บทที่ 4

ผลการทดลอง

การศึกษาครั้งนี้มีพืชทดลองคือว่านแสงอาทิตย์ (ภาพที่ 1) เป็นการศึกษาการขยายพันธุ์ว่านแสงอาทิตย์ทั้งแบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศ เพื่อประโยชน์ในการนำไปเป็นข้อมูลพื้นฐานในการประยุกต์ใช้เป็นเทคนิคในการขยายพันธุ์จากเมล็ด อันเป็นสิ่งจำเป็นในโปรแกรมของการผสมพันธุ์ คัดเลือกพันธุ์เพื่อพัฒนาพันธุ์ของว่านแสงอาทิตย์ และเพื่อเป็นเทคนิคในการขยายพันธุ์จากหัวเพื่อการเพิ่มปริมาณหัวพันธุ์เป็นการค้า

การศึกษาทดลองแบ่งออกเป็น 2 การทดลอง คือ การทดลองที่ 1 เป็นการศึกษาการขยายพันธุ์จากเมล็ด และการทดลองที่ 2 เป็นการทดลองการขยายพันธุ์จากหัวโดยการผ่าหัวแบบต่างๆ ผลการทดลองมีดังนี้

การทดลองที่ 1 การขยายพันธุ์จากเมล็ด

การทดลองนี้แบ่งออกเป็นการทดลองย่อยอีก 5 การทดลอง

1.1 การศึกษาการสร้างและการเจริญเติบโตของเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมีย

การศึกษานี้เป็นการนำดอกว่านแสงอาทิตย์ที่มีระยะการเจริญเติบโตที่แตกต่างกันมาศึกษาเพื่อติดตามการสร้างและการเจริญเติบโตของเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมีย ดอกที่นำมาศึกษาได้จากช่อดอกอ่อนซึ่งอยู่บริเวณใจกลางหัวที่ยังอยู่ระยะพักตัว ซึ่งดอกที่ได้จากช่อดอกในระยะนี้เป็นดอกอ่อนที่มีกลีบดอกยังไม่คลี่ตัวออกจากกัน จากช่อดอกอ่อนหนึ่งช่อซึ่งมีดอกย่อยเป็นจำนวนมากนี้จะเก็บตัวอย่างดอกได้มากมาย และได้ดอกที่มีขนาดแตกต่างกันหลายขนาดเนื่องจากดอกมีการกำเนิดไม่พร้อมกัน ดอกที่อยู่วงนอกเกิดและเจริญเติบโตก่อนดอกที่อยู่วงในเข้าไปหาใจกลางช่อดอก (เอกรัตน์ , 2543) นำดอกอ่อนที่เก็บมาจากช่อดอกอ่อนใส่ลงในน้ำยา FAA เพื่อศึกษาเนื้อเยื่อของเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียโดยเทคนิค paraffin embedding ส่วนตัวอย่างของดอกจากช่อดอกที่โผล่ขึ้นมาเจริญเติบโตเหนือดินและมีการบานของดอก (ภาพที่ 2 และ 3)

ดอกย่อยที่เก็บมานั้นเมื่อนำมาแยกเกสรตัวผู้ออกจากดอกเพื่อนำไปศึกษาเนื้อเยื่อนั้น พบว่าดอกย่อยแต่ละขนาดมีสีของอับละอองเกสรแตกต่างกัน คือ มีตั้งแต่สีขาว สีเหลืองอ่อนไปจนถึงสีเหลืองเข้ม จึงแยกกลุ่มดอกย่อยออกตามสีของอับละอองเกสรออกได้เป็น 3 กลุ่ม คือ

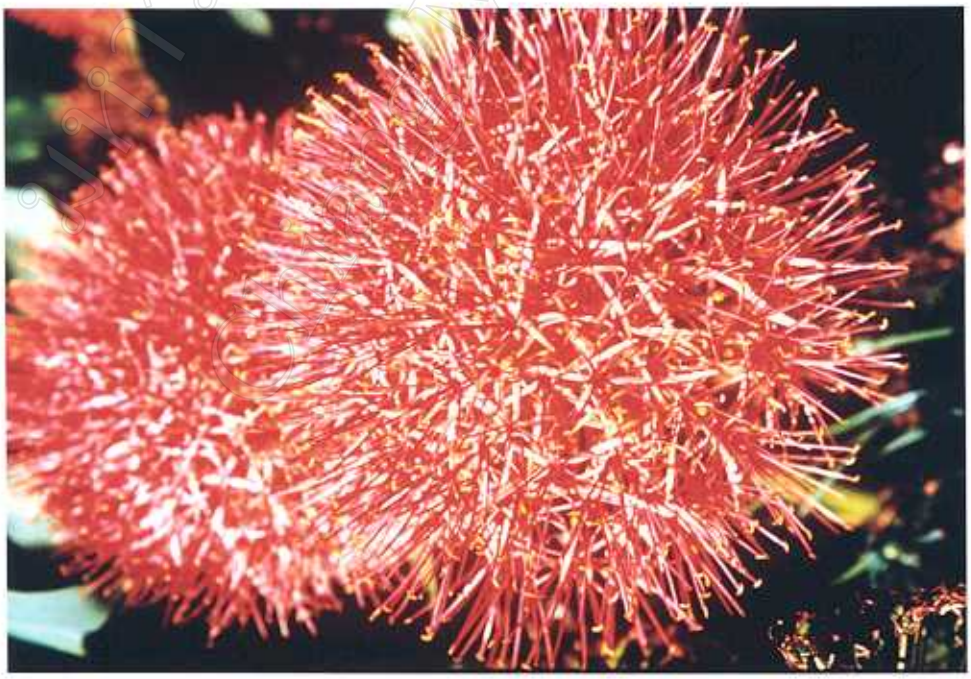
ดอกย่อยกลุ่มที่ 1 เป็นดอกย่อยที่มีอับละอองเกสรสีขาว ดอกย่อยกลุ่มที่ 2 คือดอกย่อยที่มีอับละอองเกสรสีเหลืองอ่อน และดอกย่อยกลุ่มที่ 3 คือดอกย่อยที่มีอับละอองเกสรสีเหลืองเข้ม

การติดตามผลการเจริญเติบโตของเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียของดอกย่อยขนาดต่าง ๆ และการศึกษาเนื้อเยื่อของอับละอองเกสร และรังไข่ของดอกย่อย ได้ผลดังต่อไปนี้

ในดอกย่อยในกลุ่มที่ 1 นั้นภาพตัดตามยาวของดอกย่อยที่มีความยาวของดอก 1.2 และ 1.8 มม แสดงให้เห็นว่า ส่วนโคนของก้านชูอับละอองเกสร (f) เชื่อมติดกับเนื้อเยื่อของโคนกลีบดอก (p)อับละอองเกสร (a) เป็นเนื้อเยื่อแน่นทึบประกอบด้วยเซล parenchyma เรียงตัวกันแน่นและยังไม่พบว่าเกิดการสร้างละอองเกสรตัวผู้ (ภาพที่ 4 และ 5) ส่วนเกสรตัวเมียมีลักษณะสั้น เนื้อเยื่อของรังไข่ (o) ยังไม่มีการเจริญมากนัก มีเพียงช่องรังไข่ที่มีลักษณะเป็นช่องยาวและยังไม่พบการสร้างไข่อ่อน

ภาพที่ 1 ว่านแสงอาทิตย์

ภาพที่ 2 ช่อดอกว่านแสงอาทิตย์ที่เจริญเติบโตเหนือดินในระยะที่ดอกในวงนอกเริ่มบาน



ภาพที่ 3 ช่อดอกว่านแสงอาทิตย์ในระยะที่ดอกบานเต็มที่

ภาพที่ 4 ดอกที่มีความยาว 1.2 มม ตัดตามยาว (45 x)

f = filament

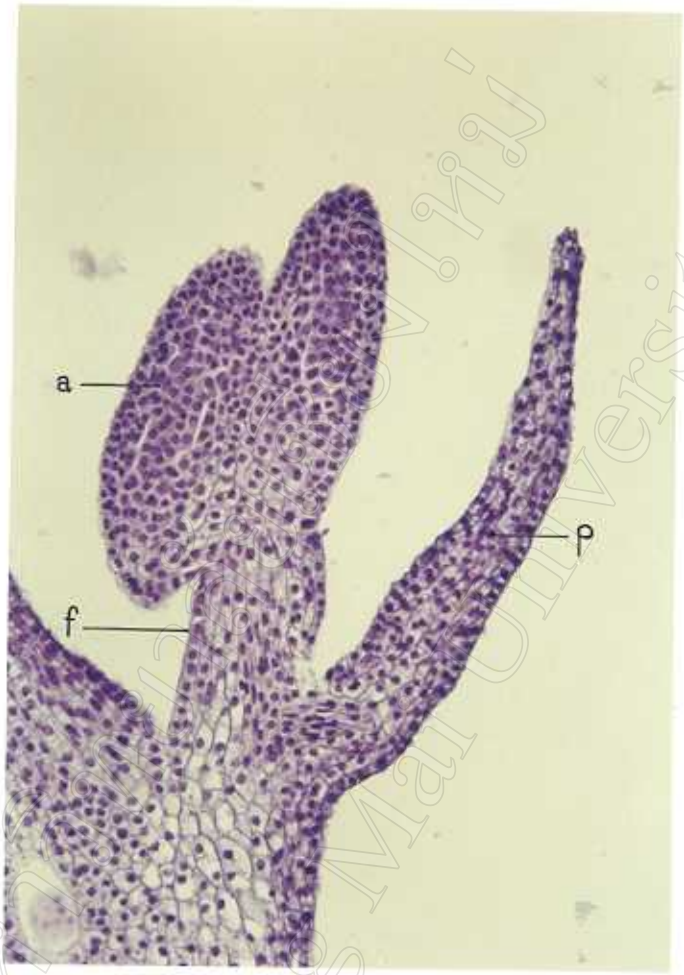
o = ovary

p = perianth

pi = pistil

s = stamen

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University



ภาพที่ 5 ดอกที่มีความยาว 1.8 มม ตัดตามยาว (120x) แสดงเนื้อเยื่อของอับละอองเกสร

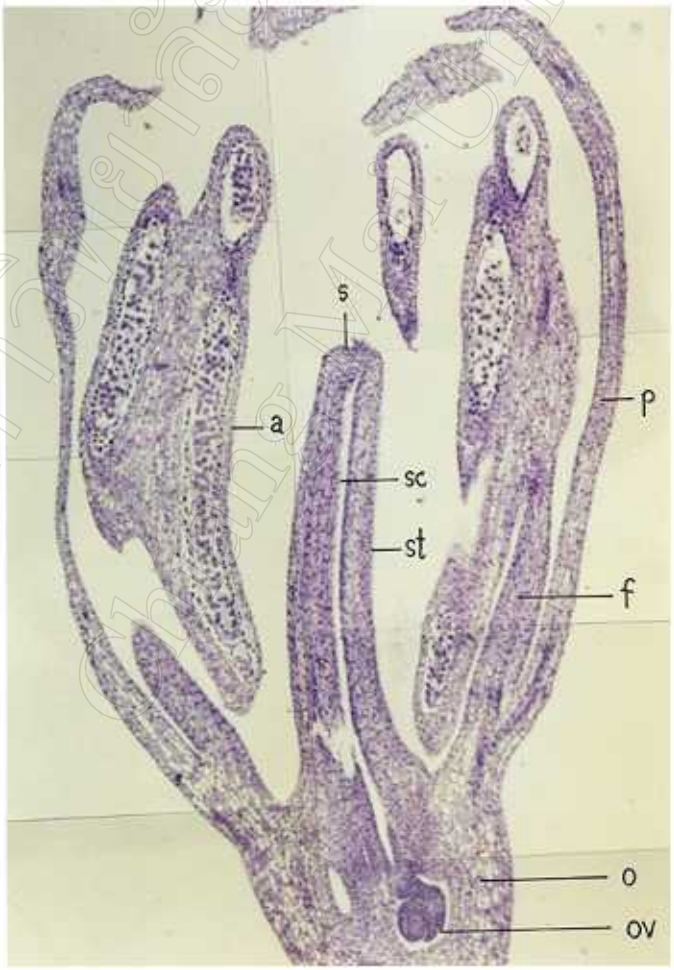
a = anther

f = filament

p = perianth

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

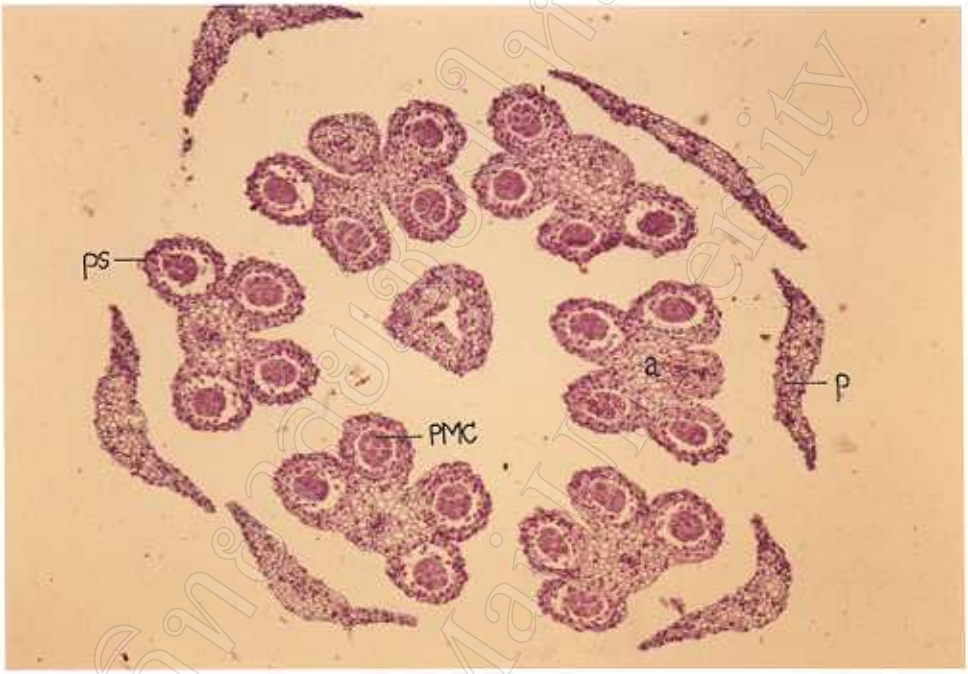
ดอกย่อยในกลุ่มที่ 1 ที่มีความยาวของดอก 5.6 มม นั้นมีการเจริญของเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียมากขึ้น เมื่อดูจากภาพตัดตามยาวของดอก (ภาพที่ 6) จะเห็นว่าก้านชูเกสรตัวผู้และก้านชูเกสรตัวเมียยืดยาวขึ้น และเมื่อดูจากภาพตัดตามขวางของดอกที่มีความยาว 5.6 มม (ภาพที่ 7) จะเห็นว่าอับละอองเกสร (a) ขยายขนาดออกและแยกเป็น 2 พู แต่ละพูมีโพรงอับละอองเกสร (ps) 2 อัน ซึ่งภายในบรรจุ pollen mother cell (PMC) อัดกันแน่น ซึ่งจะเห็น PMC ได้ชัดเจนจากเนื้อเยื่อตัดตามยาวของละอองเกสร (ภาพที่ 8) ภาพที่ 9 แสดงส่วนของรังไข่ตัดตามขวางซึ่งจะเห็นว่า รังไข่ (o) มีการเจริญถึงระยะที่สร้างไข่อ่อน (ov) ขึ้นมาแล้ว ภายในรังไข่มีช่อง (l) 3 ช่อง แต่ละช่องบรรจุไข่อ่อน (ov) ช่องละหนึ่งใบ ไข่อ่อนเกาะกับผนังรังไข่แบบพลาเซนตารอบแกนร่วม (axile placentation) ไข่อ่อนเป็นแบบคว่ำ (anatropous ovule) (ภาพที่ 9) มีขนาดเล็กและยังเจริญเติบโตขยายไม่ได้เต็มช่อง เนื้อเยื่อของไข่อ่อนประกอบด้วยเซลขนาดเล็กเรียงตัวกันแน่น (ภาพที่ 10)



ภาพที่ 6 ดอกที่มีความยาว 5.6 มม ตัดตามยาว (15 x)

a = anther ; f = filament ; o = ovary ; ov = ovule

p = perianth ; s = stigma ; sc = stylar canal ; st = style



ภาพที่ 7 ดอกที่มีความยาว 5.6 มม ตัดตามขวาง (120x)

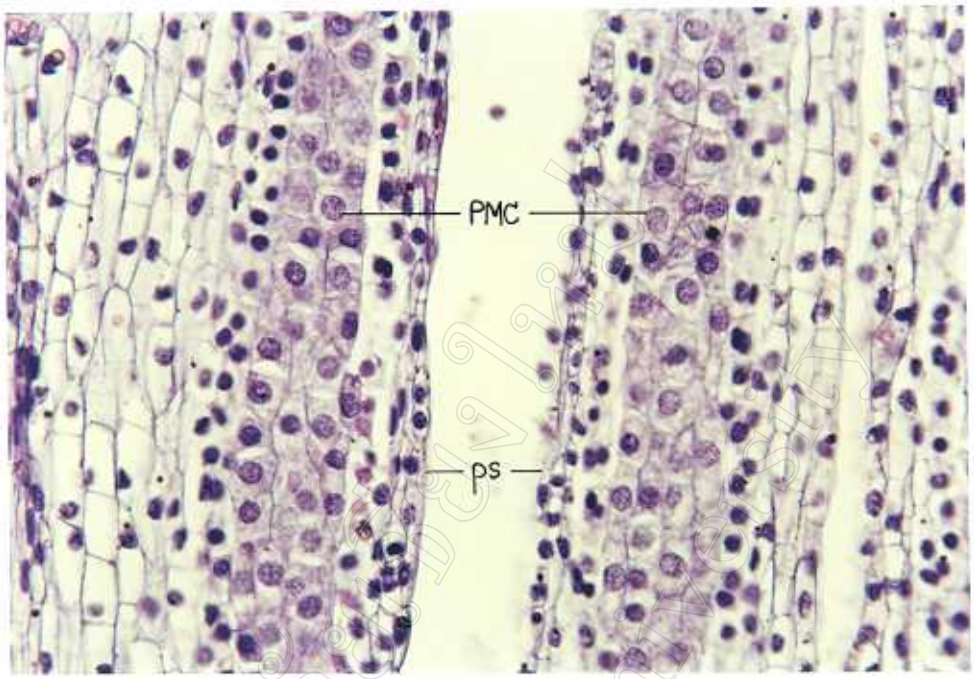
a = anther

p = perianth

PMC = pollen mother cell

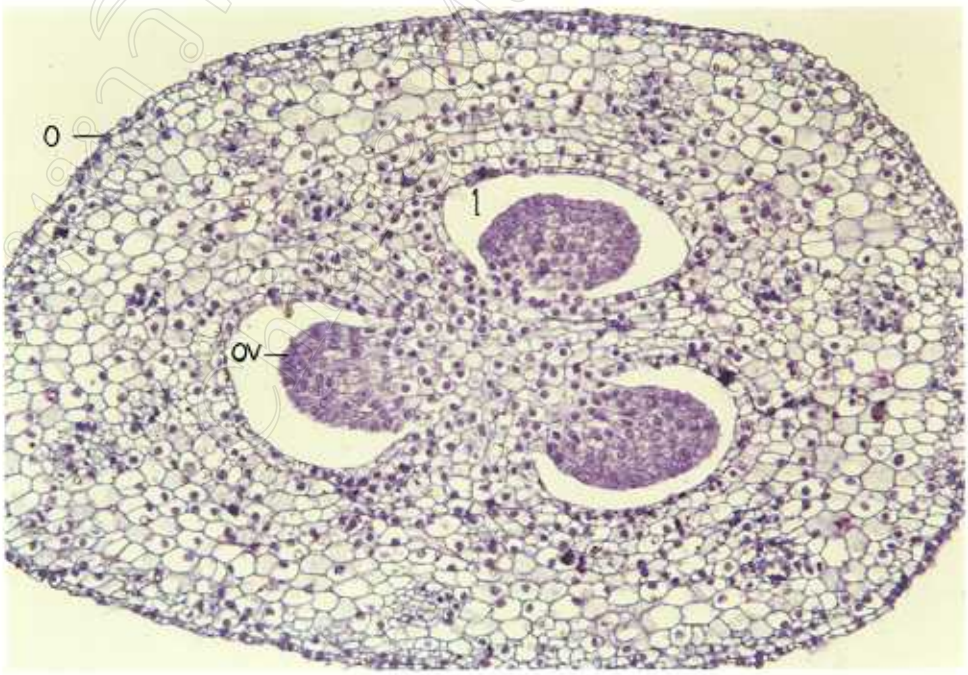
ps = pollen sac

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University



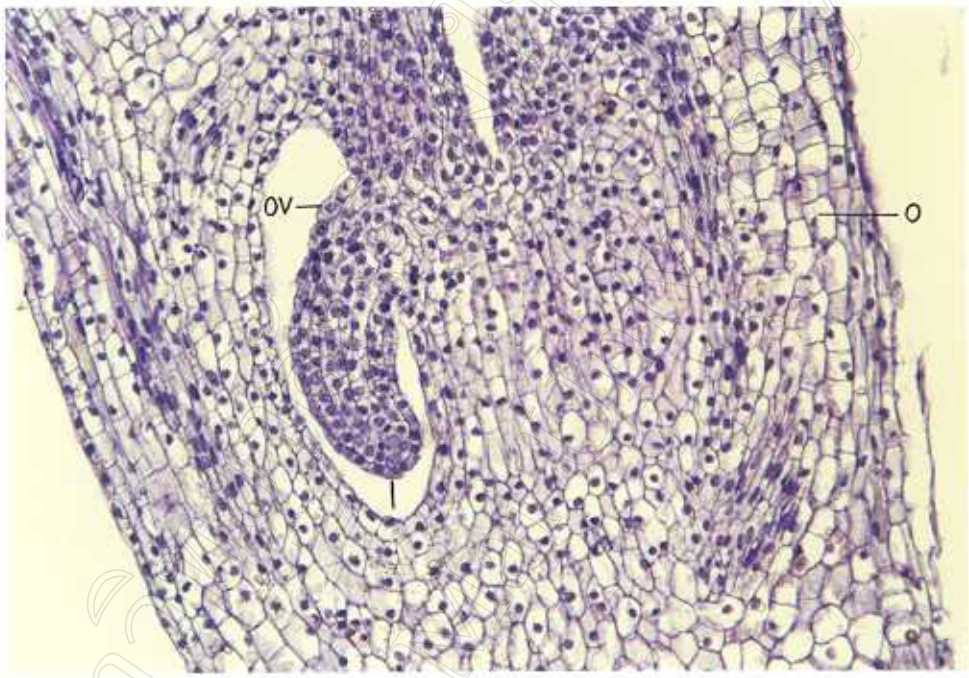
ภาพที่ 8 อับละอองเกสรของดอกขนาด 5.6 มม ตัดตามยาว (235x)

PMC = pollen mother cell ; ps = pollen sac



ภาพที่ 9 รังไข่ของดอกที่มีความยาว 5.6 มม ตัดตามขวาง (120x)

l = locule ; o = ovary ; ov = ovule



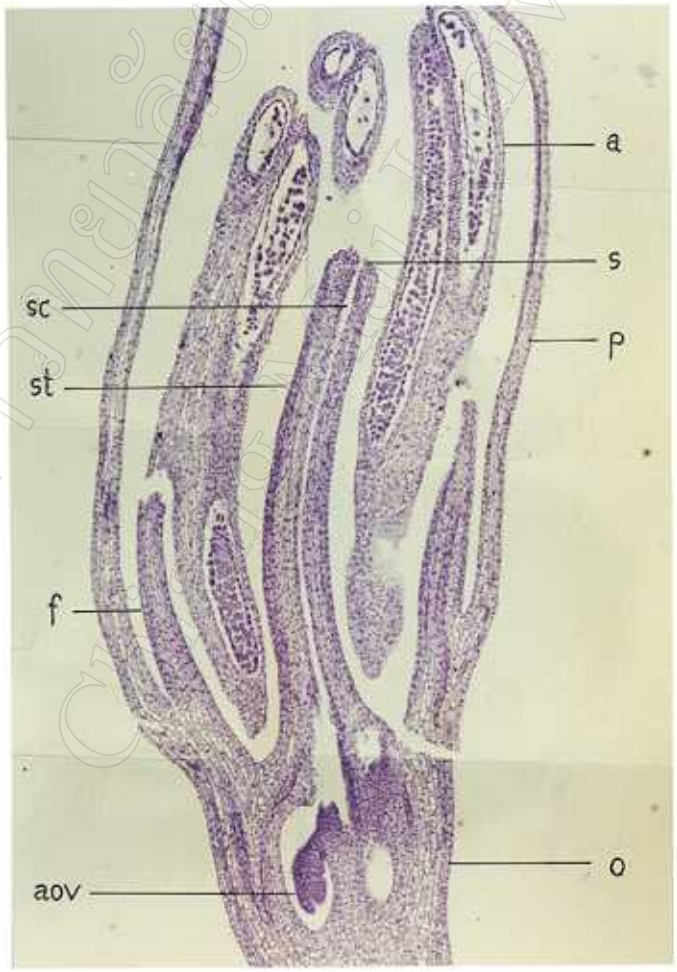
ภาพที่ 10 รังไข่ของดอกที่มีความยาว 5.6 มม ตัดตามยาว (120x)

l = locule

o = ovary

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

การศึกษาในดอกย่อยในกลุ่มที่ 2 ซึ่งเป็นดอกขนาดต่างๆ ที่มีอับละอองเกสรเป็นสีเหลืองอ่อนนั้น พบว่าในดอกที่มีความยาว 7.2 มม เกสรตัวผู้เจริญมากขึ้น ก้านชูเกสรตัวผู้มีขนาดยาวขึ้นและเห็นอับละอองเกสรชัดเจน(ภาพที่ 11) และ จากภาพตัดตามขวางของอับละอองเกสรของดอกที่มีความยาว 7.0 มม (ภาพที่ 12 และ 13) จะเห็นว่าภายในโพรงอับละอองเกสรมีการแบ่งตัวของ PMC แบบ meiosis เกิดขึ้นแล้วและการแบ่งตัวอยู่ในระยะที่เป็น dyad (d) และ tetrad (t) ส่วนเกสรตัวเมียพบว่ายืดยาวขึ้น ปลายเกสรตัวเมียแยกออกเป็นแฉก และมีขน รังไข่เจริญและขยายขนาดมากขึ้น ไข่อ่อนซึ่งเป็นไข่อ่อนแบบคว่ำ (anatropous ovule) (ภาพที่ 11) มีขนาดใหญ่มากขึ้นด้วยจนเกือบเต็มช่องรังไข่ (ภาพที่ 14) ในระยะนี้เห็นผนังไข่อ่อน (in) ชัดเจน เนื้อเยื่อของไข่อ่อนมีการสร้างถุงเอ็มบริโอ (es) ดังเห็นได้จากภาพที่ 15



ภาพที่ 11 ดอกที่มีขนาด 7.2 มม ตัดตามยาว (20 x)

a = anther ; aov = anatropous ovule

f = filament ; o = ovary ; p = perianth

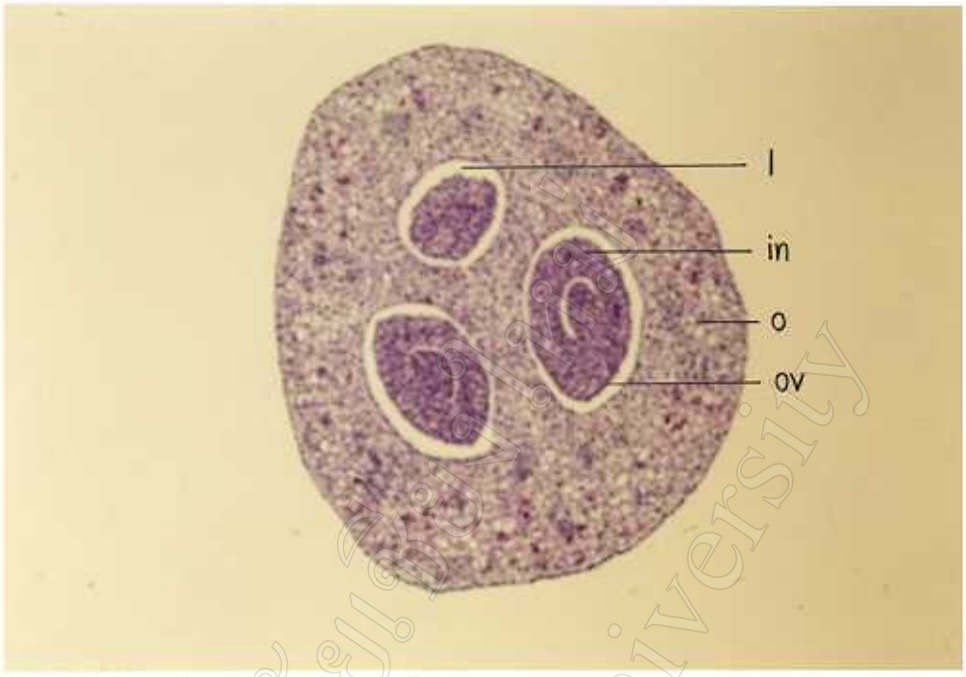
s = stigma ; sc = stylar canal ; st = style

ภาพที่ 12 อับละอองเกสรของดอกที่มีขนาด 7.0 มม ตัดตามขวาง (470x)

ps = pollen sac ; d = dyad

ภาพที่ 13 อับละอองเกสรของดอกที่มีความยาว 7.0 มม ตัดตามขวาง (470x)

ps = pollen sac ; t = tetrad



ภาพที่ 14 รังไข่ของดอกที่มีความยาว 7.0 มม ตัดตามขวาง (120x)

in = integument ; l = locule

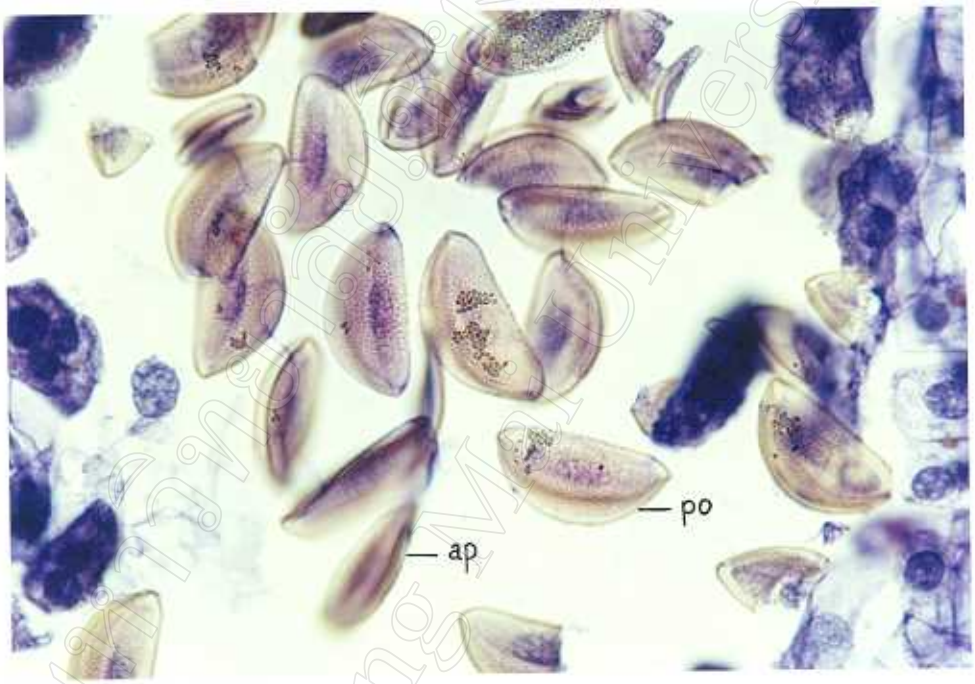
o = ovary ; ov = ovule

ภาพที่ 15 รังไข่ของดอกที่มีความยาว 7.0 มม ตัดตามยาว (120x)

es = embryo sac

ov = ovule

ดอกย่อยในกลุ่มที่ 2 ที่มีความยาวของดอก 9.0 มม เมื่อตัดตามยาวพบว่ามีลักษณะเช่นเดียวกับดอกที่มีความยาว 7.0-7.2 มม และเมื่อดูจากภาพตัดตามยาวของอับละอองเกสร (ภาพที่ 16) จะเห็นว่าการแบ่งตัวของ PMC สิ้นสุดแล้ว และพบว่าละอองเกสรมีลักษณะเป็นรูปเรือ และละอองเกสรในระยะนี้ส่วนใหญ่เป็นละอองเกสรที่ดูสมบูรณ์



ภาพที่ 16 อับละอองเกสรของดอกที่มีความยาว 9.0 มม ตัดตามยาว (470x)

ap = aborted pollen

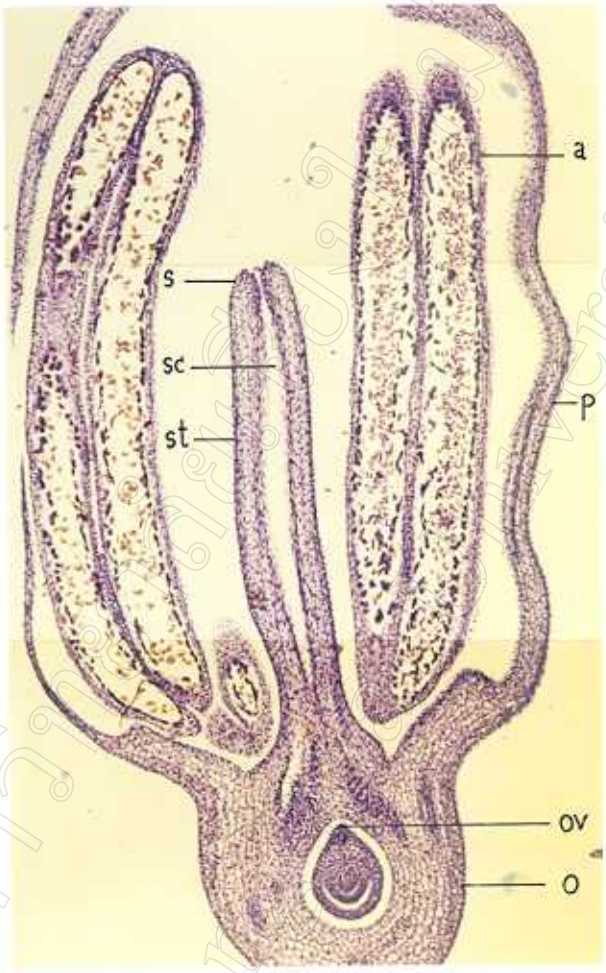
po = pollen

การศึกษาในดอกย่อยกลุ่มที่ 3 ซึ่งมีอับละอองเกสรสีเหลืองเข้มนั้น พบว่าดอกทุกขนาดมีส่วนประกอบของดอกทุกส่วนเจริญเติบโตมาก ภายในอับละอองเกสรมีละอองเกสรที่มีทั้งละอองเกสรที่สมบูรณ์มองเห็นนิวเคลียสชัดเจน (po) และละอองเกสรที่ไม่สมบูรณ์ (ap) ซึ่งมีลักษณะฝ่อลีบและไม่เห็นนิวเคลียส (ภาพที่ 17) เกสรตัวเมียยืดตัวออก เห็นช่องภายในก้านชูเกสรตัวเมีย (sc) ชัดเจน (ภาพที่ 18) และเริ่มปรากฏขน (h) ที่ปลายยอดเกสรตัวเมีย (ภาพที่ 19) ส่วนรังไข่ขยายขนาดขึ้น ไข่อ่อนขยายขนาดขึ้นเช่นกันจนเกือบเต็มช่องรังไข่ ไข่อ่อนมีผนังหุ้ม 2 ชั้น (oi และ ii) เนื้อเยื่อของไข่อ่อนประกอบด้วยเซลเรียงตัวอัดกันแน่น เซลมีนิวเคลียสขนาดใหญ่ดังแสดงในภาพที่ 20 และ 21

ภาพที่ 17 อับละอองเกสรของดอกที่มีความยาว 9.2 มม ตัดตามยาว (470x)

ab = aborted pollen

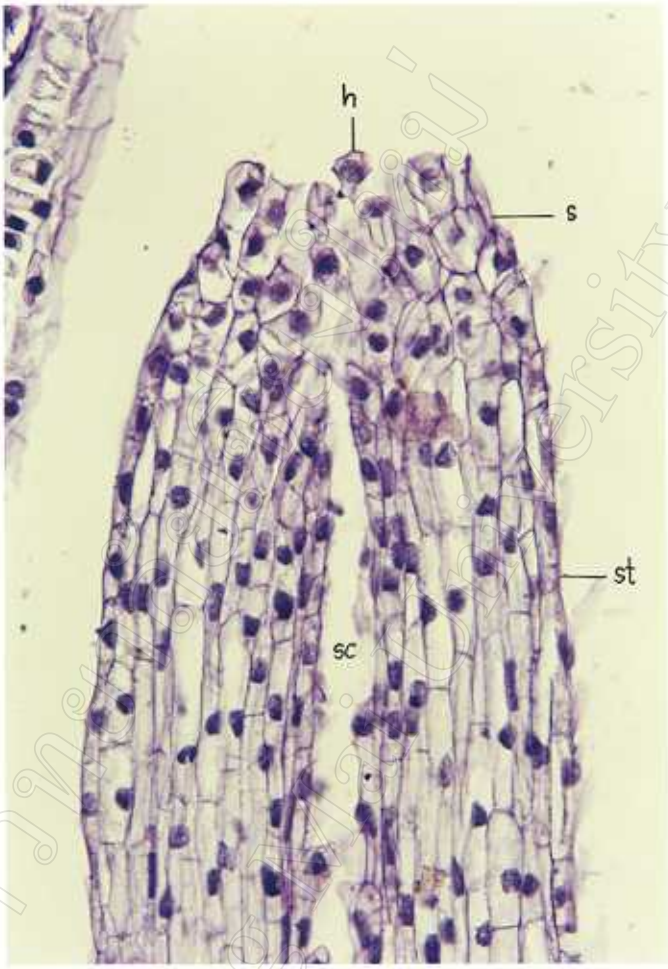
po = pollen



ภาพที่ 18 ดอกที่มีความยาว 3.4 มม ตัดตามยาว (15 x)

a = anther ; o = ovary ; ov = ovule ; p = perianth

s = stigma ; sc = stylar canal ; st = style



ภาพที่ 19 ปลายเกสรตัวเมียของดอกที่มีความยาว 12.2 มม ตัดตามยาว (235x)

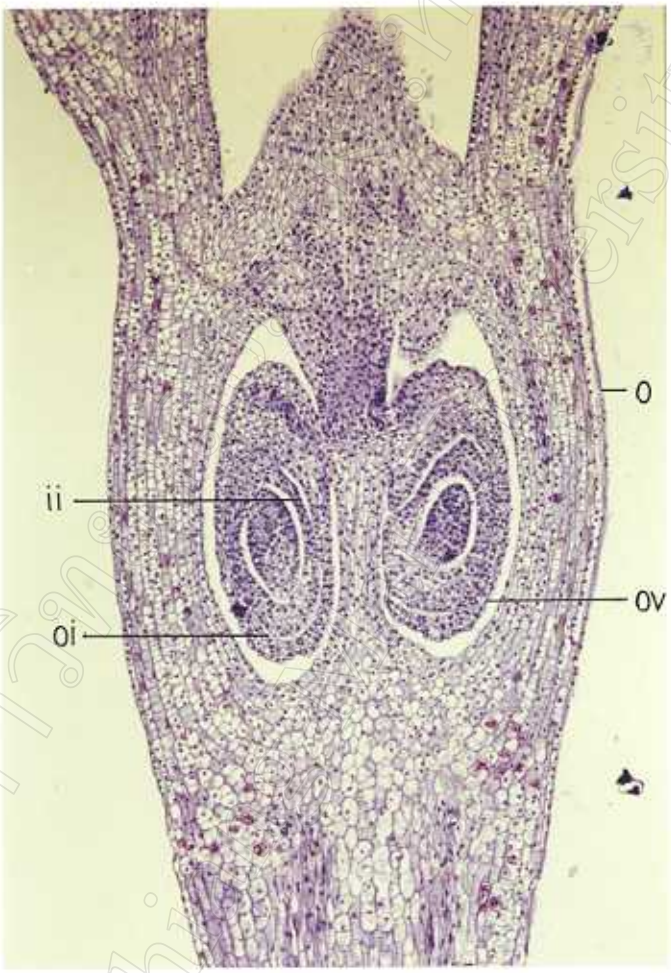
h = hair

s = stigma

sc = stylar canal

st = style

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University



ภาพที่ 20 รังไข่ของดอกที่มีความยาว 13.2 มม ตัดตามยาว (45x)

ii = inner integument

oi = outer integument

ov = ovule

o = ovary

ภาพที่ 21 รังไข่ของดอกที่มีความยาว 13.2 มม ตัดตามยาว (45x)
es = embryo sac ; in = integument ; l = locule
o = ovary ; ov = ovule

จากการติดตามการเจริญเติบโตของดอกย่อยในระยะที่ช่อดอกยืดขึ้นมาเจริญเติบโตเหนือดิน เพื่อติดตามการเจริญเติบโตของเกสรตัวผู้ และเกสรตัวเมียของดอกในระยะที่ดอกควรจะมีความพร้อมในการผสมพันธุ์ พบว่าในช่อดอกหนึ่งๆ นั้นดอกย่อยจะบานจากดอกที่อยู่วงนอกเข้าสู่วงใน(ภาพที่ 22) จากการติดตามการบานของดอกตูมพบว่าดอกที่ยังตูมอยู่อับละอองเกสรจะเป็นสีเหลืองและในวันต่อมากลีบดอกเริ่มคลี่บาน อับละอองเกสรมีสีเหลืองเข้มขึ้นและอับละอองเกสรเริ่มแตกออกเห็นละอองเกสรมีลักษณะเป็นผงสีเหลือง ซึ่งระยะนี้น่าจะเป็นระยะที่พร้อมผสมของเกสรตัวผู้ ส่วนเกสรตัวเมียมีขนาดเล็กมาก เมื่อส่องด้วยแว่นขยายพบว่าปลายยอดแยกออกเป็นแฉก 3 แฉก แต่ไม่พบว่าปรากฏน้ำเมือกที่ปลายยอดเกสรตัวเมียในทุกช่วงการบานของดอก

ก

ข

ภาพที่ 22 ช่อดอกว่านแสงอาทิตย์

ก. ระยะที่ดอกวงนอกเริ่มบาน

ข. ระยะที่ดอกวงในเริ่มบาน

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

1.2 ความสามารถในการงอกของละอองเกสร

การทดลองนี้เป็นการทดสอบความสามารถในการงอกของละอองเกสรว่านแสงอาทิตย์ โดยการเก็บละอองเกสรจากดอกในระยะที่ละอองเกสรแก่เต็มที่ นำละอองเกสรดังกล่าวมาเลี้ยงในอาหารเลี้ยงละอองเกสร การเก็บละอองเกสรเก็บในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน 4 ช่วงเวลาคือ 7.01-8.00 8.01-9.00 9.01-10.00 และ 10.01-11.00 น ใช้อาหารเลี้ยงละอองเกสรที่มีความเข้มข้นของ น้ำตาลแตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 1 2 และ 5 % จากการตรวจหาเปอร์เซ็นต์การงอกของละอองเกสรในกรรมวิธีที่กล่าวไว้นั้น พบว่าละอองเกสรสามารถงอกหลังจากที่เลี้ยงละอองเกสรไว้นาน 45 นาที ในทุกช่วงเวลาของกรรมวิธีการทดลอง และเมื่อเลี้ยงละอองเกสรครบเวลา 1 ชั่วโมง ตรวจนับการงอก คำนวณเปอร์เซ็นต์การงอกของละอองเกสร และแสดงผลการทดลองไว้ในตารางที่ 2 (ตารางผนวกที่ 1)

ผลการทดลองในตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่า ช่วงเวลาในการเก็บตัวอย่างละอองเกสรมาเพาะมีผลต่อการงอกของละอองเกสร โดยที่การเก็บตัวอย่างละอองเกสรในช่วงเวลา 7.01-8.00 น นั้นละอองเกสรมีความงอกเฉลี่ย 10.13 % ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการเก็บตัวอย่างละอองเกสรในช่วงเวลา 8.01-9.00 และ 9.01-10.00 น ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ความงอกเฉลี่ยเป็น 9.96 % และ 7.17 % และทั้งสองกรรมวิธีหลังไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่การเก็บตัวอย่างละอองเกสรในช่วงเวลา 10.01-11.00 น เป็นกรรมวิธีที่มีความงอกของละอองเกสรต่ำที่สุด คือ 2.76 % และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีการเก็บละอองเกสรที่ช่วงเวลา 7.01-8.00 และ 8.01-9.00 น ส่วนผลของความเข้มข้นของน้ำตาลในอาหารเลี้ยงละอองเกสรนั้น พบว่าการงอกเฉลี่ยของละอองเกสรเป็น 8.88 8.07 และ 5.49 % ในอาหารเลี้ยงที่มีความเข้มข้นของน้ำตาลเป็น 1 2 และ 5 % ตามลำดับ และไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าละอองเกสรงอกได้ดี เมื่อเลี้ยงในอาหารเลี้ยงที่มีน้ำตาล 1 และ 2 % นอกจากนี้ยังพบว่าปัจจัยของช่วงเวลาในการเก็บตัวอย่างละอองเกสรมาเพาะเลี้ยง และปัจจัยของความเข้มข้นของน้ำตาลในอาหารเลี้ยงนั้นไม่มีอิทธิพลร่วมกัน (ตารางภาคผนวกที่ 1)

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การงอกของละอองเกสรที่เก็บมาเพาะเลี้ยงในช่วงเวลาที่แตกต่างกันและเพาะเลี้ยงในอาหารที่มีความเข้มข้นของน้ำตาลแตกต่างกัน

เวลา (น)	ความเข้มข้นของน้ำตาล (%)			ค่าเฉลี่ย	
	1	2	5		
7.01- 8.00	10.32	9.37	10.71	10.13	a
8.01- 9.00	10.87	11.63	7.09	9.96	a
9.01-10.00	10.91	8.10	3.24	7.17	ab
10.01-11.00	4.16	3.20	0.94	2.76	b
เฉลี่ย	8.88 ns	8.07 ns	5.46 ns	7.48	

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (LSD P=0.05)

ละอองเกสรของว่านแสงอาทิตย์ที่ปรากฏในอาหารเพาะเลี้ยง มีรูปร่างคล้ายเรือ มีสีเหลือง เมื่องอกหลอดละอองเกสรจะเห็นว่าหลอดละอองเกสร (pt) มีลักษณะใส งอกออกมาจากปลายด้านรีของละอองเกสร โดยปกติละอองเกสรแต่ละอันจะงอกหลอดละอองเกสรหนึ่งหลอด (ภาพที่ 23) แต่ก็พบว่าละอองเกสรบางอันในกรรมวิธีการเลี้ยงในอาหารเลี้ยงที่มีน้ำตาลเข้มข้น 5 % งอกหลอดละอองเกสร 2 หลอด (ภาพที่ 24) ออกมาจากปลายด้านที่อยู่ตรงข้ามกัน

ภาพที่ 23 ละอองเกสรที่เพาะเลี้ยงในอาหารเลี้ยงที่มีน้ำตาล 1 % (10x)

pt = pollen tube

ภาพที่ 24 ละอองเกสรที่เพาะเลี้ยงในอาหารเลี้ยงที่มีน้ำตาล 5 % (10x)

pt = pollen tube

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

1.3 การเก็บรักษาละอองเกสร

การทดลองนี้เป็นการเก็บรักษาละอองเกสรที่เก่เต็มที่ไว้ใน petri dish ที่ปิดฝาแน่นด้วยแถบพลาสติกแล้วนำไปเก็บรักษาไว้ภายใต้อุณหภูมิที่แตกต่างกัน 2 สภาพ คือ ที่อุณหภูมิห้อง (25-28 $^{\circ}$ ซ) และที่อุณหภูมิ 5 $^{\circ}$ ซ หลังจากนั้นนำละอองเกสรมาทดสอบความงอกทุก ๆ 2 วัน จนกระทั่งเปอร์เซ็นต์การงอกเท่ากับศูนย์ โดยทดสอบในอาหารเลี้ยงละอองเกสรที่มีน้ำตาล 1 % ซึ่งเป็นสูตรอาหารเลี้ยงละอองเกสรว่านแสงอาทิตย์ที่ได้ผลดีที่สุดจากการทดลองที่ 1.2 และเพาะเลี้ยงละอองเกสรในเวลา 8.00 น ซึ่งเป็นเวลาที่ละอองเกสรงอกได้ดีที่สุด จากผลการทดลองที่ 1.2 เช่นกัน เมื่อตรวจนับเปอร์เซ็นต์การงอกของละอองเกสรหลังจากเพาะเลี้ยงนาน 1 ชั่วโมง ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 3 (ตารางผนวกที่ 2)

จากตารางพบว่าอุณหภูมิในการเก็บรักษาละอองเกสรมีผลต่อการงอกของละอองเกสร โดยที่ละอองเกสรที่เก็บรักษาที่ 5 $^{\circ}$ซ มีเปอร์เซ็นต์การงอกเฉลี่ยเป็น 3.57 % ซึ่งสูงกว่าการงอกของละอองเกสรที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง ซึ่งมีการงอกเฉลี่ยเพียง 0.91 % และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสองกรรมวิธี ระยะเวลาที่เก็บรักษามีผลต่อการงอกของละอองเกสรเช่นกัน ซึ่งจะเห็นได้จากตารางว่ายิ่งเก็บรักษาละอองเกสรไว้เป็นเวลานานจะทำให้ละอองเกสรสูญเสียความงอกตามไป โดยที่การงอกของละอองเกสรจะลดลงจากเฉลี่ย 4.05 % เป็น 2.40 % 0.98 % และ 0.10 % ตามลำดับ จากการที่เก็บรักษาไว้นาน 1 3 5 และ 7 วัน ทั้งนี้พบว่าปัจจัยของอุณหภูมิและระยะเวลาในการเก็บรักษามีอิทธิพลร่วมกัน (ตารางผนวกที่ 2) โดยที่การเก็บรักษาเป็นระยะเวลาสั้นที่อุณหภูมิต่ำจะส่งผลให้การงอกของละอองเกสรดีกว่าการเก็บรักษาละอองเกสรไว้นาน ๆ และเก็บไว้ที่อุณหภูมิสูง

ลักษณะของการงอกหลอดละอองเกสรของละอองเกสรที่เก็บรักษาไว้ในกรรมวิธีที่แตกต่างกันนั้นเป็นปกติ โดยมีการงอกของหลอดละอองเกสรจากปลายด้านรี พบลักษณะของการงอก 2 หลอดบ้างแต่ไม่มากนัก ละอองเกสรที่เพาะเลี้ยงในวันที่ 1 และ 3 ของการเก็บรักษานั้นมีสีเหลืองเป็นปกติ แต่ละอองเกสรที่เพาะเลี้ยงหลังจากเก็บรักษาไว้นาน 5 และ 7 วัน นั้นพบว่าละอองเกสรมีสีน้ำตาลและละอองเกสรบางส่วนจะมีอาการฝ่อลีบ

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซนต์การงอกของละอองเกสรที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง (25-28 °ซ) และที่อุณหภูมิ 5 °ซ เป็นเวลานานแตกต่างกัน

จำนวนวันในการเก็บรักษา (วัน)	อุณหภูมิ (°ซ)		ค่าเฉลี่ย *
	ห้อง(25-28 °ซ)	5 °ซ	
1	0.78 cd	7.32 a	4.05 a
3	0 d	4.80 b	2.40 b
5	0 d	1.98 c	0.98 bc
7	0 d	0.21 d	0.10 c
ค่าเฉลี่ย **	0.91 y	3.57 x	1.88

หมายเหตุ *ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (LSD P=0.05)

**ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (LSD P=0.05)

1.4 การผสมเกสร

การทดลองนี้เป็นการผสมเกสรว่านแสงอาทิตย์ในเวลาต่างกัน 4 ช่วงเวลา คือ 7.01-8.00 8.01-9.00 9.01-10.00 และ 10.01-11.00 น ผสมเกสร 2 แบบคือ ผสมข้ามดอกในช่อเดียวกันและผสมข้ามดอกต่างช่อกัน เป็นการผสมด้วยมือ ละอองเกสรที่ใช้ในการผสมเป็นละอองเกสรที่แก่เต็มที่จากอับละอองเกสรของดอกตัวผู้ที่แตกแล้ว ในแต่ละช่อดอกผสม 30-40 ดอก หลังจากการผสมติดตามความสามารถในการผสมติดของดอกในแต่ละกรรมวิธี โดยสังเกตการเปลี่ยนแปลงของดอกที่ได้รับการผสม

ผลการบันทึกความสามารถในการผสมติดนั้นแสดงไว้ในตารางที่ 4 (ตารางผนวกที่ 3 และ 4) ซึ่งจะเห็นว่าว่านแสงอาทิตย์มีความสามารถในการผสมติดต่ำมาก และพบว่า ช่วงเวลาที่ผสมเกสรไม่แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งการผสมข้ามดอกในช่อเดียวกันและการผสมข้ามดอกระหว่างช่อ และเมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยที่ได้จากผลการบันทึกของการผสมทั้ง 2 แบบแล้ว พอจะเห็นได้ว่าการผสมข้ามดอกในช่อเดียวกันให้ผลดีกว่าการผสมข้ามดอกระหว่างช่อเล็กน้อย

ตารางที่ 4 การติดเมล็ดเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์) ของดอกที่ได้รับการผสมเกสรข้ามดอกในช่อเดียวกันและระหว่างช่อดอกในช่วงเวลาแตกต่างกัน

ช่วงเวลา (น)	ผสมข้ามดอกในช่อเดียวกัน	ผสมข้ามดอกระหว่างช่อ
7.01-8.00	6.56	2.76
8.01-9.00	5.99	3.42
9.01-10.00	6.67	3.64
10.01-11.00	4.84	3.63
ค่าเฉลี่ย	5.99 ns	3.36 ns

การผสมติดของดอกสังเกตได้จากการขยายขนาดของรังไข่ซึ่งจะเห็นได้ชัดเจนในเวลา 2 สัปดาห์หลังจากการผสม (ภาพที่ 25) ในขณะที่ดอกที่ผสมไม่ติดรังไข่จะมีลักษณะลีบแบนและสีของผนังรังไข่จะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลืองและค่อย ๆ ฝ่อไป ต่อมาดอกทั้งดอกจะร่วงไปในที่สุด ดอกบางดอกที่ได้รับการผสมมีการขยายขนาดของรังไข่ระยะหนึ่ง แต่เมื่อเวลาผ่านไปรังไข่จะเริ่มฝ่อ ดอกจะเหี่ยวแห้งและร่วงไปในที่สุด ดังจะเห็นจากภาพที่ 26 ซึ่งเป็นช่อดอกที่มีดอกที่ได้รับการผสมเกสรแล้วแต่ผสมไม่ติด ส่วนรังไข่ของดอกที่มีการผสมติดจะมีการเจริญเติบโตและขยายขนาดออกเรื่อย ๆ จนเป็นผลมีสีเขียวเข้ม (ภาพที่ 27) ต่อมาเมื่อผลแก่เต็มที่ผลจะมีสีแดงสด (ภาพที่ 28)

จากการติดตามการเจริญเติบโตของรังไข่ของดอกที่ผสมติด จนกระทั่งเจริญเติบโตไปเป็นผล โดยการนำรังไข่ของดอกที่มีระยะการเจริญเติบโตแตกต่างกันมาศึกษาเนื้อเยื่อ พบว่ารังไข่ของดอกที่ได้รับการผสมแล้ว 1 วัน เมื่อนำมาตัดตามยาวและขวางจะเห็นว่ารังไข่มีช่องรังไข่ 3 ห้อง แต่ละห้องมีไข่อ่อนขนาดใหญ่บรรจุอยู่เกือบเต็มช่องรังไข่ โดยมีก้านไข่อ่อน (funiculus) ติดอยู่กับแกนกลาง เนื้อเยื่อของไข่อ่อนมีเซลเรียงตัวอย่างหนาแน่น ผนังของไข่อ่อนปรากฏชัดเจนทั้ง 2 ชั้น (ภาพที่ 29 และ 30)

ภาพที่ 25 ช่อดอกที่มีดอกที่ผสมติดในระยะแรก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

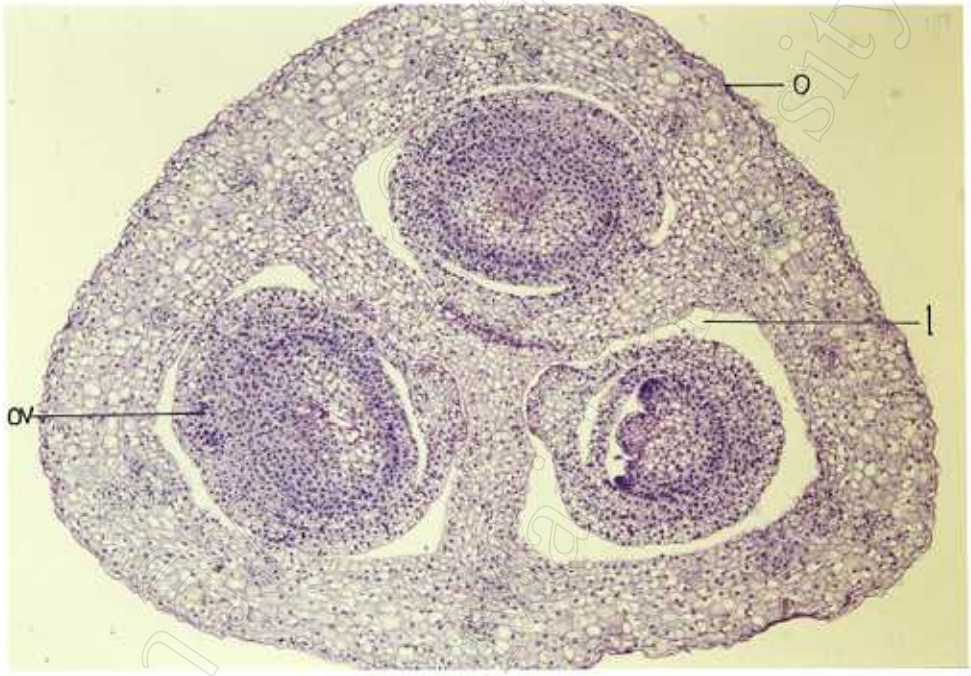
ภาพที่ 26 ช่อดอกที่มีดอกที่ผสมไม่ติด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ภาพที่ 27 ช่อดอกที่มีผลของดอกที่ผสมติด

ภาพที่ 28 ช่อดอกที่ผลแก่เต็มที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University



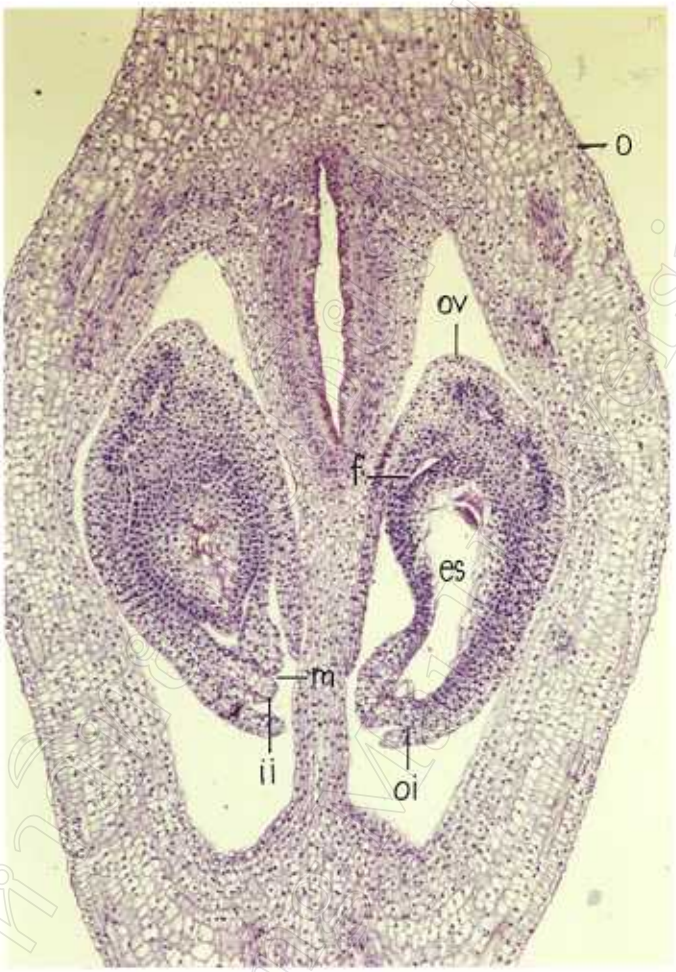
ภาพที่ 29 รังไข่ของดอกหลังจากการผสมเกสร 1 วัน ตัดตามขวาง (45 x)

l = locule

o = ovary

ov = ovule

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University



ภาพที่ 30 รังไข่ของดอกหลังจากการผสมเกสร 1 วัน ตัดตามยาว (45x)

es = embryo sac

f = funiculus

ii = inner integument

m = micropyle

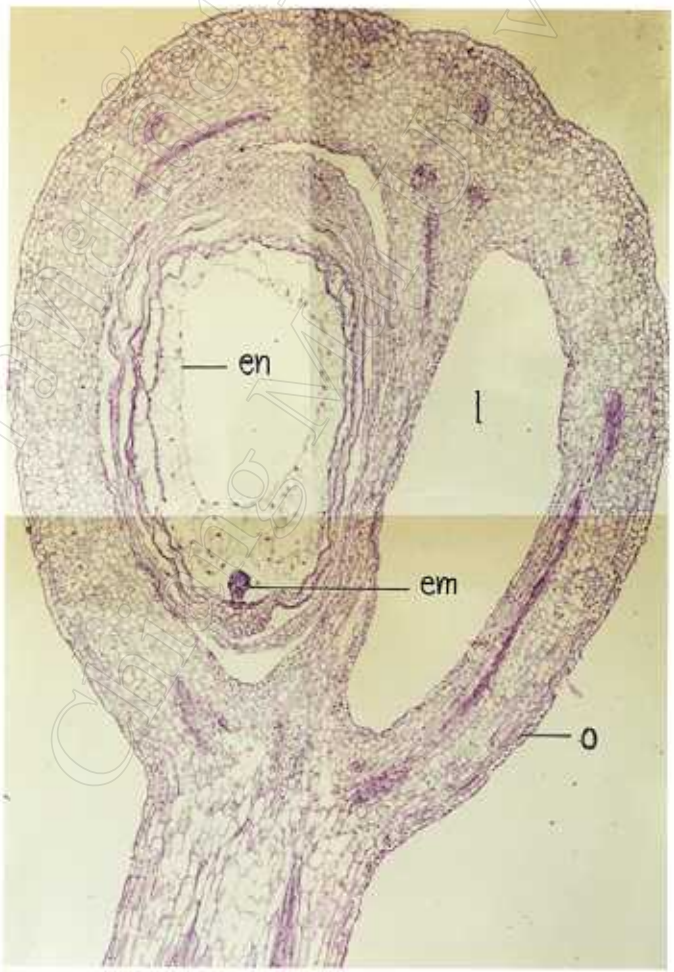
o = ovary

oi = outer integument

ov = ovule

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

หลังจากผสมเกสร 15 วัน นำรังไข่ของดอกที่ผสมติดมาตัดตามขวาง พบว่าในรังไข่จะมีไข่อ่อนเพียง 1 ใบเท่านั้นที่มีการเจริญเติบโต เมื่อดูจากภาพตัดตามยาวพบมีเอ็มบริโอ (em) เจริญออกมาจากนิวเซลลัส (nucellus) ของไข่อ่อนใบที่มีการเจริญเติบโต มีลักษณะเป็นก้านยาวยื่นขึ้นมา และมีโครงสร้างที่มีลักษณะกลมอยู่ที่ปลาย ประกอบด้วยเซลที่เรียงตัวเบียดกันแน่นและเห็นนิวเคลียสชัดเจน ภายในช่องเอ็มบริโอพบเนื้อเยื่อของเอ็นโดสเปิร์ม (endosperm) เพียงไม่กี่ชั้นเซลเกาะอยู่กับผนังของช่องเอ็มบริโอ โดยเหลือช่องว่างภายในช่องเอ็มบริโอเป็นโพรงเห็นได้ชัดเจน ส่วนช่องรังไข่อีก 2 ช่องนั้นพบว่าเป็นโพรงว่าง (ภาพที่ 31)



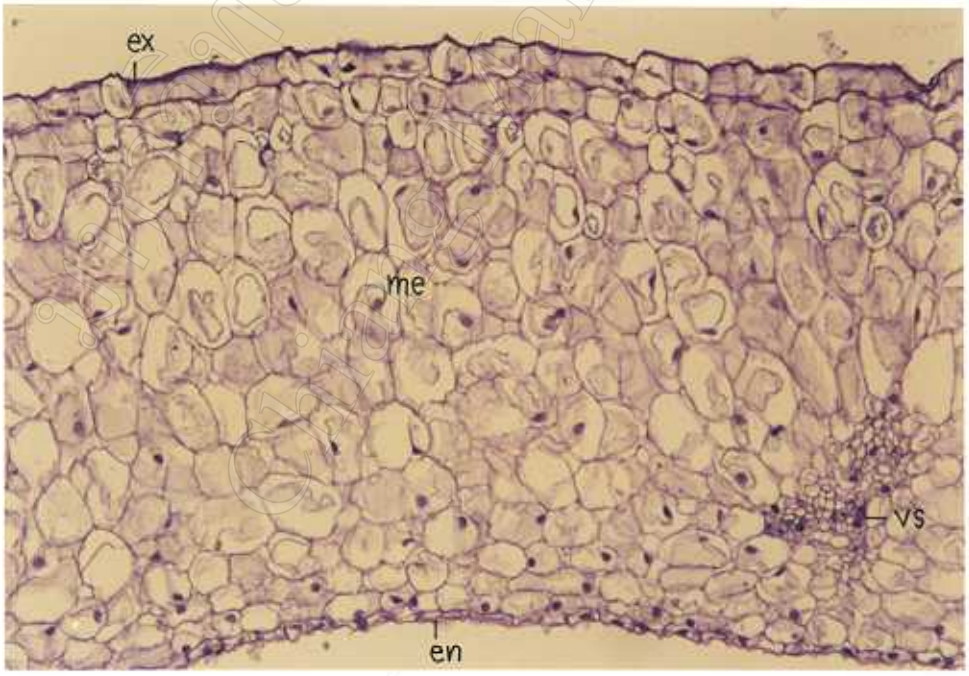
ภาพที่ 31 รังไข่ของดอกหลังการผสมเกสร 15 วัน ตัดตามยาว (15x)

em = embryo ; en = endosperm

l = locule ; o = ovary

เมื่อดูภาพตัดตามขวางของรังไข่ในระยะนี้ จะพบว่าผนังรังไข่เริ่มแสดงชั้นของเซลให้เห็นเป็นผนังผล (pericarp) แล้ว โดยมีชั้นของ exocarp mesocarp และ endocarp ดังภาพที่ 32 โดย exocarp เป็นชั้นของเซล epidermis ชั้นเดียวเรียงตัวกันเป็นระเบียบ ในขณะที่ mesocarp ประกอบด้วยเซลหลายชั้นและเป็นเซล parenchyma ซึ่งมีผนังบางเกิดอยู่ปะปนกับเซลที่มีผนังหนา และเซลเหล่านี้เรียงตัวกันอย่างไม่เป็นระเบียบ ส่วน endocarp เป็นเซลขนาดเล็กเรียงเดี่ยว

ต่อมาเมื่อผลมีอายุได้ 22 วันหลังจากวันผสมเกสร วัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางผลได้ 8.2 มม เมื่อนำมาตัดตามขวาง พบว่าไข่อ่อนซึ่งเคยมีขนาดใหญ่และบรรจุอยู่เต็มช่องรังไข่ดังเห็นได้ในภาพที่ 31 นั้นไม่ได้ขยายตัวออกตามขนาดของช่องรังไข่ ซึ่งขยายขนาดออกตามการขยายตัวของรังไข่ กลับแสดงให้เห็นการฝ่อตัวของเนื้อเยื่อไข่อ่อนด้านหนึ่ง และการยุบตัวของช่องเอ็มบริโอทำให้ไข่อ่อนแฟบตัวลงมาก เหลือเป็นเพียงรูปเสี้ยวติดอยู่กับผนังของพลาเซนตาทางด้านแกนพลาเซนตา และเนื้อเยื่อของเอ็นโดสเปิร์มได้สลายตัวไปจนเหลือเพียงชั้นเซลเดียว ดังจะเห็นได้จากภาพที่ 33 ส่วนภายในช่องรังไข่ของไข่อ่อนที่ไม่เกิดการปฏิสนธินั้น พบว่ายังคงมีเนื้อเยื่อของไข่อ่อนปรากฏให้เห็นภายในภาพตัดตามขวาง แต่เป็นไข่อ่อนที่มีขนาดเล็กอยู่ภายในช่องรังไข่ที่ไม่ขยายตัว ดังเห็นได้จากภาพที่ 33 เช่นกัน

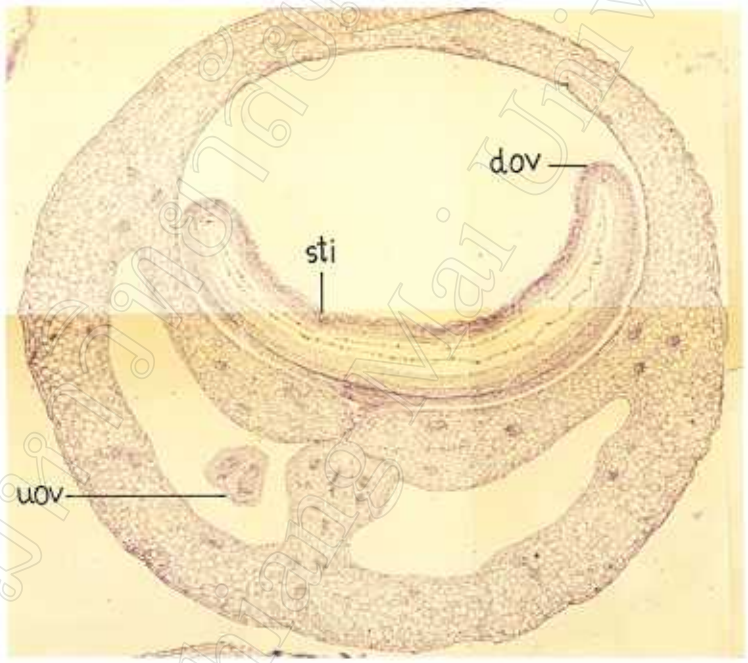


ภาพที่ 32 ผนังผล (pericarp)

en = endocarp ; ex = exocarp

me = mesocarp ; vs = vascular system

เมื่อนำผลที่มีอายุ 28 วันหลังการผสมเกสร ซึ่งเป็นผลที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 10.2 มม มาตัดตามยาวและตามขวาง พบว่าเกิดการสลายตัวของไข่อ่อนที่ได้รับการปฏิสนธิแล้วนั้นเห็นได้อย่างชัดเจน แต่ช่องรังไข่ไม่มีลักษณะของการขุบตัวเกิดขึ้นยังคงเป็นโพรงในลักษณะเดิม และผนังผลก็ยังคงเป็นเนื้อเยื่อที่มีความแต่งเช่นเดิม (ภาพที่ 34 และ 35) และจากภาพที่ 35 จะเห็นว่าช่องรังไข่ที่ขยายขนาดคือช่องรังไข่ที่ไข่อ่อนเกิดปฏิสนธิเท่านั้น ส่วนช่องอื่นนั้นมีขนาดเล็กลงมากและถูกเบียดจากช่องที่มีการขยายตัว

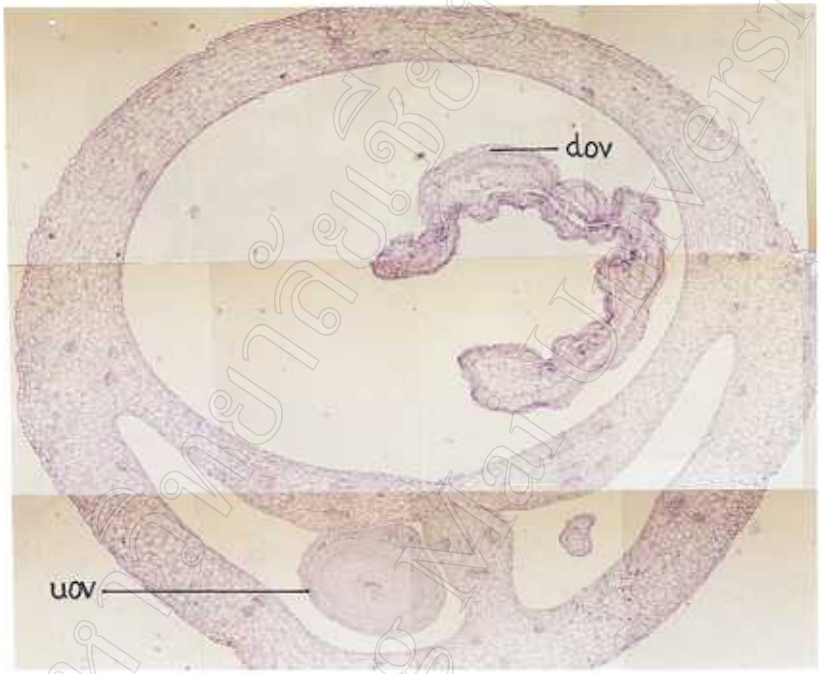


ภาพที่ 33 ผลที่มีอายุ 22 วัน หลังผสมเกสร ตัดตามขวาง (10x)

dov = deteriorated ovule

sti = shrinked tissue

uov = unfertilized ovule

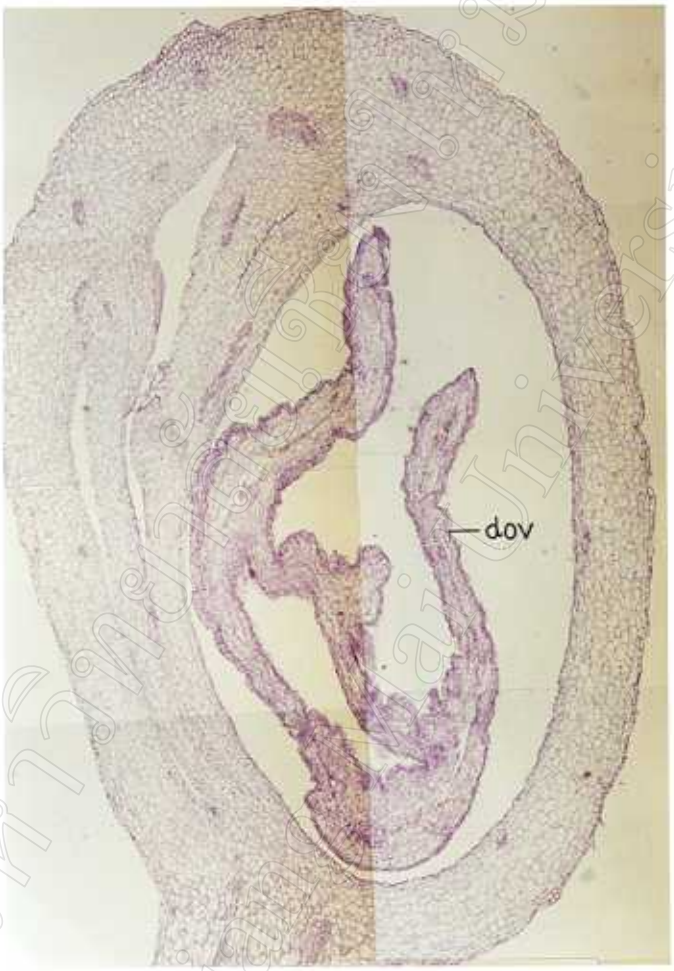


ภาพที่ 34 ผลที่มีอายุ 28 วันหลังการผสม เส้นผ่าศูนย์กลาง 10.2 มม ตัดตามขวาง (15x)

dov = deteriorated ovule

uov = unfertilized ovule

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University



ภาพที่ 35 ผลที่มีอายุ 28 วัน หลังจากผสม ตัดตามยาว (15x)

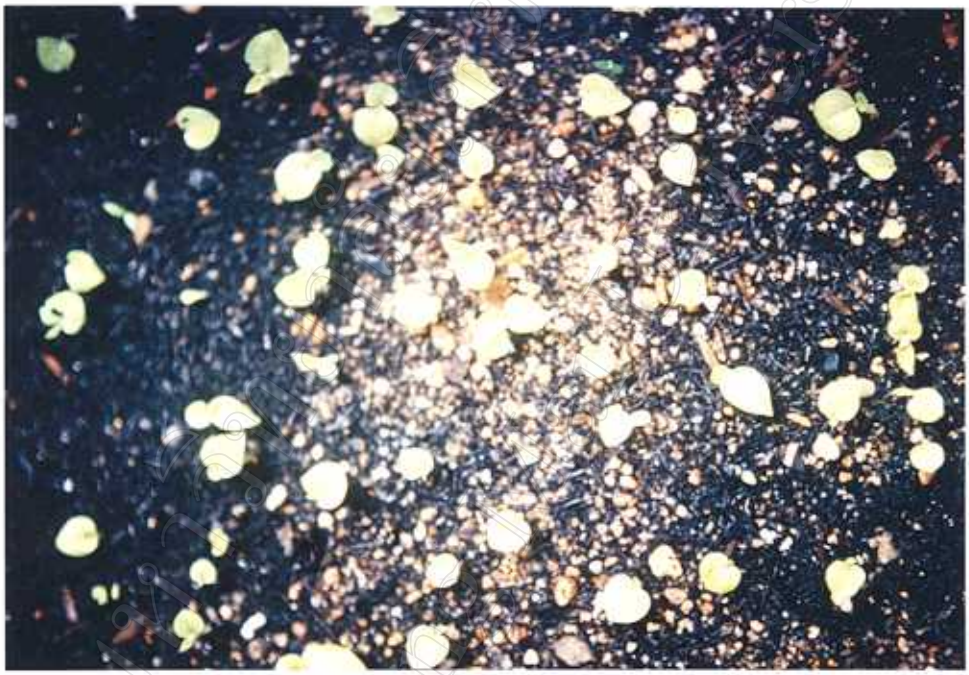
dov= deteriorated ovule

การเจริญเติบโตของรังไข่ของดอกที่ผสมเกสรติดนั้น พบว่าจากวันผสมเกสรจนถึงวันที่ผลแก่ และเปลี่ยนสีเปลือกผลเป็นสีแดงสดนั้นกินเวลา 58 วัน ส่วนรังไข่ของดอกที่ผสมไม่ติดนั้น พบว่ารังไข่เปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลืองภายในเวลา 15 วันหลังจากทำการผสมเกสร

การศึกษาเนื้อเยื่อของรังไข่ของดอกที่ผสมติดจนกระทั่งเจริญเติบโตเป็นเมล็ดที่มีเอ็มบริโอสมบรูณ์อยู่ภายในนั้นไม่สามารถนำมารายงานได้ เนื่องจากในการผสมเกสรดอกนั้นดอกที่ผสมติดมีปริมาณไม่มากจึงมีตัวอย่างในการศึกษาเนื้อเยื่อน้อย และตัวอย่างรังไข่ที่มีการขยายตัวจนเป็นผลแล้วนั้น ที่เก็บมาศึกษาเป็นผลที่ภายในมีไข่อ่อนที่เจริญเติบโตไปได้ระยะหนึ่งแล้วจึงฝ่อไป ดังเห็นในภาพที่ 33-35 แต่ไม่มีตัวอย่างที่รังไข่มีไข่อ่อนที่เจริญเติบโตอย่างเต็มที่ จึงนำเสนอในที่นี้ไม่ได้

1.5 การเพาะเมล็ด

การทดลองนี้เป็นการนำเอาเมล็ดจากผลที่แก่เต็มที่ของดอกที่ผสมติดมาเพาะในวัสดุเพาะคือ ทรายและขี้เถ้าแกลบ 1:1 เพาะเมล็ดทันทีเมื่อผลสุกงอม ผลที่ได้จากการทดลองที่ 1.4 นั้นมีขนาดแตกต่างกัน ผลที่มีขนาดเล็กที่สุดมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.47 ซม และผลที่ใหญ่ที่สุดมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.39 ซม ผลเป็นผลเดี่ยวรูปร่างกลม ผลแก่เต็มที่มีเปลือกสีแดงสดหุ้มเนื้อที่มีลักษณะนิ่ม สีขาวขุ่นเอาไว้ เมล็ดแข็งมีสีเขียวขุ่น เพาะเมล็ดโดยแกะผลแล้วนำเอาเมล็ดไปเพาะ จากการทดลองพบว่าเมล็ดงอกไม่สม่ำเสมอ โดยเริ่มงอกในสัปดาห์ที่ 3 หลังเพาะไปจนถึงสัปดาห์ที่ 12 หลังจากเพาะ (ภาพที่ 36) ลักษณะการงอกของเมล็ดเป็นแบบ hypogeal เมล็ดให้ต้นอ่อน 1 ต้นต่อเมล็ด หลังจากสิ้นสุดการทดลองแล้วบันทึกเปอร์เซ็นต์การงอกได้ 38.67 %



ภาพที่ 36 ต้นอ่อนของว่านแสงอาทิตย์ที่ได้จากการเพาะเมล็ด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

การทดลองที่ 2 การขยายพันธุ์จากหัว

การทดลองที่ 2 นี้ เป็นการศึกษาการขยายพันธุ์ว่านแสงอาทิตย์จากหัวโดยวิธี bulb cutting และ basal cuttage กรรมวิธีต่าง ๆ ในช่วงระยะเวลาต่างกันของวงจรการเจริญเติบโต โดยใช้หัวที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของหัว 5-6 ซม ซึ่งขุดขึ้นมาจากดินจากต้นที่กำลังมีการเจริญเติบโต หรือหัวที่กำลังอยู่ในระยะพักตัว และขุดขึ้นมาจากดินแล้วและเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง

การทดลองแบ่งออกเป็น 2 การทดลองย่อย คือ การทดลองผ่าหัวแบบ bulb cutting และการทดลองผ่าหัวแบบ basal cuttage โดยที่ทั้ง 2 การทดลองย่อยนี้กระทำในช่วงเวลาที่แตกต่างกันในวงจรการเจริญเติบโตของว่านแสงอาทิตย์เป็น 3 ช่วงเวลา คือ ในเดือนเมษายนซึ่งเป็นช่วงที่หัวกำลังอยู่ในระยะกลางของการพักตัว ในเดือนมิถุนายนซึ่งเป็นช่วงแรกของการเจริญเติบโตทางใบของต้นหลังจากที่ดอกได้โรยไปแล้ว และในเดือนสิงหาคมซึ่งเป็นช่วงกลางของการเจริญเติบโตทางใบของต้น ส่วนในเดือนตุลาคมและธันวาคมซึ่งเป็นช่วงปลายของการเจริญเติบโตทางใบของต้นนั้นไม่ได้ทำการทดลองเนื่องจากพืชทดลองมีจำนวนไม่พอสำหรับการทดลองตามที่ได้คาดหมายเอาไว้ตั้งแต่ระยะเริ่มแรกของการทดลอง อันเนื่องมาจากสาเหตุของการเน่าตายของต้นระหว่างที่มีการเจริญเติบโต จึงทำให้ช่วงเวลาของการผ่าหัวลดลงเหลือเพียง 3 ช่วงเวลาดังกล่าวข้างต้น

ในการทดลองผ่าหัวทั้ง 2 วิธีนี้ เมื่อผ่าหัวเสร็จแล้ว นำชิ้นแบ่งของหัวที่ผ่าแบบ bulb cutting และหัวที่เกิดรอยแผลแล้วจากการผ่าแบบ basal cuttage ไปชำในวัสดุเพาะแล้วติดตามการงอกของต้นอ่อนจากชิ้นแบ่งและหัวเหล่านั้น เมื่อต้นอ่อนมีใบจำนวน 2-3 ใบต่อต้น จึงขุดต้นอ่อนขึ้นมาจากกระบะเพาะชำ แล้วย้ายปลูกลงในถุงดำที่มีวัสดุปลูกคือดิน ขี้เถ้าแกลบ และเปลือกถั่ว ในอัตราส่วน 2:1:1 เพาะเลี้ยงในโรงเรือนพรางแสงนาน 5 เดือน หลังจากนั้นขุดต้นขึ้นมาแล้วบันทึกข้อมูลของผลผลิตของหัวย่อยที่ได้จากการผ่าหัวแต่ละวิธีในแง่ของจำนวนหัวใหม่ขนาด และน้ำหนักของหัวที่ได้จากต้นอ่อน ผลการทดลองมีดังต่อไปนี้

2.1 การผ่าหัวแบบ bulb cutting

ในการทดลองนี้ผ่าหัวออกเป็นชิ้น ๆ โดยมีกรรมวิธีการผ่า 3 กรรมวิธีคือ การผ่าหัวแต่ละหัวให้ได้ชิ้นแบ่งเป็น 4 6 หรือ 8 ชิ้นต่อหัว แล้วนำไปชำ

จากการทดลองพบว่าลักษณะของการเกิดหัวย่อยของชิ้นแบ่งนั้น เป็นการเกิดออกมาจากฐานหัวบริเวณซอกของกาบใบชั้นในสุดของชิ้นแบ่ง (ภาพที่ 37)

ภาพที่ 37 ชิ้นแบ่งที่มีการงอกของต้นอ่อน

ผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้ในแต่ละกรรมวิธีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเพียงค่าเฉลี่ยของจำนวนหัวย่อยต่อหัวเดิมเท่านั้น โดยที่กรรมวิธีการผ่าหัวออกเป็น 8 ชิ้นให้หัวย่อยต่อหัวเดิมสูงสุดคือ 8.0 หัว ในขณะที่การผ่าหัวออกเป็น 6 ชิ้น และ 4 ชิ้น ได้จำนวนหัวย่อยต่อหัวเดิมเฉลี่ย 6.0 และ 4.0 หัวตามลำดับ ส่วนขนาดของหัวย่อยซึ่งบันทึกในลักษณะของเส้นผ่าศูนย์กลางหัวและน้ำหนักของหัวย่อยโดยเฉลี่ยนั้น พบว่าแต่ละกรรมวิธีให้ค่าเฉลี่ยที่ใกล้เคียงกันและไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 5 (ตารางผนวกที่ 5-7)

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยของจำนวนหัวย่อยต่อหัวเดิม เส้นผ่าศูนย์กลางของหัวย่อย และน้ำหนักของหัวย่อยที่ได้จากการผ่าหัวแบบ bulb cutting ในเดือนเมษายน

กรรมวิธี	จำนวนหัว (หัว)	ขนาดหัว (ซม)	น้ำหนักหัว (กรัม)
ผ่าหัวออกเป็น 4 ชิ้น	4.00 c	3.27	17.26
ผ่าหัวออกเป็น 6 ชิ้น	6.00 b	3.06	14.89
ผ่าหัวออกเป็น 8 ชิ้น	8.00 a	3.00 ns	13.27 ns

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (LSD P=0.05)

ผลการทดลองที่ได้จากการผ่าหัวในเดือนมิถุนายนแสดงไว้ในตารางที่ 6 และตารางผนวกที่ 8-10 จากตารางจะเห็นว่าค่าเฉลี่ยของจำนวนหัวย่อย ขนาด และน้ำหนักของหัวย่อยแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในแง่ของจำนวนของหัวย่อยต่อหัวเดิม การผ่าหัวออกเป็น 6 ชิ้น และ 8 ชิ้นให้จำนวนหัวย่อยเฉลี่ยต่อหัวเดิมเป็น 5.8 และ 5.2 หัวตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแต่แตกต่างจากกรรมวิธีการผ่าหัวออกเป็น 4 ชิ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่กรรมวิธีหลังนี้ให้ค่าเฉลี่ยต่ำกว่าคือ 3.4 หัว

ขนาดของหัวย่อยแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกกรรมวิธี โดยที่การผ่า 4 ชิ้นให้ขนาดหัวย่อยโดยเฉลี่ยดีที่สุดคือ 2.8 ซม ในขณะที่การผ่า 6 ชิ้น และ 8 ชิ้น ได้ขนาดหัวย่อยเฉลี่ยเล็กลงตามลำดับคือ 2.18 และ 1.14 ซม น้ำหนักเฉลี่ยของหัวย่อยแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน โดยที่การผ่า 4 ชิ้น ให้น้ำหนักหัวย่อยเฉลี่ยดีที่สุดคือ 9.66 กรัม ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีการผ่า 6 ชิ้น และผ่า 4 ชิ้น ซึ่งให้น้ำหนักหัวย่อยเฉลี่ย 7.01 และ 1.96 กรัมตามลำดับ และการผ่าหัว 6 ชิ้นแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการผ่าหัว 8 ชิ้น

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ยของจำนวนหัวย่อยต่อหัวเดิม เส้นผ่าศูนย์กลางของหัวย่อย และน้ำหนักของหัวย่อยที่ได้จากการผ่าหัวแบบ bulb cutting ในเดือนมิถุนายน

กรรมวิธี	จำนวนหัว (หัว)	ขนาดหัว (ซม)	น้ำหนักหัว (กรัม)
ผ่าหัวออกเป็น 4 ชิ้น	3.40 b	2.80 a	9.66 a
ผ่าหัวออกเป็น 6 ชิ้น	5.80 a	2.18 b	7.01 b
ผ่าหัวออกเป็น 8 ชิ้น	5.20 a	1.14 c	1.96 c

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (LSD P=0.05)

ผลของการผ่าหัวในเดือนสิงหาคมแสดงไว้ในตารางที่ 7 (ตารางผนวกที่ 11-13) ซึ่งจะเห็นว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเฉพาะเพียงค่าเฉลี่ยของจำนวนหัวย่อยต่อหัวเดิมเท่านั้น ส่วนค่าเฉลี่ยของขนาดของหัวย่อยและน้ำหนักของหัวย่อยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับจำนวนหัวใหม่เฉลี่ยต่อหัวเดิมนั้นการผ่า 8 ชิ้น ให้จำนวนหัวใหม่ต่อหัวเดิมดีที่สุดคือเฉลี่ย 9.2 หัว ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการผ่า 6 ชิ้นที่ให้หัวใหม่เฉลี่ย 7.8 หัว แต่ทั้ง 2 กรรมวิธีนี้แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการผ่า 4 ชิ้น ซึ่งให้จำนวนหัวใหม่ต่อหัวเดิมเฉลี่ยเพียง 5.8 หัว

ส่วนขนาดของหัวย่อยและน้ำหนักของหัวย่อยโดยเฉลี่ยในแต่ละกรรมวิธีนั้นมีขนาดใกล้เคียงกัน และไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่การผ่า 4 6 และ 8 ชิ้น ให้เส้นผ่าศูนย์กลางของหัวย่อยเป็น 1.22 1.07 และ 1.16 ตามลำดับ และให้น้ำหนักเฉลี่ยของหัวย่อยเป็น 3.08 1.04 และ 1.45 กรัมตามลำดับ

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยของจำนวนหัวย่อยต่อหัวเดิม เส้นผ่าศูนย์กลางของหัวย่อย และน้ำหนักของหัวย่อยที่ได้จากการผ่าหัวแบบ bulb cutting ในเดือนสิงหาคม

กรรมวิธี	จำนวนหัว (หัว)	ขนาดหัว (ซม)	น้ำหนักหัว (กรัม)
ผ่าหัวออกเป็น 4 ชิ้น	5.80 b	1.22	3.08
ผ่าหัวออกเป็น 6 ชิ้น	7.80 ab	1.07	1.04
ผ่าหัวออกเป็น 8 ชิ้น	9.20 a	1.16 ns	1.45 ns

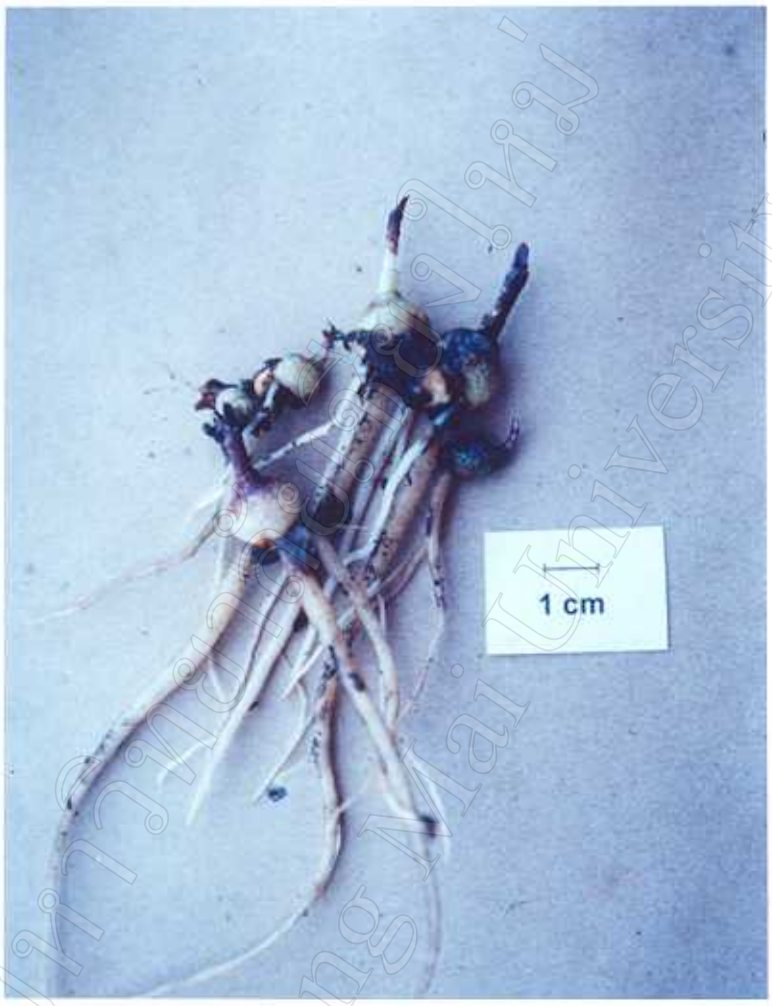
หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (LSD P=0.05)

2.2 การผ่าหัวแบบ basal cuttage

การผ่าหัวแบบ basal cuttage 3 วิธี คือ scooping scoring และ coring นั้นพบว่าทั้ง 3 วิธีสามารถให้หัวย่อยได้โดยที่เกิดหัวย่อยออกมาจากบริเวณที่เป็นรอยแผลของเนื้อเยื่อหลังจากที่นำหัวที่มีรอยแผลในลักษณะทั้ง 3 แบบนั้นไปชำในกระบะเพาะชำได้ 8 สัปดาห์เป็นต้นไป ลักษณะของการเกิดหัวย่อยนั้นแตกต่างกันไปตามวิธีการการผ่าหัว กล่าวคือ การผ่าหัวแบบ scooping นั้นเกิดเป็น callus ขึ้นมาบริเวณเนื้อเยื่อของกาบใบที่เป็นแผลและต่อมา callus ดังกล่าวเปลี่ยนรูปร่างไปเป็นหัวย่อย หัวย่อยเหล่านี้งอกใบออกมาหลังจากที่เพาะหัวได้ 12 สัปดาห์ หลังจากนั้นหัวย่อยจะงอกรากออกจากบริเวณโคนของหัวย่อย การเกิดหัวย่อยบนเนื้อเยื่อของกาบใบนี้เกิดขึ้นได้บนกาบใบด้านนอกของหัวที่นำไปผ่า (ภาพที่ 38) เมื่อหัวย่อยเจริญเติบโตและขยายขนาดออกและงอกใบและรากแก้วแล้วนั้น กาบใบของหัวเดิมนั้นจะเหี่ยวแฟบตามไปด้วย และต่อมาหัวย่อยจะหลุดออกจากหัวเดิมและเจริญเติบโตอยู่ในกระบะเพาะ (ภาพที่ 39) จนกว่าจะได้เวลาที่ย้ายปลูกลงถุง

ภาพที่ 38 หัวที่ผ่าแบบ scooping แสดงการเกิดของหัวย่อยบนเนื้อเยื่อของกาบใบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University



ภาพที่ 39 หัวย่อยที่ได้จากการผ่าหัวแบบ scooping

สำหรับการผ่าหัวแบบ scoring นั้น การเกิดหัวย่อยเกิดขึ้นในลักษณะคล้ายกันคือเป็น callus แล้วเปลี่ยนรูปร่างเป็นหัวย่อย เกิดที่บริเวณรอยแผลที่ผ่าเป็นร่องไว้ดังแสดงในภาพที่ 40 และ 41 ส่วนการผ่าแบบ coring นั้นพบว่าหัวย่อยเกิดที่บริเวณรอยแผลเช่นกัน ดังแสดงในภาพที่ 42 ส่วนการงอกใบและรากนั้นเป็นในลักษณะเดียวกันหมดทั้ง 3 วิธีการของ basal cuttage

ในการผ่าทั้ง 3 วิธีนั้นการเกิดหัวย่อยเกิดในเวลาที่ไล่เรี่ยกัน โดยใช้เวลา 8 สัปดาห์ขึ้นไป เมื่อสังเกตลักษณะของหัวเดิมพบว่า หัวเดิมของวิธีการผ่าแบบ scooping นั้นมีการฝ่อมากกว่าหัวเดิมของวิธีการผ่าแบบ scoring และ coring

ภาพที่ 40 หัวที่ผ่าแบบ scoring แสดงการเกิดของหัวย่อย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ภาพที่ 41 หัวที่ผ่าแบบ scoring แสดงหัวย่อยที่มีใบที่กำลังเจริญเติบโต

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ภาพที่ 42 หัวที่ผ่าแบบ coring แสดงหัวย่อยที่มีต้นอ่อนที่กำลังเจริญเติบโต

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ผลการทดลองบันทึกในลักษณะเดียวกันกับ 2.1 สำหรับผลของการทดลองเปรียบเทียบความสามารถในการให้หัวย่อยของการผ่าหัวแบบ scooping scoring และ coring ที่ทำในเดือนเมษายนแสดงไว้ในตารางที่ 8 (ตารางผนวกที่ 14-16) จะเห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยของจำนวนหัวย่อยต่อหัวเดิม ขนาดของหัวย่อย และน้ำหนักของหัวย่อยที่ได้จากการผ่าหัวทั้ง 3 วิธีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่การผ่าแบบ scooping scoring และ coring ให้จำนวนหัวย่อยต่อหัวเดิมเฉลี่ยเป็น 3.8 4.2 และ 4.2 ตามลำดับ ให้เส้นผ่าศูนย์กลางของ หัวเฉลี่ยเป็น 2.76 2.39 และ 2.44 ตามลำดับ และให้น้ำหนักของหัวย่อยเฉลี่ยเป็น 10.15 7.80 และ 13.88 ตามลำดับ

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ยของจำนวนหัวย่อยต่อหัวเดิม เส้นผ่าศูนย์กลางของหัวย่อยและน้ำหนักของหัวย่อยที่ได้จากการผ่าหัวแบบ basal cuttage วิธีการต่าง ๆ ในเดือนเมษายน

กรรมวิธี	จำนวนหัว (หัว)	ขนาดหัว (ซม)	น้ำหนักหัว (กรัม)
scooping	3.80	2.76	10.15
scoring	4.20	2.39	7.80
coring	4.20 ^{ns}	2.44 ^{ns}	13.88 ^{ns}

สำหรับผลการทดลองของเดือนมิถุนายนนั้นแสดงไว้ในตารางที่ 9 (ตารางผนวกที่ 17-19) ซึ่งจะเห็นว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในกรรมวิธีในทุกแง่ของผลการบันทึก โดยที่การผ่าหัวแบบ scooping scoring และ coring ให้จำนวนหัวย่อยต่อหัวเดิมเฉลี่ยเป็น 6.1 6.2 และ 4.8 หัว ตามลำดับ ให้เส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยของหัวย่อยเป็น 1.93 1.56 และ 1.95 ซม ตามลำดับ และให้น้ำหนักเฉลี่ยของหัวย่อยเป็น 5.65 2.79 และ 8.07 กรัม ตามลำดับ

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ยของจำนวนหัวย่อยต่อหัวเดิม เส้นผ่าศูนย์กลางของหัวย่อยและน้ำหนักของหัวย่อยที่ได้จากการผ่าหัวแบบ basal cuttage วิธีการต่าง ๆ ในเดือนมิถุนายน

กรรมวิธี	จำนวนหัว (หัว)	ขนาดหัว (ซม)	น้ำหนักหัว (กรัม)
scooping	6.10	1.93	5.65
scoring	6.20	1.56	2.79
coring	4.80 ns	1.95 ns	8.07 ns

ผลการทดลองของเดือนสิงหาคมแสดงไว้ในตารางที่ 10 (ตารางผนวกที่ 20-22) ซึ่งผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในกรรมวิธีการผ่าทั้ง 3 กรรมวิธีในทุกแง่ของผลการบันทึก โดยที่การผ่าหัวแบบ scooping scoring และ coring ให้จำนวนหัวย่อยต่อหัวเดิมเฉลี่ยเป็น 4.0 6.4 และ 6.0 หัว ตามลำดับ ให้เส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยของหัวย่อยเป็น 1.06 1.04 และ 1.05 ซม ตามลำดับ และให้น้ำหนักเฉลี่ยของหัวย่อยเป็น 0.78 0.98 และ 1.07 กรัม ตามลำดับ

ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ยของจำนวนหัวย่อยต่อหัวเดิม เส้นผ่าศูนย์กลางของหัวย่อยและน้ำหนักของหัวย่อยที่ได้จากการผ่าหัวแบบ basal cuttage วิธีการต่าง ๆ ในเดือนสิงหาคม

กรรมวิธี	จำนวนหัว (หัว)	ขนาดหัว (ซม)	น้ำหนักหัว (กรัม)
scooping	4.00	1.06	0.78
scoring	6.40	1.04	0.98
coring	6.00 ns	1.05 ns	1.07 ns