสมข้ามชนิด	50
24	พัฒนาการผลและเอมบริโอ ในผลที่มีอายุ 15 วันหลังดอกบานในมะแว้งต้นไร้หนาม อายุ 14 วันหลังดอกบานในมะเขือเปราะเจ้าพระยา และผลอายุ 28 วันหลังผสมเกสรในการผสมข้ามชนิด	51
25	พัฒนาการผลและเอมบริโอในผลที่มีอายุ 16 วันในมะแว้งต้นไร้หนาม มะเขือเปราะเจ้าพระยา และ พัฒนาการผลอายุ 32 วันหลังผสมเกสรในการผสมข้ามชนิด	52
26	พัฒนาการผลและเอมบริโอ ในผลที่มีอายุ 17 วันหลังดอกบานมะแว้งต้นไร้หนาม อายุ 19 วันหลังดอกบานในมะเขือเปราะเจ้าพระยา และผลอายุ 36 วันหลังผสมเกสรในการผสมข้ามชนิด	50
27	พัฒนาการผลและเอมบริโอ ในผลที่มีอายุ 42 วันหลังดอกบานในมะแว้งต้นไร้หนาม อายุ 37 วันหลังดอกบานในมะเขือเปราะเจ้าพระยา และผลอายุ 68 วันหลังผสมเกสรในการผสมข้ามชนิด	54
28	เอมบริโอระยะ heart (H) และ torpedo (T) ในการผสมข้ามชนิดที่อายุผล 35 วันหลังผสมเกสรในคู่ผสมระหว่าง มะแว้งต้นไร้หนาม x มะเขือเปราะเจ้าพระยา	54

ภาพ(ต่อ) หน้า

29	ลักษณะเมล็ดที่มีการพัฒนาของเอนโดสเปอร์มที่สมบูรณ์ใน มะแว้งต้นไร้หนาม มะเขือเปราะเจ้าพระยา และลักษณะเมล็ดที่มีการพัฒนาของเอนโดสเปอร์มที่ไม่สมบูรณ์ในการผสมข้ามชนิด	55
30	พัฒนาการผลและไข่อ่อนอายุ 2 วันในมะแว้งต้นมีหนาม มะเขือเปราะเจ้าพระยาและจากการผสมข้ามชนิด	56
31	พัฒนาการผลอายุ 11 วันหลังดอกบานในมะแว้งต้นมีหนาม อายุ 12 วันหลังดอกบานในมะเขือเปราะเจ้าพระยา และอายุ 26 วันหลังผสมเกสรในการผสมข้ามชนิด	57
32	พัฒนาการผลและเอมบริโอ ในผลที่มีอายุ 12 วันหลังดอกบานในมะแว้งต้นไร้หนาม อายุ 13 วันหลังดอกบานในมะเขือเปราะเจ้าพระยา และอายุ 27 วันหลังผสมเกสรในการผสมข้ามชนิด	58
33	พัฒนาการผลอายุ 14 วันหลังดอกบานในมะแว้งต้นมีหนาม มะเขือเปราะเจ้าพระยา และอายุ 28 วันหลังผสมเกสรในการผสมข้ามชนิด	59
34	พัฒนาการผลอายุ 16 วันหลังดอกบานในมะแว้งต้นมีหนาม มะเขือเปราะเจ้าพระยา และอายุ 35 วันหลังผสมเกสรในการผสมข้ามชนิด	60
35	พัฒนาการผลอายุ 18 วันหลังดอกบานในมะแว้งต้นมีหนาม อายุ 19 วันหลังดอกบานในมะเขือเปราะเจ้าพระยา และอายุ 37 วันหลังผสมเกสรในการผสมข้ามชนิด	61
36	พัฒนาการผลอายุ 45 วันหลังดอกบานในมะแว้งต้นมีหนาม อายุ 37 วันหลังดอกบานในมะเขือเปราะเจ้าพระยา และอายุ 60 วันหลังผสมเกสรในการผสมข้ามชนิด	62
37	ลักษณะเมล็ดที่มีการพัฒนาของเอนโดสเปอร์มที่สมบูรณ์ใน มะแว้งต้นมีหนาม มะเขือเปราะเจ้าพระยา และ ลักษณะเมล็ดที่มีการพัฒนาของเอนโดสเปอร์มที่ไม่สมบูรณ์ในการผสมข้ามชนิด	63
38	ลักษณะเมล็ดที่มีการพัฒนาของเอนโดสเปอร์มที่สมบูรณ์ในมะเขือเปราะเจ้าพระยา มะแว้งต้นมีหนาม และ ลักษณะเมล็ดที่มีเพียงการพัฒนาของเอนโดสเปอร์มที่ไม่สมบูรณ์และไมมีการพัฒนาของเอมบริโอในการผสมข้ามชนิดแบบสลับ	64

สารบัญภาพผนวก

ภาพผนวก		หน้า
1	ลักษณะดอกที่ทำการตอนดอก (emasculation) ใน มะเขือเปราะเจ้าพระยา มะแว้งต้นไร้หนาม และ มะแว้งต้นมีหนาม	85
2	ขนาดความยาวของก้านชูเกสรตัวเมียใน มะเขือเปราะเจ้าพระยา มะแว้งต้นไร้หนาม และ มะแว้งต้นมีหนาม	85
3	ระยะการพัฒนาของเอมบริโอใน มะแว้งต้นไร้หนาม มะเขือเปราะเจ้าพระยา และ จากการผสมข้ามชนิด	86
4	ระยะการพัฒนาของเอมบริโอใน มะแว้งต้นมีหนาม มะเขือเปราะเจ้าพระยา และ จากการผสมข้ามชนิด	87

บทที่ 1
บทนำ

มะเขือเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจทั้งในแถบยุโรปและประเทศเขตร้อน มีการใช้ประโยชน์จากมะเขือกันอย่างกว้างขวาง เช่น เป็นอาหาร ผักเครื่องเคียง และยารักษาโรค มะเขือเปราะเป็นพืชผักชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญในการเป็นอาหารหลักของไทยและเป็นพืชผักส่งออกที่สำคัญโดยมีพื้นที่ปลูกทั้งหมดในปีเพาะปลูก 2545/2546 เท่ากับ 66,941 ไร่ ได้ผลผลิตทั้งหมด 127,083 ตัน (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2547) นอกจากนี้พบว่ามะเขือเป็นพืชที่มีความหลากหลายทางพันธุกรรมสูง ประเทศไทยเป็นแหล่งพันธุกรรมที่สำคัญแหล่งหนึ่งของโลกและ มีการผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมในกลุ่มมะเขือเปราะหลากหลายสายพันธุ์ การทำเมล็ดพันธุ์ลูกผสมในมะเขือเปราะในปัจจุบันยังคงใช้แรงงานจากคนทั้งสิ้น จึงทำให้ต้นทุนการผลิตเมล็ดพันธุ์มีราคาสูง อีกทั้งยังพบปัญหาการปนเปื้อนของสายพันธุ์ที่ไม่ต้องการ การปรับปรุงพันธุ์โดยใช้สายพันธุ์ป่าที่มีพันธุกรรมของความเป็นหมันของเกสรตัวผู้มาใช้เพื่อถ่ายทอดพันธุกรรมที่ต้องการเข้าสู่พันธุ์ปลูก จึงเป็นอีกวิธีการหนึ่งของการปรับปรุงพันธุ์เพื่อให้ได้พืชที่มีลักษณะตามที่ต้องการ(Isshiki and Kawajiri, 2001) แต่ในการนำสายพันธุ์ป่าที่เป็นพืชในสกุลเดียวกันแต่ต่างชนิดกันนั้นมาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์จะมีข้อจำกัดหรืออุปสรรคในการผสมข้ามชนิด การพัฒนาของเอมบริโอและการเจริญเป็นต้นพืชปกติได้

การศึกษานี้จึงมุ่งศึกษาความสามารถในการผสมข้าม การพัฒนาของผล การพัฒนาของเอมบริโอ ความมีชีวิตของเอมบริโอและสาเหตุของอุปสรรคในการผสมข้ามชนิด เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการปรับปรุงพันธุ์พืชให้ได้พันธุ์พืชที่ต้องการต่อไป

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาความสามารถในการผสมข้ามชนิดในพืชสกุลมะเขือ
2. ศึกษาหาสาเหตุของอุปสรรคของการผสมข้ามชนิดในพืชสกุลมะเขือ
3. ศึกษาหาสาเหตุที่เมล็ดลูกผสมข้ามชนิดไม่สามารถพัฒนาเป็นเมล็ดที่สมบูรณ์ได้

ขอบเขตของการวิจัย

การศึกษาความสามารถในการผสมข้ามชนิด การพัฒนาของผล การพัฒนาของเอมบริโอ ความมีชีวิตของเอมบริโอและอุปสรรคของการผสมข้ามชนิด ในครั้งนี้ใช้มะเขือสายพันธุ์ปลูก *Solanum melongena* L. กับสายพันธุ์ป่า *S. sanitwongsei* Craib และ*S. violaceum* Ortega เป็นตัวแทนในการศึกษา เนื่องจากต้องการถ่ายทอดลักษณะความเป็นหมันของเกสรตัวผู้จากสายพันธุ์ป่าเข้าสู่สายพันธุ์ปลูก

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถทราบถึงความสามารถในการผสมข้ามชนิด สาเหตุของอุปสรรคของการผสมข้ามชนิดและพัฒนาการของผลและเอมบริโอ
2. เป็นข้อมูลพื้นฐานที่นำมาใช้ในการช่วยชีวิตลูกผสมข้ามชนิด ที่เกิดการแท้งหรือไม่พัฒนาของเอมบริโอ เพื่อให้ได้ลูกผสมที่มีลักษณะตามที่ต้องการ
3. เป็นข้อมูลเบื้องต้นที่จะนำมาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์มะเขือ

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

พืชสกุลมะเขือ (*Solanum* L.) เป็นพืชที่อยู่ในวงศ์มะเขือ (Solanaceae) พบได้ทั่วไปทั่วโลก มีประมาณ 1,500 ชนิด เขตการกระจายพันธุ์พบบริเวณเขตร้อนกึ่งร้อนทวีปอเมริกาและทวีปอเมริกาใต้ และแพร่ต่อไปยังทวีปแอฟริกาและออสเตรเลีย พบในบริเวณเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ 25 ชนิด ส่วนประเทศไทยพบประมาณ 21 ชนิด สภาพแวดล้อมทั่วไปที่พบบริเวณที่รกร้างว่างเปล่า ป่าผสม ป่าดิบที่มีอาณาเขตใกล้ชุมชน (Siemonsma and Piluek, 1994)

Tanaka (1976) รายงานว่า พืชสกุลมะเขือมีประโยชน์ เป็นพืชที่รับประทานได้หลายชนิด ได้แก่ *Solanum aculeatissimum* Jacq., *S. indicum* L. *S. nigrum* L. *S. macrocarpon* L. *S. melonggena* L. *S. muricatum* Ait. *S. sanitwongsei* Craib *S. spirale* Roxb. *S. torvum* Sw. *S. trilobatum* L. และ *S. verbascifolium* L. มีความสำคัญทางการเกษตร การใช้ประโยชน์ส่วนใหญ่ใช้ผลอ่อนหรือผลแก่ปรุงอาหารเป็นผัก ส่วนด้านพืชสมุนไพร มีรายงานว่า มีหลายชนิดที่เป็นพืชสมุนไพร ได้แก่ *S. aculeatissimum* Jacq. *S. indicum* L. *S. ferrox* L. *S. indicum* L. *S. mamosum* L. *S. nigrum* L. *S. sarmentosum* Nees. *S. torvum* Sw. *S. trilobatum* L. *S. verbascifolium* L. ชนิดที่ใช้เป็นไม้ประดับ คือ S. *wrightii* Benth.

นอกจากนี้ยังพบว่าพืชสกุลนี้มีสาร glycoalkaloids กลุ่ม solanine พบในบริเวณส่วนต่างๆ ของพืช ได้แก่ผลของ *S. dulcamara* L. ผลดิบของ *S. incanum* L. และ *S. nigrum* L. ราก ของ *S. spirale* Roxb. และ *S. tuberosum* L. พบที่เปลือกของหัว สารนี้สามารถก่อให้เกิดพิษทั้งต่อปศุสัตว์และมนุษย์ (Chorpra, 1965)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

มะเขือมีจำนวนโครโมโซม 2n = 24 คู่ เป็นพืชผสมตัวเอง แต่มีอัตราการผสมข้าม 1-10 เปอร์เซ็นต์ ดอกเป็นดอกสมบูรณ์เพศ เกิดเป็นดอกเดียวหรือรวมกันเป็นกลุ่ม มีตั้งแต่ 2 ดอกขึ้นไป ก้านดอกเกิดระหว่างช่วงของใบ ด้านตรงข้ามกับใบ ดอกมะเขือส่วนใหญ่จะโน้มลง แต่บางพันธุ์ชูขึ้น กลีบเลี้ยงมีปลายแยกออก 5 แฉก เชื่อมติดกับฐานเป็นรูปกรวย มีสีเขียวหรือม่วง กลีบดอกเชื่อมติดกันเป็นท่อ ตรงปลายแยกเป็น 5 แฉก อยู่สลับกับกลีบเลี้ยง มีสีขาวหรือม่วง เกสรตัวผู้มี 5 อัน อยู่ติดกลีบดอก อับละอองเกสรตัวผู้มีสีเหลือง มี 2-4 พู มีรูเปิดตรงปลาย จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอ่อนเมื่อถึงระยะปล่อยละอองเกสร ก้านชูเกสรตัวเมียมีความยาวแตกต่างกันจึงทำให้อัตราการผสมข้ามแตกต่างกัน สามารถจำแนกได้ 3 ชนิด

1. ก้านเกสรตัวเมียยาวกว่าอับละอองเกสรตัวผู้ (long style) มีอัตราการผสมข้ามสูง

2. ก้านชูเกสรตัวเมียยาวปานกลาง (medium style)

3. ก้านชูเกสรตัวเมียสั้น (short style) มีอัตราการผสมตัวเองสูง

ผลมีขนาดยาวกลม กลมแป้น รูปไข่ หรือมีร่องพู เส้นผ่าศูนย์กลางผล 1-20 เซนติเมตร ผลอ่อนมีสีขาว เขียว เหลือง ม่วง ดำ

การเจริญเติบโตเหมือนมะเขือเทศ ทั้งทยอยเก็บเกี่ยว และเก็บเกี่ยวเสร็จเร็ว และมักเป็นพืชที่ปลูกข้ามปี สามารถเก็บเกี่ยวได้หลายครั้ง และนาน (จานุลักษณ์ , 2541)

ลักษณะภูมิอากาศและภูมิประเทศที่เหมาะสม

มะเขือเป็นพืชกึ่งร้อน อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต ระหว่าง 22-30 องศาเซลเซียส อุณหภูมิกลางวัน 25-35 องศาเซลเซียส อุณหภูมิกลางคืน 20-27 องศาเซลเซียส ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่า 15-16 องศาเซลเซียส มีผลทำให้การติดผลไม่ดี และอุณหภูมิสูงอาจมีผลทำให้ก้านชูเกสรตัวเมียยาวกว่าปกติ อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อระยะติดผลประมาณ 20-30 องศาเซลเซียส

สภาพวันสั้นไม่มีอิทธิพลต่อการแสดงดอกของมะเขือ สามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาพดินที่มี pH 5.5 – 6.8 อุดมสมบูรณ์ มีการระบายน้ำดี และไม่มีโรคของพืชตระกูลมะเขือสะสม เนื่องจากมะเขือเป็นพืชที่มีอัตราการผสมข้ามต่ำ ระยะที่ห่างที่เหมาะสมจากมะเขือพันธุ์อื่นๆ หรือชนิดอื่นอย่างน้อย 300 เมตร (จานุลักษณ์ , 2541)

การจัดจำแนกพืชสกุลมะเขือและลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของพืชสกุลมะเขือ

Driffield (1998) รายงานว่า พืชสกุลมะเขือมีการจัดแบ่งเป็น 4 หมู่ (Sections) คือ หมู่ *Diamonon* มีสกุลย่อย (Subgenus) คือ *Solanum* หมู่ *Californisolanum* และหมู่ *Taeniotrichum* มีสกุลย่อย คือ *Potatoe* และหมู่ *Stellatigeminatum* มีสกุลย่อย คือ *Brevantherum*

Hunziker (2000) รายงานว่า พืชวงศ์ Solanaceae มีการแบ่งเป็นเผ่า (Tribes) ที่สำคัญ คือ เผ่า *Solaneae* มี 5 เผ่าย่อย (Subtribes) ได้แก่ เผ่าย่อย *Solaninae* มี 6 สกุล เผ่าย่อย *Witheringinae* มี 9 สกุล เผ่าย่อย *Capsicinae* มี 9 สกุล เผ่าย่อย *Physalinae* มี 4 สกุล และเผ่าย่อย L*ochrominae* มี 4 สกุล โดยสกุล *Solanum* อยู่ในเผ่าย่อย *Solaninae*

Purdie et al. (1982) รายงานว่าพืชวงศ์ Solanaceae มีการแบ่งเป็น 2 วงศ์ย่อย (Subfamilies) คือ วงศ์ย่อย Cestroideae มี 4 เผ่า และวงศ์ย่อย Solanoideae มี 6 เผ่า โดยพืชสกุลมะเขืออยู่ในเผ่า *Solaneae* ของวงศ์ย่อยนี้

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของพืชสกุลมะเขือที่ทำการศึกษา

Solanum melongena L. มะเขือยาว มะเขือเปราะ มะเขือไข่เต่า มะเขือแกง มะเขือม่วง เป็นไม้พุ่มสูง 0.2-0.6 เมตร ลำต้นและกิ่งก้านพบขนรูปดาวประปราย พบหนามละเอียด สั้นตรง หรือไม่พบ ใบเดี่ยว เรียงสลับ ก้านใบยาว 1-4 เซนติเมตร พบขนรูปดาวประปราย แผ่นใบกว้าง 4-10 เซนติเมตร ยาว 9-1.5 เซนติเมตร รูปไข่ หรือรูปหอก โคน ใบเฉียง ขอบใบหยักข้างละ 2-3 หยัก แต่ละหยักลึก 0.5-1.5 เซนติเมตร ปลายใบแหลม ที่ผิวใบด้านบนและด้านล่างพบขนรูปดาวประปราย ดอกเดี่ยว ก้านดอกยาว 1.5-3 เซนติเมตร พบขนรูปดาวประปราย ดอกสีม่วงหรือสีขาว วงกลีบเลี้ยง ปลายแยก 5 แฉก แต่ละแฉกลึกประมาณ 1-2 เซนติเมตร รูปหอกเรียวแหลม พบขนรูปดาวประปราย วงกลีบดอกเชื่อมกัน ปลายแยก 5 แฉก แต่ละแฉกลึกประมาณ 0.2-0.5 เซนติเมตร เกสรเพศผู้ 5 อัน เกสรเพศเมีย 1 อัน อยู่เหนือวงกลีบ ผลมีรูปร่างหลากหลายตามสายพันธุ์ ได้แก่ รูปกลม รูปไข่ รูปรี รูปขอบขนาน หรือรูปกลมแบน ผลอ่อนสีเขียวอ่อนหรือสีขาว ผิวเป็นมัน ผลแก่สีเหลือง หรือม่วง หรือม่วงดำ เส้นผ่าศูนย์กลาง 1-15 เซนติเมตร หรือกว้าง 2-3 เซนติเมตร ยาว 10-30 เซนติเมตร ก้านผลยาว 0.5-1.8 เซนติเมตร เมล็ดค่อนข้างกลมมีขนาดประมาณ 0.3 เซนติเมตร (วินัย และคณะ, 2545)

ภาพ 1 ลักษณะของ *Solanum melongena* L.

Solanum sanitwongsei Craib มะแว้งต้นไร้หนาม ชื่ออื่น มะแว้งขม เป็นไม้พุ่มสูง 0.2-0.6 เมตร ลำต้นและกิ่งก้านพบขนรูปดาวประปราย ใบเดี่ยวเรียงสลับ ก้านใบยาว 1.3-5 เซนติเมตร พบขนประปราย แผ่นใบกว้าง 1.6-4 เซนติเมตร ยาว 2.5-9 เซนติเมตร รูปไข่หรือรูปไข่

กลับ โคนใบเฉียงหรือรูปตัด ขอบใบหยัก ข้างละ 2-4 หยัก ปลายใบแหลม ที่ผิวใบด้านบนและด้านล่างพบขนรูปดาวหนาแน่น ดอกช่อกระจะ มีก้านเรียงสลับบนแกนกลางลดหลั่นตามลำดับจากบนลงล่าง ช่อดอกยาว 2.5-3 เซนติเมตร ก้านช่อยาว 1.5-2 เซนติเมตร พบขนรูปดาวประปราย ดอกย่อยสีม่วงหรือสีขาว ประกอบด้วย ก้านดอกย่อยยาว 1.2-1.5 เซนติเมตร วงกลีบเลี้ยงปลายแยก 5 แฉก แต่ละแฉกลึกประมาณ 0.5 เซนติเมตร รูปหอก พบขนประปราย วงกลีบดอกเชื่อมกัน ปลายแยก 5 แฉก แต่ละแฉกลึกประมาณ 0.2 เซนติเมตร เกสรเพศผู้ 5 อัน เกสรเพศเมีย 1 อัน อยู่เหนือวงกลีบ ผลกลม ผลอ่อนสีเขียวอ่อน ผิวเป็นมัน ผลแก่สีส้ม เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.8-1.2 เซนติเมตร ก้านผลยาว 1.5-1.7 เซนติเมตร เมล็ดค่อนข้างกลมมีขนาดประมาณ 0.3 เซนติเมตร (วินัย และคณะ, 2545)

ภาพ 2 ลักษณะของ *Solanum sanitwongsei* Craib

Solanum violaceum Ortega มะแว้งขม ชื่ออื่น มะแว้งต้นมีหนาม (ชื่อพ้อง *S. sodomeum* L. *S.indicum sensu* Clarke) เป็นไม้พุ่มสูง 0.4-0.5 เมตร ลำต้นและกิ่งก้านพบขนรูปดาวประปราย และมีหนามตะขอ แข็ง ลักษณะของหนามสั้น โค้ง โคนหนา ปลายเรียวแหลม ยาว 0.4-0.7 เซนติเมตร ใบเดี่ยวเรียงสลับ ก้านใบยาว 4-9 เซนติเมตร พบขนรูปดาว และหนามสั้นตรงหนาแน่น แผ่นใบกว้าง 1.5-8 เซนติเมตร ยาว 3-10 เซนติเมตร รูปไข่ ส่วนใหญ่มีลักษณะไม่สมมาตร โคนใบเฉียงหรือรูปตัด ขอบใบหยัก ข้างละ 2-4หยัก แต่ละหยักลึก 2-3 เซนติเมตร ปลายใบแหลม ที่ผิวใบด้านบนและด้านล่างพบขนรูปดาวหนาแน่น และพบหนามตะขอที่เส้นกลางใบประปราย ดอกช่อกระจะ มีก้านเรียงสลับบนแกนกลางลดหลั่นตามลำดับจากบนลงล่าง ช่อดอกยาว 3-5 เซนติเมตร ก้านช่อดอกยาวประมาณ 30 เซนติเมตร พบขนรูปดาวหนาแน่น และหนามตะขอ

ประปราย ดอกย่อยสีม่วง ประกอบด้วย ก้านดอกย่อยยาว 1.5-3 เซนติเมตร วงกลีบเลี้ยงปลายแยก 5 แฉก แต่ละแฉกลึก 0.4-0.5 เซนติเมตร รูปหอก พบขนรูปดาวประปราย วงกลีบดอกเชื่อมกัน ปลายแยก 5 แฉก แต่ละแฉกลึกประมาณ 0.3 เซนติเมตร เกสรเพศผู้ 5 อัน เกสรเพศเมีย 1 อัน อยู่เหนือวงกลีบ ผลกลม ผลอ่อนสีเขียว ผลแก่สีส้ม เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.6-0.8 เซนติเมตร ก้านผลยาว 0.5-1 เซนติเมตร เมล็ดรูปกลม ขนาดประมาณ 0.2 เซนติเมตร (วินัย และคณะ, 2545)

ภาพ 3 ลักษณะของ *Solanum violaceum* Ortega

ภาณุมาศ และอุษณา(2549) ศึกษาพัฒนาการและการสุกแก่ของเมล็ดมะแว้งต้นมีหนามและมะแว้งต้นไร้หนาม โดยพบว่ามะแว้งต้นมีหนามจะมีการสุกแก่ทางสรีรวิทยาของเมล็ดเมื่ออายุ 50 วันหลังดอกบาน ส่วนมะแว้งต้นไร้หนามนั้นเมล็ดจะสุกแก่ทางสรีรวิทยาเมื่ออายุ 38 วันหลังดอกบาน

การผสมข้ามชนิดและข้ามกลุ่ม (interspecific and intergeneric hybridization)

มณีฉัตร (2545) กล่าวว่าการผสมข้ามชนิด (species) หรือข้ามกลุ่ม (genus) ซึ่งเรียกว่า การผสมข้ามชนิด (interspecific hybridization) เกิดขึ้นได้เสมอในพืชต่าง ๆ ทั้งนี้เพื่อถ่ายทอดยีน จากพันธุ์หนึ่งไปยังอีกพันธุ์หนึ่งซึ่งอยู่ต่างชนิดหรือต่างกลุ่มกันเนื่องจากยีนดังกล่าวไม่มีอยู่ในชนิดหรือกลุ่มนั้นๆ หรือผสมข้ามเพื่อให้ได้ลักษณะใหม่ ๆ ซึ่งไม่มีในกลุ่มเดิม และอาจได้ลักษณะอื่น ๆ ที่คาดไม่ถึง อีกเหตุผลหนึ่งที่ทำการผสมข้ามได้แก่การเพิ่มจำนวนโครโมโซมของลูกผสมที่ได้ เพราะลูกผสมจากการผสมข้ามมักเป็นหมัน เมื่อเพิ่มโครโมโซมอีกเท่าตัวโดยโคชิชิน (colchichine) ทำให้ได้พืชใหม่ที่เป็น alloploid ซึ่งอาจมีลักษณะที่แปลกใหม่

ในทางพันธุ์ศาสตร์ใช้การผสมข้ามระหว่างพืชชนิดต่างๆ เพื่อแสดงถึงความสัมพันธ์ของจีโนมระหว่างชนิดหรือสกุลของพืช ซึ่งอาจใช้ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ที่ช่วยทำให้ความเข้าใจเกี่ยวกับจีโนมของพืชต่างชนิดและสกุลดีขึ้น (นิตย์ศรี, 2542)

นิตย์ศรี (2542) กล่าวว่าในการผสมข้ามระหว่างพืชชนิดต่างๆ มักไม่ค่อยประสบความสำเร็จ เนื่องมาจากมีปัญหาที่เกิดจากการทำผสมข้ามชนิดแบ่งได้เป็น 3 ขั้น ดังนี้ 1)Pollination หรือ การผสมเกสร 2) Fertilization หรือ การปฏิสนธิ 3) Embryogenesis หรือ การเกิดเอมบริโอ

ในการผสมเกสรนั้นทำโดยนำอับละอองเรณูป้ายบนยอดเกสรตัวเมีย คุณภาพของอับละอองเรณู การงอกหลอดละอองเรณู โครงสร้างของดอกและสภาพแวดล้อม เป็นปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการผสมเกสร ปัญหาที่พบ ได้แก่ การมีชีวิตของอับละอองเรณู การงอกของหลอดละอองเรณูซึ่งไม่เจริญเข้าไปในถุงเอมบริโอ หรือเจริญเข้าไปทำลายส่วนของเซลล์ไข่และโพลาร์นิวคลีไอ สเปิร์มนิวคลีไอไม่ถูกปลดปล่อยออกมาจากหลอดละอองเรณู หรือปล่อยออกมาแล้วไม่เคลื่อนที่ไปยังเซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย (นิตย์ศรี, 2542)

ถ้าไม่มีสิ่งกีดขวางในการผสมเกสร หลอดละอองเรณูจะงอกเข้าไปในไมโครไพล์และเกิดการรวมกันของสเปิร์มนิวเคลียสกับนิวเคลียสของไข่ ได้เป็นไซโกตซึ่งมีการพัฒนาไปเป็นเอมบริโอต่อไป ปัญหาที่พบในขั้นการปฏิสนธิ คือ การไม่เข้ากัน (incompatibility) ระหว่างเกสรตัวเมียและละอองเรณู (นิตย์ศรี, 2542)

ในขั้นการเกิดเอมบริโอ อาจมีปัญหาเกี่ยวกับไซโกต ซึ่งมีการแบ่งเซลล์และพัฒนาไปเป็นเอมบริโอรูปกลม (globular) รูปหัวใจ (heart) รูปหัวใจระยะปลาย (late heart) และรูปทอร์ปิโด (torpedo) ตามลำดับ ถ้าไซโกตที่ได้ไม่สามารถมีชีวิตอยู่รอดไปจนถึงเป็นเอมบริโอแก่ ก็อาจแก้ไขช่วยให้มีชีวิตต่อไปได้โดยเลี้ยงเอมบริโออ่อนในอาหารสังเคราะห์ที่เหมาะสม นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่นๆ เกี่ยวข้องอีกด้วย เช่น การที่โครโมโซมไม่สามารถเข้าคู่กันได้ยีนที่ย้ายเข้าไปไม่เสถียร (unstable) เอมบริโอไม่สามารถใช้อาหารจากเนื้อเยื่อที่อยู่รอบ ๆ ถุงเอมบริโอ หรืออาหารต่าง ๆ ไม่สามารถลำเลียงไปยัง suspensor ได้ (นิตย์ศรี, 2542)

ตัวอย่างการผสมข้ามชนิดมีตั้งแต่ ค.ศ. 1956 เช่น Hakuran ซึ่งเป็นลูกผสมข้ามชนิดของกะหล่ำปลี (*Brassica oleracea* L.) และผักกาดขาวปลี (*Brassica campestris* L.) ได้ลูกผสมซึ่งมีลักษณะกึ่งกลางระหว่างกะหล่ำปลีกับผักกาดขาวปลีและมีหัวคล้ายผักกาดขาวปลีและมีจำนวนโครโมโซม 2n = 38 จัดว่าเป็นพืชผักใน *Brassica napus* มีจีโนม aacc โดยได้จีโนม aa จากผักกาดขาวปลี และจีโนม cc จากกะหล่ำปลี (Nishi, 1981)

การผสมข้ามชนิดและข้ามจีนัส (interspecific and intergeneric hybridization) ของผักตระกูลกะหล่ำ มีตัวอย่างงานทดลอง เช่น Hossain et al. (1988) ใช้กะหล่ำปลี (*B. oleracea* var. *capitata*) เป็นตัวเมียผสมกับคะน้า (*B. oleracea* var. *alboglabra*) ผักกาดขาวปลี (*B. campestris* var. *pekinensis*) Hakuran (*B. napus*) และผักกาดหัว (*R. sativus*) บางคู่ก็ได้ลูกผสม บางคู่ก็ไม่ได้ลูกผสม และได้ใช้วิธีการเลี้ยงในอาหารปลอดเชื้อเพื่อให้ได้ลูกผสม พบว่าลูกผสมระหว่างกะหล่ำปลี กับผักกาดขาวปลี และระหว่างกะหล่ำปลีกับผักกาดหัว มีลักษณะกึ่งกลางระหว่างพ่อและแม่ และลูกผสมเหล่านี้เป็นลูกผสมที่มีโครโมโซมอย่างละครึ่งจากพ่อและจากแม่ (amphihaploid) อีกตัวอย่างหนึ่งได้แก่ การผสมพันธุ์ระหว่างผักกาดหัว (*R. sativus*) กับพันธุ์ป่าของผักตระกูลนี้ซึ่งได้แก่ *B. fruticulosa B. maurorum* และ *B. oxyrrbina* (Bang et al., 1997) การผสมที่ข้ามจีนัสนี้ให้ลูกผสมทั้งโครโมโซมครึ่งหนึ่งจากพ่อและจากแม่ (amphihaploid) และลูกผสมที่มีโครโมโซมทั้งหมดจากพ่อและแม่ (amphidiploid) ลูกผสมบางคู่ต้องใช้วิธีการเลี้ยงตัวอ่อนในอาหารปลอดเชื้อช่วยให้ลูกผสมเจริญได้ ลูกผสมมีลักษณะกึ่งกลางระหว่างพ่อและแม่ นอกจากนี้ยังมีลูกผสมระหว่างชนิดที่นิยมปลูกได้แก่ เรป (oilseed rape, *B. napus*) ซึ่งมียีนต้านทานโรคแข้งดำ (black leg)จากผักกาดเขียวปลี (*B. juncea*) (Chever et al., 1997)

Luo et al. (2003) รายงานว่า มีการผสมข้ามชนิดในองุ่นระหว่าง *Vitis vinifera* กับองุ่นสายพันธุ์ป่าที่มีถิ่นกำเนิดในประเทศจีน พบว่าลักษณะของลูกผสมข้ามชนิดระหว่าง *V. vinifera* กับสายพันธุ์ป่า มีสีผลและความเข้มของสีผลแตกต่างไปจากสายพันธุ์เดิม ซึ่งลักษณะดังกล่าวที่ปรากฏ เป็นสิ่งที่มีความสำคัญในการปรับปรุงพันธุ์ เพื่อให้ได้องุ่นสายพันธุ์ใหม่ที่ต่างไปจากสายพันธุ์เดิม โดยใช้องุ่นพันธุ์ป่าที่มีถิ่นกำเนิดในประเทศจีนเป็นสายพันธุ์พ่อและแม่

Motzo et al. (2003) รายงานว่า มีการผสมข้ามชนิดในข้าวสาลีระหว่าง *Triticum aestivum* กับ *T. turgidum* พบว่า ลูกผสมที่ได้จากการผสมข้ามชนิด มีการถ่ายทอดยีนยับยั้งการแตกกอไปยังรุ่นลูกได้ โดยลูกผสมข้ามชนิดมีพื้นที่ใบลดน้อยลงเนื่องจากมีการทำงานของยีนยับยั้งการแตกกอ ซึ่งลูกผสมดังกล่าวมีข้อดีในสภาพปลูกที่มีการใช้น้ำในปริมาณที่จำกัด

Nomura et al. (2002) รายงานว่า มีการผสมข้ามชนิดของพืชในสกุล *Allium* พบว่าสามารถที่จะทำการผสมข้ามชนิดได้ และลูกผสมข้ามชนิดมีลักษณะที่แตกต่างไปจากสายพันธุ์พ่อและแม่ โดยพบว่าลูกผสมที่เกิดจาก *A. chinense* x *A. schubertii* มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของดอกมีขนาดเล็กกว่าสายพันธุ์พ่อและแม่ และดอกไม่สามารถบานได้อย่างสมบูรณ์ *A. thumbergii* x *A. caeruleum* มีขนาดดอกเล็กกว่า และจำนวนดอกของลูกผสมสูงกว่าสายพันธุ์พ่อและแม่ *A. thumbergii x A. nutans* ลูกผสมมีความยาว เส้นผ่าศูนย์กลางของก้านดอกมีขนาดกึ่งกลาง เมื่อเทียบกับพ่อและแม่ เส้นผ่าศูนย์กลางของดอกขนาดเล็กกว่าสายพันธุ์พ่อและแม่ ซึ่งลักษณะดังกล่าว

พบในลูกผสมข้ามชนิดในคู่ผสม *A. virgunculae* x *A. caeruleum* และ *A. virgunculae* x *A. nutans* และลูกผสมทั้งหมดหลังทำการผสมเกสร พบว่ามีระยะเวลาการบานของดอกพร้อมกันอย่างเต็มที่สั้นกว่า Allium ชนิดอื่นในสกุลย่อย Melanocrommyum

การผสมข้ามชนิด (Interspecific hybridization) ในพริกซึ่งอยู่ในตระกูล Solanaceae เช่นเดียวกับมะเขือ

มงคล (2531) พบว่าพริกที่เพาะปลูกกันโดยทั่วไปมักเป็นพริกชนิด *Capsicum annuum* ส่วนพริกชนิดอื่นมีการปลูกกันเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ได้แก่ *C. Chinese*, *C. frutesce*, *C. baccatum* และ *C. pubescens* พริกแต่ละชนิดก็มีคุณสมบัติที่ดีแตกต่างกันไป สภาพแวดล้อมที่ต้องการในการเจริญเติบโตของพริกแต่ละชนิดก็มีความแตกต่างกันบ้าง การเพาะปลูกพริกโดยทั่วไปจึงไม่นิยมปลูกพริกหลายๆ ชนิดในพื้นที่เดียวกัน ด้วยเหตุผลดังกล่าวนี้จึงเป็นสาเหตุให้การผสมข้ามระหว่างชนิดเกิดขึ้นได้น้อยกว่าการผสมข้ามระหว่างพันธุ์ พริกพันธุ์ใหม่ที่เกิดจากการผสมข้ามระหว่างชนิดจึงมีน้อยมาก ประกอบกับการผสมข้ามชนิดมักจะพบกับอุปสรรคความเข้ากันไม่ได้ (incompatibility) ทำให้ไม่สามารถสร้างเมล็ด สร้างผลได้หลังการผสม หรือสามารถสร้างเมล็ดขึ้นมาได้แต่ลูกผสมเป็นหมัน หรือเกิดอาการผิดปกติขึ้นในเมล็ดหรือต้นกล้าในชั่วที่ 2 สาเหตุดังกล่าว ส่งผลให้ไม่สามารถแพร่พันธุ์ต่อไปได้ จึงไม่พบพริกพันธุ์ใหม่ที่เกิดจากการผสมข้ามชนิดได้มากนัก Pickersgill (1980) ศึกษาถึงการผสมข้ามระหว่างพริกชนิดต่างๆ พบถึงความเป็นไปได้และเป็นไปไม่ได้ของการผสมข้ามชนิดในรูปแบบต่างๆ

Egawa and Tanaka (1986) ศึกษาลักษณะทางเซลล์พันธุศาสตร์ของลูกผสมพริกที่เกิดจากการผสมข้ามระหว่างชนิดของ *C. annuum* และ *C. baccatum* ในระยะ metaphase 1 เปรียบเทียบกับพันธุ์พ่อและแม่พบว่ามีความแตกต่างของโครโมโซมอย่างน้อย 3 แห่ง และถึงแม้จะได้รับการถ่ายทอดลักษณะมาจากทางพ่อและแม่ แต่ก็เกิดการผันแปรของโครงสร้างของโครโมโซมได้ Marinkovic et al. (1984) ศึกษาการผสมข้ามระหว่างชนิดของพริก *C. frutescens* เบอร์ 606 กับพริก *C. annuum* เบอร์ 674 เพื่อถ่ายทอดยีนต้านทานโรคที่เกิดจากเชื้อสาเหตุ *Verticillium albo-atrum* พบว่า การใช้พริกเบอร์ 674 เป็นต้นพ่อในการผสม ได้พันธุ์พริกที่มีความต้านทานต่อโรคได้ดีกว่าการใช้พริกเบอร์ 606 เป็นต้นพ่อ Miladinovic et al. (1985) ศึกษาการถ่ายทอดยีนต้านทานโรค cucumber mosaic virus โดยผสมข้ามชนิดระหว่างพริก *C. annuum, C. chinense* และ *C. pendulum* พบว่าหลังจากมีการผสมกลับ 4 ครั้ง และผสมตัวเองอีก 5 ครั้ง ก็สามารถคัดเลือกพริกพันธุ์ใหม่ที่มียีนต้านทานต่อโรคนี้ได้ Pundeva and Zagorska (1984) ศึกษาถึงการใช้วิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชเพื่อช่วยในการผสมข้ามชนิดของพริก *C. annuum* x *C.*

praetermissum และ *C. annuum* x *C. eximium* พบว่าการใช้อาหารสูตร Murashige and Skoog ที่เพิ่ม ferulic acid 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ใช้เพาะเลี้ยงรากของต้นอ่อนได้ดี สมพรและสายัณห์ (2518) ศึกษาถึงการผสมข้ามระหว่างชนิดของพริก *C. annuum* และ *C. frutescens* พบว่าเมื่อใช้ *C. annuum* เป็นต้นแม่มีการสร้างผลได้ แต่ไม่มีการสร้างเมล็ด

มงคล (2531) ทำการผสมตัวเองและผสมข้ามพันธุ์ของตัวแทนพริกชนิด *C. annuum* พบว่ามีอัตราการผสมตัวเองอยู่ในช่วงร้อยละ 49.75-100.00 อัตราการผสมข้ามร้อยละ 36.37-95.24 และได้ทำการผสมข้ามชนิด พบว่ามีการผสมข้ามอยู่ในช่วงร้อยละ 65-100 พริกทุกคู่ผสมสามารถให้ผลเป็นปกติ แต่พบว่าเมล็ดของพริกในคู่ผสม *C. chinense* x *C. annuum* และ *C. baccatum* x *C. annuum* เป็นหมัน ส่วนในคู่ผสม *C. annuum* x *C. chinense* และ *C. annuum* x *C. baccatum* มีการติดเมล็ดประมาณร้อยละ 75-95 แต่เมล็ดมีความงอกเพียงร้อยละ 4-7 เท่านั้น ในคู่ผสม *C. chinense* x *C. baccatum* มีอัตราการติดเมล็ดสูงประมาณร้อยละ 100 และเมล็ดมีความงอกสูงถึงร้อยละ 100 แต่เมื่อทำการผสมสลับ จะมีอัตราการติดเมล็ดประมาณร้อยละ 10 เท่านั้น แต่เมล็ดมีความงอกสูงถึงร้อยละ 100

นอกจากนี้แล้วมีการใช้การผสมข้ามชนิดเพื่อการปรับปรุงลักษณะของพริกที่มีอยู่ให้ดีขึ้นกว่าเดิม ดังเช่น Steven และ Jaime (1984) ได้ผสมข้ามระหว่างชนิดของพริก *C. annuum* MN 6-4 กับ *C. chinense* CA-4 ทำให้จำนวนดอกต่อช่อของพริกพันธุ์ใหม่เพิ่มขึ้นเป็น 1.5 ดอกต่อช่อ ซึ่งคาดว่าจะทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น 50 เปอร์เซ็นต์

การผสมข้ามชนิดของพืชสกุลมะเขือและผลสำเร็จ

Isshiki and Kawajiri (2001) รายงานว่า ในการผลิตมะเขือลูกผสมมีวิธีการที่ซับซ้อนสิ้นเปลืองเวลา และค่าใช้จ่าย จึงมีวิธีการพัฒนาระบบ ตัวผู้เป็นหมัน มาใช้ประโยชน์ในงานการผลิตลูกผสม ซึ่งทำการผสมข้ามชนิดระหว่าง *S. violaceum* เป็นต้นแม่ กับ *S. melongena* เป็นต้นพ่อ และทำการผสมกลับโดยใช้ *S. molongena* เป็นต้นแม่ เป็นระยะเวลา 4 ชั่วของการผสมกลับ พบว่า ลูกผสมกลับชั่วที่ 1 2 บางต้น และลูกผสมกลับชั่วที่ 3 4 ทุกต้น ไม่สามารถปลดปล่อยละอองเกสรออกมาได้ ซึ่งลูกผสมกลับชั่วที่ 4 นี้ จะนำมาใช้ประโยชน์ในการผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมได้

Behera et al. (2002) รายงานว่า *S. molongena, S. indicum, S. gilo* และ *S. incanum* ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ มีความต้านทานต่อหนอนเจาะลำต้นและผลสูงมาก ในการผสมข้ามชนิด ต้องคำนึงถึงความสามารถในการผสมข้ามชนิดด้วย ซึ่งการวัดความสามารถในการผสมข้ามชนิดสามารถวัดได้จาก การติดผล จำนวนของต้นกล้าที่เจริญเติบโต

ได้ เปอร์เซ็นต์ของลูกผสมชั่วที่ 1 ที่สามารถติดเมล็ดได้ และไม่ติดเมล็ด ซึ่งพบว่า เมื่อใช้ *S. indicum* เป็นต้นพ่อ ผสมกับ *S. incanum* และ *S. molongena* ลูกผสมสามารถเจริญเติบโตและติดเมล็ดได้ แต่เมื่อทำการผสมสลับ พบว่าลูกผสมชั่วที่ 1 ตายหลังจากงอกได้ 10-15 วัน ในทำนองเดียวกัน เมื่อใช้ *S. gilo* เป็นต้นพ่อ ผสมกับ *S. molongena* และใช้ *S. anomalum* เป็นต้นแม่ ผสมกับ *S. molongena* พบว่า สามารถผสมติดและติดเมล็ดได้ แต่ลูกผสมไม่สามารถติดเมล็ดได้ สร้างเพียง parthenocarpic fruit เท่านั้น Kashyap et al. (2003) ทำการผสมระหว่าง *S. molongena* กับ *S. torvum* มีเปอร์เซ็นต์การผสมข้ามเพียง 1.73 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้น ถึงแม้จะมีเปอร์เซ็นต์การผสมข้ามต่ำ แต่ก็สามารถได้ต้นพืชจากการช่วยเหลือต้นอ่อนได้

Fotios et al. (2003) รายงานว่า *Solanum melongena* สายพันธุ์ Langada Tsakaniki และ Emi ที่ทำการผสมสลับกับ *S. macrocarpon* พบว่าลูกผสมที่พบ มีใบตั้งชันปานกลาง ใบสั้นและมีขนาดเล็กเมื่อเทียบกับพ่อแม่ ความยาวของ petiole กลีบดอก จำนวนของกลีบเลี้ยงและกลีบดอก ก้านชูเกสรตัวเมีย จำนวนเกสรตัวผู้ และความยาวเกสรตัวผู้ พบว่า ความยาวที่พบ มีความกว่ามะเขือพันธุ์ปลูก และมีความยาวกว่า *S. macrocarpon* ในลูกผสมชั่วที่ 1 ที่ใช้ *S. macrocarpon* เป็นต้นแม่ นั้นพบว่า ความยาวของลักษณะข้างต้นที่กล่าวมานี้ ในลูกผสมชั่วที่ 1 ของคู่ผสมนี้มีความยาวของลักษณะดังกล่าวมากกว่า จำนวนของช่อดอกและผล รูปร่างโดยทั่วไป น้ำหนักผล สีของผล ที่สรีรวิทยาการสุกแก่ของลูกผสมพบว่าคล้ายกับลักษณะของ *S. macrocarpon* หนามที่กลีบเลี้ยงและสีของผลในระยะเก็บเกี่ยวคล้ายกับมะเขือพันธุ์ปลูก

Shamim (1779) ทำการผสมข้ามชนิดระหว่าง *S. incanum* กับ *S. melongena* พบว่า เมื่อใช้ *S. incanum* เป็นต้นแม่ มีเปอร์เซ็นต์การผสมติดเท่ากับ 17.8 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อทำการผสมแบบสลับ โดยใช้ *S. melongena* เป็นต้นแม่ทำการผสมทั้งหมด 50 ดอก มีการผสมติดเพียง 1 ดอก และผลที่ผสมติดมีการพัฒนาแบบ parthenocarpic

Richard and Jung Hoon Kang (2002) ทำการผสมข้ามชนิดระหว่าง *S. incanum* กับ *S. melongena* พบว่า การพัฒนาของเอมบริโอไม่สามารถพัฒนาเป็นเอมบริโอที่สมบูรณ์ปกติได้ เนื่องจากเอนโดสเปอร์มไม่สามารถพัฒนาเป็นปกติ ซึ่งการที่เอนโดสเปอร์มไม่สามารถพัฒนาเป็นปกติจึงส่งผลให้เอมบริโอที่ต้องใช้เอนโดสเปอร์มเป็นแหล่งอาหารในการพัฒนานั้น ไม่สามารถพัฒนาเป็นเอมบริโอที่สมบูรณ์ได้

ตาราง 1 การผสมข้ามชนิดระหว่าง *Solanum melongena* L. กับ สายพันธุ์ป่าที่มีความสำคัญ

Parental Plants	Status of hybrids	References
S. melongena x *S. indicum*	F_4 plant obtained	Rao and Kumar (1980)
		Rao and Rao (1984)
	Partially fertile plants	Krishnappa and Chennaveeraiah(1965)
		Rajasekaran(1968), Narasimha Rao (1968),
		Rangaswamy and Kadambavanasundaram
		(1973,1974)
S. melongena x *S. sodomeum*	Fertile F_1 plants	Tudor and Tomescu (19950
S. melongena x *S.macrocarpon*	F_1 and F_2 fertile plants	Schaff et al. (1982)
	Sterile plants	Rajasekaran(1961), Wanjari(1976),
		Gowda et al. (1990)
S. melongena x *S. khasianum*	Successful F_1 hybrids	Sharma et al. (1980, 1984)
	after embryo rescue	
S. melongena x *S. aethiopicum*	F_1 hybrids obtained after	Ano et al. (1991)
	embryo rescue	
	Fertile hybrids	Ignotava (1971)
S. melongena x *S. insanum*	F_1 hybrids obtained after	Ali and Fujieda (1990)
	embryo rescue	
	Fertile hybrids	Swaminathan(1949), Mittal(1950) ,
		Babu Rao (1965)
S. melongena x *S. grandiflorum*	Partially fertile hybrids	Ramirez (1959)
S. melongena x *S. cumingii*	Fertile plants	Capinpin et al.(1963), Fukusawa (1964)
S. melongena x *S. zuccagnianum*	Sterile F_1 hybrids	Rajasekaran and Sivasubramanian (1971)
S. melongena x *S. surattense*	Sterile F_1 hybrids	Rao and Rao (1984)
S. melongena x *S. indicum*	Sterile F_1 hybrids	Rao and Rao (1984)
S. melongena x *S. gilo*	F_1 hybrids obtained	Ali and Fujieda (1990)
	Sterile F_1 hybrids	Nasrallah and Hopp (1963), Omidiji (1981)
	Partially fertile hybrids	Narasimha Rao (1979)

ตาราง (ต่อ)

Parental Plants	Status of hybrids	References
S. melongena x *S. hispdum*	Sterile hybrids	Rao (1980)
S. melongena x *S. torvum*	F_1 hybrids after embryo rescue, but the plants had very low fertility (1.73%)	McCoammon and Honma (1983), Blestsos et al. (1998)
	Unsuccessful cross	Rao and Rao (1984)
S. melongena x *S. integriforium*	F_1 hybrids	Rao and Baksh (1979)
	Sterile F_1 hybrids	Berry (1953), Fukumotoh (1962), Rao and Baksh (1981), kurti and Rao (1982), Khan et al. (1978)
	Partially fertile hybrids	Hagiwara and Iida (1938, 1939) Tatebe (1941), Miwa et al. (1958) Kataezin (1965), Narasimha Rao (1968), Ludilov (1974)
S. melongena x *S. sisymbriifolium*	Embryo rescue hybrid plantlets did not survive	Sharma et al. (1984)
	Sterile hybrid obtained after embryo rescue	Blestsos et al. (1998)
S. melongena x *S. xanthocarpum*	F_1 hybrids sterile	Rajasekaran (1968, 1971), Sarvayya (1936), Hiremath (1952)
	Partially fertile hybrids	Swaminatan (1949)

ที่มา : Kashyap et al. (2003)

ความมีชีวิตและความสามารถในการงอกของหลอดละอองเรณู

มีความจำเป็นมากในการปรับปรุงพันธุ์พืชโดยการถ่ายละอองเรณู เนื่องจากละอองเรณูที่พร้อมผสมประกอบด้วย 2 nucleus คือ generative nucleus และ tube(vegetative) nucleus โดย generative nucleus แบ่ง nucleus ได้ 2 sperm nuclei ส่วน tube nucleus สร้างหลอดเรณูนำ sperm nucleus หนึ่งไปผสมกับ egg ได้ embryo และอีก sperm nucleus ไปผสมกับ polar nuclei ได้ endosperm ภายใน ovule และมีวิธีที่ใช้ในการตรวจสอบ 4 วิธี (ลาวัลย์, 2539; อดิศร, 2539) คือ

1. การย้อมสีละอองเรณูที่ยังไม่งอก เป็นวิธีที่สะดวกรวดเร็ว แต่ผลการติดสีของละอองเรณูมักมีความถูกต้องน้อยกว่า เนื่องจากละอองเรณูที่มีชีวิตมีเอนไซม์ที่ active สีย้อมมีการเปลี่ยนแปลงเมื่อมีการดูดซับสีเข้าไป ซึ่งติดสีทั้งละอองเรณูที่อ่อนและแก่ สีที่ใช้ย้อมได้แก่ 2, 3, 5-triphenyl tetrazolium chloride benzidine หรือ acetocarmine (ลาวัลย์, 2539) มีการศึกษาเปอร์เซ็นต์การติดสีของละอองเรณูในมันฝรั่งพันธุ์ป่า (*S. commersonii*) 7 พันธุ์ พบว่า มีเปอร์เซ็นต์การติดสีสูงถึง 93-99 เปอร์เซ็นต์ มีความแปรผันระหว่างพันธุ์น้อยมาก (Trognitz, 1995)

2. การงอกของหลอดเรณูในซูโครส เป็นวิธีที่สะดวกรวดเร็ว แต่ผลของความมีชีวิตของละอองเรณูมักมีความถูกต้องน้อยกว่า และการงอกของหลอดเรณูในซูโครสมีปัจจัยที่เกี่ยวข้อง คือ ซูโครสเป็นน้ำตาลที่มีผลต่อการงอกและการเจริญของหลอดเรณูมากที่สุด โดยมีผลต่อการควบคุมแรงดันออสโมซิส และใช้เป็นซับเสตรทในปฏิกิริยาของการหายใจ โบรอนในรูปของกรดโบริค หรือโบเรทช่วยป้องกันไม่ให้หลอดเรณูแตก แคลเซียมช่วยให้หลอดเรณูเจริญอย่างรวดเร็ว แข็งแรง ตั้งตรง และควบคุมการเคลื่อนย้ายของสารต่างๆ ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ เอนไซม์ในละอองเกสร เช่น แคลเลส เซลลูเลสและเพคติเนส ช่วยให้หลอดเรณูยืดยาวขึ้น และอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการงอกของหลอดเรณูประมาณ 20-30 องศาเซลเซียส (ผ่องพรรณ, 2538)

3. การศึกษาการงอกและเจริญของหลอดเรณูในก้านชูเกสรตัวเมีย หลังการถ่ายละอองเรณูลงบนยอดเกสรตัวเมีย เป็นวิธีที่บอกความสามารถในการงอกหลอดเรณูได้ค่อนข้างถูกต้องที่สุด เนื่องจากเป็นวิธีการศึกษาการงอกและเจริญของหลอดเรณูในก้านชูเกสรตัวเมียไปถึงรังไข่ ซึ่งต้องใช้เทคนิคการย้อมสีด้วย aniline blue และตรวจสอบหลอดเรณูหลังการถ่ายละอองเรณูด้วยกล้องจุลทรรศน์ฟลูออเรสเซนต์ที่มีฟิลเตอร์ UV-G365 พบว่าการงอกและการเจริญของหลอดละอองเรณูในก้านชูเกสรตัวเมียถึงไมโครไพล์ (micropyle) เวลาที่ใช้ต่างกันในคู่ผสมต่างๆ ซึ่งมักมีสาเหตุจาก pre-fertilization barrier หรือ pollen stylar barrier คือ มีการยับยั้งการงอกและการเจริญของหลอดเรณูในก้านชูเกสรตัวเมีย แต่ก็มีหลอดเรณูบางส่วนที่สามารถเจริญในก้านชูเกสรตัวเมียถึงไมโครไพล์ได้และใช้เวลาต่างๆกัน ดังเช่น การผสมตัวเองของลิลลี่

Lilium longoflorum โดยใช้เวลา 3 วัน (Tezuka and Yamamoto, 1989) การผสมข้ามของหอมระหว่าง *Allium fisturosum* L. X *A. cepa* ใช้เวลา 2-6 วัน (Van der Valk et al., 1991)

4. การศึกษาการติดผลและติดเมล็ด เป็นวิธีบอกความมีชีวิตได้ถูกต้องที่สุด เนื่องจากเป็นการศึกษาการงอกและเจริญหลอดเรณูในก้านชูเกสรตัวเมียไปถึงรังไข่ มีการติดผลและติดเมล็ด (ลาวัลย์, 2539) ดังรายงานของ Hayward et al. (1983) ที่พบว่าการผสมข้ามชนิดของพืชมักไม่สามารถติดผลและติดเมล็ดได้ เนื่องจากเกิด pre-fertilization barrier และ post-fertilization barrier ขึ้นกับคู่ผสมในระดับต่างๆ ดังเช่น การผสมตัวเองของกุหลาบไม่สามารถติดผลได้เนื่องจาก หลอดเรณูถูกยั้บยั้งการเจริญในก้านชูเกสรตัวเมีย ที่เรียกว่า pollen stylar barrier แต่การผสมข้ามสามารถติดผลได้และมีการติดผล 62.4 เปอร์เซ็นต์ (Ueda et al., 1996) การผสมสลับพ่อสลับแม่ระหว่างไซคลาเมน (*Cyclamen pericum* Mill.) ที่เป็นต้นดิพลอยด์และเททราพลอยด์ ผลไม่สามารถพัฒนาได้หลังการถ่ายละอองเรณู 5 สัปดาห์ เนื่องจาก zygotic embryo ฝ่อตายไป ซึ่งเรียกว่า post- fertilization barrier (Takamura and Miyajima, 1996) และการผสมแบบสลับพ่อสลับแม่ของว่านสี่ทิศพันธุ์ดอกสีชมพูและรางนาค พบว่าในคู่ผสมที่ใช้ว่านสี่ทิศพันธุ์ดอกสีชมพูเป็นต้นแม่ผสมกับรางนาค ผลสามารถพัฒนาได้ถึง 3 สัปดาห์ ได้ลูกผสมทั้งหมด 7 ต้นจาก 3 ผล ส่วนในคู่ผสมที่ใช้รางนาคเป็นต้นแม่ผสมกับว่านสี่ทิศพันธุ์ดอกสีชมพู ผลสามารถพัฒนาได้เพียง 12 วันเท่านั้น แล้วผลและก้านช่อดอกเริ่มเหี่ยวทำให้ไม่ได้ลูกผสม (สุชาดา, 2541)

ในการตรวจสอบความมีชีวิตและความสามารถในการงอกของหลอดเรณูทั้ง 4 วิธีร่วมกันทำให้ทราบสาเหตุของการไม่ติดผล ติดเมล็ด และไม่ได้ลูกผสม ซึ่งมักเกิดจาก pre-fertilization barrier ของคู่ผสมและสามารถแก้ไขได้ด้วยวิธีการต่างๆ ดังเช่น Tong Hua (1996) พบว่า การผสมตัวเองของลิลลี่ (*Lilium longiforum*) พันธุ์ Georgia และผสมข้ามกับพันธุ์ Hinomoto มีการติดเมล็ดต่ำมาก มีสาเหตุจาก pre-fertilization barrier และสามารถแก้ไขได้โดยการตัดก้านชูเกสรตัวเมียและถ่ายละอองเกสรก่อนที่ยอดเกสรตัวเมียพร้อมผสมช่วยให้ได้เมล็ดมากขึ้น Nazeem et al. (1996) พบว่ามีการเกิด pre-fertilization barrier ขึ้นหลังมีการถ่ายละอองเรณูในขิง (*Zingiber officinale* Rosc.) โดยหลอดเรณูงอกผิดปกติคือ เป็นเกลียวทำให้ไม่ติดผลและสามารถแก้ไขโดยการถ่ายละอองเรณูและเพาะเลี้ยงรังไข่ในสภาพปลอดเชื้อช่วยให้ได้ลูกผสมส่วนการเกิด post-fertilization barrier ของคู่ผสมสามารถแก้ไขได้โดยการเพาะเลี้ยงเมล็ดอ่อนและเอมบริโอก่อนเมล็ดตาย หรือผลร่วง (Haward et al. 1993; Bridgen, 1994)

ลาวัลย์ (2539) กล่าวว่า อุณหภูมิที่เหมาะสำหรับการงอกของละอองเรณูและการเจริญของท่อละอองเกสรขึ้นอยู่กับชนิดของพืช เช่นเดียวกันกับ Polito et al. (1991) ที่กล่าวว่าการเจริญของถั่วแขกในสภาพอุณหภูมิปกติสามารถสร้างละอองเรณูในปริมาณน้อย แต่เมื่ออยู่ในสภาพ

อุณหภูมิสูงมีการสร้างละอองเรณูในปริมาณที่มาก และยังพบว่าอุณหภูมิสูงไม่มีผลกระทบต่อความสามารถในการเจริญของท่อละอองเกสรในก้านเกสรตัวเมีย (Halterlein et al., 1980)

Rhee et al. (2005) ได้ทดลองการงอกของหลอดละอองเกสรบน stigma surface และใน styleของดอกลิลลี่พบว่า ในการผสมข้ามชนิดของดอกลิลลี่นั้น หลอดละอองเกสรสามารถงอกลงไปถึงปลายสุดของ style ได้ใช้เวลา 2-3 วันภายหลังการผสมเกสร เช่นในคู่ผสมระหว่าง Asiatic x *Longiflorum* hybrids และ *Longiflorum* x Oriental hybrids ละอองเกสรจำนวนมากที่สามารถงอกได้บนยอดเกสรตัวเมีย และสามารถงอกหลอดเข้าไปยังตามท่อของหลอดละอองเกสรได้ และหยุดการเจริญเติบโตในส่วนบนของท่อละอองเกสร ส่วนในคู่ผสมระหว่าง *Formolongi* x *Asiatic Formolongi* x *Oriental* hybrids และ *Oriental* x *Asiatic* hybrids มีบางละอองเกสรสามารถงอกลงไปถึงปลายสุดของ style โดยอุปสรรคในท่อละอองเกสรของการผสมข้ามชนิดเช่น การเปลี่ยนทิศทางของหลอดละอองเกสร ปลายของละอองเกสรมีการบวมออก มีการเจริญที่ผิดปกติ และหลอดมีการขดม้วนงอ

Rhee et al. (2005) รายงานว่า ในการผสมข้ามชนิดของ *Formolongi* x *Formolongi* *Oriental* x *Oriental* และ *Asiatic* x *Asiatic* hybrids มีเปอร์เซ็นต์การงอกของหลอดละอองเกสรไปยังออวุลได้มากถึง 60 เปอร์เซ็นต์ ในการผสมบนยอดเกสรตัวเมีย ในทางตรงกันข้าม ในคู่ผสมระหว่าง *Oriental* x *Asiatic* และ *Oriental* x *Longiflorum* hybrids มีเปอร์เซ็นต์การงอกของหลอดละอองเกสรไปยังออวุลน้อยกว่า 5 เปอร์เซ็นต์ และคู่ผสมระหว่าง *Formolongi* x *Asiatic* และ *Formolongi* x *Oriental* hybrids มีเปอร์เซ็นต์การงอกของหลอดละอองเกสรไปยังออวุลน้อยกว่า 7 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามในการงอกของหลอดละอองเกสรไปยังออวุลยังไม่พบในคู่ผสมระหว่าง *Asiatic* x *Longiflorum* และ *Asiatic* x *Oriental* hybrids เพราะว่ารังไข่เหี่ยวก่อนได้รับการผสม

Sangduen et al. (1982 a) ได้พยายามสร้างอัลฟัลฟาให้เป็นพืชยืนต้นและต้านทานต่อแมลง (alfalfa weevil) ด้วย ได้ผสมข้ามชนิดของอัลฟัลฟาโดยใช้อัลฟัลฟาที่เป็นพืชยืนต้น (*Medicago sativa* 2x = 4x = 32) และไม่ต้านทานต่อแมลงผสมกับอัลฟัลฟาที่เป็นพืชมีอายุปีเดียว (*M. scutellata* 2n = 2x = 16) และต้านทานต่อแมลง ลูก F_1 ที่ได้ มีทั้งที่เป็นเฮกซาพลอยด์และเททราพลอยด์ในต้นเดียวกัน เรียกว่า mixoploid ลูก F_1 ที่ได้ซึ่งเป็นลูกผสม (มีหลักฐานทางโครมาโทกราฟียืนยัน) มีเพียง 1 ใน 714 ดอกที่ผสมเกสรแล้ว Sangduen et al. (1983) ยังได้ศึกษาถึงสาเหตุของการที่ไม่ติดเมล็ด โดยติดตามตั้งแต่เริ่มผสมละอองเรณูไปจนถึงการปฏิสนธิเป็นครั้งแรก พบว่าช่วงเวลาที่หลอดละอองเรณูงอกไปถึงไมโครไพล์และเกิดการปฏิสนธิเป็นครั้งแรก ใช้เวลาเกือบ 2 เท่าในพืชที่ผสมข้ามชนิด เมื่อเปรียบเทียบกับการผสมตัวเองของพืชมีอายุปีเดียวและได้สังเกตเห็นพฤติกรรมการงอกของหลอดละอองที่ผิดปกติบ้าง เช่น การโป่งพอง การแตกแขนง พฤติกรรมการ

งอกของหลอดละอองเรณูดังกล่าวยังไม่สามารถสรุปได้ว่าเป็นสาเหตุที่ทำให้การติดเมล็ดอยู่ในอัตราต่ำมาก ดังนั้นจึงต้องศึกษาหาปัจจัยอื่น ๆ เพื่อสนับสนุนหาสาเหตุการติดเมล็ดในอัตราที่ค่อนข้างต่ำในการผสมข้ามชนิดของพืชต่อไป Sangduen et al. (1983 a) ได้ศึกษาระยะต่าง ๆ ในการพัฒนาของเอมบริโอเปรียบเทียบกับในอัลฟัลฟาทั้งสองชนิด พบว่า *M. scutellata* พืชมีอายุปีเดียว มีเอมบริโอขนาดใหญ่กว่าและมีการพัฒนาไปเป็นเอมบริโอที่ระยะต่าง ๆ ตั้งแต่ระยะรูปกลมไปจนถึงรูปหัวใจระยะปลายได้เร็วกว่า *M. sativa* ซึ่งเป็นพืชยืนต้น เป็นเวลาประมาณ 3 วัน Sangduen et al. (1983 b) ได้ศึกษาการพัฒนาของเอมบริโอที่ได้จากการผสมข้ามชนิดของอัลฟัลฟา (*M. sativa* x *M. scutellata*) โดยใช้เทคนิคการตัด section ของเนื้อเยื่อเอมบริโอระยะต่างๆ ส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน พบว่าเนื้อเยื่อของแม่ที่อยู่รอบๆ ถุงเอมบริโอกับ เอมบริโอลูกผสม มีช่วงเวลาที่ไม่เหมาะสมหรือไม่ประสานกันในการเกิดเมทาบอลิซึมของลิพิด แป้ง และผลึกต่างๆ การย่อยสลายของแป้งและลิพิดในเนื้อเยื่อ integumentary tapetum และนิวเซลลัส รวมถึงการลำเลียงสารอาหารเข้าไปในถุงเอมบริโอ อาจเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้การพัฒนาของเอมบริโอและเอนโดสเปอร์มล่าช้าไป ไม่ประสานและเอื้ออำนวยต่อกัน ในเอมบริโอรูปหัวใจระยะปลายพบ dictyosome และ endoplasmic reticulum ที่ไม่ทำงานในเนื้อเยื่อของเอมบริโอลูกผสม จึงเสนอแนะว่า ได้มีปัญหาเกิดขึ้นในการที่ไม่สามารถย่อยสลายสารอาหารและลำเลียงเข้าไปในเนื้อเยื่อต่าง ๆ รวมทั้งนิวเซลลัส integument tapetum เอนโดสเปอร์ม และ suspensor การพัฒนาของเอมบริโอในระยะแรกดูเหมือนว่าจะเป็นปรากฏการณ์ที่ซับซ้อน ต้องมีการประสานเป็นอย่างดีของช่วงเวลาที่พอเหมาะในการสร้างและการย่อยสลายของสารอาหารต่างๆ ในเนื้อเยื่อของแม่และเอมบริโอด้วย

Niimi et al.(1996) ศึกษาการผสมเกสรของ *L. rubellum* x *L. regule* พบว่าช่วงเวลาในการผสมเกสรมีผลต่อการงอกของหลอดละอองเกสร โดยที่ถ้าผสมเกสรบนเกสรตัวเมียในระยะที่ดอกเริ่มบาน การงอกของหลอดละอองเกสรในก้านชูเกสรตัวเมียถูกยับยั้งในระยะเริ่มแรก แต่ถ้าผสมเกสรในช่วง 2-5วันหลังจากดอกบาน หลอดละอองเกสรเจริญลงไปในก้านชูเกสรตัวเมียได้ และถ้าผสมเกสรในช่วง 5 วันหลังจากดอกบาน ผสมติดและเกิดคัพภะแต่คัพภะไม่สามารถมีชีวิตอยู่ได้ ส่วนการทดลองตัดก้านชูเกสรตัวเมียก่อนผสมเกสร พบว่าไม่ช่วยให้เกิดการงอกของหลอดละอองเกสรและมีการผสมได้

Fukai et al. (2002) ศึกษาผลของความยาวของก้านชูเกสรตัวเมียต่อการผสมติดและการติดเมล็ดของลิลลี่ที่ไม่มีปัญหาเรื่องการผสมตัวเองไม่ติดพบว่า การตัดก้านชูเกสรเพศเมียให้สั้นลงเพื่อช่วยในการผสมพันธุ์ของเซลล์สืบพันธุ์ทั้ง 2 เพศไม่มีผลในการช่วยให้ติดเมล็ดดีขึ้น แต่กลับทำให้ติดเมล็ดได้น้อยลงซึ่งอาจเป็นเพราะว่าการผสมติดนั้นขึ้นอยู่กับวิธีการถ่ายละอองเรณู

ไม่ได้อยู่ที่ความยาวก้านชูเกสรตัวเมีย และเนื้อเยื่อก้านชูเกสรตัวเมียมีบทบาทในปรากฏการณ์ข้างต้นในแง่ของการสร้างสัญญาณการถ่ายละอองเรณู

พรพรรณและคณะ (2548) ทำการศึกษาการงอกของละอองเกสรตัวผู้ของ *Pelargonium domesticum* ที่ผสมกับ *P. appendiculatum* พบว่าหลอดละอองเกสรตัวผู้สามารถเจริญลงไปถึงรังไข่ของ *P. appendiculatum* ซึ่งอาจมีความเป็นไปได้ในการผลิตลูกผสม จึงได้ทำการผสมและนำออวุลมาเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์ พบว่าออวุลสามารถพัฒนาไปเป็นแคลลัสได้

การช่วยชีวิตลูกผสม (Embryo rescue)

การเพาะเลี้ยงคัพภะด้วยเทคนิคการกู้ชีวิตที่เรียกว่า embryo rescue จะมีประโยชน์อย่างยิ่งและประสบผลสำเร็จเมื่อใช้กับกรณีที่เกิดคัพภะลูกผสมขึ้นมาแล้วในชั่วที่ 1 จากการผสมข้ามชนิด (interspecific hybridization) หรือผสมข้ามสกุล (intergeneric hybridization) ซึ่งปกติแล้วคัพภะลูกผสมเหล่านี้มีปัญหาทางพันธุกรรม (genetic barriers) และมักไม่สามารถพัฒนาเป็นคัพภะและเมล็ดที่สมบูรณ์ได้ อาจเนื่องจากเอนโดสเปอร์มไม่พัฒนาเป็นปกติ (endosperm failure) ซึ่งอาจเป็นผลมาจากความผิดปกติทางด้านโภชนาการ คือ มีอาหารสะสมไม่เพียงพอ เช่น มะพร้าวกะทิ กล้วยไม้ (รังสฤษฎ์, 2545) หรือกรณีมีสิ่งยับยั้งในการงอก (germination inhibitors) เช่น เปลือกเมล็ดแข็ง มีสารเคลือบเปลือกเมล็ด (suberin และ lignin) หรือมีสารเคมีบางชนิดไปยับยั้งการงอกของเมล็ด (Abscissic acid, ABA) (นพดล, 2537)

รังสฤษฎ์ (2545) กล่าวว่า ช่วงเวลาที่เหมาะสมที่สามารถแยกเอาคัพภะลูกผสมมาเลี้ยงจากระยะที่มักมีขนาดเล็กมาก และเมล็ดที่เหี่ยวย่นนั้นจำเป็นต้องมีการศึกษาและต้องใช้เมล็ดลูกผสมจำนวนมากแต่ปกติแล้วต้องแยกออกมาทันทีก่อนที่คัพภะจะเริ่มฝ่อหรือสลายตัวไป

Buitendijk et al. (1995) รายงานว่า ลูกผสมที่เกิดจากการผสมข้ามในสกุล *Alstroemeria* มักมีปัญหาในการผสมและหลังจากการผสมแล้วของออวุล 18 วัน การพัฒนาของเอนโดสเปอร์มน้อยลงโดยเกิดความผิดปกติ เนื่องจากการแท้งของคัพภะ

หลักของการตรวจสอบความมีชีวิตและความแข็งแรงโดยวิธีเตตราโซเลียม

การวัดความมีชีวิตและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์โดยใช้สารเตตราโซเลียมเป็นวิธีการที่ใช้ได้ผลดี มีความแม่นยำสูง และสามารถใช้ได้กับเมล็ดพันธุ์ทุกชนิด (วัลลภ, 2538) ซึ่งอาศัยหลักการพื้นฐานทางชีวเคมีจากปฏิกิริยาของเอนไซม์พวกดีไอโดรจีเนส (dehydrogenase) ซึ่งมีอยู่ในเซลล์ที่มีชีวิตของเมล็ดพันธุ์ (จวงจันทร์, 2529) เอนไซม์ดีไฮโดรจีเนส มีบทบาทเกี่ยวข้องกับการหายใจ (respiration) ของเซลล์ โดยเอนไซม์ปล่อยไฮโดรเจนอิออนออกมาทำปฏิกิริยารีดักชั่น

กับสารละลายของเกลือเตตราโซเลียมซึ่งเป็นสารประกอบที่ไม่มีสีและสามารถแพร่กระจายได้ดีเมื่อทำปฏิกิริยาแล้ว เปลี่ยนไปเป็นสารประกอบใหม่คือ tetrazolium formazan ซึ่งมีสีแดง และไม่แพร่กระจาย (นิตย์, 2544) ดังนั้นเซลล์ที่มีชีวิตก็จะติดสีแดง ส่วนเซลล์ที่ตายหรือไม่มีชีวิต ไม่มีการหายใจ ไม่มีการปลดปล่อยไอโดรเจนอิออนออกมาจึงไม่ติดสี (จวงจันทร์, 2529) สารเตตราโซเลียมที่ใช้ทดสอบความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์ คือ 2, 3, 5 – Triphenyl tetrazolium chloride ลักษณะเป็นผงสีขาวและไวต่อแสงจึงต้องเก็บไว้ในขวดสีชา (วัลลภ, 2538) ในการติดสีของเมล็ดนี้ไม่ใช่ว่ามีแต่เมล็ดที่มีชีวิตที่ติดสีอย่างสมบูรณ์กับเมล็ดที่ไม่มีชีวิตซึ่งไม่ติดสีเลยเท่านั้น จริงๆ แล้วมีเมล็ดที่ติดสีเพียงบางส่วน ดังนั้นตำแหน่งและขนาดของบริเวณที่ติดสีจึงต้องนำมาพิจารณาเพื่อตัดสินว่าเมล็ดนั้นมีชีวิตหรือไม่ (จวงจันทร์, 2529) เมล็ดที่จัดว่าเป็นเมล็ดที่มีชีวิต (viable seeds) นั้น เนื้อเยื่อที่มีชีวิตทั้งหมดที่มีความจำเป็นต่อการที่พัฒนาไปเป็นต้นกล้าที่สมบูรณ์ต้องติดสี การไม่ติดสีในบางส่วนของเนื้อเยื่อเป็นพื้นที่เล็กน้อยอาจจัดได้ว่ามีชีวิตหรือไม่ก็ได้ขึ้นอยู่กับชนิดของพืช ส่วนเมล็ดที่ไม่มีชีวิต (non viable seeds) นั้นมีเนื้อเยื่อที่ติดสีไม่เพียงพอที่จะเจริญไปเป็นต้นกล้าที่สมบูรณ์ได้ (นิตย์, 2544)

ปัจจัยที่มีผลต่อการทดสอบความมีชีวิตโดยอาศัยเตตราโซเลียม

1. ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของสารละลาย ปกติเกลือเตตราโซเลียมหรือ 2, 3, 5 – triphenyl tetrazolium chloride (หรือ 2, 3, 5 triphenyl tetrazolium bromide) มักอยู่ในรูปผงสีขาว เมื่อย้อมสีเมล็ด ต้องใช้ในรูปสารละลาย (จวงจันทร์, 2529) การทดสอบความมีชีวิตโดยสารละลายเตตราโซเลียมที่ดี ควรใช้สารละลายที่มี pH อยู่ระหว่าง 6-8

2. อุณหภูมิ ระดับของอุณหภูมิมีผลต่อปฏิกิริยาทางชีวเคมี ซึ่งมีผลเกี่ยวโยงไปถึงปฏิกิริยาของการทดสอบความมีชีวิตโดยสารละลายเตตราโซเลียม ถ้าอุณหภูมิสูงปฏิกิริยาเกิดขึ้นได้เร็วอุณหภูมิที่พอเหมาะสำหรับการทำการทดสอบความมีชีวิตโดยสารละลายเตตราโซเลียม อยู่ระหว่าง 20-45 องศาเซลเซียส ปกตินิยมใช้อุณหภูมิประมาณ 35-40 องศาเซลเซียส ซึ่งตามกฎ (Rule of Thumb) กำหนดว่า ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้น 5 องศาเซลเซียส การติดสีจะเร็วขึ้น 2 เท่า และในบางครั้งการทดลองนิยมทำในอุณหภูมิห้องก็ได้ (นิตย์, 2544)

3. ความเข้มข้นของสารละลาย ควรมีความเข้มข้นในช่วง 0.1-1.0 เปอร์เซ็นต์ โดยสารละลายที่มีความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ ใช้กับเมล็ดที่ผ่าให้สารละลายซึมผ่านได้ดีขึ้น ส่วนสารละลายที่มีความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ ใช้กับเมล็ดที่ไม่มีการผ่า (วัลลภ, 2538) และถ้าใช้ความเข้มข้นสูงปฏิกิริยาสามารถเกิดขึ้นได้เร็ว (จวงจันทร์, 2529)

4. แสง สารละลายเตตราโซเลียมเสื่อมคุณภาพถ้าได้รับแสง ดังนั้น ควรเก็บสารละลายในขวดสีชา หรือเก็บในที่มืด (อาจหุ้มขวดด้วยอลูมินัมฟอยย์) และการทดลองควรทำในที่มืดหรือมีแสงน้อย (นิตย์, 2544: นงลักษณ์, 2528)

5. ความดันของอากาศผิดปกติ อาจทำให้ปฏิกิริยาผิดปกติไปด้วย (จวงจันทร์, 2529; วัลลภ, 2538) แต่ในสภาพปกติ ความดันของอากาศไม่มีผล ถ้าในสภาพ vacuum ช่วยเร่งปฏิกิริยาให้เกิดเร็วขึ้น (นิตย์, 2544)

การติดผล

พีรเดช (2537) ได้กล่าวไว้ว่าการติดผลเป็นกระบวนการเริ่มแรกของการพัฒนาจากดอกไปเป็นผล เมื่อดอกบานเต็มที่และพร้อมที่รับการผสมเกสรจากการสังเกตได้ว่าอับเกสรตัวผู้แตกออกและปลดปล่อยละอองเกสรตัวผู้ซึ่งมีขนาดเล็กมากออกมา เมื่อละอองเกสรตัวผู้นั้นไปสัมผัสกับยอดเกสรตัวเมียไม่ว่าด้วยวิธีใดก็ตามเกิดการพัฒนาต่อไป โดยละอองเกสรตัวผู้ยืดตัวออกเป็นหลอดยาวงอกไปตามก้านเกสรตัวเมีย เพื่อเข้าไปผสมกับไข่ซึ่งอยู่ภายในรังไข่นั้น และเกิดการปฏิสนธิขึ้นซึ่งเป็นจุดเริ่มแรกของการติดผล ดังนั้นปัจจัยสำคัญในการติดผล จึงขึ้นอยู่กับความสามารถในการงอกของละอองเกสรตัวผู้และความสามารถในการปฏิสนธิภายในรังไข่ ละอองเกสรตัวผู้มีจำนวนมากแต่มีความสามารถในการงอกได้แตกต่างกันไป ซึ่งขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมหลายอย่าง เช่น อุณหภูมิและความชื้น นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับการติดผลซึ่งแยกเป็นรายละเอียดได้ดังนี้

1. อุณหภูมิ อุณหภูมิสูงหรือต่ำเกินไปทำให้การติดผลลดลง ในสภาพดังกล่าวมีผลให้การงอกของละอองเกสรตัวผู้ลดลง และบางกรณีทำให้เกสรตัวผู้ตาย เช่น ละอองเกสรตัวผู้ของมะม่วงไม่งอกถ้าอุณหภูมิต่ำกว่า 16 องศาเซลเซียส หรือสูงกว่า 44 องศาเซลเซียส ดอกบางดอกอาจพัฒนาขึ้นมาเป็นผลโดยไม่มีเมล็ด (seedless fruit) แต่หลุดร่วงไปในที่สุด ละอองเกสรของมะเขือเทศงอกได้ดีที่สุดอุณหภูมิ 20-25 องศาเซลเซียส และความสามารถในการงอกลดลงมากถ้าอยู่ในสภาพที่อุณหภูมิสูงกว่า 37-38 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่า 5 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงหรือต่ำเกินไปยังมีผลต่อการทำงานของแมลงที่ช่วยในการผสมเกสรอีกด้วย ในสภาพเช่นนี้แมลงทำงานได้น้อยลง โอกาสที่ดอกได้รับการผสมจึงน้อยลงไปด้วย

2. ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ มีผลบ้างต่อการติดผล แต่เมื่อเทียบกับอุณหภูมิแล้วยังมีอิทธิพลน้อยกว่า อย่างไรก็ตามในสภาพอากาศแห้งทำให้ยอดเกสรตัวเมียระเหยน้ำมากและแห้งอย่างรวดเร็ว โอกาสที่ละอองเกสรตัวผู้งอกผ่านลงไปได้จึงมีน้อยลง

3. ความเข้ากันได้ ระหว่างเกสรตัวผู้และตัวเมีย พืชบางชนิดแม้มีเกสรตัวผู้และตัวเมียอยู่ในดอกเดียวกันหรือต้นเดียวกันก็ตาม แต่ไม่อาจเกิดการผสมเกสรภายในดอกเดียวกันได้ เนื่องจากธรรมชาติของพืชนั้นต้องการให้มีการผสมข้ามเพื่อให้ได้ลูกที่แข็งแรง ดังนั้นพืชเหล่านี้จึงมีระบบป้องกันไม่ให้เกิดการผสมตัวเอง ถึงแม้ละอองเกสรตัวผู้งอกผ่านเกสรตัวเมียลงไปได้ก็ตามแต่ไม่มีการปฏิสนธิเกิดขึ้น

4. สัดส่วนเพศดอก พืชบางชนิดมีดอกตัวผู้และดอกตัวเมีย หรือดอกสมบูรณ์เพศอยู่แยกต้นกันหรือแยกดอกกัน เช่น มะม่วง ลำไย ลิ้นจี่ เงาะ ในกรณีเช่นนี้ดอกตัวผู้ไม่สามารถติดเป็นผลได้ ดังนั้นถ้าต้นพืชมีดอกตัวเมียหรือดอกสมบูรณ์เพศ ก็ทำให้โอกาสติดผลลดน้อยลง และในทำนองเดียวกันถ้ามีแต่ดอกตัวเมียทั้งต้นโดยไม่มีเกสรตัวผู้มาผสมดอกนั้นก็ไม่อาจติดผลเช่นกัน สัดส่วนเพศดอกถูกควบคุมด้วย ปัจจัยหลายอย่างรวมทั้งฮอร์โมนที่พืชสร้างขึ้นซึ่งสัดส่วนนี้อาจเปลี่ยนแปลงได้โดยการใช้ Plant Growth Regulator Control (PGRC)

5. ธาตุอาหาร มีธาตุอาหารบางชนิดที่จำเป็นต่อการงอกของละอองเกสรตัวผู้ เช่น ธาตุโบรอน ในกรณีที่พืชขาดธาตุโบรอนอาจทำให้การติดผลลดน้อยลง นอกจากโบรอนแล้วธาตุอื่นๆ เช่น แคลเซียม แมกนีเซียม โพแทสเซียม และพวกไนเตรทก็มีผลเช่นเดียวกัน ธาตุต่างๆเหล่านี้เป็นองค์ประกอบของธาตุอาหารเหลวที่พบบนยอดเกสรตัวเมีย (stigma fluid) ซึ่งละอองเกสรตัวผู้ใช้อาหารนี้ช่วยในการงอกผ่านก้านชูเกสรตัวเมียลงไปผสมกับไข่

6. อาหารสะสม เป็นปัจจัยสำคัญเนื่องจากพืชต้องใช้อาหารเป็นจำนวนมากเพื่อการติดผล ต้นที่มีอาหารอุดมสมบูรณ์มีการติดผลได้มากกว่าต้นที่อ่อนแอ สภาพแวดล้อมต่างๆที่มีผลกระทบต่อการสร้างอาหารของพืช ก็มีผลต่อการติดผลเช่นเดียวกัน เช่น อุณหภูมิสูงหรือต่ำเกินไป การขาดน้ำ น้ำท่วม แสงน้อย สภาพเหล่านี้ล้วนแต่ทำให้พืชสร้างอาหารได้น้อยลง และมีการติดผลน้อย ถึงแม้ว่าพืชมีการติดผลในระยะแรกได้มาก แต่ก็หลุดร่วงและไม่พัฒนาเต็มที่เป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากอาหารที่ส่งมาเลี้ยงผลมีไม่เพียงพอ และเกิดการแก่งแย่งอาหารซึ่งกันและกัน สังเกตได้ว่าพืชที่ออกดอกแบบทยอยนั้น ดอกที่บานก่อนมีโอกาสติดผลมากกว่าดอกที่เกิดทีหลังเนื่องจากดอกเหล่านั้นมีโอกาสแย่งอาหารจากต้นมาใช้ได้มากกว่า

ความสำคัญของเมล็ดกับการพัฒนาของผล

พีรเดช (2537) กล่าวว่าการพัฒนาของผลตามปกติเกิดขึ้นเนื่องจากฮอร์โมนที่เมล็ดอ่อนของพืชสร้างขึ้นมาในรังไข่ ผลพัฒนาขึ้นมาได้ต้องมีการแบ่งเซลล์และการขยายขนาดของเซลล์ ดังนั้นสารออกซิน จิบเบอเรลลิน และไซโตไคนินจึงมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาของผล ในช่วงแรกของการเติบโตของผล เป็นผลมาจากการแบ่งเซลล์ภายในบริเวณผนังรังไข่ ซึ่ง

การแบ่งเซลล์นี้มักเสร็จสิ้นตั้งแต่ก่อนดอกบาน ต่อมาเมื่อเกิดการปฏิสนธิและเกิดเมล็ด เมล็ดนั้นก็กลายเป็นแหล่งสำคัญของออกซิน จิบเบอเรลลิน ไซโตไคนิน ซึ่งส่งผลให้เกิดการขยายขนาดของเซลล์ ทำให้ผลเติบโตได้อย่างปกติ ดังนั้นสังเกตได้ว่าโดยทั่วไปแล้วผลที่มีเมล็ดมักมีขนาดใหญ่กว่าผลที่ไม่มีเมล็ด ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดคืออุ่น ผลอุ่นที่ไม่มีเมล็ด เช่นพันธุ์ ลูซ เพอร์ เลทท์ มีขนาดเล็กมากเมื่อเทียบกับพันธุ์อื่นๆ ที่มีเมล็ด อุ่นบางพันธุ์มีทั้งผลขนาดเล็กและใหญ่อยู่ในช่อเดียวกัน ในกรณีนี้พบว่าผลที่มีขนาดใหญ่มีการเติบโตของเมล็ดตามปกติแต่ผลขนาดเล็กไม่มีเมล็ด เมล็ดอุ่นอาจเป็นแหล่งสร้างจิบเบอเรลลินที่สำคัญ และมีหน้าที่ควบคุมการเติบโตของผล นอกจากนี้ออกซินยังเป็นฮอร์โมนที่สำคัญที่สร้างขึ้นมากในเมล็ดโดยมีหน้าที่ในการขยายขนาดของเซลล์ โดยผลสตรอเบอร์รี่ที่ดึงเมล็ดออกในระยะแรกของการพัฒนาของผล ไม่สามารถเติบโตได้ แต่พบว่าเมื่อมีการใช้ออกซินทาบนผลเพื่อทดแทนเมล็ดทำให้ผลนั้นเติบโตขึ้นมาจนมีขนาดเท่าผลปกติ แสดงว่าการขยายขนาดของผลสตรอเบอรี่ถูกควบคุมโดยออกซินที่ส่งมาจากเมล็ดเป็นสำคัญ

บทที่ 3

วิธีการวิจัย

ในการทดลองเพื่อศึกษาความสามารถและอุปสรรคในการผสมข้ามชนิดของพืชสกุลมะเขือ โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 การทดลอง คือ ศึกษาความสามารถในการผสมข้ามชนิดในพืชสกุลมะเขือ และ ศึกษาพัฒนาการของผล เอมบริโอและความมีชีวิตของเอมบริโอในผลจากการผสมข้ามชนิด มีอุปกรณ์และวิธีการทดลองดังนี้

อุปกรณ์

การทดลองที่ 1 ศึกษาความสามารถในการผสมข้ามชนิดในพืชสกุลมะเขือ

1. เมล็ดพันธุ์มะเขือเปราะเจ้าพระยา (*Solanum melongena* L.) เมล็ดมะแว้งต้นไร้หนาม (*S. sanitwongsei* Craib) และเมล็ดมะแว้งต้นมีหนาม (*S. violaceum* Ortega)

2. อุปกรณ์ในการผสมเกสร เช่น สำลี ปากคีบปลายแหลม แอลกอฮอล์ ป้ายกระดาษ

3. อุปกรณ์ในการดูแลรักษา เช่น ปุ๋ยเคมี สารป้องกันกำจัดโรคพืชและแมลง เป็นต้น

4. อุปกรณ์ในการศึกษาการงอกของละอองเกสรตัวผู้ในก้านชูเกสรตัวเมีย

4.1 ดอกของพืชทดลองที่ผ่านการถ่ายละอองเกสรลงบนยอดเกสรตัวเมีย

4.2 สีย้อม Mayer's Hematoxylin Solution

4.3 แผ่นสไลด์

4.4 ปากคีบปลายแหลม

4.5 กล้องจุลทรรศน์

5. การเพาะเลี้ยงเมล็ดพันธุ์ลูกผสมข้ามชนิดในอาหารสังเคราะห์สูตร Hyponex สูตรอาหาร Hyponex ประกอบด้วย

- hyponex (6.5-6-19)	3 กรัม ต่อ ลิตร
- น้ำตาล (sucrose)	30 กรัม ต่อ ลิตร
- วุ้น	7 กรัม ต่อ ลิตร
- pH 5.75	

6. อุปกรณ์ในการทดสอบความมีชีวิตของละอองเกสร ได้แก่ละอองเรณูของพืชทดลอง จานแก้ว (petri disc) บีกเกอร์ หลอดหยด (eppendorf) แผ่นสไลด์ (slide) แผ่นปิดสไลด์ (cover slip) ปากคีบปลายแหลม (forcep) สารเคมีที่ใช้ย้อมสี Acetocarmine และกล่องพลาสติก

การทดลองที่ 2 ศึกษาพัฒนาการของผล เอมบริโอและความมีชีวิตของเอมบริโอในผลจากการผสมข้ามชนิด

1. เมล็ดพันธุ์มะเขือเปราะเจ้าพระยา เมล็ดมะแว้งต้นไร้หนาม และ เมล็ดมะแว้งต้นมีหนาม

2. อุปกรณ์ในการผสมเกสร เช่น สำลี ปากคีบปลายแหลม แอลกอฮอล์ ป้ายกระดาษ

3. อุปกรณ์ในการศึกษาพัฒนาการของเอมบริโอและความมีชีวิตของเอมบริโอ

3.1 สารละลายเตตระโซเลียม (2, 3, 5 - triphenyl tetrazolium chloride) ความเข้มข้นร้อยละ 1.0

3.2 แผ่นสไลด์

3.3 ปากคีบปลายแหลม

3.4 กล่องพลาสติก

3.5 กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ (stereoscopic microscope)

วิธีการวิจัย

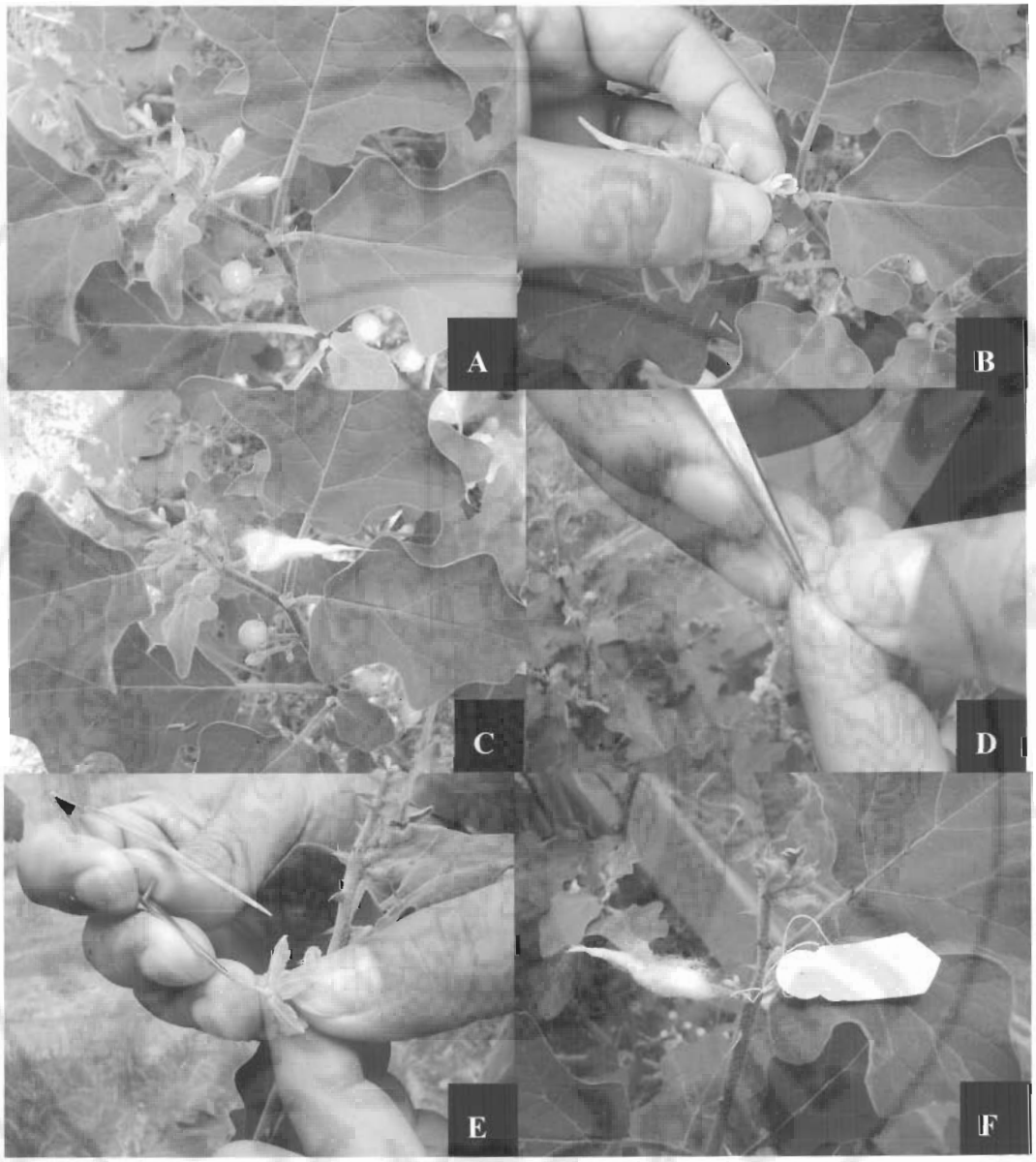
การทดลองที่ 1 ศึกษาความสามารถในการผสมข้ามชนิดในพืชสกุลมะเขือ

การผสมเกสร โดยการผสมแบบตรง (direct cross) และสลับ (reciprocal cross) ระหว่างชนิดในพืชสกุลมะเขือ เลือกดอกที่พร้อมจะผสมในวันรุ่งขึ้น จากนั้นทำการตอนดอก (emasculation)ในสายพันธุ์ที่ต้องผสม และในการตอนดอกทุกครั้งต้องจุ่มปากคีบปลายแหลมในแอลกอฮอล์ทุกครั้งเพื่อฆ่าละอองเกสรที่อาจติดมาในระหว่างที่ทำการตอนดอก จากนั้นนำสำลีมาพันรอบดอกไว้เพื่อป้องกันการผสมข้ามจากแมลง หลังจากนั้นในวันรุ่งขึ้นจึงทำการเก็บดอกที่บานจากสายพันธุ์ที่ใช้เป็นต้นพ่อในการผสม โดยดอกที่เก็บมาใช้นี้ต้องครอบดอกด้วยสำลีเพื่อป้องกันการปนเปื้อนของละอองเกสรจากละอองเกสรอื่นที่ไม่ต้องการ จากนั้นผสมโดยนำเอาละอองเกสรจากสายพันธุ์พ่อที่ต้องการมาแตะที่บริเวณยอดเกสรตัวเมีย (stigma surface) แล้วแขวนป้ายระบุชื่อคู่ผสม วันที่ผสม และเวลาที่ผสม (ภาพ 4) ซึ่งช่วงเวลาในการผสมนั้นอยู่ระหว่าง 8.00 - 11.00 น. สังเกตถึงการติดผลซึ่งใช้ระยะเวลาหลังจากวันผสมเกสรประมาณ 3 วัน

การเพาะเลี้ยงเมล็ดพันธุ์ลูกผสมข้ามชนิดในอาหารสังเคราะห์สูตร Hyponex จุ่มเมล็ดพันธุ์ลูกผสมข้ามชนิดทั้ง 2 คู่ผสม (มะแว้งต้นไร้หนาม X มะเขือเปราะเจ้าพระยา และ มะแว้งต้นมีหนาม X มะเขือเปราะเจ้าพระยา) ในเอทานอล 70 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นฟอกเมล็ดในสารละลายคลอร็อกที่มีความเข้มข้นของ Sodium hypochlorite 1 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 20 นาที แล้วทำการล้างในน้ำกลั่นที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อ 3 ครั้งๆละ 10 นาที แล้วจึงนำเมล็ดมาเลี้ยงบนอาหารสูตร Hyponex ที่ประกอบด้วย น้ำตาล 20 กรัมต่อลิตร วุ้น 7 กรัมต่อลิตร ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ภายใต้หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์

ทดสอบความมีชีวิตของละอองเกสร โดยนำละอองเกสรของ มะเขือเปราะเจ้าพระยา มะแว้งต้นไร้หนาม และมะแว้งต้นมีหนาม ที่พร้อมจะผสมเขี่ยละอองเกสรลงบนแผ่นสไลด์ย้อมด้วยสีย้อม Acetocarmine แล้วปิดด้วยแผ่นปิดสไลด์ประมาณ 20 นาที นำไปส่องภายใต้กล้องจุลทรรศน์ เพื่อดูการติดสีของละอองเกสร

ทดสอบความสามารถในการงอกของละอองเกสร (pollen) บนยอดเกสรตัวเมีย (stigma surface) และการงอกของหลอดละอองเกสรลงในก้านชูเกสรตัวเมียในคู่ผสม มะเขือเปราะเจ้าพระยา X มะแว้งต้นไร้หนาม (ผสมเกสรไม่ติด) โดยนำเกสรตัวเมีย (pistil) ที่ได้รับการผสมแล้วเป็นเวลา 24 48 และ72 ชั่วโมง หลังจากนั้นเก็บเกสรตัวเมีย ที่ระยะเวลาการผสมต่างๆมาย้อมสี โดยใช้สีย้อมในการทดสอบคือ ย้อมด้วย Mayer's Hematoxylin Solution เป็นเวลา 2 นาที แล้วนำไปส่องภายใต้กล้องจุลทรรศน์



ภาพ 4 ขั้นตอนการผสมเกสร (A) เลือกดอกที่พร้อมผสมเกสรในวันรุ่งขึ้น (B) การตอนดอก (C) คลุมดอกที่ตอนแล้วด้วยสำลี (D) ใช้ปากคีบปลายแหลมเขี่ยละอองเกสรตัวผู้จากอับละอองเกสร (E) ผสมเกสร และ (F) คลุมดอกที่ผ่านการผสมเกสรพร้อมแขวนป้ายระบุคู่ผสมและวันที่ผสมเกสร

การบันทึกข้อมูล ในการทดลองที่1 มีดังนี้

1. เปอร์เซ็นต์การผสมติดโดยคำนวณจากจำนวนดอกที่ผสมติดจากจำนวนดอกที่ผสมทั้งหมด

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

2. จำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผล

3. เปอร์เซ็นต์เมล็ดสมบูรณ์

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

4. เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดที่เพาะในอาหารสังเคราะห์

5. ความมีชีวิตของละอองเรณู บันทึกด้วยภาพถ่าย โดยละอองเกสรที่มีชีวิตย่อมติดสีแดงส่วนละอองเกสรที่ไม่มีชีวิตไม่ติดสีแดง

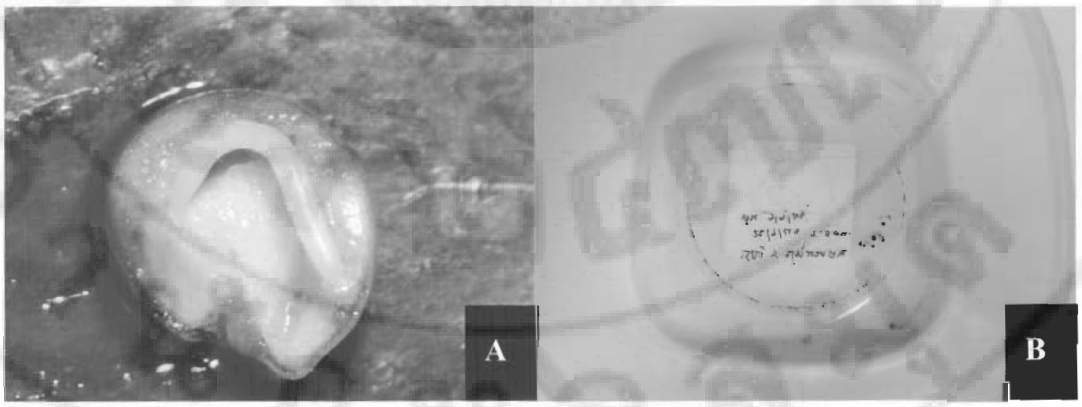
6. ความสามารถในการงอกของละอองเกสร บนยอดเกสรตัวเมีย และการงอกของหลอดละอองเกสรลงในก้านชูเกสรตัวเมีย บันทึกด้วยภาพถ่าย

การทดลองที่ 2 ศึกษาพัฒนาการของผล เอมบริโอและความมีชีวิตของเอมบริโอในลูกผสมข้ามชนิด

แขวนป้ายกระดาษในดอกมะเขือเปราะเจ้าพระยา มะแว้งต้นไร้หนาม และมะแว้งต้นมีหนาม ที่บานในแต่ละวัน (ภาพ 5) เพื่อศึกษาถึงการพัฒนาการของผลและเอมบริโอในสายพันธุ์พ่อและแม่ใช้สำหรับการเปรียบเทียบกับลูกผสมข้ามชนิด โดยดำเนินการทุกวันจนกระทั่งผลสุกแก่ ส่วนขั้นตอนในการผสมเกสรดำเนินการเช่นเดียวกันกับการทดลองที่ 1

นำผลที่สุกแก่ของพ่อและแม่ทั้ง 3 ชนิดและผลที่เกิดจากการทำการผสมข้ามชนิดทั้ง 3 คู่ผสม มาศึกษาการพัฒนาการของผล หลังจากนั้นศึกษาพัฒนาการของเอมบริโอโดยนำเมล็ดที่ได้จากผลที่อายุต่างๆ มาผ่าภายใต้กล้องจุลทรรศน์ เพื่อศึกษาพัฒนาการของเอมบริโอ จากนั้นนำเอมบริโอที่อายุผลต่างๆ มาย้อมด้วยสารละลายเตตระโซเลียม 1 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง นำมาศึกษาความมีชีวิตของเอมบริโอภายใต้กล้องจุลทรรศน์ (ภาพ 6) โดยเอมบริโอที่มีชีวิตย่อมติดสีแดง ส่วนเอมบริโอที่ไม่มีชีวิตไม่ติดสีแดง

ภาพ 5 ทำการแขวนป้ายดอกที่บานในแต่ละวันใน (A) มะเขือเปราะเจ้าพระยา (B) มะแว้งต้นไร้หนาม และ (C) มะแว้งต้นมีหนาม



ภาพ 6 การศึกษาการพัฒนาการของเอมบริโอ (A) และศึกษาความมีชีวิตของเอมบริโอ (B) โดยนำเอมบริโอมาแช่ในสารละลายเตตราโซเลียมเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ นาน 2 ชั่วโมง

การบันทึกข้อมูล ในการทดลองที่2 มีดังนี้

1. บันทึกอายุพัฒนาการของผลหลังดอกบานและผสมเกสรถึงผลสุกแก่พร้อมบันทึกลักษณะด้วยภาพถ่าย

2. ระยะการพัฒนาของเอมบริโอในอายุผลต่างๆด้วยการบันทึกลักษณะด้วยภาพถ่าย

3. ความมีชีวิตของเอมบริโอ โดยการบันทึกลักษณะด้วยภาพถ่ายโดยเอมบริโอที่มีชีวิตจะติดสีแดงส่วนเอมบริโอที่ไม่มีชีวิตจะไม่ติดสีแดง

ระยะเวลาทำการทดลอง

เริ่มทำการทดลอง สิงหาคม 2548

สิ้นสุดการทดลอง พฤษภาคม 2550

สถานที่ทำการทดลอง

1. สำนักฟาร์มมหาวิทยาลัยแม่โจ้ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่

2. ห้องปฏิบัติการ อาคารเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์

บทที่ 4

ผลการทดลอง

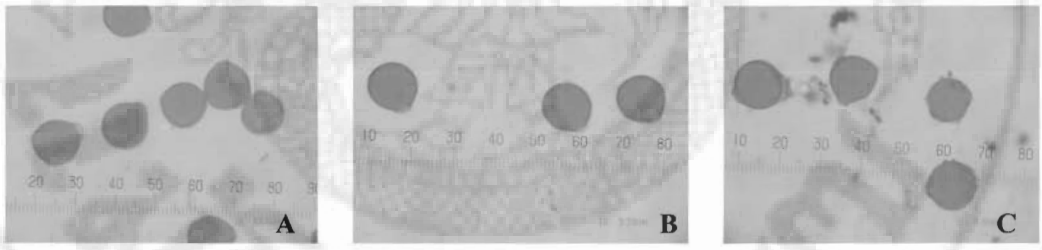
ในการทดลองเพื่อศึกษาความสามารถและอุปสรรคในการผสมข้ามชนิดของพืชสกุลมะเขือ โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 การทดลอง คือ ศึกษาความสามารถในการผสมข้ามชนิดในพืชสกุลมะเขือ และ ศึกษาพัฒนาการของผล เอมบริโอและความมีชีวิตของเอมบริโอในผลจากการผสมข้ามชนิด ปรากฏผลการศึกษาดังต่อไปนี้

การทดลองที่ 1

ศึกษาความสามารถในการผสมข้ามชนิดในพืชสกุลมะเขือ

การทดลองที่ 1.1 ความมีชีวิตของละอองเกสร

จากการทดลอง พบว่า ละอองเกสรตัวผู้ของสายพันธุ์พ่อแม่ทั้ง 3 พันธุ์นั้นมีชีวิต เนื่องจากติดสีย้อมของ acetocarmine สม่ำเสมอเหมือนกันทุกละอองเกสร และยังพบว่าละอองเกสรของทั้ง 3 พันธุ์นั้นมีขนาดที่ไม่แตกต่างกัน (ภาพ 7)

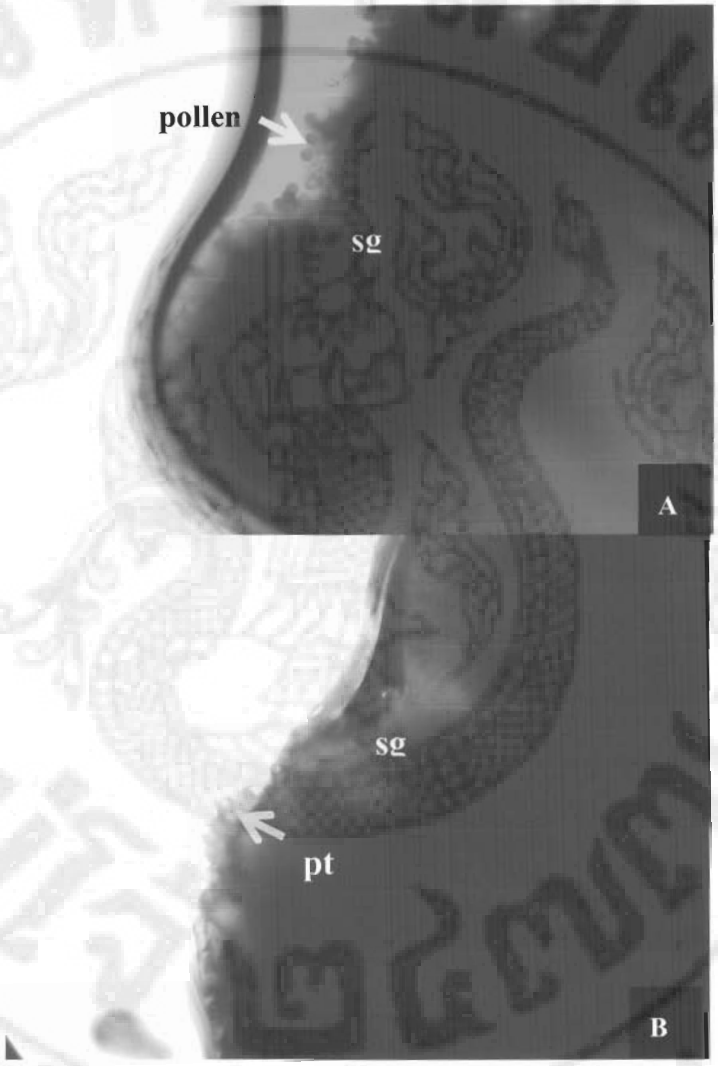


ภาพ 7 ความมีชีวิตและขนาดละอองเกสรตัวผู้ของ มะเขือเปราะเจ้าพระยา (A) มะแว้งต้นไร้หนาม (B) และ มะแว้งต้นมีหนาม (C) ที่ย้อมด้วย acetocarmine

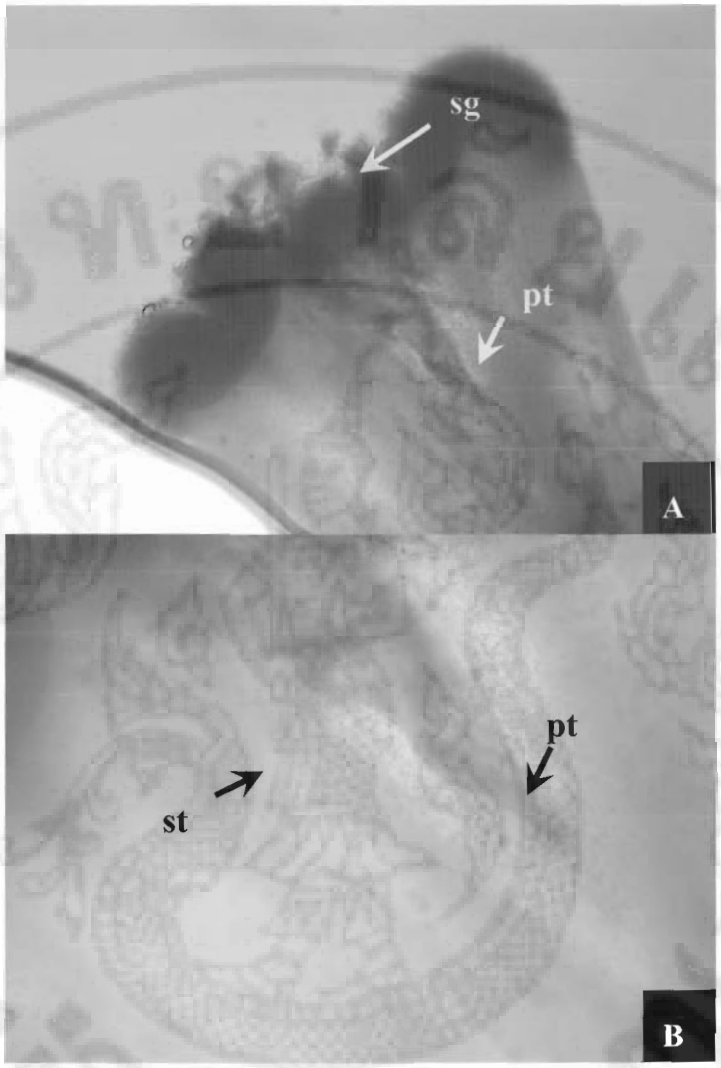
การทดลองที่ 1.2 การงอกของละอองเกสรบนยอดเกสรตัวเมีย และการงอกของหลอดละอองเกสรลงในก้านชูเกสรตัวเมียในคู่ผสม มะเขือเปราะเจ้าพระยา x มะแว้งต้นไร้หนาม ที่ระยะเวลา 24 48 และ 72 ชั่วโมงหลังผสมเกสร

จากการศึกษาความสามารถในการงอกของละอองเกสรบนยอดเกสรตัวเมีย และการงอกของหลอดละอองเกสรลงในก้านชูเกสรตัวเมีย ที่ผ่านการผสมเกสรเป็นเวลา 24 ชั่วโมงหลังผสมเกสร พบว่า ละอองเกสรของ มะแว้งต้นไร้หนามสามารถงอกได้บนยอดเกสรตัวเมียของมะเขือเปราะเจ้าพระยา (ภาพ 8) และเมื่อทำการศึกษาการงอกของหลอดละอองเกสรในก้านชูเกสร

ตัวเมีย พบว่าหลอดละอองเกสรสามารถงอกผ่านยอดเกสรตัวเมียลงไปในก้านชูเกสรตัวเมียได้ แต่ระยะทางของหลอดละอองเกสรที่งอกลงไปในก้านชูเกสรตัวเมียของ มะเขือเปราะเจ้าพระยา นั้นงอกได้เพียงระยะสั้น ยังงอกลงไปไม่ถึงรังไข่ (ภาพ 9)



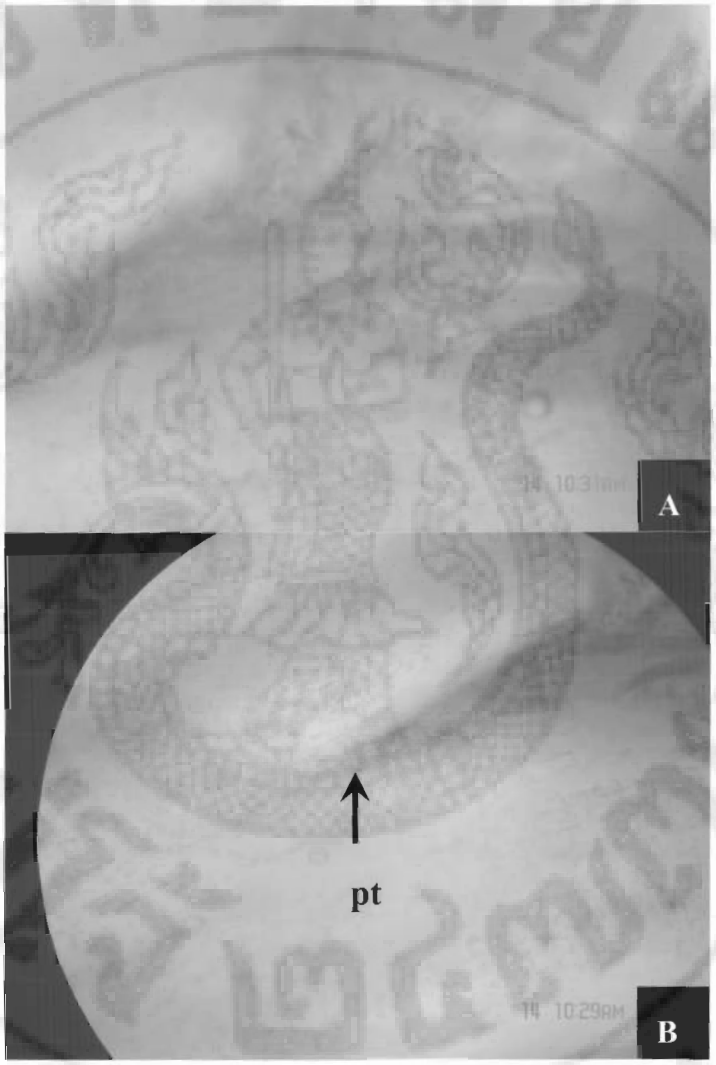
ภาพ 8 การงอกของละอองเกสร (pollen) บนยอดเกสรตัวเมีย (stigma surface; sg) (A) และ ส่วนของหลอดละอองเกสร (pollen tube; pt) ที่พบหลังการงอกของละอองเกสรที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมงหลังผสมเกสร (B)



ภาพ 9 การงอกของหลอดละอองเกสรของมะแว้งต้นไร้หนาม (pollen tube, pt) ลงสู่ก้านชูเกสรตัวเมียของมะเขือเปราะเจ้าพระยา (style, st) หลังผสมเกสร 24 ชั่วโมง ย้อมด้วย Mayer's Hematoxylin Solution (A) หลอดละอองเกสรที่งอกลงสู่ก้านชูเกสรตัวเมียแต่ยังงอกหลอดละอองเกสรไปไม่ถึงรังไข่ (B)

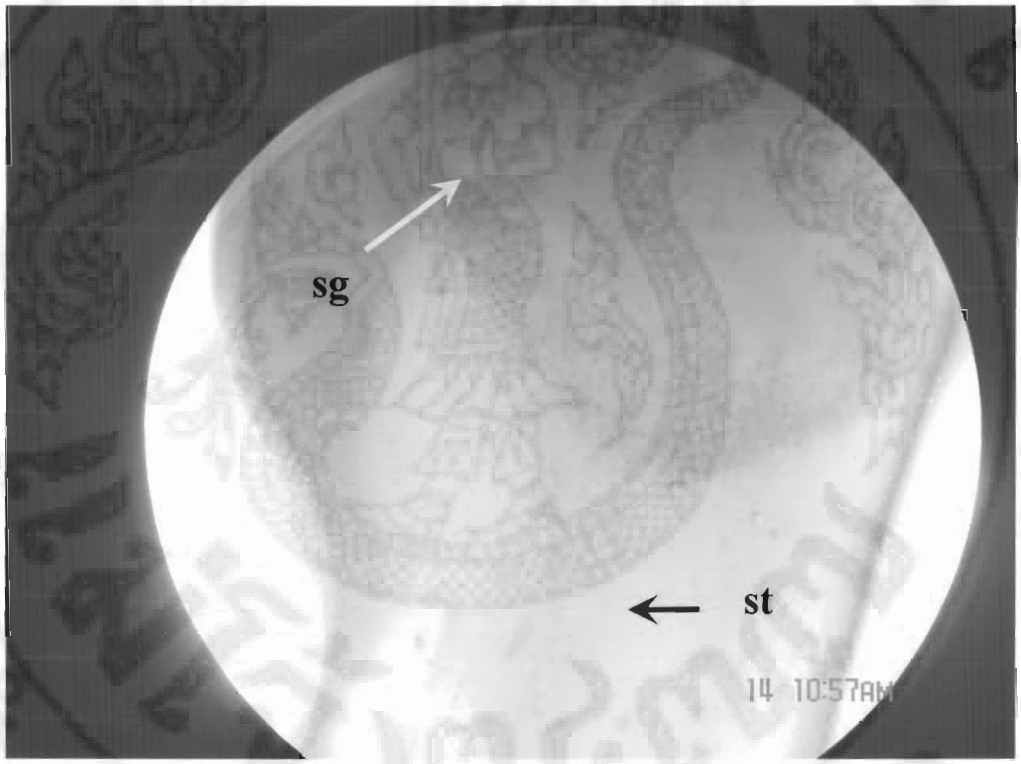
จากการศึกษาความสามารถในการงอกของละอองเกสรบนยอดเกสรตัวเมีย และการงอกของหลอดละอองเกสร ลงในก้านชูเกสรตัวเมีย ที่ผ่านการผสมเกสรเป็นเวลา 48 ชั่วโมง หลังผสมเกสร พบว่า ละอองเกสรของ มะแว้งต้นไร้หนาม สามารถงอกได้บนยอดเกสรตัวเมีย ของมะเขือเปราะเจ้าพระยา และเมื่อทำการศึกษาการงอกของหลอดละอองเกสรในก้านชูเกสรตัวเมีย พบว่าหลอดละอองเกสรสามารถงอกผ่านยอดเกสรตัวเมียลงไปในก้านชูเกสรตัวเมียได้ แต่

ระยะทางของหลอดละอองเกสรที่งอกลงไปในก้านชูเกสรตัวเมียของ มะเขือเปราะเจ้าพระยา นั้น งอกได้เพียงระยะสั้น ยังงอกลงไปไม่ถึงรังไข่ (ภาพ 10)



ภาพ 10 แสดงการงอกของหลอดละอองเกสรมะแว้งต้นไร้หนาม (pollen tube, pt) ลงสู่ก้านชูเกสรตัวเมียของมะเขือเปราะเจ้าพระยา (style, st) หลังผสมเกสร 48 ชั่วโมง ย้อมด้วย Mayer's Hematoxylin Solution (A) หลอดละอองเกสรที่งอกลงสู่ก้านชูเกสรตัวเมียแต่ยังงอกหลอดละอองเกสรไปไม่ถึงรังไข่ (B)

จากการศึกษาความสามารถในการงอกของละอองเกสรบนยอดเกสรตัวเมีย และการงอกของหลอดละอองเกสรลงในก้านชูเกสรตัวเมีย ที่ผ่านการผสมเกสรเป็นเวลา 72 ชั่วโมงหลังผสมเกสร พบว่าไม่พบการงอกของละอองเกสรของ มะแว้งต้นไร้หนาม บนยอดเกสรตัวเมีย ของมะเขือเปราะเจ้าพระยา เมื่อทำการศึกษาการงอกของหลอดละอองเกสรในก้านชูเกสรตัวเมีย ไม่พบการงอกของหลอดละอองเกสรในก้านชูเกสรตัวเมียของ มะเขือเปราะเจ้าพระยา และที่ระยะเวลา 72 ชั่วโมงหลังการผสมเกสรดอกของมะเขือเปราะเจ้าพระยาร่วงหล่น (ภาพ 11)



ภาพ 11 บริเวณยอดเกสรตัวเมีย (stigma surface, sg) หลังจากผสมเกสร 72 ชั่วโมง และภายในก้านชูเกสรตัวเมีย (style, st) ที่ไม่พบการงอกของหลอดละอองเกสร

การทดลองที่ 1.3 ความสามารถในการผสมข้ามชนิด

ในการผสมข้ามชนิดในพืชสกุลมะเขือ ระหว่างต้นพ่อ (มะเขือเปราะเจ้าพระยา) ต้นแม่ (มะแว้งต้นไร้หนาม และ มะแว้งต้นมีหนาม) พบว่า ในมะแว้งต้นไร้หนาม x มะเขือเปราะเจ้าพระยา มีดอกที่ได้รับการผสมเกสรข้ามจำนวน 686 ดอก มีจำนวนดอกที่ผสมติดเป็นผลจำนวน 599 ผล คิดเป็นเปอร์เซ็นต์การผสมติดเป็นผลเท่ากับ 87.31 เปอร์เซ็นต์ และในคู่ผสม มะแว้งต้นมีหนาม x มะเขือเปราะเจ้าพระยา มีดอกที่ได้รับการผสมเกสรข้ามจำนวน 589 ดอก มีจำนวนดอกที่ผสมติดเป็นผลจำนวน 484 ผล คิดเป็นเปอร์เซ็นต์การผสมติดเป็นผลเท่ากับ 82.17 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำการผสมแบบสลับโดยใช้พันธุ์ป่าเป็นต้นพ่อในคู่ผสม มะเขือเปราะเจ้าพระยา x มะแว้งต้นไร้หนาม มีดอกที่ได้รับการผสมเกสรข้ามจำนวน 63 ดอก แต่ไม่มีดอกที่ผ่านการผสมเกสรติดเป็นผลในการผสมแบบสลับนี้ ส่วนในคู่ผสม มะเขือเปราะเจ้าพระยา x มะแว้งต้นมีหนาม มีดอกที่ได้รับการผสมเกสรข้ามจำนวน 55 ดอก มีจำนวนดอกที่ผสมติดเป็นผลจำนวน 15 ผล คิดเป็นเปอร์เซ็นต์การผสมติดเป็นผลเท่ากับ 27.27 เปอร์เซ็นต์ (ตาราง 2)

ตาราง 2 จำนวนดอกที่ได้รับการผสม จำนวนดอกที่ผสมติดเป็นผล และเปอร์เซ็นต์การผสมติดเป็นผล

คู่ผสม	จำนวนดอกที่ได้รับการผสม(ดอก)	จำนวนดอกที่ผสมติดเป็นผล (ผล)	เปอร์เซ็นต์การผสมติดเป็นผล
มะแว้งต้นไร้หนาม X มะเขือเปราะเจ้าพระยา	686	599	87.31
มะแว้งต้นมีหนาม X มะเขือเปราะเจ้าพระยา	589	484	82.17
มะเขือเปราะเจ้าพระยา X มะแว้งต้นไร้หนาม	63	0	0
มะเขือเปราะเจ้าพระยา X มะแว้งต้นมีหนาม	55	15	27.27

ภาพ 12 การติดผลหลังผสมเกสร

การทดลองที่ 1.4 การเพาะเลี้ยงเมล็ดพันธุ์จากการผสมข้ามชนิดในอาหารสังเคราะห์สูตร Hyponex

จากการทดลอง พบว่า เมล็ดลูกผสมข้ามชนิดทั้ง 2 คู่ผสมใช้ระยะเวลาในการงอกของเมล็ดนานกว่าปกติเฉลี่ย 45-90 วัน โดยที่เมล็ดลูกผสมข้ามชนิดในคู่ผสมระหว่าง มะแว้งต้นไร้หนาม x มะเขือเปราะเจ้าพระยา มีเปอร์เซ็นต์ความงอก 11.25 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในคู่ผสมระหว่าง มะแว้งต้นมีหนาม x มะเขือเปราะเจ้าพระยา มีเปอร์เซ็นต์ความงอก 5 เปอร์เซ็นต์ แต่เมล็ดลูกผสมข้ามชนิดทั้ง 2 คู่ผสมนั้นมีการงอกที่ไม่สม่ำเสมอ ต้นกล้ามีลักษณะที่ไม่สมบูรณ์แข็งแรง เมล็ดที่เหลือก็มีสีดำและไม่มีการงอกของต้นกล้าเพิ่มขึ้นอีก (ภาพ 13)

ภาพ 13 การเพาะเมล็ดลูกผสมข้ามชนิด มะแว้งต้นไร้หนาม x มะเขือเปราะเจ้าพระยา (A) และ มะแว้งต้นมีหนาม x มะเขือเปราะเจ้าพระยา (B)ในอาหารสังเคราะห์สูตร Hyponex

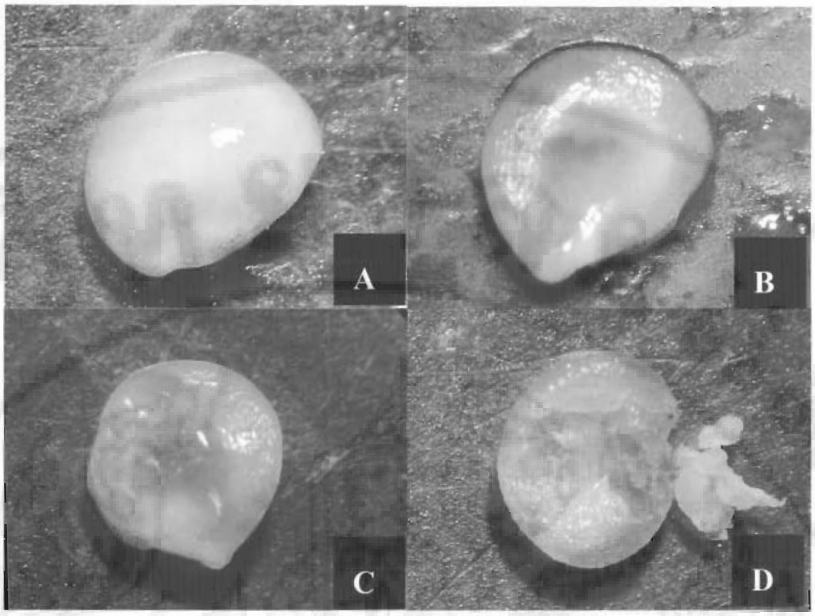
การศึกษาจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผล พบว่าในพันธุ์พ่อแม่ (มะเขือเปราะเจ้าพระยา มะแว้งต้นไร้หนาม และ มะแว้งต้นมีหนาม) การผสมข้ามชนิด (มะแว้งต้นไร้หนาม x มะเขือเปราะเจ้าพระยา, มะแว้งต้นมีหนาม x มะเขือเปราะเจ้าพระยา และ มะเขือเปราะเจ้าพระยา x มะแว้งต้นมีหนาม) มีจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผลเท่ากับ 1,711.66 54.33 54.66 47.66 55.33 และ 2.93 เมล็ดต่อผล ตามลำดับ (ตาราง 3)

ด้านเปอร์เซ็นต์เมล็ดที่ไม่สมบูรณ์ พบว่าในพันธุ์พ่อแม่ (มะเขือเปราะเจ้าพระยา มะแว้งต้นไร้หนาม และ มะแว้งต้นมีหนาม) การผสมข้ามชนิด (มะแว้งต้นไร้หนาม x มะเขือเปราะเจ้าพระยา มะแว้งต้นมีหนาม x มะเขือเปราะเจ้าพระยา และ มะเขือเปราะเจ้าพระยา x มะแว้งต้นมีหนาม) มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดไม่สมบูรณ์เท่ากับ 0 1.21 3.03 49.64 39.76 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตาราง 3)

ส่วนเปอร์เซ็นต์เมล็ดที่สมบูรณ์ พบว่าในพันธุ์พ่อแม่ (มะเขือเปราะเจ้าพระยา มะแว้งต้นไร้หนาม และ มะแว้งต้นมีหนาม) การผสมข้ามชนิด (มะแว้งต้นไร้หนาม x มะเขือเปราะเจ้าพระยา มะแว้งต้นมีหนาม x มะเขือเปราะเจ้าพระยา และ มะเขือเปราะเจ้าพระยา x มะแว้งต้นมีหนาม) มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดสมบูรณ์เท่ากับ 100 98.79 96.97 50.36 60.24 และ 0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตาราง 3)

ตาราง 3 แสดงจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผล จำนวนเมล็ดไม่สมบูรณ์เฉลี่ยต่อผล เปอร์เซ็นต์เมล็ดไม่สมบูรณ์ และเปอร์เซ็นต์เมล็ดสมบูรณ์

สายพันธุ์	จำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผล	จำนวนเมล็ดไม่สมบูรณ์เฉลี่ยต่อผล	เมล็ดไม่สมบูรณ์ (%)	เมล็ดสมบูรณ์ (%)
มะเขือเปราะเจ้าพระยา	1,711.66	0	0	100
มะแว้งต้นไร้หนาม	54.33	0.66	1.21	98.79
มะแว้งต้นมีหนาม	54.66	1.66	3.03	96.97
มะแว้งต้นไร้หนาม x มะเขือเปราะเจ้าพระยา	47.66	23.66	49.64	50.36
มะแว้งต้นมีหนาม x มะเขือเปราะเจ้าพระยา	55.33	22.33	39.76	60.24
มะเขือเปราะเจ้าพระยา x มะแว้งต้นไร้หนาม	0	0	0	0
มะเขือเปราะเจ้าพระยา x มะแว้งต้นมีหนาม	2.93	2.93	100	0



ภาพ 14 ลักษณะเมล็ดที่สมบูรณ์ (A) ลักษณะเมล็ดที่ไม่สมบูรณ์ในการผสมข้ามชนิดระหว่าง มะแว้งต้นไร้หนาม x มะเขือเปราะเจ้าพระยา มะแว้งต้นมีหนาม x มะเขือเปราะเจ้าพระยา และ มะเขือเปราะเจ้าพระยา x มะแว้งต้นมีหนาม (B) (C) และ (D)

การทดลองที่ 2

ศึกษาพัฒนาการของผล เอมบริโอ และความมีชีวิตของเอมบริโอ ในพันธุ์พ่อแม่ และผลจากการผสมข้ามชนิด

การทดลองที่ 2.1 ศึกษาพัฒนาการของผล

จากการศึกษาพัฒนาการของผลมะเขือเปราะเจ้าพระยาพบว่า มีระยะเวลาการสุกแก่ของผลหลังจากดอกบานที่อายุ 37 วัน มะแว้งต้นไร้หนามมีระยะเวลาการสุกแก่ของผลหลังจากดอกบานที่อายุผล 42 วันและมะแว้งต้นมีหนาม มีระยะเวลาการสุกแก่ของผลหลังดอกบานที่อายุผล 45วัน (ตาราง 4 ภาพ 15 16 และ 17)

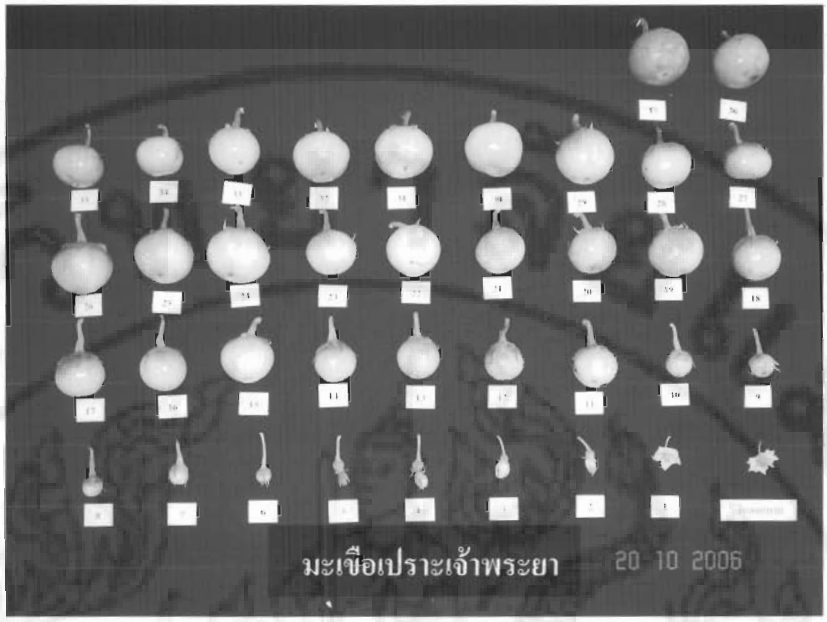
ในการพัฒนาของผลจากการผสมข้ามชนิดพบว่า ในคู่ผสมระหว่าง มะแว้งต้นไร้หนาม x มะเขือเปราะเจ้าพระยา ผลมีระยะเวลาการสุกแก่ของผลหลังจากการผสมเกสรที่อายุ 68 วัน ส่วนในคู่ผสม มะแว้งต้นมีหนาม x มะเขือเปราะเจ้าพระยา ผลมีระยะเวลาการสุกแก่ของผลหลังจากการผสมเกสรที่อายุ 60 วัน เมื่อทำการผสมสลับโดยใช้ มะเขือเปราะเจ้าพระยาเป็นต้นแม่ผสมกับมะแว้งต้นมีหนาม ผลมีระยะเวลาการสุกแก่ของผลหลังจากการผสมเกสรที่อายุ 69 วัน และในการ

ผสมสลับโดยใช้ มะเขือเปราะเจ้าพระยาเป็นต้นแม่ผสมกับ มะแว้งต้นไร้หนาม ไม่พบการพัฒนาของผลเนื่องจากผสมข้ามไม่ติด (ตาราง 4 ภาพ 18 และ 19)

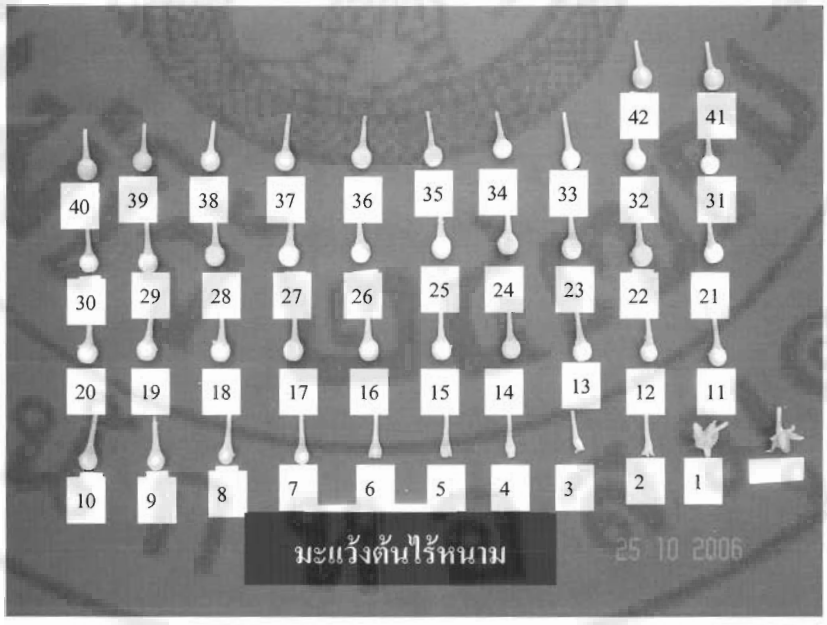
ด้านขนาดของผลนั้นพบว่าขนาดของผลที่เกิดจากการผสมข้ามชนิดในคู่ผสมระหว่าง มะแว้งต้นไร้หนาม x มะเขือเปราะเจ้าพระยา และ มะแว้งต้นมีหนาม x มะเขือเปราะเจ้าพระยานั้นผลมีขนาดที่ไม่แตกต่างกันกับสายพันธุ์แม่ แต่เมื่อทำการผสมสลับ โดยใช้มะเขือเปราะเจ้าพระยาเป็นต้นแม่ผสมกับ มะแว้งต้นมีหนาม ขนาดของผลที่ได้จากกการผสมข้ามมีขนาดเล็กกว่าสายพันธุ์แม่ (มะเขือเปราะเจ้าพระยา) (ภาพ 20 -36)

ตาราง 4 อายุการพัฒนาของผลหลังดอกบานและผสมเกสรถึงผลสุกแก่ในพันธุ์พ่อแม่และจากการผสมข้ามชนิด

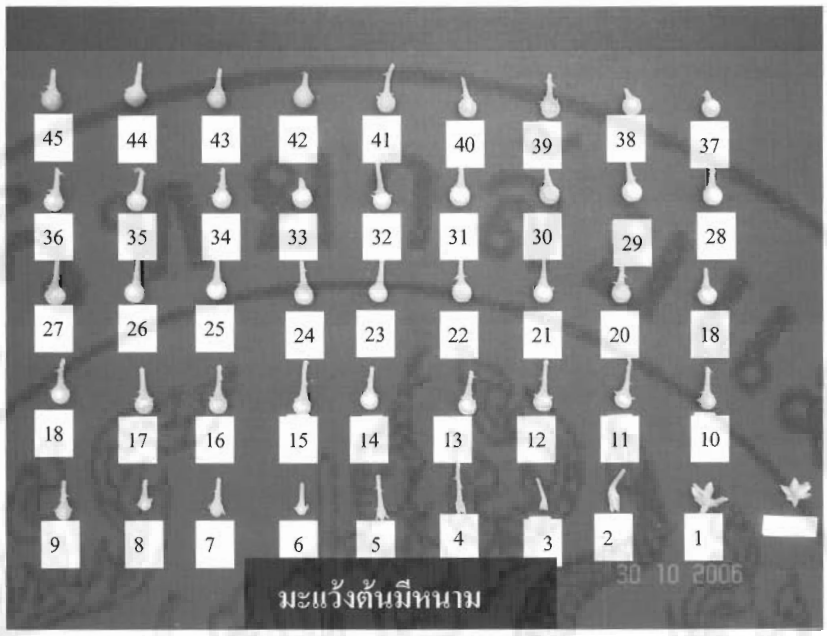
สายพันธุ์	อายุผล (วันหลังผสมเกสร)
มะเขือเปราะเจ้าพระยา	37
มะแว้งต้นไร้หนาม	42
มะแว้งต้นมีหนาม	45
มะแว้งต้นไร้หนาม x มะเขือเปราะเจ้าพระยา	68
มะแว้งต้นมีหนาม x มะเขือเปราะเจ้าพระยา	60
มะเขือเปราะเจ้าพระยา x มะแว้งต้นมีหนาม	69



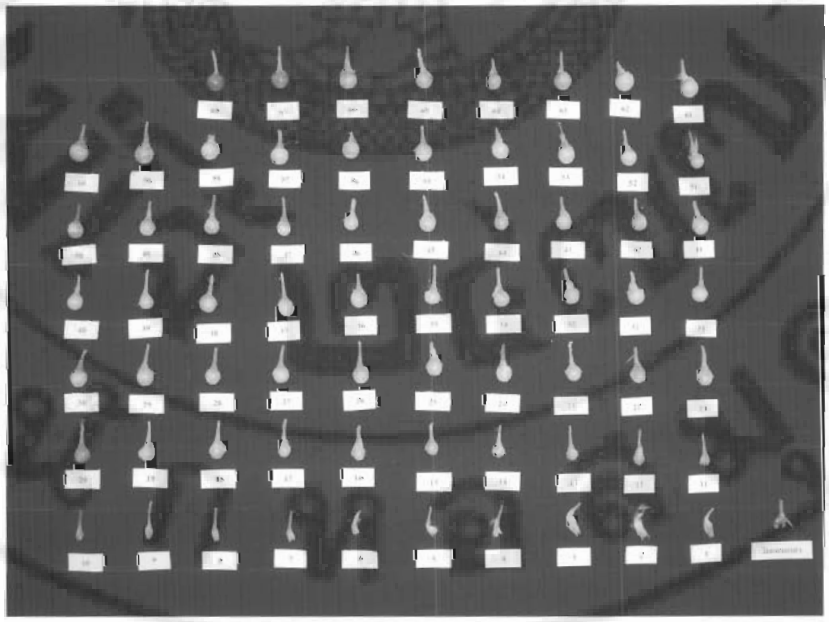
ภาพ 15 แสดงพัฒนาการของผลหลังดอกบานถึงผลสุกแก่ในมะเขือเปราะเจ้าพระยา



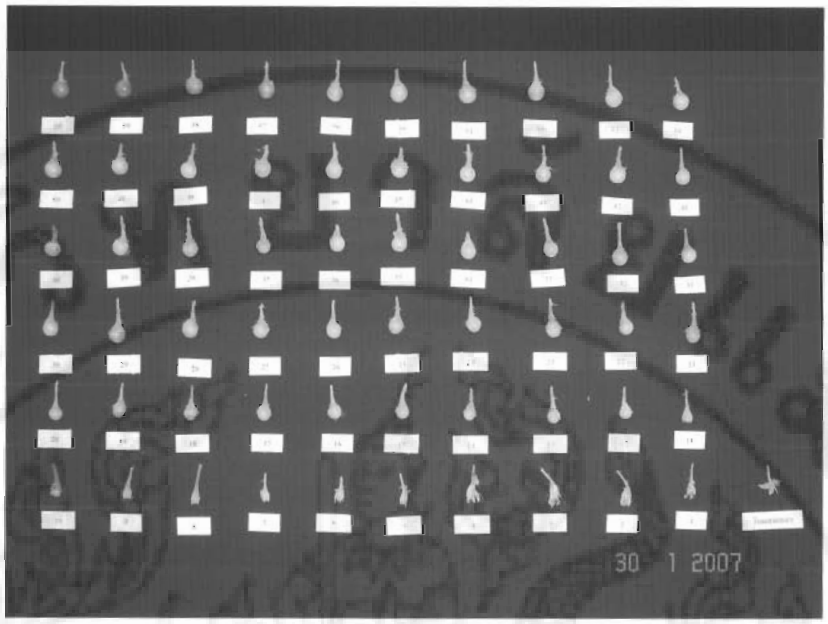
ภาพ 16 แสดงพัฒนาการของผลหลังดอกบานถึงผลสุกแก่ในมะแว้งต้นไร้หนาม



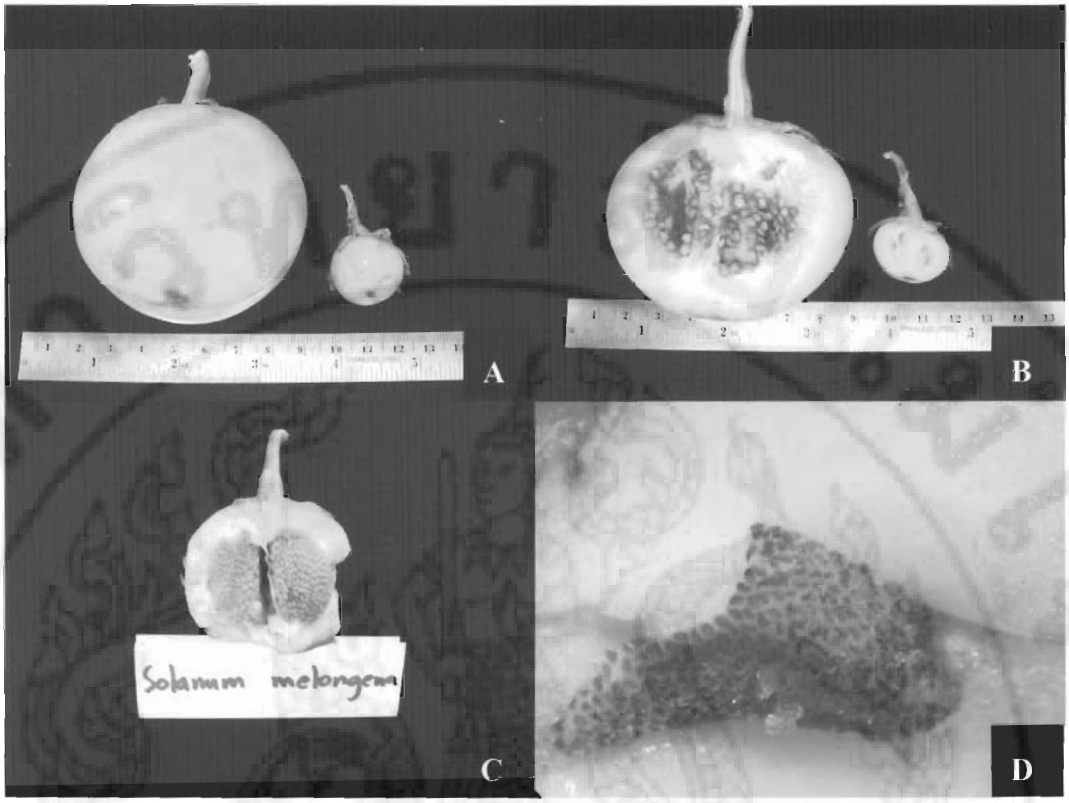
ภาพ 17 แสดงพัฒนาการของผลหลังดอกบานถึงผลสุกแก่ใน *S. violaceum* Ortega (มะแว้งต้นมีหนาม)



ภาพ 18 แสดงพัฒนาการของผลหลังผสมเกสรถึงผลสุกแก่ในการผสมข้ามชนิดระหว่าง มะแว้งต้นไร้หนาม x มะเขือเปราะเจ้าพระยา



ภาพ 19 แสดงพัฒนาการของผลหลังผสมเกสรถึงผลสุกแก่ในการผสมข้ามชนิดระหว่าง มะแว้งต้น มีหนาม x มะเขือเปราะเจ้าพระยา



ภาพ 20 ลักษณะผลระยะสุกแก่ในการผสมข้ามชนิดที่ทำการผสมแบบสลับ(มะเขือเปราะเจ้าพระยา x มะแว้งต้นมีหนาม) อายุผล 69 วันหลังผสมเกสร (ขวา) (A) และ (B) ลักษณะภายในผลของมะเขือเปราะเจ้าพระยาที่เมล็ดมีการพัฒนาไปเป็นเมล็ดที่สมบูรณ์ (C) ลักษณะภายในผลที่เมล็ดไม่มีการพัฒนาไปเป็นเมล็ดที่สมบูรณ์ได้ในลูกผสมสลับ (D)

การทดลองที่ 2.2 ศึกษาพัฒนาการและความมีชีวิตของเอมบริโอ ในพันธุ์พ่อแม่และจากการผสมข้ามชนิด

จากการศึกษาพบว่า มะเขือเปราะเจ้าพระยาเอมบริโอพัฒนาอยู่ในระยะกลม (globular) ได้ที่อายุผล 13 วันหลังดอกบาน เอมบริโอระยะรูปหัวใจ (heart) เมื่อผลมีอายุ 14 วัน และเมื่อผลที่มีอายุ 15 วันหลังดอกบาน เริ่มพบเอมบริโอรูปทอร์ปีโด (torpedo) บ้างในบางเมล็ด ส่วนผลที่มีอายุตั้งแต่ 16 – 18 วัน เป็นเอมบริโอรูปทอร์ปีโด (torpedo) และผลที่มีอายุตั้งแต่ 19 – 37 วันหลังดอกบาน พบเอมบริโอที่ cotyledonary stage โดยเอมบริโอใน cotyledonary stage ระยะแรกนั้น ยังมีขนาดเล็กและพัฒนาจนกระทั่งเป็นเอมบริโอแก่ (ตาราง 5 และ6 ภาพ 21-36)

ในมะแว้งต้นไร้หนาม สามารถพบเอมบริโอระยะกลม (globular) ได้ที่อายุผล 13 และ 14 วันหลังดอกบาน ผลที่มีอายุ 15 วันหลังดอกบาน พบเอมบริโอระยะรูปหัวใจ (heart) ส่วนที่อายุผลตั้งแต่ 16 วัน เป็นเอมบริโอรูปทอร์ปิโด (torpedo) และผลที่มีอายุตั้งแต่ 17 – 42 วัน หลังดอกบาน พบเอมบริโอที่อยู่ในระยะ cotyledonary stage โดยเอมบริโอใน cotyledonary stage ระยะแรกนั้น ยังมีขนาดเล็กและสามารถพัฒนาจนกระทั่งเป็นเอมบริโอแก่ (ตาราง 5 ภาพ 21-28)

ส่วนมะแว้งต้นมีหนาม สามารถพบเอมบริโอระยะกลม (globular) ได้ที่อายุผล 12 และ 13 วันหลังดอกบานโดยที่อายุผล 13วันหลังดอกบาน ยังพบเอมบริโอรูปหัวใจอีกด้วย ผลที่มีอายุ 14 – 15 วัน พบเอมบริโอรูปหัวใจ (heart) ส่วนผลอายุ 16 วัน พบเอมบริโอรูปทอร์ปิโด (torpedo) และผลอายุตั้งแต่ 18 – 45 วันหลังดอกบาน พบเอมบริโอที่ cotyledonary stage โดยเอมบริโอใน cotyledonary stage ระยะแรกนั้น ยังมีขนาดเล็กและสามารถพัฒนาจนกระทั่งเป็นเอมบริโอแก่ (ตาราง 6 ภาพ 30-36)

ในผลที่เกิดจากการผสมข้ามชนิดระหว่าง มะแว้งต้นไร้หนาม x มะเขือเปราะเจ้าพระยา สามารถพบเอมบริโอระยะกลม (globular) ได้ที่อายุผล 27 วัน ส่วนที่อายุผลตั้งแต่ 28- 31 วันหลังผสมเกสรพบเอมบริโอรูปหัวใจ (heart) ตั้งแต่ระยะแรกจนกระทั่งรูปหัวใจระยะสุดท้าย ที่อายุผล 32 - 35 วันหลังผสมเกสร พบเอมบริโอรูปหัวใจระยะสุดท้ายและเอมบริโอรูปทอร์ปิโด (torpedo) ส่วนที่อายุผลตั้งแต่ 36 – 43 วัน หลังผสมเกสร พบเอมบริโอทั้ง 2 ระยะ ปนกันอยู่ คือ รูปทอร์ปิโด (torpedo) และ cotyledonary stage และที่อายุผลตั้งแต่ 44 -68 วันหลังผสมเกสร พบเอมบริโอใน cotyledonary stage ตั้งแต่ระยะแรกของการพัฒนาจนกระทั่งเป็นเอมบริโอแก่ โดยที่เอมบริโอที่อายุผลตั้งแต่ 44- 68 วัน หลังผสมเกสร มีขนาดที่แตกต่างกัน (ตาราง 5 ภาพ 21-28)

ผลจากการผสมข้ามชนิดระหว่าง มะแว้งต้นมีหนาม x มะเขือเปราะเจ้าพระยา สามารถพบเอมบริโอระยะกลม (globular) ได้ที่อายุผล 27 วันหลังผสมเกสร ส่วนที่อายุผลตั้งแต่ 28- 34 วันหลังผสมเกสรพบเอมบริโอรูปหัวใจ (heart) ตั้งแต่ระยะแรกจนกระทั่งรูปหัวใจระยะสุดท้าย และพบเอมบริโอรูปทอร์ปิโด (torpedo) ที่อายุผล 35 และ 36 วันหลังผสมเกสร ที่อายุผล 37 – 44 วัน พบเอมบริโออยู่ทั้ง 2 ระยะ ปนกันอยู่คือรูปทอร์ปิโด (torpedo)และ cotyledonary stage และที่อายุผลตั้งแต่ 45 -60 วัน หลังผสมเกสร พบเอมบริโอใน cotyledonary stage ตั้งแต่ระยะแรกของการพัฒนาจนกระทั่งเป็นเอมบริโอแก่ โดยที่เอมบริโอที่อายุผลตั้งแต่ 45- 60 วันหลังผสมเกสร มีขนาดที่แตกต่างกัน (ตาราง 6 ภาพ 30-36)

ส่วนในผลที่เกิดจากการผสมแบบสลับโดยใช้ มะเขือเปราะเจ้าพระยา เป็นต้นแม่ และ มะแว้งต้นมีหนาม เป็นต้นพ่อ พบว่าเมื่อนำเมล็ดที่ได้มาศึกษาการพัฒนาและความมีชีวิตของ

เอมบริโอปรากฏว่าเมล็ดจากการผสมข้ามชนิดทุกเมล็ดที่นำมาศึกษานั้นไม่มีเอมบริโอ มีเพียงการพัฒนาขององค์ประกอบเมล็ดเท่านั้น (ภาพ 38)

ความมีชีวิตของเอมบริโอในพันธุ์พ่อแม่และจากการผสมข้ามชนิด

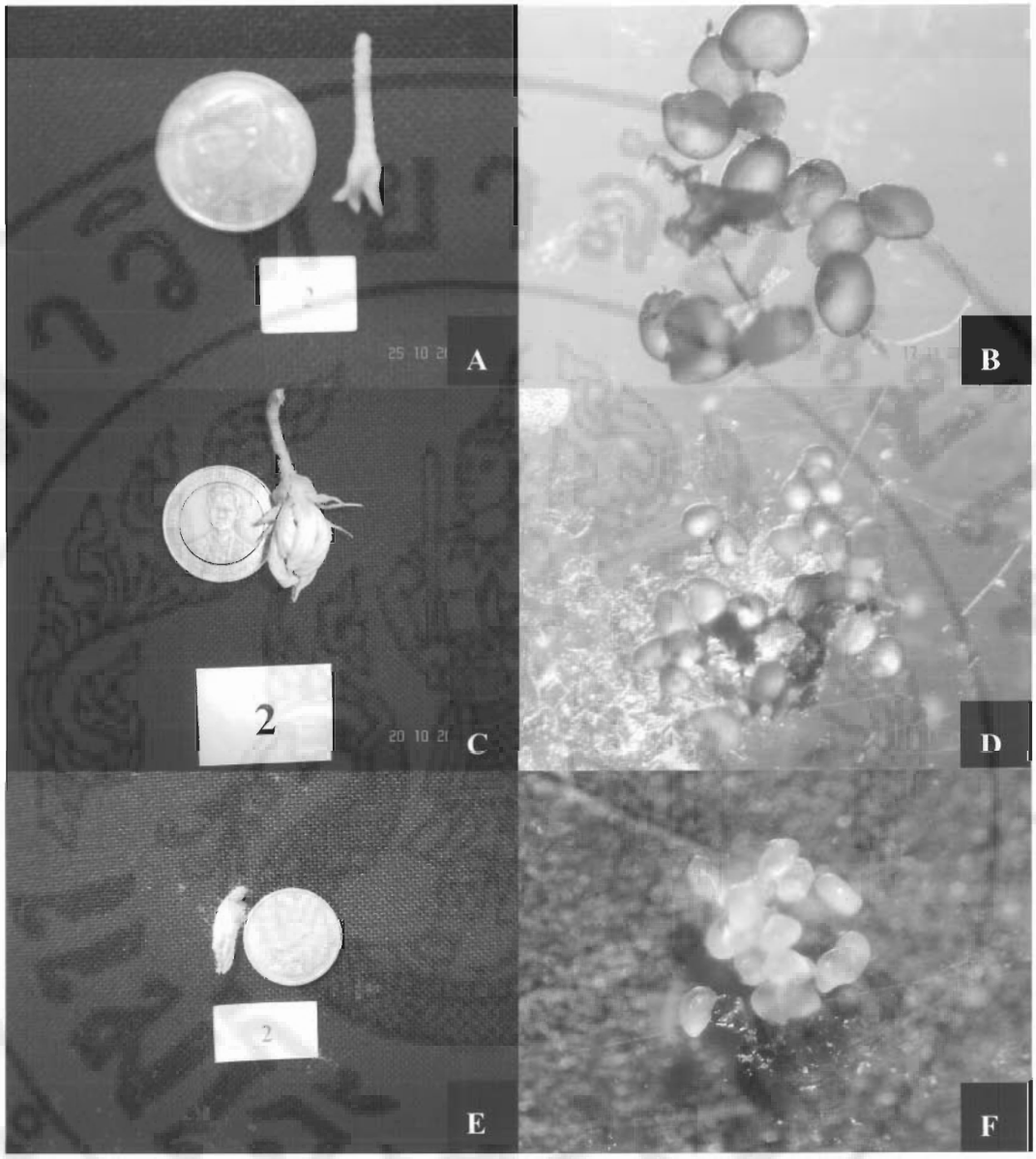
จากการศึกษาความมีชีวิตของเอมบริโอในพันธุ์พ่อแม่และจากการผสมข้ามชนิด พบว่า เอมบริโอทั้งในพันธุ์พ่อและแม่ที่ใช้เป็นตัวเปรียบเทียบ รวมทั้งเอมบริโอที่เกิดจากการผสมข้ามแบบตรงทั้ง 2 คู่ผสมนั้น เมื่อย้อมด้วยสารละลายเตตราโซเลียม 1 เปอร์เซ็นต์ เอมบริโอในทุกระยะของการเจริญและทุกเอมบริโอมีการติดสีแดงแสดงว่าทุกเอมบริโอที่ทำการศึกษานั้นมีชีวิต (ภาพ 21-28 และ 30-36)

ตาราง 5 อายุการพัฒนาของผลที่พบเอมบริโอระยะต่างๆใน มะแว้งต้นไร้หนาม มะเขือเปราะเจ้าพระยา และ จากการผสมข้ามชนิด

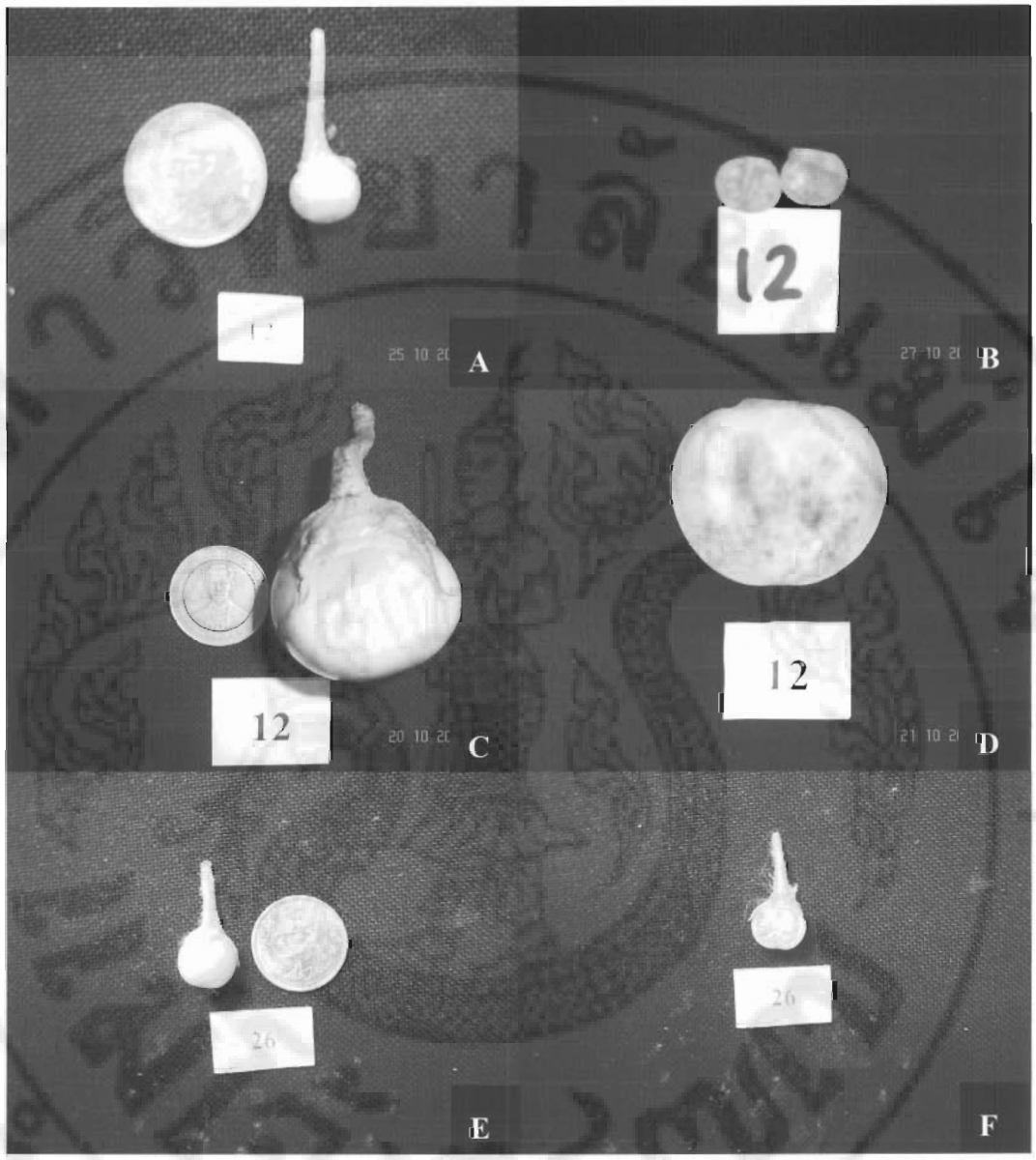
ระยะการพัฒนาของเอมบริโอ	มะแว้งต้นไร้หนาม (วัน)	ลูกผสมข้ามชนิด (วัน)	มะเขือเปราะเจ้าพระยา (วัน)
Globular (G)	13-14	27	13
Heart (H)	15	28-35	14-15
Torpedo (T)	16	32-43	16-18
Cotyledon (C)	17-42	36-68	19-37

ตาราง 6 อายุการพัฒนาของผลที่พบเอมบริโอระยะต่างๆใน มะแว้งต้นมีหนาม มะเขือเปราะเจ้าพระยา และ จากการผสมข้ามชนิด

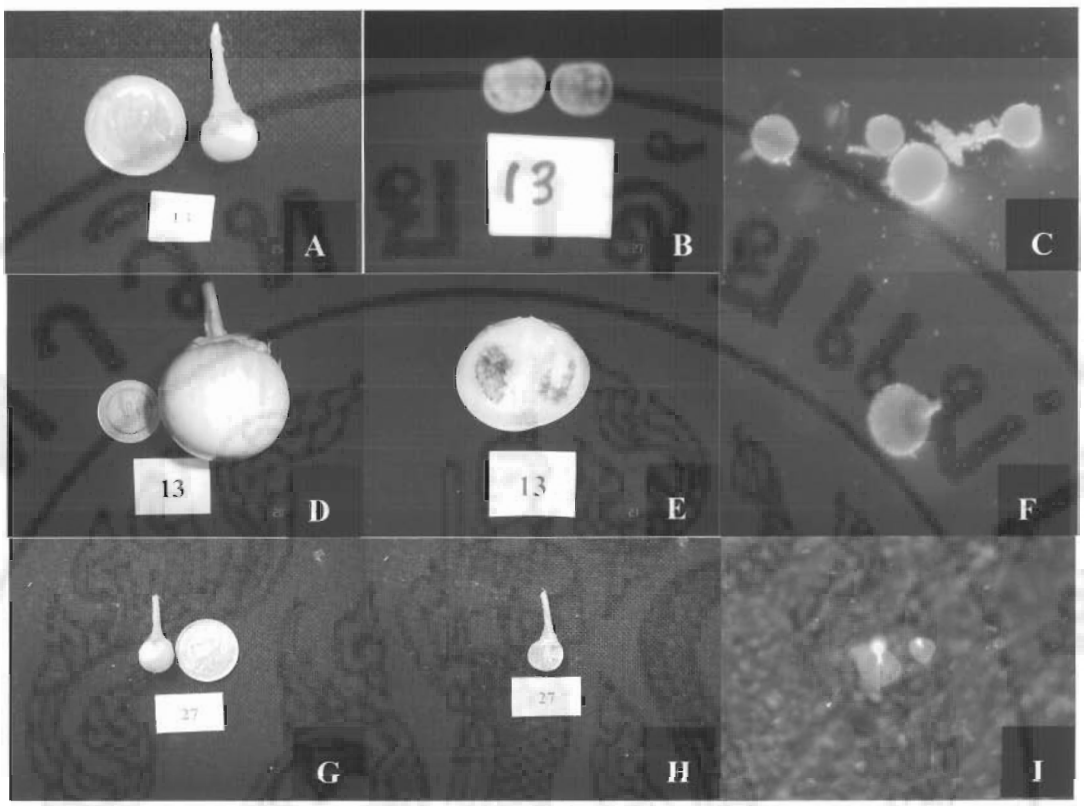
ระยะการพัฒนาของเอมบริโอ	มะแว้งต้นมีหนาม (วัน)	ลูกผสมข้ามชนิด (วัน)	มะเขือเปราะเจ้าพระยา (วัน)
Globular (G)	12-13	27	13
Heart (H)	14-15	28-34	14-15
Torpedo (T)	16-17	35-44	16-18
Cotyledon (C)	18-45	37-68	19-37



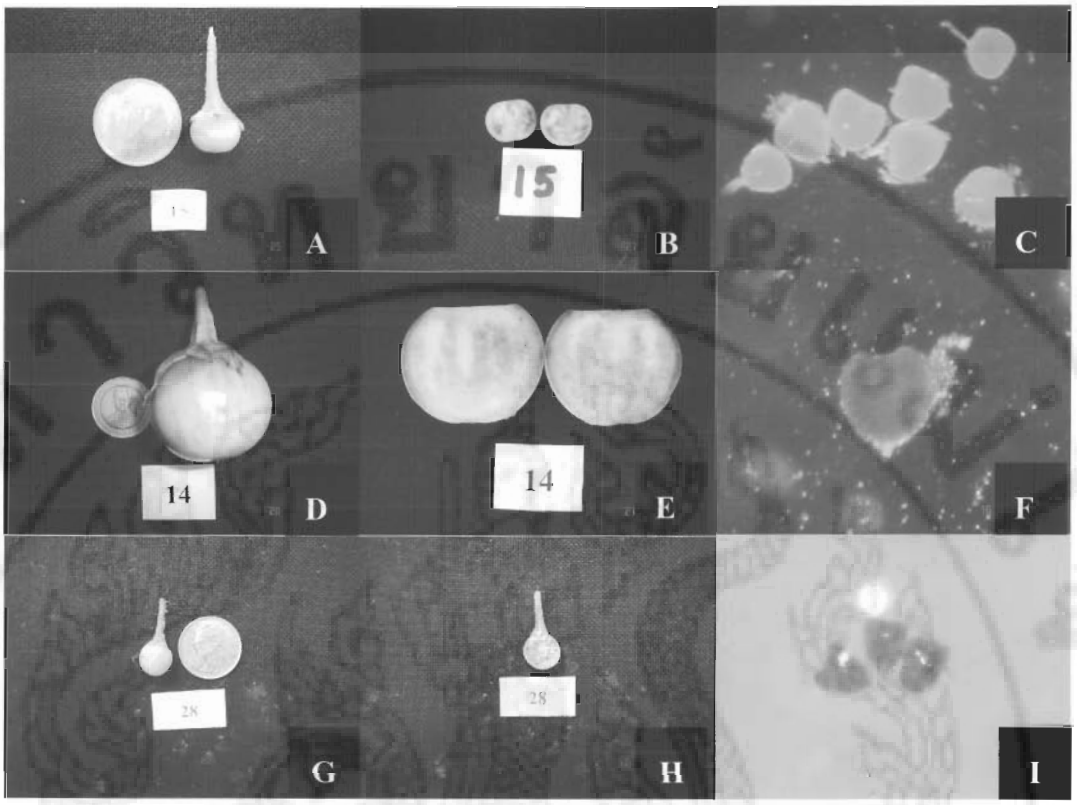
ภาพ 21 พัฒนาการของผลและไข่อ่อนอายุ 2 วันหลังดอกบานในมะแว้งต้นไร้หนาม (Aและ B) พัฒนาการของผลและไข่อ่อนอายุ 2 วันหลังดอกบานในมะเขือเปราะเจ้าพระยา (C และ D) และ พัฒนาการของผลและไข่อ่อนอายุ 2 วันหลังผสมเกสรในการผสมข้ามชนิด ระหว่างมะแว้งต้นไร้หนาม x มะเขือเปราะเจ้าพระยา (E และ F)



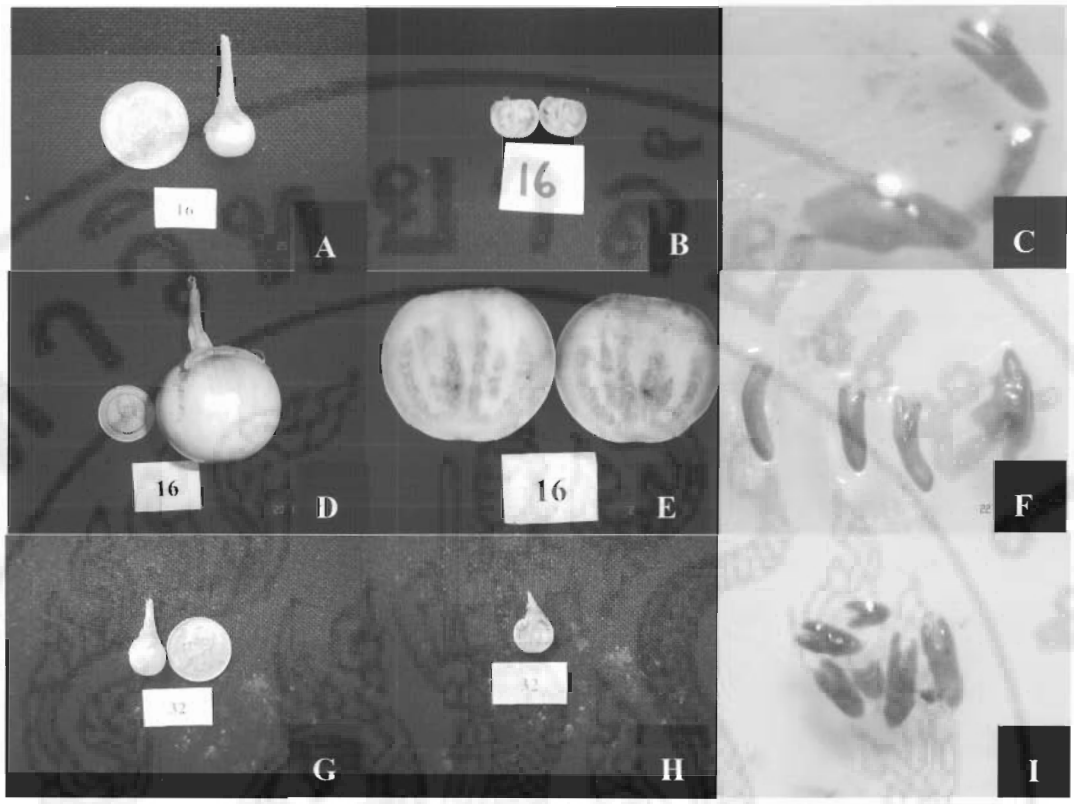
ภาพ 22 พัฒนาการของผลอายุ 12 วันหลังดอกบานในมะแว้งต้นไร้หนาม (A และ B) พัฒนาการของผลอายุ 12 วันหลังดอกบานในมะเขือเปราะเจ้าพระยา (C และ D) และ พัฒนาการของผลอายุ 26 วันหลังผสมเกสรในการผสมข้ามชนิด ระหว่าง มะแว้งต้นไร้หนาม x มะเขือเปราะเจ้าพระยา ซึ่งที่อายุผลนี้ยังไม่พบเอมบริโอ (E และ F)



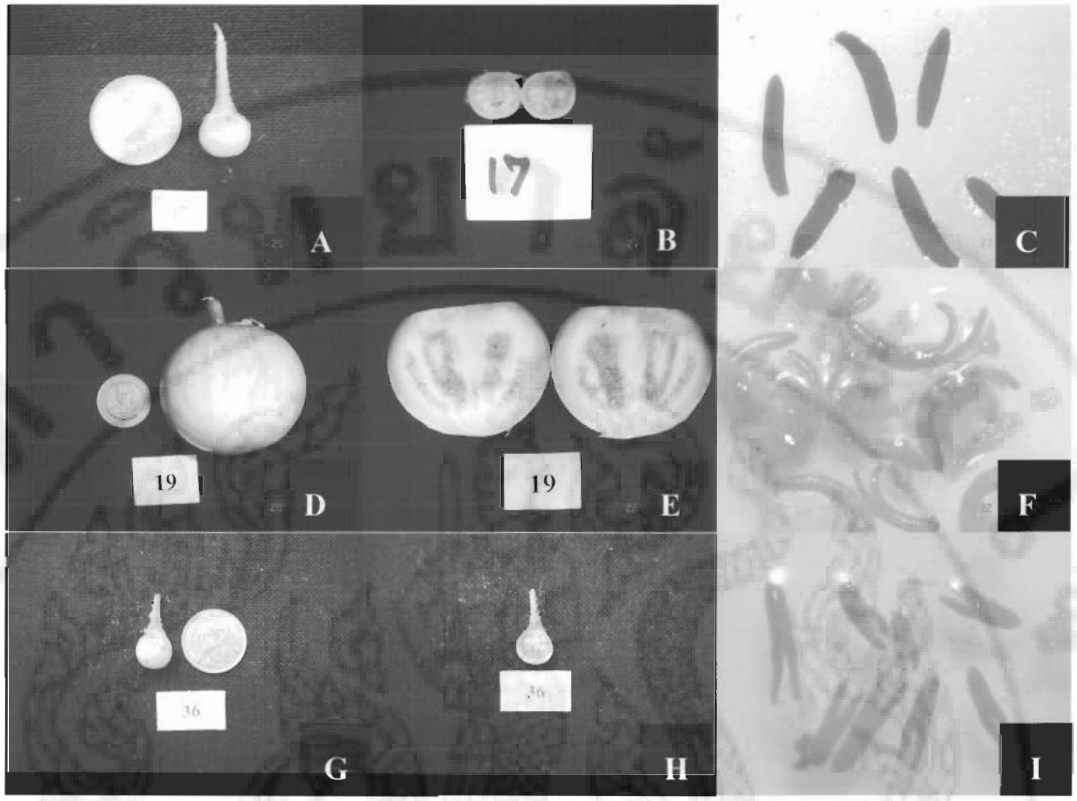
ภาพ 23 พัฒนาการของผลและเอมบริโอระยะกลม (globular, G) ผลที่มีอายุ 13 วันหลังดอกบานในมะแว้งต้นไร้หนาม (A B และ C) พัฒนาการของผลและเอมบริโอระยะกลมในผลที่มีอายุ 13 วันหลังดอกบานในมะเขือเปราะเจ้าพระยา (D E และ F) และ พัฒนาการของผลและ เอมบริโอระยะกลมในผลที่มีอายุ 27 วันหลังผสมเกสรในการผสมข้ามชนิด ระหว่างมะแว้งต้นไร้หนาม x มะเขือเปราะเจ้าพระยา (G H และ I)



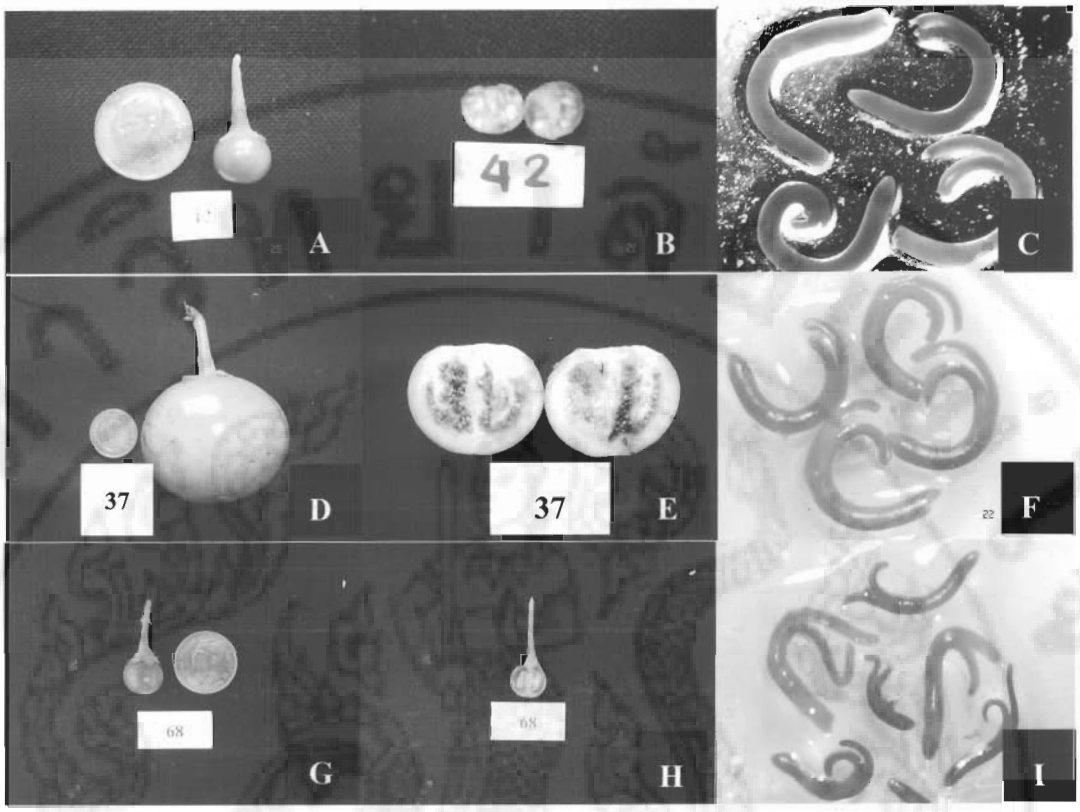
ภาพ 24 พัฒนาการของผลและเอมบริโอระยะหัวใจ (heart H) ผลที่มีอายุ 15 วันหลังดอกบานในมะแว้งต้นไร้หนาม (A B และ C) พัฒนาการของผลและเอมบริโอระยะหัวใจ ผลที่มีอายุ 14 วันหลังดอกบานในมะเขือเปราะเจ้าพระยา (D E และ F) และ พัฒนาการของผลและเอมบริโอระยะหัวใจ ผลที่มีอายุ 28 วันหลังผสมเกสรในการผสมข้ามชนิด ระหว่าง มะแว้งต้นไร้หนาม x มะเขือเปราะเจ้าพระยา (G H และ I)



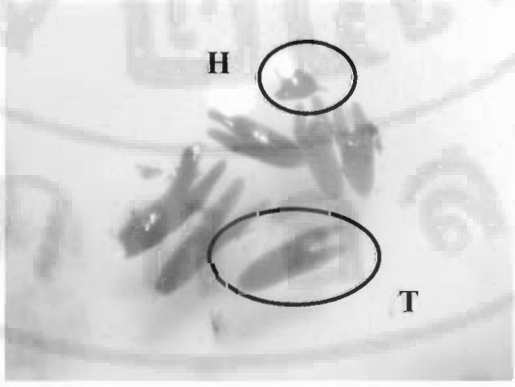
ภาพ 25 พัฒนาการของผลและเอมบริโอระยะทอร์ปิโด (torpedo T) ผลที่มีอายุ 16 วันหลังดอกบานในมะแว้งต้นไร้หนาม (A B และ C) พัฒนาการของผลและเอมบริโอระยะทอร์ปิโดผลที่มีอายุ 16 วันหลังดอกบานในมะเขือเปราะเจ้าพระยา (D E และ F) และพัฒนาการของผลและเอมบริโอระยะหัวใจและทอร์ปิโด ผลที่มีอายุ 32 วันหลังผสมเกสรในการผสมข้ามชนิด ระหว่าง มะแว้งต้นไร้หนาม x มะเขือเปราะเจ้าพระยา (G H และ I)



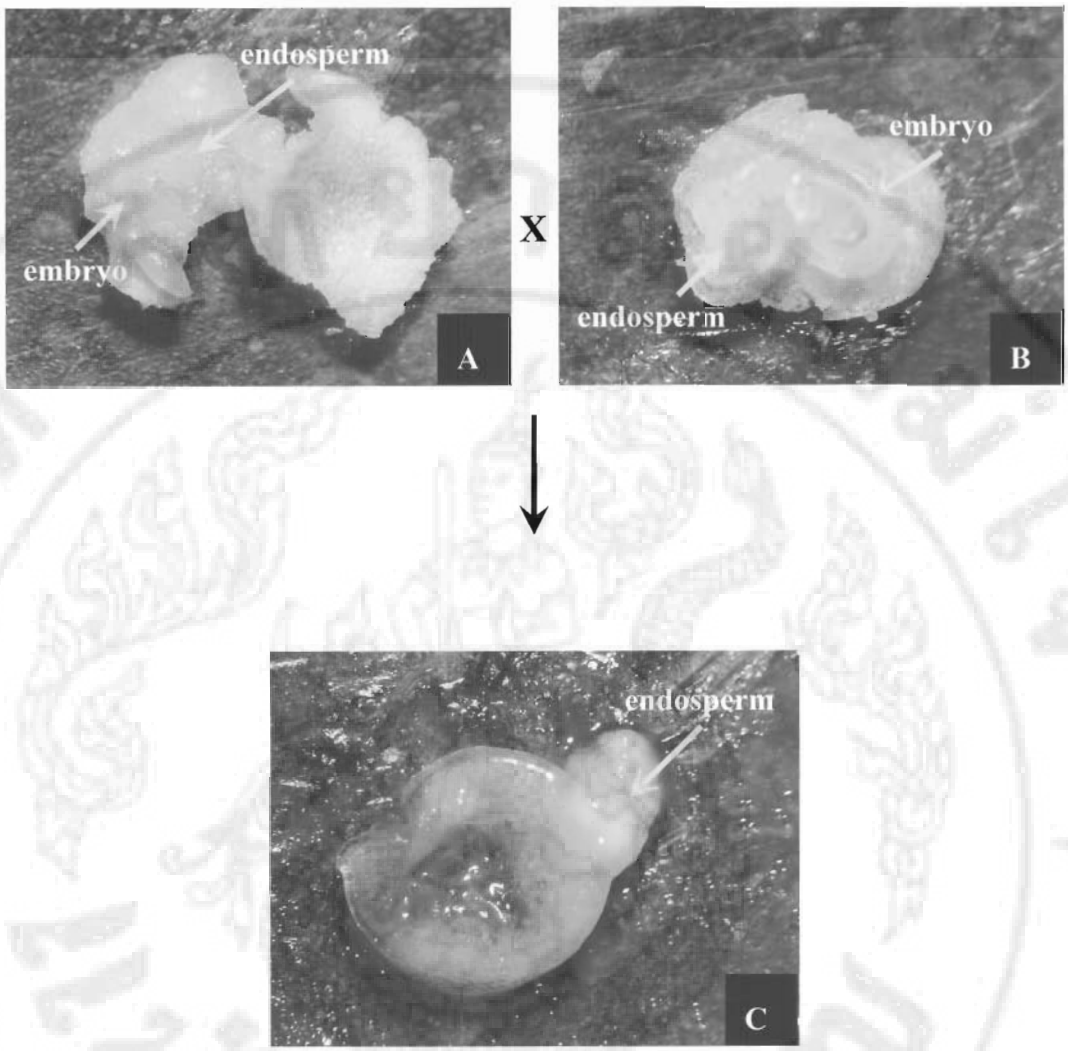
ภาพ 26 พัฒนาการของผลและเอมบริโอระยะ cotyledon (C) ผลที่มีอายุ 17 วันหลังดอกบานในมะแว้งต้นไร้หนาม (A B และ C) พัฒนาการของผลและเอมบริโอระยะ cotyledon ผลที่มีอายุ 19 วันหลังดอกบานในมะเขือเปราะเจ้าพระยา (D E และ F) และ พัฒนาการของผลและเอมบริโอระยะทอร์ปีโดและ cotyledon ผลที่มีอายุ 36 วันหลังผสมเกสรในการผสมข้ามชนิด ระหว่าง มะแว้งต้นไร้หนาม x มะเขือเปราะเจ้าพระยา (G H และ I)



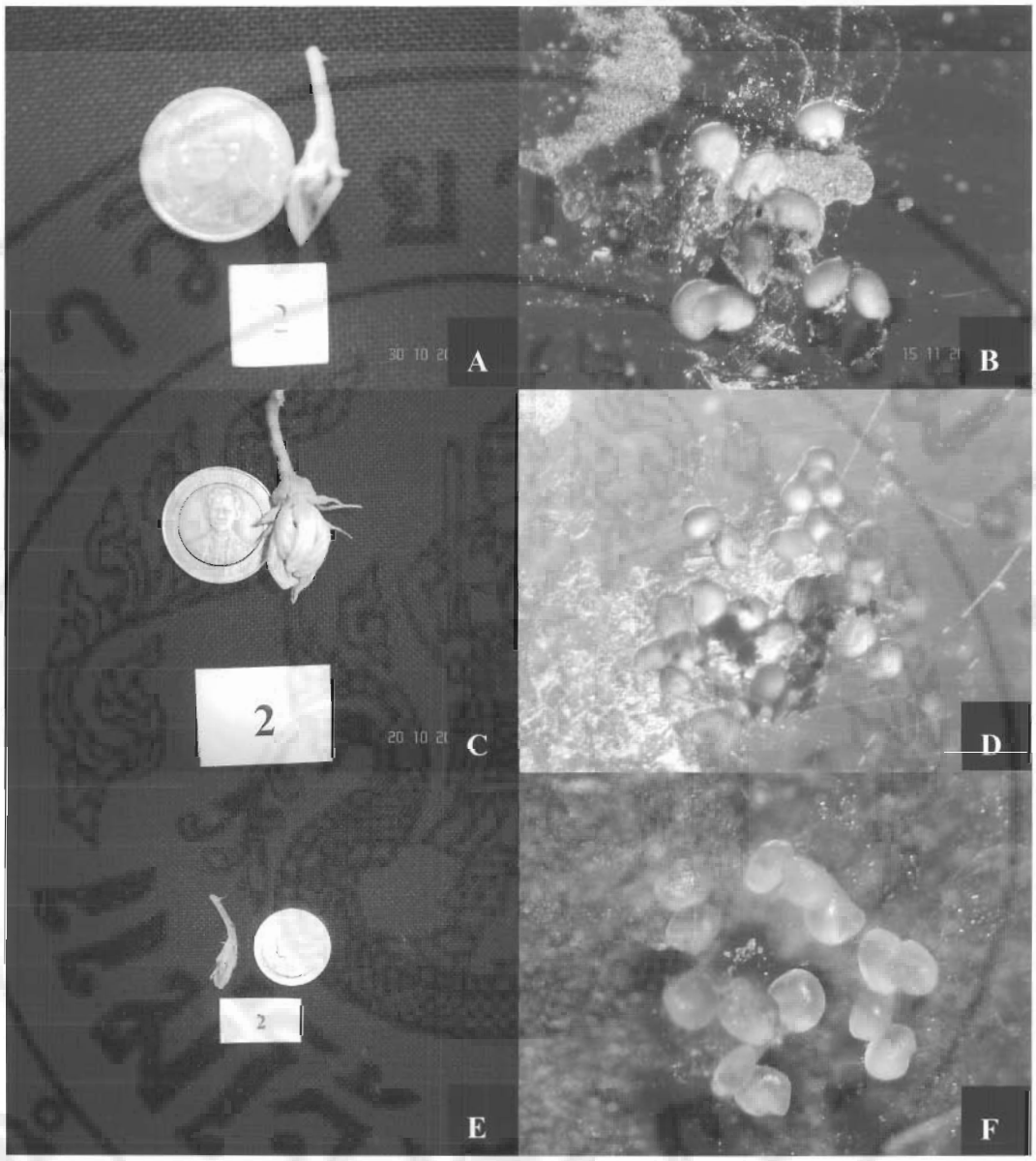
ภาพ 27 พัฒนาการของผลและเอมบริโอระยะ cotyledon (C) ผลสุกแก่อายุ 42 วันหลังดอกบานในมะแว้งต้นไร้หนาม (A B และC) พัฒนาการของผลและเอมบริโอระยะ cotyledon (C) ผลสุกแก่อายุ 37 วันหลังดอกบานในมะเขือเปราะเจ้าพระยา (D E และ F) และ พัฒนาการของผลและเอมบริโอระยะ cotyledon (C) ผลสุกแก่อายุ 68 วันหลังผสมเกสรในการผสมข้ามชนิด ระหว่าง มะแว้งต้นไร้หนาม x มะเขือเปราะเจ้าพระยา (G H และ I)



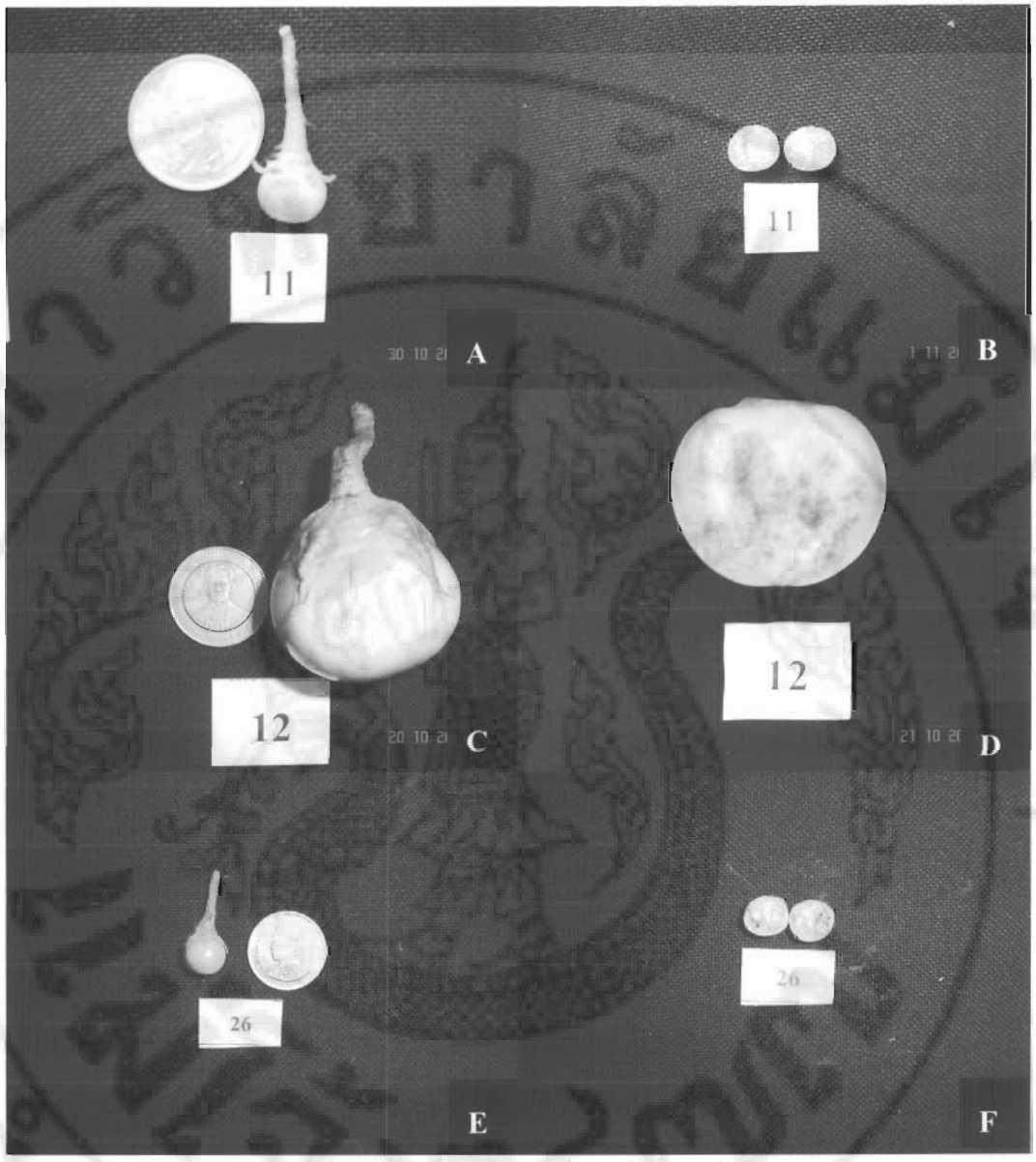
ภาพ 28 เอมบริโอระยะ heart (H) และ torpedo (T) ในลูกผสมข้ามชนิดระหว่าง มะแว้งต้นไร้หนาม x มะเขือเปราะเจ้าพระยา ที่อายุผล 35 วันหลังผสมเกสร



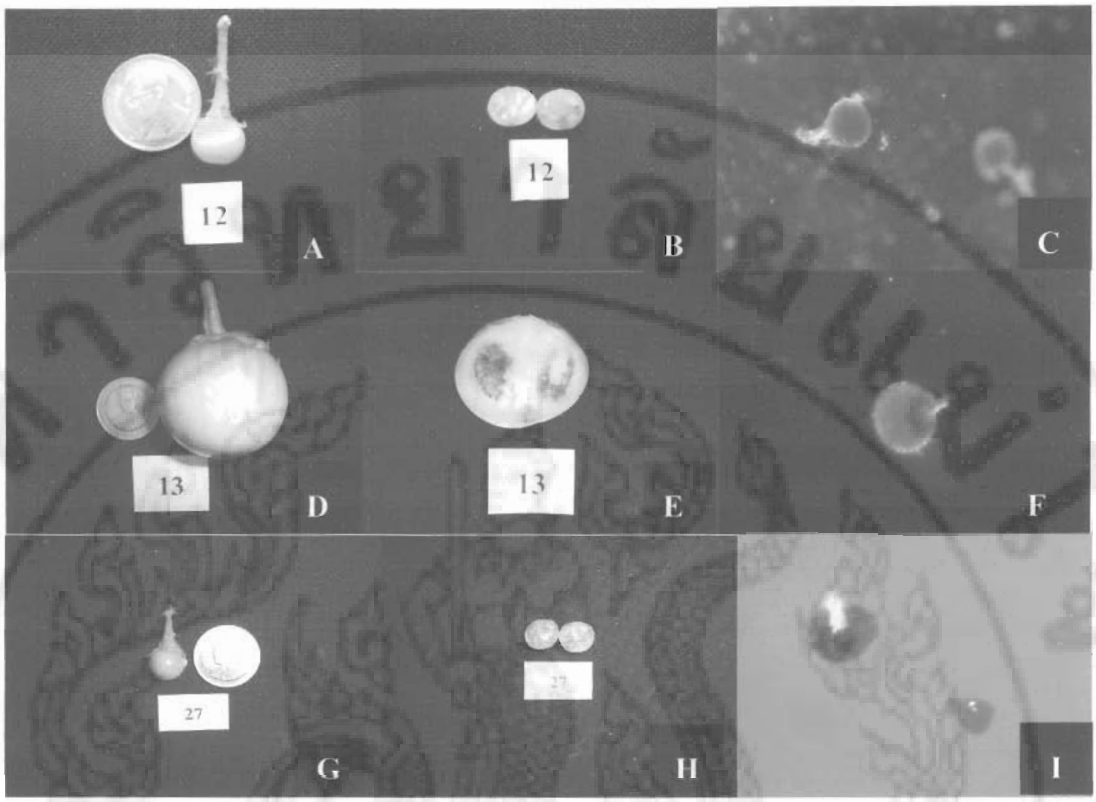
ภาพ 29 ลักษณะเมล็ดที่มีการพัฒนาของเอนโดสเปอร์มที่สมบูรณ์ในมะแว้งต้นไร้หนาม และมะเขือเปราะเจ้าพระยา (A และ B) ลักษณะเมล็ดที่มีการพัฒนาของเอนโดสเปอร์มที่ไม่สมบูรณ์ในการผสมข้ามชนิดระหว่าง มะแว้งต้นไร้หนาม x มะเขือเปราะเจ้าพระยา แต่พบว่าเอมบริโอพัฒนาได้ปกติ (C)



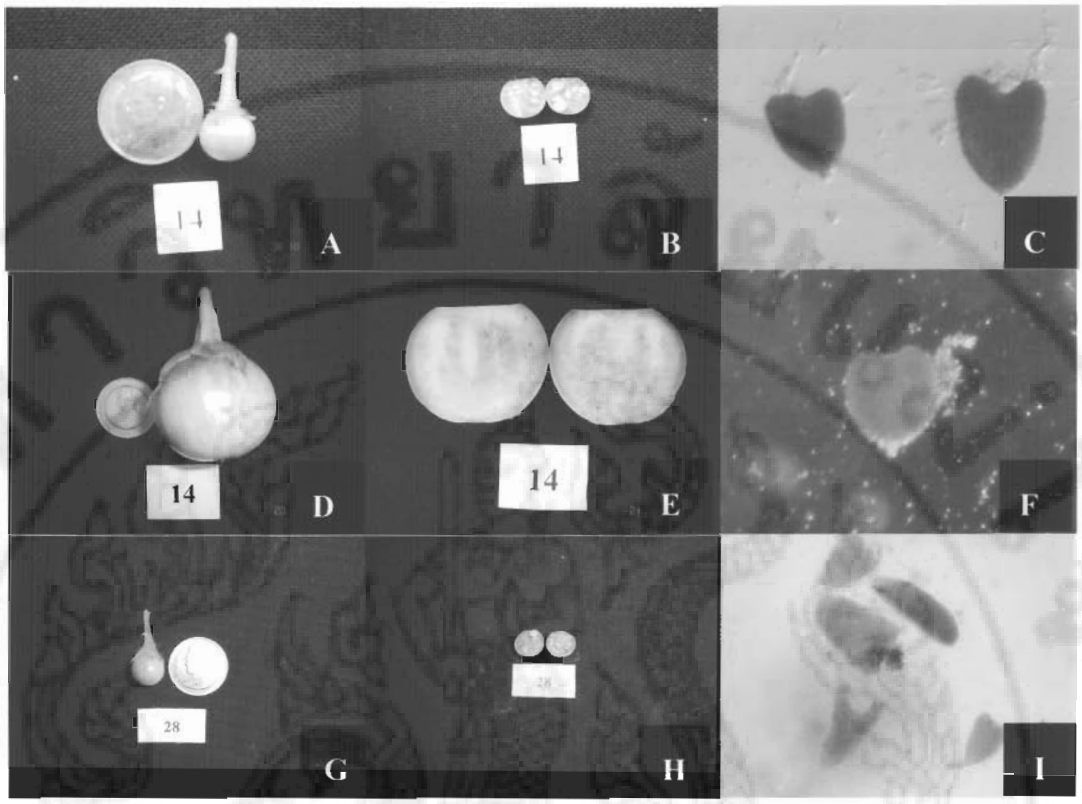
ภาพ 30 พัฒนาการของผลและไข่อ่อนอายุ 2 วันหลังดอกบานในมะแว้งต้นมีหนาม (A และ B) พัฒนาการของผลอายุ 2 วันหลังดอกบานในมะเขือเปราะเจ้าพระยา (C และ D) และพัฒนาการของผลและไข่อ่อนอายุ 2 วันหลังผสมเกสรในการผสมข้ามชนิด ระหว่างมะแว้งต้นมีหนาม x มะเขือเปราะเจ้าพระยา (E และ F)



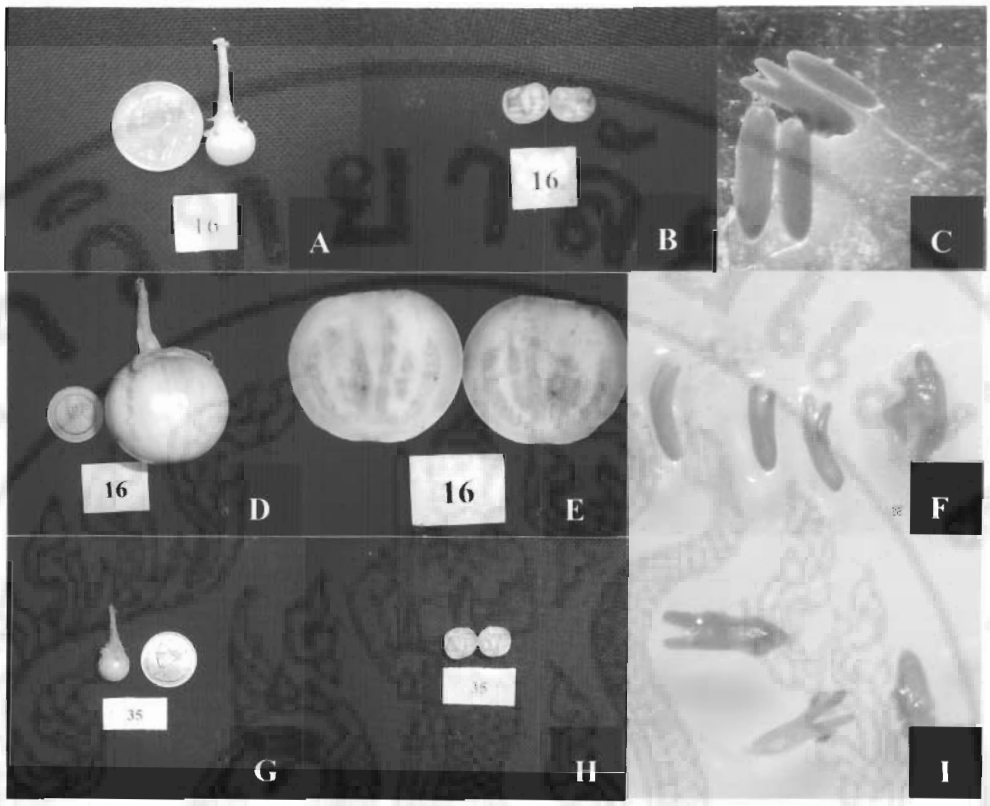
ภาพ 31 พัฒนาการของผลอายุ 11 วันหลังดอกบานในมะแว้งต้นมีหนาม (A และ B) พัฒนาการของผลอายุ 12 วันหลังดอกบานในมะเขือเปราะเจ้าพระยา (C และ D) และ พัฒนาการของผลอายุ 26 วันหลังผสมเกสรในการผสมข้ามชนิดระหว่าง มะแว้งต้นมีหนาม x มะเขือเปราะเจ้าพระยา ซึ่งที่อายุผลนี้ยังไม่พบเอมบริโอ (E และ F)



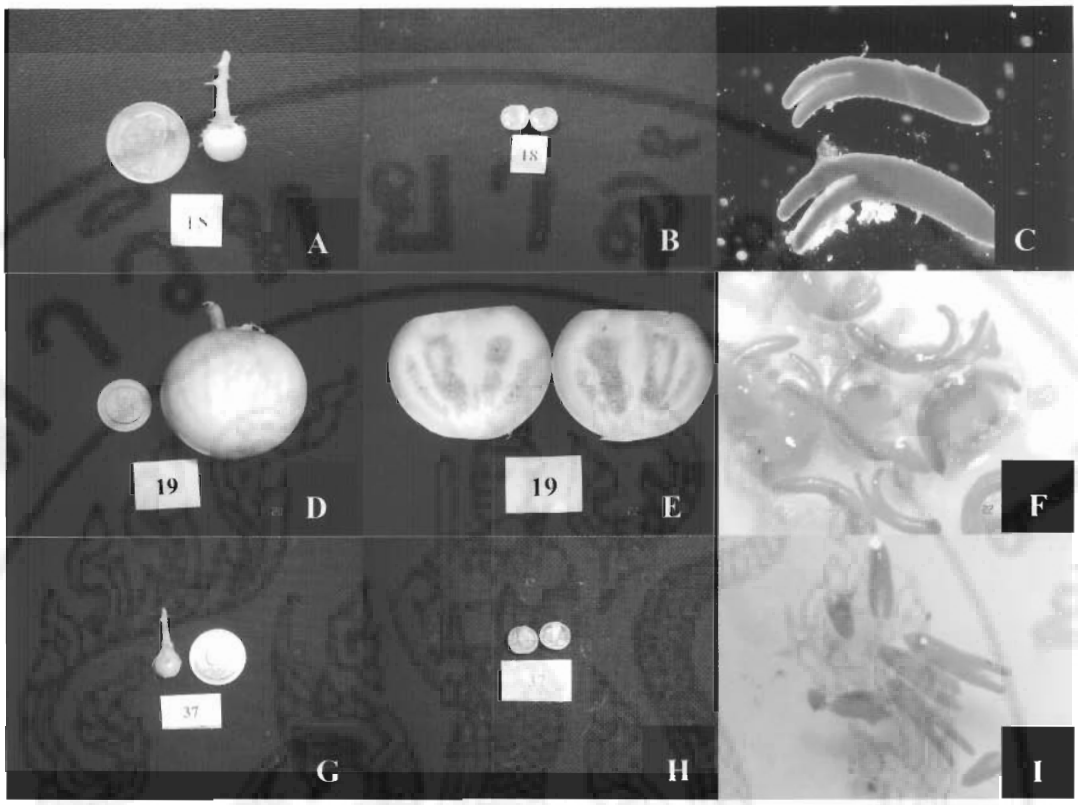
ภาพ 32 พัฒนาการของผลและเอมบริโอระยะกลม (globular G) ผลที่มีอายุ 12 วันหลังดอกบานในมะแว้งต้นมีหนาม (A B และ C) พัฒนาการของผลและเอมบริโอระยะกลมในผลที่มีอายุ 13 วันหลังดอกบานในมะเขือเปราะเจ้าพระยา (D E และ F) และ พัฒนาการผลของและ เอมบริโอระยะกลมในผลที่มีอายุ 27 วันหลังผสมเกสรในการผสมข้ามชนิดระหว่างมะแว้งต้นมีหนาม x มะเขือเปราะเจ้าพระยา (G H และ I)



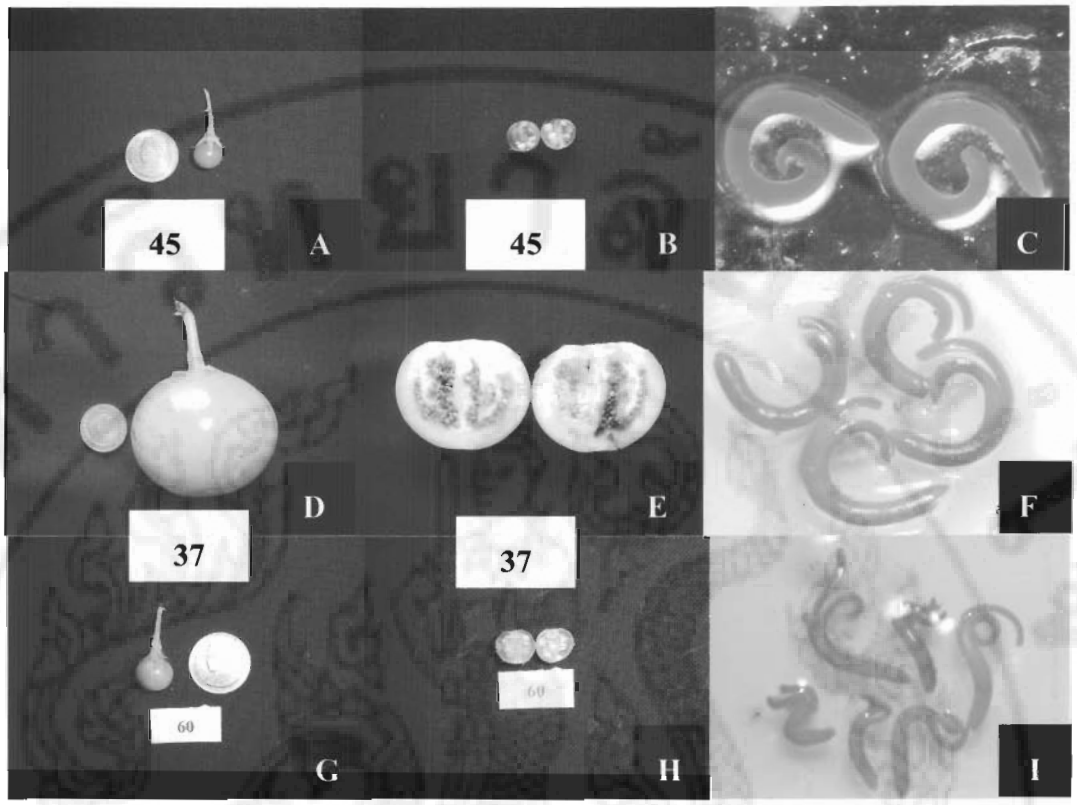
ภาพ 33 พัฒนาการของผลและเอมบริโอระยะหัวใจ (heart, H) ผลที่มีอายุ 14 วันหลังดอกบานในมะแว้งต้นมีหนาม (A B และ C) พัฒนาการของผลและเอมบริโอระยะหัวใจ ผลที่มีอายุ 14 วันหลังดอกบานในมะเขือเปราะเจ้าพระยา (D E และ F) และ พัฒนาการของผล และเอมบริโอระยะหัวใจ ผลที่มีอายุ 28 วันหลังผสมเกสรในการผสมข้ามชนิดระหว่าง มะแว้งต้นมีหนาม x มะเขือเปราะเจ้าพระยา (G H และ I)



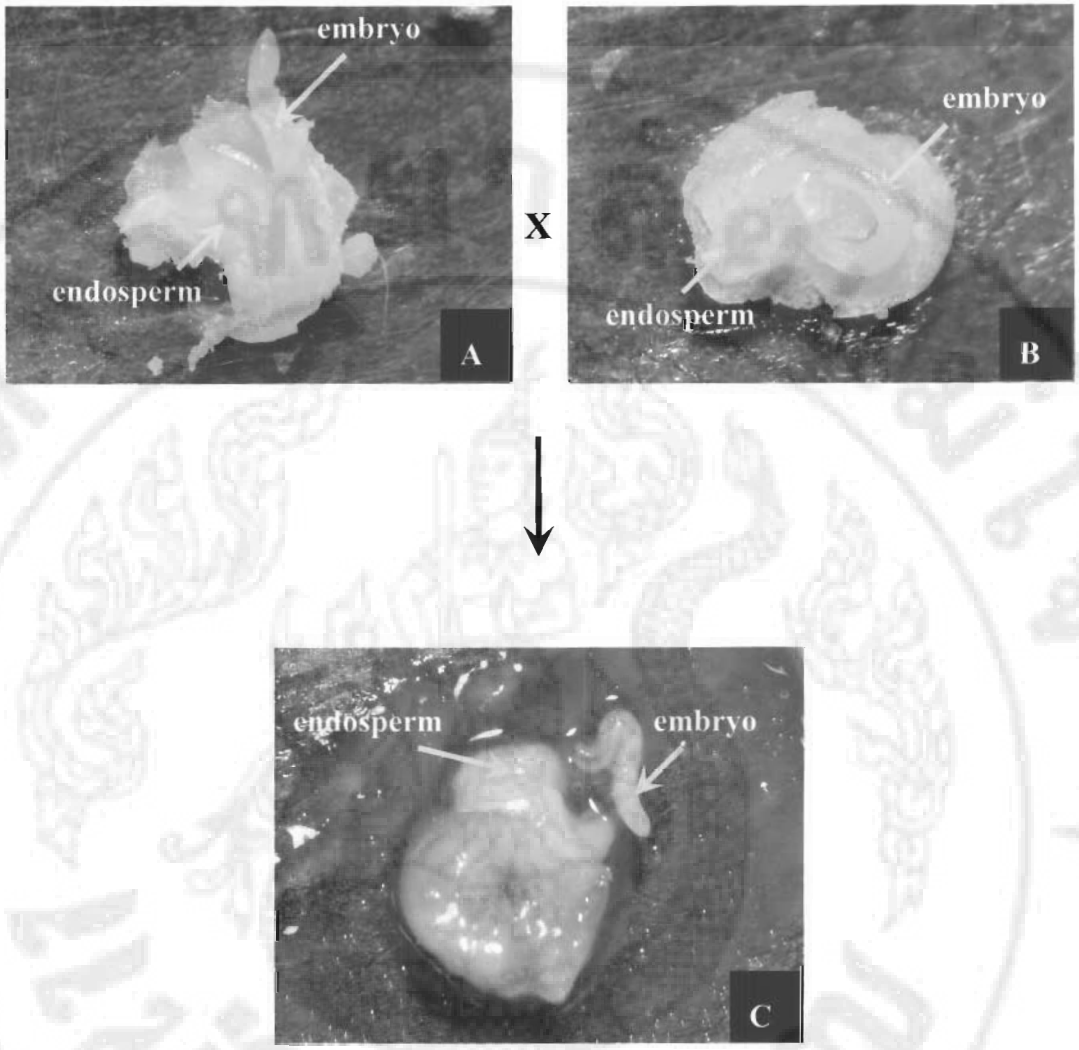
ภาพ 34 พัฒนาการผลและเอมบริโอระยะทอร์ปิโด (torpedo T) ผลที่มีอายุ 16 วันหลังดอกบานในมะแว้งต้นมีหนาม (A B และ C) พัฒนาการผลและเอมบริโอระยะทอร์ปิโด ผลที่มีอายุ 16 วันหลังดอกบานในมะเขือเปราะเจ้าพระยา (D E และ F) และพัฒนาการผลและเอมบริโอระยะทอร์ปิโด ผลที่มีอายุ 35 วันหลังผสมเกสรในการผสมข้ามชนิดระหว่าง มะแว้งต้นมีหนาม x มะเขือเปราะเจ้าพระยา (G H และ I)



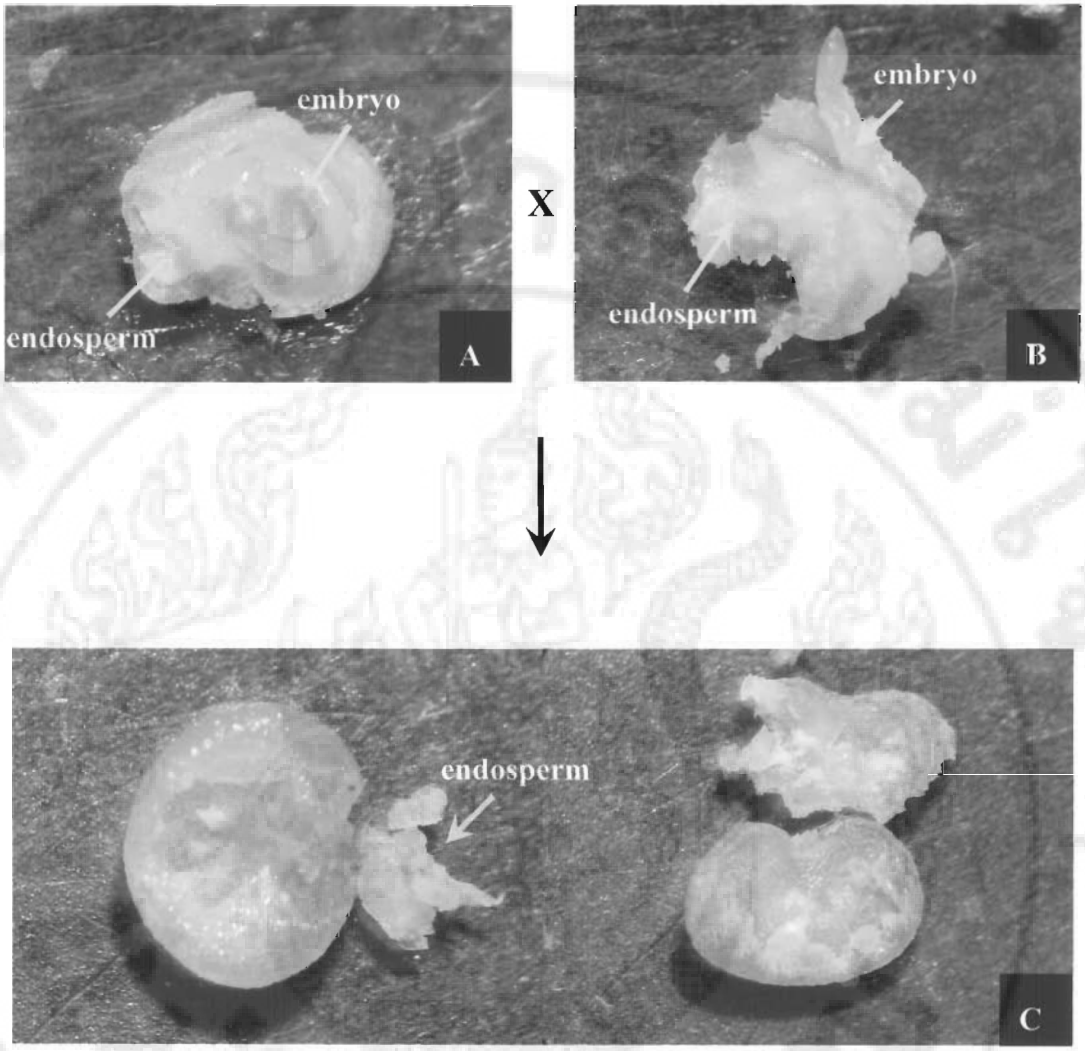
ภาพ 35 พัฒนาการผลและเอมบริโอระยะ cotyledon (C) ผลที่มีอายุ 18 วันหลังดอกบานในมะแว้งต้นมีหนาม (A B และ C) พัฒนาการผลและเอมบริโอระยะ cotyledon ผลที่มีอายุ 19 วันหลังดอกบานในมะเขือเปราะเจ้าพระยา (D E และ F) และ พัฒนาการผลและเอมบริโอระยะทอร์ปิโดและ cotyledon ผลที่มีอายุ 37 วันหลังผสมเกสรในการผสมข้ามชนิดระหว่างมะแว้งต้นมีหนาม x มะเขือเปราะเจ้าพระยา (G H และ I)



ภาพ 36 พัฒนาการผลและเอมบริโอระยะ cotyledon (C) ผลสุกแก่อายุ 45 วันหลังดอกบานในมะแว้งต้นมีหนาม (A B และ C) พัฒนาการผลและเอมบริโอระยะ cotyledon (C) ผลสุกแก่อายุ 37 วันหลังดอกบานในมะเขือเปราะเจ้าพระยา (D E และ F) และ พัฒนาการผลและเอมบริโอระยะ cotyledon (C) ผลสุกแก่อายุ 60 วันหลังผสมเกสรในการผสมข้ามชนิดระหว่าง มะแว้งต้นมีหนาม x มะเขือเปราะเจ้าพระยา (G H และ I)



ภาพ 37 ลักษณะเมล็ดที่มีการพัฒนาของเอนโดสเปอร์มที่สมบูรณ์ในมะแว้งต้นมีหนาม และ มะเขือเปราะเจ้าพระยา (A และB) ลักษณะเมล็ดที่มีการพัฒนาของเอนโดสเปอร์มที่ไม่สมบูรณ์ในการผสมข้ามชนิดระหว่าง มะแว้งต้นมีหนาม x มะเขือเปราะเจ้าพระยา แต่พบว่า เอมบริโอพัฒนาได้ปกติ (C)



ภาพ 38 ลักษณะเมล็ดที่มีการพัฒนาของเอนโดสเปอร์มที่สมบูรณ์ในมะเขือเปราะเจ้าพระยา และมะแว้งต้นมีหนาม (A และ B) ลักษณะเมล็ดที่มีเพียงการพัฒนาของเอนโดสเปอร์มที่ไม่สมบูรณ์และไม่มีการพัฒนาของเอมบริโอ (C)

บทที่ 5

วิจารณ์ผลการทดลอง

การทดลองเพื่อศึกษาความสามารถและอุปสรรคในการผสมข้ามชนิดของพืชสกุลมะเขือ จากผลการทดลอง พบว่า

การทดลองที่ 1 ศึกษาความสามารถในการผสมข้ามชนิดในพืชสกุลมะเขือในการผสมข้ามชนิด

การผสมข้ามชนิดในพืชสกุลมะเขือ ได้แก่ (มะเขือเปราะเจ้าพระยา มะแว้งต้นไร้หนาม และ มะแว้งต้นมีหนาม) พบว่า ในคู่ผสมระหว่าง มะแว้งต้นไร้หนาม X มะเขือเปราะเจ้าพระยา มีดอกที่ได้รับการผสมเกสรข้ามจำนวน 686 ดอก มีจำนวนดอกที่ผสมติดเป็นผลจำนวน 599 ผล คิดเป็นเปอร์เซ็นต์การผสมติดเป็นผลเท่ากับ 87.31 เปอร์เซ็นต์ และในคู่ผสม มะแว้งต้นมีหนาม X มะเขือเปราะเจ้าพระยา มีดอกที่ได้รับการผสมเกสรข้ามจำนวน 589 ดอก มีจำนวนดอกที่ผสมติดเป็นผลจำนวน 484 ผล คิดเป็นเปอร์เซ็นต์การผสมติดเป็นผลเท่ากับ 82.17 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในคู่ผสมระหว่าง มะเขือเปราะเจ้าพระยา X มะแว้งต้นมีหนาม มีดอกที่ได้รับการผสมเกสรข้ามจำนวน 55 ดอก มีจำนวนดอกที่ผสมติดเป็นผลจำนวน 15 ผล คิดเป็นเปอร์เซ็นต์การผสมติดเป็นผลเท่ากับ 27.27 เปอร์เซ็นต์ ในการผสมสลับมีการติดผลน้อยกว่าการผสมตรงทั้ง 2 คู่ผสม ซึ่งน่าจะมาจากเกิดอุปสรรคในขั้นตอนของการปฏิสนธิ การเข้ากันไม่ได้ (incompatibility) ระหว่างเกสรตัวเมียกับละอองเกสรตัวผู้ เนื่องจากมีการผสมติดเป็นผลได้แต่มีเปอร์เซ็นต์ต่ำ (นิตย์ศรี, 2542) ในคู่ผสมตรงมีเปอร์เซ็นต์การผสมติดเป็นผลสูง ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Isshiki and Kawajiri (2001) ที่ทำการผสมข้ามชนิดระหว่าง *S. violaceum* Ortega กับ *S. melongena* L. เพื่อถ่ายทอดลักษณะพันธุกรรมความเป็นหมันของเกสรตัวผู้เข้าสู่ *S. melongena* L. ได้เป็นผลสำเร็จ เช่นเดียวกับ Behera (2002) ที่ทำการศึกษาการผสมข้ามชนิดในพืชสกุลมะเขือชนิด *S. melongena, S. indicum, S. gilo* และ *S. incanum* ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ มีความต้านทานต่อหนอนเจาะลำต้นและผลสูงมาก ในการผสมข้ามชนิด จะต้องคำนึงถึงความสามารถในการผสมข้ามชนิดด้วย ซึ่งการวัดความสามารถในการผสมข้ามชนิดสามารถวัดได้จาก การติดผล, จำนวนของต้นกล้าที่เจริญเติบโตได้, เปอร์เซ็นต์ของลูกผสมชั่วที่ 1 ที่สามารถติดเมล็ดได้ และไม่ติดเมล็ด ซึ่งพบว่า เมื่อใช้ *S. indicum* เป็นต้นพ่อ ผสมกับ *S. incanum* และ *S. melongena* ลูกผสมสามารถเจริญเติบโตและติดเมล็ดได้ แต่เมื่อทำการผสมสลับ พบว่าลูกผสมชั่วที่ 1 ตายหลังจากงอกได้ 10-15 วัน ในทำนองเดียวกัน เมื่อใช้ *S. gilo* เป็นต้นพ่อ ผสมกับ *S. melongena* และใช้ *S. anomalum* เป็นต้นแม่ ผสมกับ *S. melongena* พบว่า สามารถผสมติดและติดเมล็ดได้ แต่ลูกผสมไม่สามารถติดเมล็ดได้ สร้างเพียง parthenocarpic fruit เท่านั้น Shamim (1779) ทำการผสมข้ามชนิดระหว่าง

S. incanum กับ *S. melongena* พบว่าเมื่อใช้ *S. incanum* เป็นต้นแม่ มีเปอร์เซ็นต์การผสมติดเท่ากับ 17.8 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อทำการผสมแบบสลับ โดยใช้ *S. melongena* เป็นต้นแม่ทำการผสมทั้งหมด 50 ดอก จะมีการผสมติดเพียง 1 ดอก และผลที่ผสมติดมีการพัฒนาแบบ parthenocarpic

เมื่อทำการผสมแบบสลับโดยใช้พันธุ์ป่าเป็นต้นพ่อในคู่ผสมระหว่าง มะเขือเปราะเจ้าพระยา X มะแว้งต้นไร้หนาม มีดอกที่ได้รับการผสมเกสรข้ามจำนวน 63 ดอก แต่ไม่มีดอกที่ผ่านการผสมเกสรติดเป็นผลในการผสมแบบสลับนี้เนื่องมาจาก หลังจากทำการผสมเกสรแล้วนำมาศึกษาการงอกของหลอดละอองเกสรบนยอดเกสรตัวเมียและในก้านชูเกสรตัว ปรากฏว่าละอองเกสรสามารถงอกบนยอดเกสรตัวเมียได้และเมื่อดูการงอกของหลอดละอองเกสรในก้านชูเกสรตัวเมีย พบว่าหลอดละอองเกสรสามารงอกลงไปได้หลังจากผสมเกสรเป็นเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง แต่หลอดละอองเกสรมีการงอกในระยะทางสั้น ไม่สามารถงอกหลอดลงไปจนถึงรังไข่ได้ จึงเป็นสาเหตุที่ไม่สามารถทำการผสมเกสรติดได้ และที่ 72 ชั่วโมงหลังผสมเกสรไม่พบการงอกของหลอดละอองเกสรในก้านชูเกสรตัวเมีย น่าจะมีสาเหตุมาจากหลอดละอองเกสรได้สลายตัวไปแล้วเพราะที่เวลา 72 ชั่วโมงหลังผสมเกสรนั้นดอกที่ผสมไม่ติดจะร่วงหล่นแล้ว ซึ่งสอดคล้องกับ Rhee et al. (2005) ได้ทดลองการงอกของหลอดละอองเกสรบน stigma surface และใน styleของดอกลิลลี่พบว่า ในการผสมข้ามชนิดของดอกลิลลี่นั้น หลอดละอองเกสรสามารถงอกลงไปถึงปลายสุดของ style ได้ใช้เวลา 2-3 วันภายหลังการผสมเกสร เช่นในคู่ผสมระหว่าง *Asiatic* x *Longiflorum* hybrids และ *Longiflorum* x *Oriental* hybrids ละอองเกสรจำนวนมากที่สามารถงอกได้บนยอดเกสรตัวเมีย และสามารถงอกหลอดเข้าไปยังก้านชูเกสรตัวเมียได้ และจะหยุดการเจริญเติบโตในส่วนบนของก้านชูเกสรตัวเมีย Hayward et al. (1983) ที่พบว่าการผสมข้ามชนิดของพืชมักไม่สามารถติดผลและติดเมล็ดได้ เนื่องจากเกิด pre-fertilization barrier และ post-fertilization barrier ขึ้นกับคู่ผสมในระดับต่างๆ ดังเช่น การผสมตัวเองของกุหลาบไม่สามารถติดผลได้เนื่องจาก หลอดเรณูถูกยับยั้งการเจริญในก้านชูเกสรตัวเมีย ที่เรียกว่า pollen stylar barrier แต่การผสมข้ามสามารถติดผลได้และมีการติดผล 62.4 เปอร์เซ็นต์ (Ueda et al. 1996) นิตย์ศรี (2542)รายงานว่าการผสมข้ามชนิดที่ไม่สามารผสมติดได้อาจเกิดอุปสรรคในขั้นตอนของการผสมเกสร กล่าวคือการงอกของหลอดละอองเรณูซึ่งไม่เจริญเข้าไปในถุงเอมบริโอ หรือเจริญเข้าไปทำลายส่วนของเซลล์ไข่และโพลาร์นิวคลีไอ สเปิร์มนิวคลีไอไม่ถูกปลดปล่อยออกมาจากหลอดละอองเรณู หรือปล่อยออกมาแล้วไม่เคลื่อนที่ไปยังเซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย

การศึกษาจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผลในพันธุ์พ่อแม่ (มะเขือเปราะเจ้าพระยา มะแว้งต้นไร้หนาม และ มะแว้งต้นมีหนาม) การผสมข้ามชนิด (มะแว้งต้นไร้หนาม X มะเขือเปราะเจ้าพระยา มะแว้งต้นมีหนาม X มะเขือเปราะเจ้าพระยา และ มะเขือเปราะเจ้าพระยา X มะแว้งต้นมี

หนาม) มีจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผลเท่ากับ 1,711.66 54.33 54.66 47.66 55.33 และ2.93 เมล็ดต่อผล ตามลำดับ ซึ่งจากข้อมูล เห็นว่าจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผลในลูกผสมข้ามชนิดทั้ง 2 คู่ผสมนั้นไม่แตกต่างจากสายพันธุ์แม่ แสดงว่าประสบผลสำเร็จในการผสมเกสรไม่เกิดอุปสรรคในขั้นตอนของการผสมเกสร แต่ในการผสมแบบสลับนั้นมีการติดเมล็ดเฉลี่ยต่อผลเพียง 2.93 เมล็ด ซึ่งน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์แม่ (มะเขือเปราะเจ้าพระยา) ที่มีจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผลสูงถึง 1,711.66 เมล็ด แสดงให้เห็นว่าการผสมข้าม ประสบผลสำเร็จในอัตราที่ต่ำ เกิดอุปสรรคในขั้นตอนของการผสมเกสรและการปฏิสนธิ (ภาพ 20) จะพบเมล็ดที่มีขนาดเล็กสีดำ ไม่สามารถพัฒนาเป็นเมล็ดที่สมบูรณ์ และเมื่อทำการผ่าศึกษาภายในเมล็ดที่มีการพัฒนา พบว่าไม่มีการพัฒนาของเอมบริโอ

ด้านเปอร์เซ็นต์เมล็ดที่ไม่สมบูรณ์ พบว่าในพันธุ์พ่อแม่ (มะเขือเปราะเจ้าพระยา มะแว้งต้นไร้หนาม และ มะแว้งต้นมีหนาม) การผสมข้ามชนิด (มะแว้งต้นไร้หนาม x มะเขือเปราะเจ้าพระยา มะแว้งต้นมีหนาม x มะเขือเปราะเจ้าพระยา และ มะเขือเปราะเจ้าพระยา x มะแว้งต้นมีหนาม) มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดไม่สมบูรณ์เท่ากับ 0 1.21 3.03 49.64 39.76 และ100 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งเป็นสาเหตุที่เมื่อนำเมล็ดจากการผสมข้ามชนิด 2 คู่ผสมมาเพาะแล้ว มีเปอร์เซ็นต์ความงอกต่ำเนื่องมาจากเมล็ดจากการผสมข้ามชนิดแบบตรงทั้ง 2 คู่ผสมนั้นมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดที่ไม่สมบูรณ์สูง (49.64 และ 39.76 เปอร์เซ็นต์)

การทดลองที่ 2 ศึกษาพัฒนาการของผล เอมบริโอ และความมีชีวิตของเอมบริโอในพันธุ์พ่อแม่และลูกผสมข้ามชนิด

การทดลองที่ 2.1 ศึกษาพัฒนาการของผล

การใช้มะเขือเปราะเจ้าพระยาเป็นพันธุ์พ่อ มีระยะเวลาการสุกแก่ของผลหลังจากดอกบานที่อายุ 37 วัน พันธุ์แม่ (มะแว้งต้นไร้หนาม) มีระยะเวลาการสุกแก่ของผลหลังจากดอกบานที่อายุผล 42 วัน และ มะแว้งต้นมีหนาม มีระยะเวลาการสุกแก่ของผลหลังดอกบานที่อายุผล 45วัน ซึ่งสอดคล้องกับภาณุมาศและอุษณา (2549) ที่ศึกษาพัฒนาการและการสุกแก่ของเมล็ดมะแว้งต้นมีหนามและมะแว้งต้นไร้หนาม โดยพบว่า มะแว้งต้นมีหนาม มีการสุกแก่ทางสรีรวิทยาของเมล็ดเมื่ออายุ 50 วันหลังดอกบาน ส่วนมะแว้งต้นไร้หนามนั้นเมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยาเมื่ออายุ 38 วันหลังดอกบาน

ในการพัฒนาของผลจากการผสมข้ามชนิดพบว่า ในคู่ผสมระหว่าง มะแว้งต้นไร้หนาม x มะเขือเปราะเจ้าพระยา มีระยะเวลาการสุกแก่ของผลหลังจากการผสมเกสรที่อายุ 68 วัน ส่วนในคู่ผสมระหว่าง มะแว้งต้นมีหนาม x มะเขือเปราะเจ้าพระยา มีระยะเวลาการสุกแก่ของผลหลังจากการผสมเกสรที่อายุ 60 วัน เมื่อทำการผสมสลับโดยใช้ มะเขือเปราะเจ้าพระยา เป็นต้นแม่

ผสมกับ มะแว้งต้นมีหนาม มีระยะเวลาการสุกแก่ของผลหลังจากการผสมเกสรที่อายุ 69 วัน และในการผสมสลับโดยใช้ มะเขือเปราะเจ้าพระยา เป็นต้นแม่ผสมกับ มะแว้งต้นไร้หนามไม่พบการพัฒนาของผลเนื่องจากผสมข้ามไม่ติด การพัฒนาของผลที่ช้ากว่าสายพันธุ์แม่นั้นมาจากการที่เอมบริโอและเอนโดสเปอร์มมีการพัฒนาที่ช้า ดังเห็นได้จากเมื่อศึกษาการพัฒนาของเอมบริโอ พบว่า เอมบริโอของผลที่เกิดจากการผสมข้ามชนิดมีการพัฒนาช้ากว่าเอมบริโอที่ได้จากการผสมตัวเอง ดังการทดลอง ซึ่งสอดคล้องกับนพพร (2542) ที่กล่าวว่า ในการผสมข้ามชนิดนั้น ลูกผสมมีความอ่อนแอ เจริญช้าหรือไม่สามารถเจริญได้ ซึ่งมีสาเหตุมาจากปฏิกิริยาระหว่างจีโนมของสองสปีชีส์ ปฏิกิริยาระหว่างจีโนไทพ์ของไซโกท และเอนโดสเปอร์ม หรือเนื้อเยื่ออื่นๆ ของต้นแม่ ที่จำเป็นต่อการพัฒนาของลูกผสม Sangduen et al. (1983) ได้ศึกษาการพัฒนาของเอมบริโอที่ได้จากการผสมข้ามชนิดของอัลฟัลฟา (*M. sativa* X *M. scutellata*) โดยใช้เทคนิคการตัด section ของเนื้อเยื่อเอมบริโอระยะต่างๆ ส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน พบว่าเนื้อเยื่อของแม่ที่อยู่รอบๆ ถุงเอมบริโอกับเอมบริโอลูกผสม มีช่วงเวลาที่ไม่เหมาะสมหรือไม่ประสานกันในการเกิดเมทาบอลิซึมของลิพิด แป้ง และผลึกต่างๆ การย่อยสลายของแป้งและลิพิดในเนื้อเยื่อ integumentary tapetum และนิวเซลลัส รวมถึงการลำเลียงสารอาหารเข้าไปในถุงเอมบริโอ อาจเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้การพัฒนาของ เอมบริโอและเอนโดสเปอร์มล่าช้าไป

ด้านขนาดของผลนั้นพบว่าขนาดของผลที่เกิดจากการผสมข้ามชนิดในคู่ผสม มะแว้งต้นไร้หนาม X มะเขือเปราะเจ้าพระยา และ มะแว้งต้นมีหนาม X มะเขือเปราะเจ้าพระยา นั้น ผลมีขนาดที่ไม่แตกต่างกันกับสายพันธุ์แม่ แต่เมื่อทำการผสมสลับ โดยใช้ มะเขือเปราะเจ้าพระยาเป็นต้นแม่ผสมกับ มะแว้งต้นมีหนาม ขนาดของผลที่ได้จากการผสมข้ามมีขนาดเล็กกว่าสายพันธุ์แม่ (มะเขือเปราะเจ้าพระยา) เนื่องมาจากในผลที่เกิดจากการผสมสลับนี้ มีการติดเมล็ดเป็นเมล็ดที่มีเปลือกหุ้มเมล็ดและเอนโดสเปอร์มแต่ไม่มีเอมบริโออยู่นั้นน้อยมากเฉลี่ย 2.93 เมล็ดต่อผลซึ่งการที่มีจำนวนเมล็ดต่อผลน้อยนั้นส่งผลต่อการพัฒนาของผลในด้านขนาดผล อันเนื่องมาจากปัจจัยด้านฮอร์โมนพืชที่เกี่ยวข้อง นพดล (2537) กล่าวว่าออกซินเกี่ยวข้องกับการขยายขนาดของเซลล์ และมีบทบาทอย่างมากในการควบคุมรูปแบบของการเจริญเติบโตของผล กล่าวคือ การเพิ่มขนาดของผลมีสาเหตุมาจากการขยายขนาดของเซลล์ ซึ่งบทบาทของออกซินในการเจริญเติบโตของผลนั้นพบว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างการพัฒนาของเมล็ดกับขนาดและรูปร่างเมื่อสิ้นสุดการเจริญเติบโตของผล ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดเจนคือความเกี่ยวข้องระหว่างออกซินกับขนาดและรูปร่างของผลสตรอเบอรี่ ซึ่งพบว่า เอนโดสเปอร์มและเอมบริโอในผลแห้งเมล็ดล่อน (achene) สร้างออกซินได้และสามารถเคลื่อนย้ายออกไปและกระตุ้นการเจริญเติบโต สอดคล้องกับ พีรเดช (2537) กล่าวว่าการพัฒนาของผลตามปกติเกิดขึ้นเนื่องจากฮอร์โมนที่เมล็ดอ่อนของพืชสร้างขึ้นมาในรังไข่ ผลพัฒนาขึ้นมาได้

ต้องมีการแบ่งเซลล์และการขยายขนาดของเซลล์ ดังนั้นสารออกซิน จิบเบอเรลลิน และไซโตไคนินจึงมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาของผล ในช่วงแรกของการเติบโตของผลเป็นผลมาจากการแบ่งเซลล์ภายในบริเวณผนังรังไข่ ซึ่งการแบ่งเซลล์นี้มักเสร็จสิ้นตั้งแต่ก่อนดอกบานต่อมาเมื่อเกิดการปฏิสนธิและเกิดเมล็ด เมล็ดกลายเป็นแหล่งสำคัญของออกซิน จิบเบอเรลลิน ไซโตไคนิน ซึ่งส่งผลให้เกิดการขยายขนาดของเซลล์ ทำให้ผลเติบโตได้อย่างปกติ โดยในผลที่ไม่มีเมล็ดมีขนาดที่เล็กกว่าผลที่มีการพัฒนาของเมล็ดปกติ

การทดลองที่ 2.2 ศึกษาพัฒนาการและความมีชีวิตของเอมบริโอ ในพันธุ์พ่อแม่และจากการผสมข้ามชนิด

จากการศึกษาพัฒนาการและความมีชีวิตของเอมบริโอ ในพันธุ์พ่อแม่และจากการผสมข้ามชนิดในพันธุ์พ่อ (มะเขือเปราะเจ้าพระยา) สามารถพบเอมบริโอระยะกลม (globular) ได้ที่อายุผล 13 วันหลังดอกบาน พบเอมบริโอระยะรูปหัวใจ (heart) ที่อายุผล 14 และ15 วันหลังดอกบานซึ่งที่อายุผล 15 วัน เริ่มพบเอมบริโอรูปทอร์ปิโด (torpedo) บ้างแล้ว ส่วนที่อายุผลตั้งแต่ 16 – 18 วัน เป็นเอมบริโอรูปทอร์ปิโด (torpedo) และที่อายุผลตั้งแต่ 19 – 37 วัน หลังดอกบาน พบเอมบริโอที่ cotyledonary stage โดยเอมบริโอใน cotyledonary stage ระยะแรกนั้น ยังมีขนาดเล็กและพัฒนาจนกระทั่งเป็นเอมบริโอแก่

ในมะแว้งต้นไร้หนาม สามารถพบเอมบริโอระยะกลม (globular) ได้ที่อายุผล 13 และ 14 วันหลังดอกบาน พบเอมบริโอระยะรูปหัวใจ (heart) ที่อายุผล 15 วันหลังดอกบาน ส่วนที่อายุผลตั้งแต่ 16 วันหลังดอกบาน เป็นเอมบริโอรูปทอร์ปิโด (torpedo) และที่อายุผลตั้งแต่ 17 – 42 วันหลังดอกบาน พบเอมบริโอที่ cotyledonary stage โดยเอมบริโอใน cotyledonary stage ระยะแรกนั้น ยังมีขนาดเล็กและพัฒนาจนกระทั่งเป็นเอมบริโอแก่

ส่วนมะแว้งต้นมีหนาม สามารถพบเอมบริโอระยะกลม (globular) ได้ที่อายุผล 12 และ 13 วัน หลังดอกบานโดยที่อายุผล 13 วันหลังดอกบาน ยังพบเอมบริโอรูปหัวใจอีกด้วย ที่อายุผล 14 – 15 วัน หลังดอกบานพบเอมบริโอรูปหัวใจ (heart) ส่วนที่อายุผล 16 วัน พบเอมบริโอรูปทอร์ปิโด (torpedo) และที่อายุผลตั้งแต่ 18 – 45 วันหลังดอกบาน พบเอมบริโอที่ cotyledonary stage โดยเอมบริโอใน cotyledonary stage ระยะแรกนั้น ยังมีขนาดเล็กและพัฒนาจนกระทั่งเป็นเอมบริโอแก่

ในผลที่เกิดจากการผสมข้ามชนิดระหว่าง มะแว้งต้นไร้หนาม x มะเขือเปราะเจ้าพระยา สามารถพบเอมบริโอระยะกลม (globular) ได้ที่อายุผล 27 วันหลังผสมเกสร ส่วนที่อายุผลตั้งแต่ 28- 31 วันหลังผสมเกสรพบเอมบริโอรูปหัวใจ (heart) ตั้งแต่ระยะแรกจนกระทั่งรูปหัวใจ

ระยะสุดท้าย ที่อายุผล 32 - 35 วันหลังผสมเกสรจะพบเอมบริโอรูปหัวใจระยะสุดท้ายและเอมบริโอรูปทอร์ปิโด (torpedo) ส่วนที่อายุผลตั้งแต่ 36 – 43 วัน หลังผสมเกสร พบเอมบริโอทั้ง 2 ระยะปนกันอยู่ คือ รูปทอร์ปิโด (torpedo) และ cotyledonary stage และที่อายุผลตั้งแต่ 44 -68 วันหลังผสมเกสร พบเอมบริโอใน cotyledonary stage ตั้งแต่ระยะแรกของการพัฒนาจนกระทั่งเป็นเอมบริโอแก่ โดยที่เอมบริโอที่อายุผลตั้งแต่ 44- 68 วัน หลังผสมเกสร มีขนาดที่แตกต่างกัน

ผลจากการผสมข้ามชนิดระหว่าง มะแว้งต้นมีหนาม x มะเขือเปราะเจ้าพระยา สามารถพบเอมบริโอระยะกลม (globular) ได้ที่อายุผล 27 วันหลังผสมเกสร ส่วนที่อายุผลตั้งแต่ 28- 34 วันหลังผสมเกสรพบเอมบริโอรูปหัวใจ (heart) ตั้งแต่ระยะแรกจนกระทั่งรูปหัวใจระยะสุดท้าย และพบเอมบริโอรูปทอร์ปิโด (torpedo) ที่อายุผล 35 และ 36 วันหลังผสมเกสร ที่อายุผล 37 – 44 วัน พบเอมบริโออยู่ทั้ง 2 ระยะ ปนกันอยู่คือรูปทอร์ปิโด (torpedo)และ cotyledonary stage และที่อายุผลตั้งแต่ 45 -60 วัน หลังผสมเกสร พบเอมบริโอใน cotyledonary stage ตั้งแต่ระยะแรกของการพัฒนาจนกระทั่งเป็นเอมบริโอแก่ โดยที่เอมบริโอที่อายุผลตั้งแต่ 45- 60 วันหลังผสมเกสร มีขนาดที่แตกต่างกัน

เนื่องจากหลังจากที่เอมบริโอมีการพัฒนาจนสมบูรณ์และการพัฒนาของเมล็ดถึงระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาแล้วนั้นเอมบริโอใช้อาหารจากเอนโดสเปอร์มในการที่จะพัฒนาต่อไปจนเป็นเอมบริโอที่สมบูรณ์ระยะสุดท้าย แต่ในเมล็ดจากการผสมข้ามชนิดทั้ง 2 คู่ผสมนั้นเอนโดสเปอร์มมีการพัฒนาที่ไม่สมบูรณ์ จึงทำให้เอมบริโอในเมล็ดจากการผสมข้ามชนิดมีขนาดที่แตกต่างกัน และยังส่งผลถึงการงอกของเมล็ดจากการผสมข้ามชนิด ที่เมื่อนำไปเพาะเลี้ยงแล้วมีเปอร์เซ็นต์ความงอกต่ำ ใช้ระยะเวลาในการงอกของเมล็ดที่นานและการงอกก็ไม่สม่ำเสมอ สอดคล้องกับ Richard and Jung Hoon Kang (2002) ทำการผสมข้ามชนิดระหว่าง *S. incanum* กับ *S. melongena* พบว่า การพัฒนาของเอมบริโอไม่สามารถพัฒนาเป็นเอมบริโอที่สมบูรณ์ปกติได้ เนื่องจากเอนโดสเปอร์มไม่สามารถพัฒนาเป็นปกติ ซึ่งการที่เอนโดสเปอร์มไม่สามารถพัฒนาเป็นปกติจึงส่งผลให้เอมบริโอที่ต้องใช้เอนโดสเปอร์มเป็นแหล่งอาหารในการพัฒนานั้น ไม่สามารถพัฒนาเป็นเอมบริโอที่สมบูรณ์ได้ Buitendijk et al. (1995) รายงานว่าลูกผสมที่เกิดจากการผสมข้ามในสกุล *Alstroemeria* จะมีปัญหาในการผสมและหลังจากการผสมแล้วของออวุล 18 วัน การพัฒนาของเอนโดสเปอร์มน้อยลงโดยเกิดความผิดปกติ เนื่องจากการแท้งของคัพภะ รังสฤษฎ์ (2545) กล่าวว่าการผสมข้ามชนิด (interspecific hybridization) หรือผสมข้ามสกุล (intergeneric hybridization) ซึ่งปกติแล้วคัพภะลูกผสมเหล่านี้มีปัญหาทางพันธุกรรม (genetic barriers) และมักไม่สามารถพัฒนาเป็นคัพภะและเมล็ดที่สมบูรณ์ได้ อาจเนื่องจากเอนโดสเปอร์มไม่พัฒนาเป็นปกติ (endosperm failure) ซึ่งอาจเป็นผลมาจากความผิดปกติทางด้านโภชนาการ คือ มีอาหารสะสมไม่

เพียงพอ Sangduen et al. (1983) ได้ศึกษาการพัฒนาของเอมบริโอที่ได้จากการผสมข้ามชนิดของอัลฟัลฟา (*M. sativa* x *M. scutellata*) โดยใช้เทคนิคการตัด section ของเนื้อเยื่อเอมบริโอระยะต่างๆ ส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน พบว่าเนื้อเยื่อของแม่ที่อยู่รอบๆ ถุงเอมบริโอกับเอมบริโอลูกผสม มีช่วงเวลาที่ไม่เหมาะสมหรือไม่ประสานกันในการเกิดเมทาบอลิซึมของลิพิด แป้ง และผลึกต่างๆ การย่อยสลายของแป้งและลิพิดในเนื้อเยื่อ integumentary tapetum และนิวเซลลัส รวมถึงการลำเลียงสารอาหารเข้าไปในถุงเอมบริโอ อาจเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้การพัฒนาของเอมบริโอและเอนโดสเปอร์มล่าช้าไป เช่นเดียวกับ นพพร (2542) ที่กล่าวว่า ในการผสมข้ามชนิดนั้น ลูกผสมมีความอ่อนแอ เจริญช้าหรือไม่สามารถเจริญได้ ซึ่งมีสาเหตุมาจากปฏิกิริยาระหว่างจีโนมของสองสปีชีส์ ปฏิกิริยาระหว่างจีโนไทพ์ของไซโกท และเอนโดสเปิร์ม หรือเนื้อเยื่ออื่นๆ ของต้นแม่ ที่จำเป็นต่อการพัฒนาของลูกผสม

ส่วนในผลที่เกิดจากการผสมแบบสลับโดยใช้ มะเขือเปราะเจ้าพระยา เป็นต้นแม่ และ มะแว้งต้นมีหนาม เป็นต้นพ่อ พบว่าเมื่อนำเมล็ดที่ได้มาศึกษาการพัฒนาและความมีชีวิตของเอมบริโอปรากฏว่าเมล็ดจากการผสมข้ามชนิดทุกเมล็ดที่นำมาศึกษานั้นไม่มีเอมบริโอ มีเพียงการพัฒนาขององค์ประกอบเมล็ดเท่านั้น เนื่องมาจากเกิดการแท้งของเอมบริโอในระหว่างการพัฒนาทำให้เมื่อนำเมล็ดที่ได้จากการผสมข้ามชนิดแบบสลับมาศึกษาแล้วไม่พบเอมบริโอ ซึ่งเป็นไปในทำนองเดียวกันกับ Buitendijk et al. (1995) รายงานว่าลูกผสมที่เกิดจากการผสมข้ามในสกุล *Alstroemeria* มีปัญหาในการผสมและหลังจากการผสมแล้วของออวุล 18 วัน การพัฒนาของเอนโดสเปอร์มน้อยลงโดยเกิดความผิดปกติ เนื่องจากการแท้งของดัพภะ

ความมีชีวิตของเอมบริโอในพันธุ์พ่อแม่และลูกผสมข้ามชนิด

จากการศึกษาความมีชีวิตของเอมบริโอในพันธุ์พ่อแม่และลูกผสมข้ามชนิด พบว่าเอมบริโอทั้งในพันธุ์พ่อและแม่ที่ใช้เป็นตัวเปรียบเทียบ รวมทั้งเอมบริโอที่เกิดจากการผสมข้ามแบบตรงทั้ง 2 คู่ผสมนั้น เมื่อย้อมด้วยสารละลายเตตราโซเลียม 1 เปอร์เซ็นต์ เอมบริโอในทุกระยะของการเจริญและทุกเอมบริโอมีการติดสีแดงแสดงว่าทุกเอมบริโอที่ทำการศึกษานั้นมีชีวิต สอดคล้องกับจวงจันทร์ (2529) ที่กล่าวว่าการที่เอมบริโอติดสีแดงนั้นเพราะเอนไซม์ดีไฮโดรจีเนส (dehydrogenase) ซึ่งมีอยู่ในเซลล์สิ่งมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์ เอนไซม์ดีไฮโดรจีเนสมีบทบาทเกี่ยวข้องกับการหายใจของเซลล์ โดยเอนไซม์ปล่อยไฮโดรเจนอิออนออกมาทำปฏิกิริยารีดักชั่น กับสารละลายของเกลือ tetrazolium ซึ่งเป็นสารประกอบที่ไม่มีสีและสามารถแพร่กระจายได้ แต่เมื่อทำปฏิกิริยาแล้ว ก็เปลี่ยนไปเป็นสารประกอบใหม่ คือ tetrazolium formazan ซึ่งมีสีแดงและไม่แพร่กระจาย ดังนั้นเซลล์ที่มีชีวิตก็ติดสีแดง ส่วนเซลล์ที่ตายหรือไม่มีชีวิต ไม่มีการหายใจ ไม่มีการ

ปลดปล่อยไฮโดรเจนอิออนออกมา ก็ไม่ติดสี เช่นเดียวกับ พจนีย์ (2547) ที่ใช้วิธีเตตราโซเลียมในการตรวจสอบความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์ไม้ดอกล้มลุกเพื่อตรวจสอบความมีชีวิตโดยพิจารณาจากการติดสีของเอมบริโอ

บทที่ 6

สรุปผลการทดลอง

การทดลองเพื่อศึกษาความสามารถและอุปสรรคในการผสมข้ามชนิดของพืชสกุลมะเขือ จากการศึกษาดังกล่าว สรุปผลการทดลองดังรายละเอียดต่อไปนี้

การทดลองที่ 1 ศึกษาความสามารถในการผสมข้ามชนิดในพืชสกุลมะเขือ

การทดลองที่ 1.1 ความมีชีวิตของละอองเกสร

จากการศึกษาความมีชีวิตของละอองเกสรพบว่า ละอองเกสรของสายพันธุ์พ่อแม่ทั้ง 3 พันธุ์นั้นมีชีวิตเนื่องจากติดสีย้อมของ acetocarmine และยังพบว่าละอองเกสรของทั้ง 3 พันธุ์นั้นมีขนาดที่ไม่แตกต่างกัน

การทดลองที่ 1.2 การงอกของละอองเกสร (pollen) บนยอดเกสรตัวเมีย (stigma surface) และการงอกของหลอดละอองเกสร (pollen tube) ลงในก้านชูเกสรตัวเมียในคู่ผสมระหว่างมะเขือเปราะเจ้าพระยา x มะแว้งต้นไร้หนาม ที่ระยะเวลา 24 48 และ 72 ชั่วโมงหลังผสมเกสร

จากการศึกษาความสามารถในการงอกของละอองเกสรบนยอดเกสรตัวเมีย (stigma surface) และการงอกของหลอดละอองเกสร (pollen tube) ลงในก้านชูเกสรตัวเมีย ที่ผ่านการผสมเกสรเป็นเวลา 24 48 และ72 ชั่วโมงหลังผสมเกสร พบว่าที่ 24 และ 48 ชั่วโมงหลังผสมเกสร ละอองเกสรของ มะแว้งต้นไร้หนาม สามารถงอกได้บนยอดเกสรตัวเมีย (stigma surface) ของมะเขือเปราะเจ้าพระยา และเมื่อทำการศึกษาการงอกของหลอดละอองเกสรในก้านชูเกสรตัวเมีย พบว่าหลอดละอองเกสรสามารถงอกผ่านยอดเกสรตัวเมียลงไปในก้านชูเกสรตัวเมียได้ แต่ระยะทางของหลอดละอองเกสรที่งอกลงไปในก้านชูเกสรตัวเมียของ มะเขือเปราะเจ้าพระยา นั้นงอกได้เพียงระยะสั้น ไม่สามารถงอกลงไปถึงรังไข่ได้ และที่เวลา 72 ชั่วโมงหลังผสมเกสรไม่พบการงอกของหลอดเกสรในก้านชูเกสรตัวเมีย

การทดลองที่ 1.3 ความสามารถในการผสมข้ามชนิด

จากการศึกษาความสามารถในการผสมข้ามชนิดในพืชสกุลมะเขือ พบว่า สามารถผสมข้ามชนิดในพืชสกุลมะเขือที่ทำการศึกษาได้ในการผสมแบบตรง 2 คู่ผสม โดยในคู่ผสมระหว่าง มะแว้งต้นไร้หนาม x มะเขือเปราะเจ้าพระยา มีเปอร์เซ็นต์ดอกที่ผสมติดเป็นผลเท่ากับ 87.31 เปอร์เซ็นต์และในคู่ผสม มะแว้งต้นมีหนาม x มะเขือเปราะเจ้าพระยา มีเปอร์เซ็นต์ดอกที่

ผสมติดเป็นผลเท่ากับ 82.17 เปอร์เซ็นต์ และในการผสมแบบสลับ 1 คู่ผสม คือ มะเขือเปราะเจ้าพระยา x มะแว้งต้นมีหนาม มีเปอร์เซ็นต์ดอกที่ผสมติดเป็นผลเท่ากับ 27.27 เปอร์เซ็นต์

จำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผล พบว่าจากการผสมข้ามชนิดแบบตรง (มะแว้งต้นไร้หนาม x มะเขือเปราะเจ้าพระยา และ มะแว้งต้นมีหนาม x มะเขือเปราะเจ้าพระยา) จะมีจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผลที่ไม่แตกต่างกันกับพันธุ์แม่ (มะแว้งต้นไร้หนาม และ มะแว้งต้นมีหนาม) คือ 47.66 55.33 54.33 และ54.66 เมล็ดตามลำดับ และจากการผสมข้ามชนิดแบบสลับ (มะเขือเปราะเจ้าพระยา x มะแว้งต้นมีหนาม) มีจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผลเท่ากับ 2.93 เมล็ด ซึ่งจะแตกต่างกับสายพันธุ์แม่ (มะเขือเปราะเจ้าพระยา) ที่มีจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผล 1,711.66 เมล็ด

ด้านเปอร์เซ็นต์เมล็ดที่ไม่สมบูรณ์ พบว่าในพันธุ์พ่อแม่ (มะเขือเปราะเจ้าพระยา มะแว้งต้นไร้หนาม และ มะแว้งต้นมีหนาม) การผสมข้ามชนิด (มะแว้งต้นไร้หนาม x มะเขือเปราะเจ้าพระยา มะแว้งต้นมีหนาม x มะเขือเปราะเจ้าพระยา และ มะเขือเปราะเจ้าพระยา x มะแว้งต้นมีหนาม มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดไม่สมบูรณ์เท่ากับ 0 1.21 3.03 49.64 39.76 และ 100 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

การทดลองที่ 1.4 การเพาะเลี้ยงเมล็ดพันธุ์จากการผสมข้ามชนิดในอาหารสังเคราะห์สูตร Hyponex

จากการศึกษาพบว่า เมล็ดจากการผสมข้ามชนิดทั้ง 2 คู่ผสมใช้ระยะเวลาในการงอกของเมล็ดประมาณ 45-90 วัน โดยที่เมล็ดจากการผสมข้ามชนิดในคู่ผสมระหว่าง มะแว้งต้นไร้หนาม x มะเขือเปราะเจ้าพระยา มีเปอร์เซ็นต์ความงอก 11.25 เปอร์เซ็นต์ส่วนในคู่ผสมระหว่างมะแว้งต้นมีหนาม x มะเขือเปราะเจ้าพระยา มีเปอร์เซ็นต์ความงอก 5 เปอร์เซ็นต์ แต่เมล็ดลูกผสมข้ามชนิดทั้ง 2 คู่ผสมนั้นมีการงอกที่ไม่สม่ำเสมอ ต้นกล้ามีลักษณะที่ไม่สมบูรณ์แข็งแรง เมล็ดที่เหลือก็มีสีดำและไม่มีการงอกของต้นกล้าเพิ่มขึ้นอีก

การทดลองที่ 2 ศึกษาพัฒนาการของผล เอมบริโอ และความมีชีวิตของเอมบริโอในพันธุ์พ่อแม่และผลจากการผสมข้ามชนิด

การทดลองที่ 2.1 ศึกษาพัฒนาการของผล

ในพันธุ์พ่อ (มะเขือเปราะเจ้าพระยา) มีระยะเวลาการสุกแก่ของผลหลังจากดอกบานที่อายุ 37 วัน พันธุ์แม่ (มะแว้งต้นไร้หนาม) มีระยะเวลาการสุกแก่ของผลหลังจากดอกบานที่อายุผล 42 วันและมะแว้งต้นมีหนาม มีระยะเวลาการสุกแก่ของผลหลังดอกบานที่อายุผล 45วัน

ในการพัฒนาของผลจากการผสมข้ามชนิดพบว่า ในคู่ผสมระหว่าง มะแว้งต้นไร้หนาม x มะเขือเปราะเจ้าพระยา มีระยะเวลาการสุกแก่ของผลหลังจากการผสมเกสรที่อายุ 68 วัน ส่วนในคู่ผสมระหว่าง มะแว้งต้นมีหนาม x มะเขือเปราะเจ้าพระยา มีระยะเวลาการสุกแก่ของผลหลังจากการผสมเกสรที่อายุ 60 วัน เมื่อทำการผสมสลับโดยใช้ มะเขือเปราะเจ้าพระยา เป็นต้นแม่ผสมกับ มะแว้งต้นมีหนาม ผลมีระยะเวลาการสุกแก่ของผลหลังจากการผสมเกสรที่อายุ 69 วัน และในการผสมสลับโดยใช้ มะเขือเปราะเจ้าพระยา เป็นต้นแม่ผสมกับ มะแว้งต้นไร้หนาม ไม่พบการพัฒนาของผลเนื่องจากผสมข้ามไม่ติด

ด้านขนาดของผลนั้นพบว่าขนาดของผลที่เกิดจากการผสมข้ามชนิดในคู่ผสมระหว่างมะแว้งต้นไร้หนาม x มะเขือเปราะเจ้าพระยา และ มะแว้งต้นมีหนาม x มะเขือเปราะเจ้าพระยา นั้นผลมีขนาดที่ไม่แตกต่างกันกับสายพันธุ์แม่ แต่เมื่อทำการผสมสลับ โดยใช้ มะเขือเปราะเจ้าพระยา เป็นต้นแม่ผสมกับ มะแว้งต้นมีหนาม ขนาดของผลที่ได้จากการผสมข้ามมีขนาดเล็กกว่าสายพันธุ์แม่

การทดลองที่ 2.2 ศึกษาพัฒนาการและความมีชีวิตของเอมบริโอ ในพันธุ์พ่อแม่และจากการผสมข้ามชนิด

พัฒนาการของเอมบริโอ พบว่า ในพันธุ์พ่อและแม่ทั้ง 3 พันธุ์นั้นพบเอมบริโอระยะกลม (globular) ซึ่งเป็นระยะแรกที่อายุผลประมาณ 12-13 วัน หลังดอกบาน หลังจากนั้นก็มีการพัฒนาของเอมบริโอในแต่ละระยะตามอายุการพัฒนาของผลตามปกติ ส่วนการพัฒนาของเอมบริโอที่เกิดจากการผสมข้ามชนิด พบว่า การผสมข้ามชนิดระหว่างมะแว้งต้นไร้หนาม X มะเขือเปราะเจ้าพระยา สามารถพบเอมบริโอระยะกลม (globular) ได้ที่อายุผล 27 วัน หลังผสมเกสร ซึ่งช้ากว่าพันธุ์แม่ (มะแว้งต้นไร้หนาม) เป็นเวลา 15 วัน และเมื่อทำการนำเอาเอมบริโอที่ระยะการพัฒนาของผลในระยะต่างๆ มาศึกษาพัฒนาการของเอมบริโอ พบว่า เอมบริโอสามารถพัฒนาไปถึงระยะเอมบริโอแก่ได้ เช่นเดียวกับการผสมข้ามชนิดระหว่างมะแว้งต้นมีหนาม X มะเขือเปราะเจ้าพระยา สามารถพบเอมบริโอระยะกลม (globular) ได้ที่อายุผล 27 วัน หลังผสมเกสร และเมื่อทำ

การนำเอาเอมบริโอที่ระยะการพัฒนาของผลในระยะต่างๆ มาศึกษาพัฒนาการของเอมบริโอ พบว่า เอมบริโอนั้นสามารถพัฒนาไปถึงระยะเอมบริโอแก่ได้ แต่เอมบริโอแก่ที่พบนั้นมีขนาดที่แตกต่างกันและเอนโดสเปอร์มมีการพัฒนาที่ไม่สมบูรณ์ จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้เมล็ดจากการผสมข้ามชนิดใช้ระยะเวลาในการงอกนาน มีเปอร์เซ็นต์ความงอกต่ำและมีการงอกของเมล็ดที่ไม่สม่ำเสมอ ดังนั้นควรทำการช่วยเหลือชีวิตเอมบริโอ (embryo rescue) โดยการนำมาเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์เพื่อที่จะได้ต้นพืชที่สามารถเจริญได้ตามปกติ

การศึกษาความมีชีวิตของเอมบริโอ พบว่า เอมบริโอที่ทำการศึกษาทุกเอมบริโอยังมีชีวิตอยู่

ส่วนในผลที่เกิดจากการผสมแบบสลับโดยใช้ มะเขือเปราะเจ้าพระยา เป็นต้นแม่ และ มะแว้งต้นมีหนาม เป็นต้นพ่อ พบว่าเมื่อนำเมล็ดที่ได้มาศึกษาการพัฒนาและความมีชีวิตของเอมบริโอปรากฏว่าเมล็ดจากการผสมข้ามชนิดทุกเมล็ดที่นำมาศึกษานั้นไม่มีเอมบริโอ มีเพียงการพัฒนาขององค์ประกอบเมล็ดเท่านั้น

บรรณานุกรม

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2547. **ข้อมูลการปลูกพืชผัก 2545-2546**. กรุงเทพฯ : กรมส่งเสริมการเกษตร.

จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2529. **เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์.** กรุงเทพฯ : สยามคอมพิวกราฟิค. 194 น.

จานุลักษณ์ ขนบดี. 2541. **การผลิตเมล็ดพันธุ์ผัก.** ลำปาง : สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล. 160 น.

นงลักษณ์ ประกอบบุญ. 2528. **การทดสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์.** เชียงใหม่ : ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 316 น.

นพดล จรัสสัมฤทธิ์. 2537. **ฮอร์โมนพืชและสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช**. กรุงเทพฯ : รั้วเขียว. 124 น.

นพพร สายัมพล. 2542. **เทคนิคการปรับปรุงพันธุ์พืช.** กรุงเทพฯ : ภาควิชาพืชไร่นา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 261 น.

นิตย์ ศกุนรัตน์. 2542. **สรีรวิทยาของพืช**. พิมพ์ครั้งที่ 2 . เชียงใหม่ : นพบุรีการพิมพ์. 237 น.

_____. 2544. **เอกสารคำสอนวิชาการวิเคราะห์และตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์.** เชียงใหม่ : ภาควิชาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. (เอกสารโรเนียว)

นิตย์ศรี แสงเดือน. 2542. **พันธุศาสตร์พืช.** กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 295 น.

พจนีย์ อำพันธุ์. 2547. **การศึกษาวิธีการตรวจสอบความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์ไม้ดอกล้มลุกโดยวิธีเตตราโซเลียมเมตร.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 135 น.

พรพรรณ สุขุมพินิจ, M. Kato and K. Fumika. 2548. การศึกษาการงอกของหลอดละอองเกสรตัวผู้ของ Pelargonium x domesticum "Purple Butterfly" ที่ผสมกับ Pelargonium appendiculatum ด้วย fluorescence microscope เพื่อผลิตลูกผสม F1. น. 67. ใน **รายงานการประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 5.**

พีรเดช ทองอำไพ. 2537. **ฮอร์โมนพืชและสารสังเคราะห์แนวทางการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย**. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 196 น.

ภาณุมาศ ฤทธิไชย และ อุษณา นันทะวัน. 2549. การพัฒนาและการสุกแก่ของเมล็ดมะแว้งต้นมีหนาม (*Solanum violaceum*) และมะแว้งต้นไร้หนาม (*S. sanitwongsei*). น. 161. ใน **รายงานการประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 6.**

มงคล พุทธวงษ์. 2531. **การประเมินและปรับปรุงพันธุ์พริกพื้นเมือง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 126 น.

มณีฉัตร นิกรพันธุ์. 2545. **กะหล่ำ**. เชียงใหม่ : ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 124 น.

รังสฤษฎ์ กาวีต๊ะ. 2545. **การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 239 น.

ลาวัลย์ รักสัตย์. 2539. **ละอองเกสร**. กรุงเทพฯ :โอเดียนสโตร์. 145 น.

วันชัย จันทร์ประเสริฐ. 2537. **สรีรวิทยาเมล็ดพันธุ์**. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 213 น.

วัลลภ สันติประชา. 2538. **เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์** . พิมพ์ครั้งที่ 2. สงขลา: คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่. 109 น.

วินัย สมประสงค์, ปราโมทย์ ไตรบุญ, ปริกาญจน์ สุรพันธ์พิชิต และวัชรี ประชาศรัยเดช. 2545. รวบรวมและศึกษาลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของพืชสกุลมะเขือในภาคเหนือ. **วารสารวิชาการเกษตร**. 20(3) : 204-220.

สมพร ทรัพยสาร และสายันต์ สุดดี. 2518. **การปรับปรุงพันธุ์พริกโดยการผสมข้าม**. กรุงเทพฯ : ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 10 น.

สุชาดา พัฒนกนก. 2541. **การปรับปรุงพันธุ์ว่านสี่ทิศ**. ดุษฎีนิพนธ์ ปริญญาเอก. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 134 น.

อดิศร กระแสชัย. 2539. **บทปฏิบัติการ Cytogenetic in Agriculture.** เชียงใหม่ : ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 149 น.

Bang, S.W., D. Iida, Y. Kaneko and Y. Matsuzawa. 1997. Production of new intergeneric hybrid between *Raphanus sativus* and *Brassica* wild species. **Breeding Science** 47(3) : 223-228.

Behera, T.K. and N. Singh. 2002. Inter-specific Crosses between eggplant (*Solanum melon*gena) with related Solanum species. **Scientia Horticulturae** 95(1-2): 165-172.

Bletsos, F.A., D.G.Roupakias, M.L Tsaktsira and A.B. Scaltsoyjannes. 2003. Production and characterization of interspecific hybrids between three eggplant (*Solanum melongena*) cultivars and *Solanum macrocarpon*. **Scientia Horticulturae** 101(1-2): 11-21.

Bonati, G. 1915. Solanaceaes. **Fl. Generale de L' Indo- chine** 3(3) :313-340.

Buitendijk, J.H., N. Pinsonneaux, A.C. van Donk , M.S. Ramana and A.A.M. van Lammeren. 1995. Embryo rescue by half-ovule culture for the production of interspecific hybrids in Alstromeria. **Scientia Horticulturae** 64(1): 65-75

Burkill, I.H. 1935. **A Dictionary of the Economic Products of the Malay Peninsula.** Government of the Straits Settle, London. 2402 p.

Bridgen, M.P. 1994. A review of plant embryo culture. **HortScience** 29(11) : 1234-1246.

Chadha, Y.R. 1972. **The Wealth of India Vol. IX : Rh-So.** New Delhi : Poblications and Information Directorate, CSIR. 472 p.

Chevre, A.M., P. Barret, F. Eber, O. Dupuy, H. Brun, X. Tanguy and M. Renard. 1997. Selection of stable *Brassica napus – B. juncea* recombinant lines resistant to blackleg (*Leptophaeria maculans*) **Theor. Appl. Genet**. 95(10) : 1104-1111.

Chopra, R.N. 1965. **Poisonous plants of India Vol. II**. New Delhi : Indian Council of Agricultural Research. 972 p.

Craib, W.G. and A. F. G. Kerr. 1954. Florae Siamensis Enumeratio : **A list of the Plant known from Siam Vol. III Part 2 Convolvulaceae (concluded) to Convolvulaceae (in part).** Bangkok : Siam Society. 81 p.

Driffield, A.C. 1998. Studies in *Solanum* and related genera (6). New infrageneric taxa for the genus *Solanum* L. (Solanaceae). **Feddes Reportiorium** 109(5-6) : 407-427.

Egawa, Y. and M. Tanaka. 1986. Cytogenetical study of the interspecific hybrid between *Capsicum annuum* L. and *C. baccatum* . **Japanese Journal of Breeding** 36(1) : 16-21.

Fukai, S., N. Okubo, S. Hatagami, Y. Tamura, M. Ohmatsu and M. Goi. 2001. Effect of style condition on seed production in *Lilium*. **Horticultural Abstract** 53 : 19-23.

Hayward, M.D., N.O. Bosemark and I. Romagosa. 1993. **Plant Breeding; Principle and Prospect**. London : Chapman hall. 550 p.

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.

Hunziker, A.T. 2000. Solanaceae. **Tomo** 28(1) : 65-68.

Isshiki, S.and N. Kawajiri. 2001. Effect of cytoplasm of *Solanum violaceum* on fertility of eggplant (*S. melongena*). **Scientia Horticulturae** 93(1): 9-18.

Kashyap, V., Vinod kumar, S., Collonnier, C., Fusari, F., Haicour, R., Rotino. G.L., Sihachakr, D.and Rajam, M.V. 2002. Biotechnology of eggplant. **Scientia Horticulturae** 97(1) : 1-25.

Luo, S.and P. He. 2003. The inheritances of fruit skin and must colors in a series of interspecific and intraspecific crosses between *V. vinifera* and the wild grape species native to Chaina. **Scientia Horticulturae** 12(1) : 29-40.

Marinkovic, N., Z. Miladinovic, Z. Aleksic. 1984. Resistance of progenies of some Interspecific hybrid of *Capsicum annuum* L. to *Verticillium albo-atrum* Reinke Berth. **Zastita Bilja** 35(2) : 363-372.

Miladinovic, Z., M. Mijatovic, Z. Aleksic. 1985. Reaction of some subline of interspecific hybrid of *Capsicum* to cucumber mosaic virus. **Zastita Bilja** 36(1) : 33-38.

Motzo, R., F. Giunta and M. Deidda. 2003. Expression of a tiller inhibitor gene in the progenies of interspecific crosses *Triticum aestivum* x *T. turgidum*. **Field Crops Research** 85(1) : 15-20.

Niimi, Y., M. Nakano and K.I.Maki. 1996. Production of interspecific hybrids between *Lilium regale* and *L. rebellum* via ovule culture. **Plant Breeding Abstract** 66(2) : 913.

Nishi, S. 1981. Hakuran, and interspecific hybrid between Chinese cabbage and common cabbage. pp. 385-391. In **Chinese cabbage**. Asian vegetable Research and Development Center, Taiwan.

Nomura, Y., T. Kazuma, K. Makara and T. Nagai. 2002. Interspecific hybridization of autumn-flowering *Allium* speies with ornamental Allium and the characteristics of the hybrid plants. **Scientia Horticulturae** 95(3) : 223-237.

Pickersgill, B. 1980. Some aspects of interspecific hybridization in *Capsicum*. **Paper presented during the IVth meeting of the EUCARPIA Capsicum working group**. Wageningen, Netherlands.

Poloto, V. S., S. A. Weinbaum, and T.T. Muraka. 1991. Adative responses of walnut pollen germination to temperatutr during pollen development. **Journal of the American Society for Horticultural Science** 116(5) : 552-554.

Purdie, R.W., D.E. Symon and L. Haegi. 1982. **Flora of Australia Vol. 29 Solanaceae**. Canberra : Australian Government Publishing Service. 208 p.

Rhee, H.K., Lim, J.H. and Y.J, Kim. 2005. **Improvement of Breeding Efficiency for Interspecific Hybridization of Lilies in Korea.** National Horticultural Research Institute. 440 p.

Richard, N.L. and J. H. Kang. 1998. Embryo and Endosperm Function and Failure in Solanum Species and Hybrids. **Annals of Botany** 82(4) : 445-453.

Sangduen, N., E.L. Sorensen and G.H. Liang. 1982. A perennial x annual *Medicago* cross. **Can. J. Genet. Cytol**. 24 : 361-365.

_____. 1983. Pollen germination and pollen tube growth following self-pollination and intra- and interspecific pollination of *Medicago* species. **Euphytica** 32 : 527-534.

Sangduen, N., G.L. Kreitner and Sorensen E.L. 1983a. Light and electron microscopy of embryo development in perennial and annual *Medicago* species. **Can. J. Bot**. 61 : 837-849.

_____. 1983b. Light and electron microscopy of embryo development in an annual x perennial *Medicago* species cross**. Can. J. Bot**. 61 : 1241-1257.

Shamim, B. 1978. cytogenetic study on the F1 hybrid *Solanum incanum* L. x *S. melongena* L. variety giant of banaras. **Euphytica** 28(3) : 793-800.

Shivanna, K.R. and N.S. Rangaswamy. 1992. **Pollen Biology; A Laboratory Manual** : 119 p.

Siemonsma, J.S. and K. Piluek. 1994. Plant Resources of South – East Asia No. 8 Vegetables, **Bogor** : 412 p.

Steven, D. T. and J. Iglesias-Olivas. 1984. Inheritance and transfer of multiple flower character from *C. chinense* into *C. annuum*. **Euphytica** 33 : 769-778.

Tanaka, T. 1976. **Tanaka' s Cyclopedia of Edible Plants of the World**. Tokyo : Keigaku Publishing. 924 p.

Tezuka, T. and Y. Yamamoto. 1989. Analysis of self- incompatibility reaction in Easter Lily by using heat treatment**. Journal of American Society Horticulture Science** 114 : 505-508.

Tong Hua, L., Y. Niimi. M. Nakemo and T.H. Li. 1996. Pollen tube growth and seed set in stigmatic and cut-style pollinated *Lilium longiflora* "Georgia" flowers as influenced by pre-pollination. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science** 65 : 135-144.

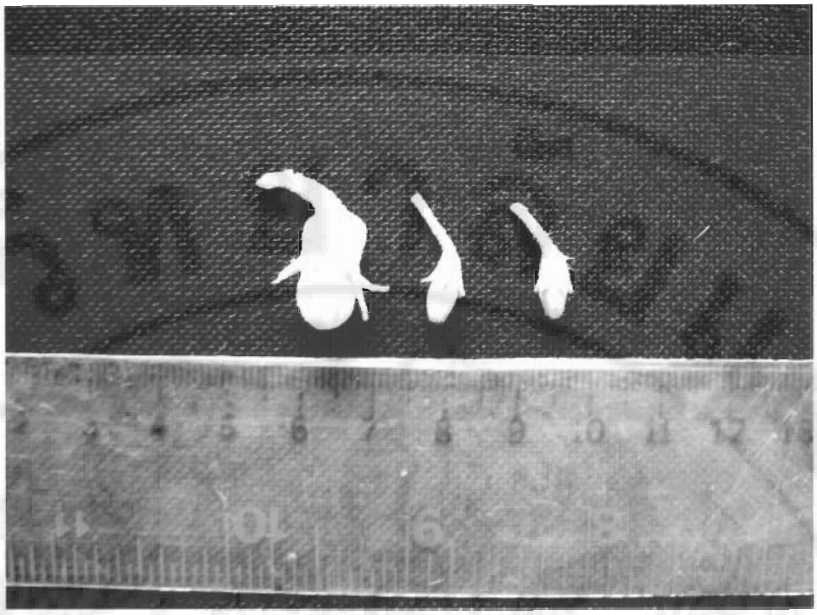
Tronitz, B.R. 1995. Analysis of pollen tube growth *in situ* to investigate self- incompatibility in the wild *Solanum commersonii*. **Euphytica** 86(2) : 149-156.

Ueda, Y., P. Takeshita, T. Ado , A. Morisot and P. Ricci. 1996. Pollination in Rosa rugosa thunb. ex Muray. **Acta Horticulturae** 424 : 309-310.

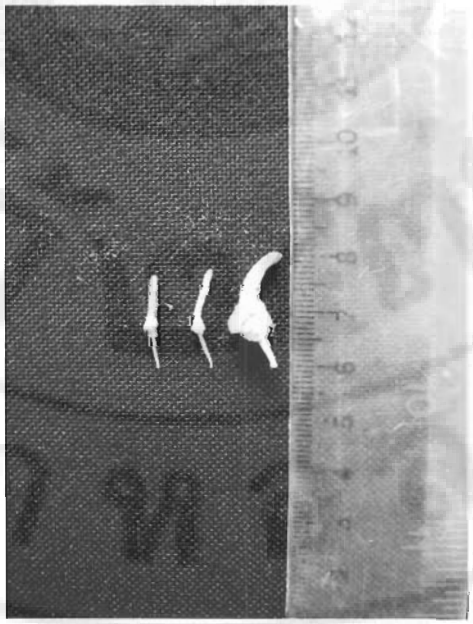
Van der Valk, P., S. E. de Vries, J. T. Everink, F. Verstapper and J. N. de Vries. 1991. Pre- and post-fertilization barriers to back crossing the interspecific hybrid between *Allium fistulosum* L. and *A. cepa* with *A. cepa*. **Euphytica** 53(3) : 201-209.

ภาคผนวก

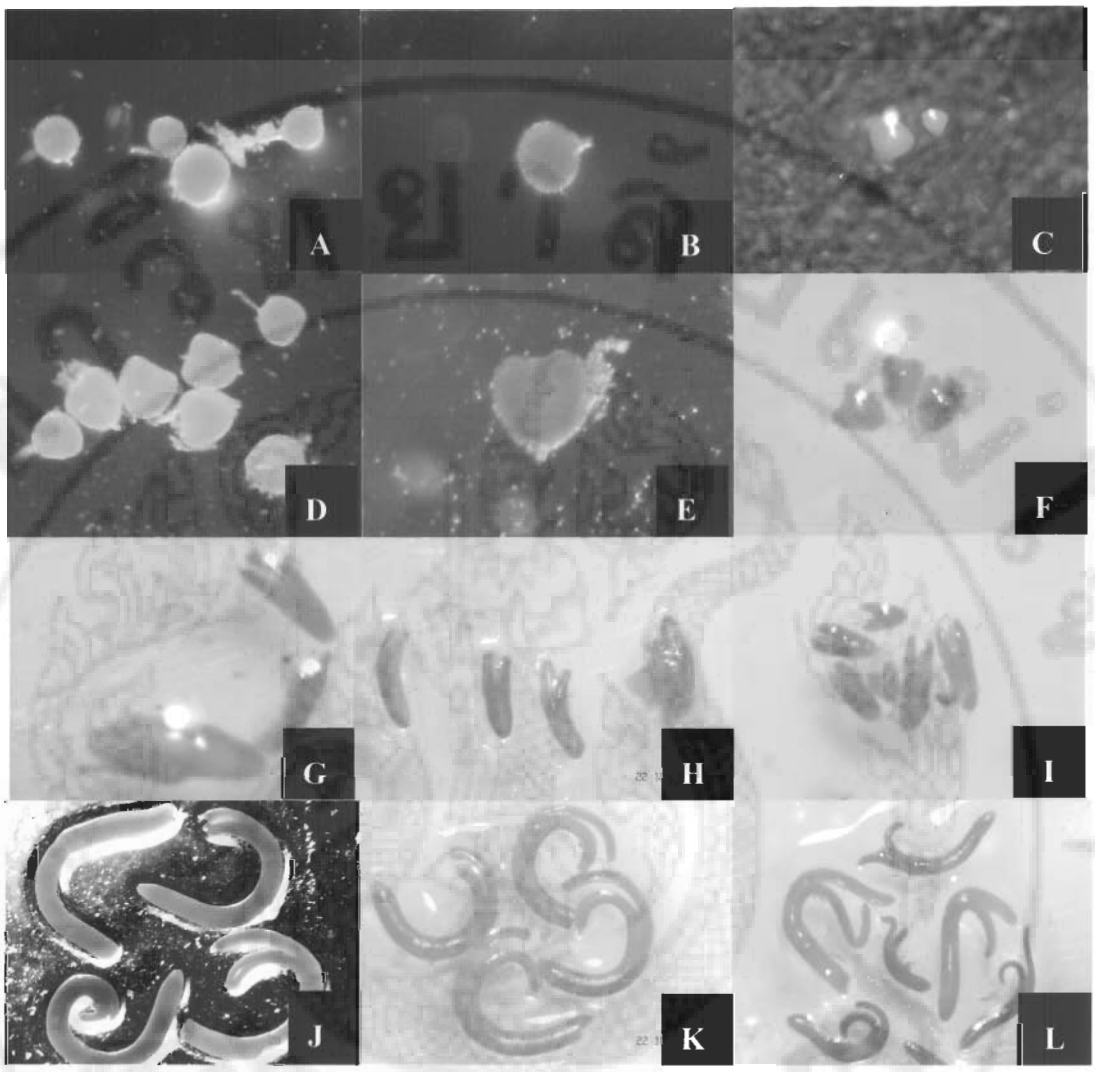
ภาคผนวก ก



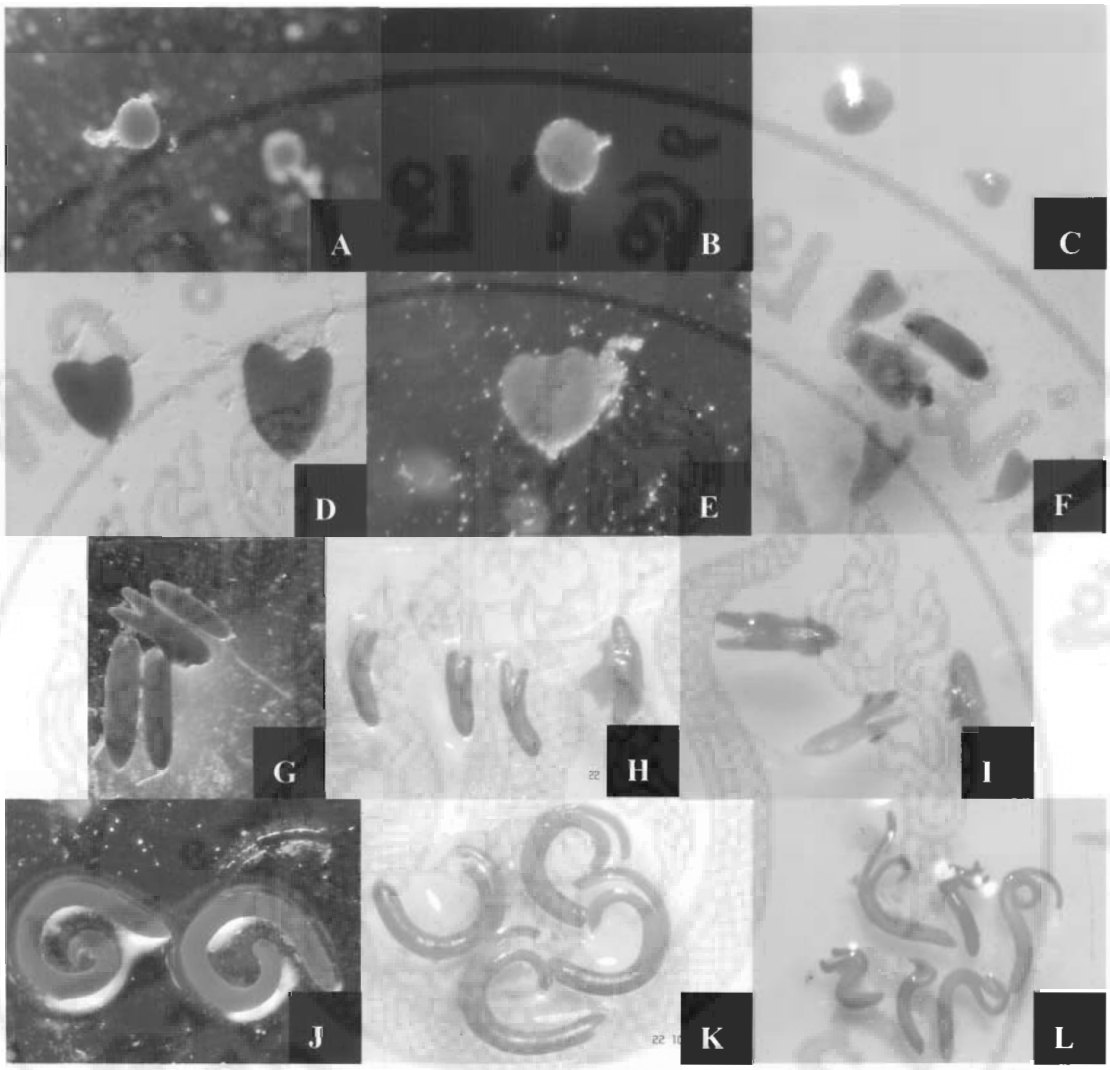
ภาพผนวก 1 ลักษณะดอกที่ทำการตอนดอก (emasculation) ใน มะเขือเปราะเจ้าพระยา มะแว้งต้นไร้หนาม และ มะแว้งต้นมีหนาม



ภาพผนวก 2 แสดงขนาดความยาวของก้านชูเกสรตัวเมียใน มะแว้งต้นมีหนาม มะแว้งต้นไร้หนาม และ มะเขือเปราะเจ้าพระยา



ภาพผนวก 3 เอมบริโอระยะกลมในมะแว้งต้นไร้หนาม มะเขือเปราะเจ้าพระยา และ ลูกผสมข้ามชนิด (A B และ C) เอมบริโอระยะรูปหัวใจในมะแว้งต้นไร้หนาม มะเขือเปราะเจ้าพระยา และ ลูกผสมข้ามชนิด (D E และ F) เอมบริโอระยะรูปทอร์ปิโดในมะแว้งต้นไร้หนาม มะเขือเปราะเจ้าพระยา และ ลูกผสมข้ามชนิด (G H และ I) เอมบริโอระยะ cotyledon ในมะแว้งต้นไร้หนาม มะเขือเปราะเจ้าพระยา และ ลูกผสมข้ามชนิด (J K และ L)



ภาพผนวก 4 เอมบริโอระยะกลมในมะแว้งต้นมีหนาม มะเขือเปราะเจ้าพระยา และ ลูกผสมข้ามชนิด (A B และ C) เอมบริโอระยะรูปหัวใจในมะแว้งต้นมีหนาม มะเขือเปราะเจ้าพระยา และ ลูกผสมข้ามชนิด (D E และ F) เอมบริโอระยะรูปทอร์ปิโดในมะแว้งต้นมีหนาม มะเขือเปราะเจ้าพระยา และ ลูกผสมข้ามชนิด (G H และ I) เอมบริโอระยะ cotyledon ในมะแว้งต้นมีหนาม มะเขือเปราะเจ้าพระยา และ ลูกผสมข้ามชนิด (J K และ L)

ภาคผนวก ข

ประวัติผู้วิจัย

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล นายสุเทพ วัชรเวชศฤงคาร

เกิดเมื่อ 7 พฤษภาคม 2521

ประวัติการศึกษา พ.ศ. 2538 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ จังหวัดฉะเชิงเทรา

พ.ศ. 2540 ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (พืชศาสตร์) สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตจันทบุรี จังหวัดจันทบุรี

พ.ศ. 2542 ปริญญาตรีพืชศาสตร์(พืชผัก)(เกียรตินิยมอันดับ 2) มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่