บทที่ 5
วิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 การถ่ายทอดลักษณะดอกของดาวเรืองลูกผสม

5.1.1 ลักษณะดอกดาวเรืองลูกผสมรุ่นที่ 2

ประชากรดาวเรืองลูกผสมรุ่นที่ 2 มีลักษณะดอกหลากหลาย สามารถแบ่งลักษณะดอกได้ 6 แบบ คือ ดอกที่มีเฉพาะดอกย่อยชั้นใน ดอกชั้นเดียว ดอกแบบฟูกลม ดอกแบบฟู ดอกแบบที่มีเฉพาะดอกย่อยชั้นนอก ดอกแบบเกสรเพศผู้เป็นหมันที่ไม่มีกลีบดอก และยังพบความแตกต่างของรูปทรงช่อดอกในลูกผสมรุ่นที่ 2 แบบที่มีเฉพาะดอกย่อยชั้นนอก (ซึ่งได้จากการผสมตัวเองของลูกผสมรุ่นที่ 1 จากคู่ผสม 011 Inca Gold × SN3) ดอกแบบฟูกลม คือ ช่อดอกแบบทรงกลม มีดอกย่อยชั้นนอกจำนวนมาก กลีบดอกซ้อนแน่นบนฐานรองดอก ทำให้ช่อดอกเป็นรูปทรงกลม (ภาพ 5.1 A) คล้ายดอกแม่พันธุ์ (Inca Gold) ที่สร้างลูกผสมรุ่นที่ 1 และดอกแบบแบน ซึ่งมีดอกย่อยชั้นนอกจำนวนน้อย และกระจายบนฐานรองดอก ทำให้ช่อดอกแบน (ภาพ 5.1 B) ความแตกต่างของรูปทรงดอกดาวเรืองลูกผสมรุ่นที่ 2 แบบที่มีเฉพาะดอกย่อยชั้นนอก อาจเกิดจากความหลากหลายทางพันธุกรรมของดอกแม่พันธุ์ที่ศุภนารี ทำการผสมพันธุ์ดาวเรืองระหว่างดาวเรืองพันธุ์การค้า และดาวเรืองพันธุ์แท้ ซึ่งมีแม่พันธุ์เป็นดาวเรืองพันธุ์การค้า และเป็นลูกผสมรุ่นที่ 1 (F_1) ซึ่งได้จากการผสมระหว่างสายพันธุ์แท้ที่แตกต่างกันไม่เกิน 4 สายพันธุ์ (ศิริพร, 2547) โดยแต่ละสายพันธุ์ที่นำมาใช้มาจากสายพันธุ์ที่มีฐานทางพันธุกรรมที่แตกต่างกันมาก

A

B

ภาพ 5.1 ลักษณะแตกต่างของรูปทรงช่อดอกดาวเรืองที่มีเฉพาะดอกย่อยชั้นนอกในลูกผสมรุ่นที่ 2
A ดอกแบบทรงกลม B ดอกแบบแบน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5.1.2 ลักษณะย่อยชั้นนอก

การศึกษาการถ่ายทอดลักษณะดอกดาวเรืองของ สิริกัญญา (2548) พบว่าการถ่ายทอดลักษณะดอกแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ ดอกย่อยชั้นนอก และดอกย่อยชั้นใน ลักษณะดอกย่อยชั้นนอกควบคุมโดยยีน 1 คู่ แสดงการข่มแบบสมบูรณ์ เช่น อาจกำหนดให้ยีน R ควบคุมลักษณะดอกซ้อน และ ยีน rr ควบคุมดอกชั้นเดียว

ดอกซ้อน × ดอกชั้นเดียว

RR × rr

↓

Rr ⊗

ดอกซ้อนทั้งหมด

↓

R_ : rr = ดอกซ้อน : ดอกชั้นเดียว = 3 : 1

การศึกษาการถ่ายทอดลักษณะดอกดาวเรืองครั้งนี้ ลักษณะดอกย่อยชั้นนอกที่ใช้ศึกษาเป็นแบบดอกชั้นเดียวทั้งหมด ซึ่งควบคุมด้วยยีนด้อย rr ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้ ลักษณะดอกย่อยชั้นนอกที่พบจึงมีเฉพาะแบบชั้นเดียวเท่านั้น นอกจากนี้แล้วยังพบลักษณะดอกที่มีเฉพาะดอกย่อยชั้นใน ไม่มีดอกย่อยชั้นนอก ซึ่งไม่พบในการศึกษาของ สิริกัญญา แต่มีรายงานการพบดอกที่มีเฉพาะดอกย่อยชั้นในก่อนหน้านี้ (พูลทรัพย์, 2543) ลักษณะของการมีดอกย่อยชั้นนอก อาจถูกควบคุมโดยยีนอีก 1 คู่ แสดงอาการข่มแบบสมบูรณ์ เช่น กำหนดให้ยีน B ควบคุมการมีดอกย่อยชั้นนอก และยีน bb ควบคุมลักษณะไม่มีดอกย่อยชั้นนอก

มีดอกย่อยชั้นนอก × ไม่มีดอกย่อยชั้นนอก

BB × bb

↓

มีดอกย่อยชั้นนอกทั้งหมด

Bb ⊗

↓

B_ : bb = มีดอกย่อยชั้นนอก: ไม่มีดอกย่อยชั้นนอก = 3:1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากการผสมตัวเองของดาวเรืองลูกผสมรุ่นที่ 1 ที่มีดอกย่อยชั้นนอก ได้ดาวเรืองรุ่นที่ 2 ที่มีลักษณะมีดอกย่อยชั้นนอก และไม่มีดอกย่อยชั้นนอก อัตราส่วน 3 : 1 จากคู่ผสมที่ 001 005 และ 009 มีความเป็นไปได้อยู่ในเกณฑ์น่าเชื่อถือมาก คือ 1.0 0.7–0.8 และ 0.8–0.9 ตามลำดับ (ตาราง 1 ภาคผนวก ข) ส่วนการผสมตัวเองของดาวเรืองรุ่นที่ 2 ได้รุ่นที่ 3 จากต้นที่ 015-17 และ 015-50 มีความเป็นไปได้อยู่ในเกณฑ์น่าเชื่อถือ คือ 0.7–0.8 และ 0.8–0.9 ตามลำดับ (ตาราง 2 ภาคผนวก ข) และการผสมตัวเองของดาวเรืองรุ่นที่ 3 จากคู่ผสม 15-12 × 15-32 จากต้นที่ 1 4 5 และ 9 ได้ดาวเรืองรุ่นที่ 4 ที่มีความเป็นไปได้อยู่ในเกณฑ์น่าเชื่อถือมาก คือ 1.0 0.7–0.8 0.95-0.98 และ 0.8-0.9 ตามลำดับ (ตาราง 3 ภาคผนวก ข)

5.1.3 ลักษณะดอกย่อยชั้นใน

จากการศึกษาลักษณะดอกของดาวเรือง เมื่อพิจารณาลักษณะดอกย่อยชั้นในสามารถแบ่งได้ 3 รูปแบบ คือ แบบฟูกลม ฟู และกระจุก (ภาพ 5.2) ตามการศึกษาของ สิริกัญญา (2548) พบว่าลักษณะดอกย่อยชั้นในของดาวเรืองถูกควบคุมโดยยีนเพียง 1 คู่ และการทำงานของยีนเป็นแบบสะสม กำหนดให้ยีน D ควบคุมลักษณะดอกย่อยชั้นใน โดยยีน DD ควบคุมลักษณะฟูกลม ยีน Dd ควบคุมลักษณะฟู และยีน dd ควบคุมลักษณะกระจุก ดังนั้นการผสมตัวเองของดอกแบบฟูกลม ลูกที่ได้ต้องมีลักษณะดอกแบบฟูกลมทั้งหมด

ฟูกลม ฟู กระจุก

ภาพ 5.2 ลักษณะดอกย่อยชั้นในของดาวเรืองลูกผสม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากการศึกษาลักษณะดอกของประชากรดาวเรืองรุ่นที่ 2 ที่ได้จากการผสมตัวเองของรุ่นที่ 1 ดอกแบบฟูกลม ในคู่ผสม 011 (Inca Gold × SN3) และคู่ผสม 015 (Sovereign Gold × SN4) ถ้าลักษณะดอกย่อยชั้นในของดาวเรืองควบคุมโดยยีนเพียง 1 คู่ และมีการทำงานแบบสะสม (ตามการศึกษาของสิริกัญญา (2548)) ประชากรดาวเรืองรุ่นที่ 2 ต้องมีลักษณะดอกย่อยชั้นในแบบฟูกลม

ทั้งหมด แต่จากการทดลองพบลักษณะดอกทั้ง 3 แบบในประชากรรุ่นที่ 2 ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าลักษณะดอกย่อยชั้นในถูกควบคุมด้วยยีน 2 คู่ ที่มีปฏิกิริยาร่วมกัน (interaction) แบบ polymerism หรือ additive factors คือ ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นระหว่างยีนสองคู่ ซึ่งต่างแสดงปฏิกิริยาการข่มสมบูรณ์ (complete dominance) ในแต่ละคู่ โดยยีนเด่น (dominant alleles) ของยีนทั้งสองคู่จะแสดงผลปฏิกิริยาร่วมให้เป็นไปในทางบวก (additive effect) (บุญหงษ์, 2548) เช่น อาจกำหนดให้ยีน M_1 และ M_2 ควบคุมลักษณะดอกย่อยชั้นใน และให้ลักษณะดอกชั้นในแบบกระจุกเป็นลักษณะด้อย ที่มียีนด้อยทุกตัว คือ $m_1m_1m_2m_2$ ดอกแบบฟูมียีนเด่น 1 ตัว คือ $M_1_m_2m_2$ หรือ $m_1m_1M_2_$ และดอกแบบฟูกลมมียีนเด่นอย่างน้อย 2 ตัว คือ $M_1_M_2_$ ดังนั้นการผสมตัวเองของดาวเรืองลักษณะดอกชั้นในแบบฟูกลมที่มียีนแบบ $M_1m_1M_2m_2$ รุ่นลูกที่ได้มีลักษณะดอกทั้ง 3 แบบ คือ ฟูกลม ฟู และกระจุก อัตราส่วน 9: 6: 1 จากประชากรดาวเรืองรุ่นที่ 2 ที่ได้จากการผสมตัวเองของดาวเรืองรุ่นที่ 1 จากคู่ผสม 011 และ 015 มีค่าความเป็นไปได้เท่ากับ 0.5-0.7 และ 0.90-0.95 (ตาราง 4 ภาคผนวก) ซึ่งอยู่ในเกณฑ์น่าเชื่อถือมาก และการผสมตัวเองของดาวเรืองรุ่นที่ 2 ต้นที่ 015-17 และ 015-65 ดอกแบบฟูกลม พบลักษณะดอกย่อยชั้นในทั้ง 3 แบบในดาวเรืองรุ่นที่ 3 มีความเป็นไปได้อยู่ในเกณฑ์น่าเชื่อถือ คือ 0.90-0.95 และ 0.5-0.7 (ตาราง 5 ภาคผนวก ข) ส่วนในการผสมตัวเองของต้นที่ 015-15 และ 015-50 ที่ไม่พบดอกย่อยชั้นในแบบกระจุก อาจเนื่องจากต้นทั้ง 2 มี ยีนเด่น 3 ตัว $M_1M_1M_2_$ หรือ $M_1_M_2M_2$ ดังนั้นการผสมตัวเองจึงให้รุ่นลูกที่มีลักษณะดอกย่อยชั้นใน 2 แบบ คือ ดอกแบบฟูกลม และดอกแบบฟู อัตราส่วน 3: 1 ซึ่งมีความเป็นไปได้เท่ากับ 0.5-0.7 และ 0.7-0.8 (ตาราง 6 ภาคผนวก ข)

การผสมตัวเองของดอกดาวเรืองลูกผสมรุ่นที่ 1 ของศุภนารี (ติดต่อส่วนตัว) แบบดอกชั้นเดียว จากคู่ผสม 005 009 และ 010 ได้ดาวเรืองลูกผสมรุ่นที่ 2 ที่มีความแตกต่างกัน คือ ดาวเรืองรุ่นที่ 2 จากคู่ผสม 010 มีลักษณะดอกชั้นเดียวทั้งหมด แต่ดาวเรืองลูกผสมรุ่นที่ 2 จากคู่ผสม 005 และ 009 นอกจากพบลักษณะดอกชั้นเดียว ยังพบดอกที่มีเฉพาะดอกย่อยชั้นใน และดอกเกสรเพศผู้เป็นหมันที่ไม่มีกลีบดอกด้วย ความแตกต่างนี้อาจเกิดจาก ดาวเรืองลูกผสมรุ่นที่ 1 จากคู่ผสม 005 และ 009 มียีนแฝงของลักษณะไม่มีดอกย่อยชั้นนอก และเกสรเพศผู้เป็นหมันที่ไม่มีกลีบดอก ดังนั้นเมื่อทำการผสมตัวเองจึงได้รุ่นลูกที่มีลักษณะไม่มีดอกย่อยชั้นนอก (มีเฉพาะดอกย่อยชั้นใน) และดอกเกสรเพศผู้เป็นหมันที่ไม่มีกลีบดอก ส่วนดาวเรืองลูกผสมรุ่นที่ 1 จากคู่ผสม 010 มียีนควบคุมลักษณะทั้งสองอยู่ในสภาพยีนเด่นแท้ (homozygous dominance) จึงไม่พบลักษณะดอกทั้งสองแบบในดาวเรืองลูกผสมรุ่นที่ 2 จากคู่ผสม 010

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5.2 ลักษณะเกสรเพศผู้เป็นหมันของดาวเรือง

5.2.1 ลักษณะเกสรเพศผู้เป็นหมันที่ไม่มีกลีบดอก

ภาพ 5.3 ลักษณะของดอกเกสรเพศผู้เป็นหมันที่ไม่มีกลีบดอกของดาวเรือง

ลักษณะเกสรเพศผู้เป็นหมันที่ไม่มีกลีบดอกของดาวเรือง คือ ดอกดาวเรืองที่มีเฉพาะส่วนกลีบเลี้ยง และเกสรเพศเมีย ไม่มีส่วนกลีบดอก และเกสรเพศผู้ (ภาพ 5.3) ความผิดปกติที่เกิดขึ้นอาจเกี่ยวข้องกับ ABC model ซึ่งอธิบายเกี่ยวกับการพัฒนาส่วนประกอบของดอก (กลีบเลี้ยง กลีบดอก เกสรเพศผู้ และเกสรเพศเมีย) ที่อยู่บริเวณตำแหน่งเฉพาะเจาะจงบนดอกพืช โดยยีนกลุ่ม A ควบคุมวงกลีบเลี้ยง และกลีบดอก ยีนกลุ่ม B ควบคุมวงกลีบดอก และเกสรเพศผู้ ส่วนยีนกลุ่ม C ควบคุมวงเกสรเพศผู้ และเกสรเพศเมีย (Coen and Meyerowitz, 1991; Brendan *et al*., 1999) การไม่ทำงานของยีน *PI* หรือ *AP3* ซึ่งเป็นยีนกลุ่ม B ใน *Arabidopsis* เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างดอก คือ ส่วนของกลีบดอก และเกสรเพศผู้ ถูกแทนที่ด้วยส่วนของกลีบเลี้ยง และเกสรเพศเมียตามลำดับ (Bowman *et al*., 1989; Poupin *et al*., 2007) การศึกษาในพิทูเนียพบ ยีน *FBP1* มีการแสดงออกในส่วนกลีบดอกโดยเปลี่ยนเป็น sepaloid petals และส่วนเกสรเพศผู้เปลี่ยนเป็นเกสรเพศเมีย และพบว่า ยีน *FBP1* ของพิทูเนียเหมือนกับยีน *GLO* ของ *Anthirrinum* อย่างมาก (Angenent *et al*., 1992; Angenent *et al*., 1993; Tsuchimoto *et al*., 2000) การศึกษาในเยอร์บีร่าพบยีนกลุ่ม B คือ ยีน *GGLO1* และ *GDEF2* ทำให้ส่วนกลีบดอกเปลี่ยนเป็นโครงสร้างคล้ายเส้นขนของกลีบเลี้ยง และส่วนเกสรเพศผู้เปลี่ยนเป็นส่วนที่คล้ายเกสรเพศเมีย (Yu *et al*., 1999) ลักษณะเกสรเพศผู้เป็นหมันที่ไม่มีกลีบดอกของดาวเรือง อาจเกิดความผิดปกติของยีนกลุ่ม A B และ C ที่ควบคุมเอกลักษณ์ และส่วนประกอบของดอก โดยเฉพาะยีนกลุ่ม B และ C มีความจำเป็นอย่างมากต่อการรักษาเอกลักษณ์ของวงเกสรเพศผู้ (Ma, 2005) ซึ่งอาจเป็นสาเหตุให้เกิดลักษณะเกสรเพศผู้เป็นหมันในพืชได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อทำการศึกษาโดยนำดาวเรืองที่มีลักษณะเกสรเพศผู้เป็นหมันที่ไม่มีกลีบดอกผสมกลับกับพ่อพันธุ์ที่มีลักษณะดอกแบบฟูกลมที่เป็นพันธุ์แท้ ไม่พบลักษณะเกสรเพศผู้เป็นหมันที่ไม่มีกลีบดอก ซึ่งอาจเกิดจากการข่มของลักษณะฟูกลมของพ่อพันธุ์ และการผสมระหว่างดอกแบบเกสรเพศผู้เป็นหมันที่ไม่มีกลีบดอกกับพี่น้อง คาดการณ์ได้ว่าลักษณะเกสรเพศผู้เป็นหมันถูกควบคุมด้วยยีนด้อย 1 คู่ ที่แสดงการข่มแบบสมบูรณ์ เช่น อาจกำหนดให้ยีน Ms ควบคุมลักษณะเกสรเพศผู้เป็นหมันที่ไม่มีกลีบดอก และพบลักษณะเกสรเพศผู้เป็นหมันที่ไม่มีกลีบดอกเมื่อยีนอยู่สภาพด้อยทั้งคู่ คือ msms ดังนั้นการผสมตัวเองของดอกแบบปกติ (Msms) ได้รุ่นลูกที่มีมีลักษณะปกติ และเกสรเพศผู้เป็นหมันที่ไม่มีกลีบดอก อัตราส่วน 3: 1 จากการผสมตัวเองของดาวเรืองรุ่นที่ 1 ได้ดาวเรืองรุ่นที่ 2 พบลักษณะเกสรเพศผู้เป็นหมันที่ไม่มีกลีบดอกจาก 2 คู่ผสม คือ คู่ผสม 009 และ 015 ซึ่งมีความเป็นไปได้อยู่ในเกณฑ์ที่น้อย คือ 0.1–0.2 และ 0.5–0.7 (ตาราง 7 ภาคผนวก ข) อาจเนื่องจากประชากรดาวเรืองรุ่นที่ 2 มีจำนวนต้นน้อย เพราะเก็บเมล็ดพันธุ์ไว้นาน การวิเคราะห์ผลทางสถิติจึงเกิดความความผิดพลาดได้ง่าย แต่จากการผสมตัวเองของดาวเรืองรุ่นที่ 2 พบว่ารุ่นที่ 3 จากต้นที่ 015-17 015-50 และ 015-65 มีความเป็นไปได้อยู่ในเกณฑ์น่าเชื่อถือ คือ 0.7-0.8 0.7-0.8 และ 1.0 (ตาราง 8 ภาคผนวก ข) และการผสมตัวเองของดาวเรืองรุ่นที่ 3 ดอกแบบปกติจากคู่ผสม 15-12 × 15-32 ดาวเรืองรุ่นที่ 4 ที่ได้จากต้นที่ 1 2 และ 4 พบว่ามีความเป็นไปได้อยู่ในเกณฑ์น่าเชื่อถือมาก ซึ่งมีความเป็นไปได้เท่ากับ 0.8–0.9 1.0 และ 0.9–0.95 ตามลำดับ (ตาราง 9 ภาคผนวก ข)

5.2.2 ลักษณะดอกเกสรเพศผู้เป็นหมันที่ตอบสนองต่ออุณหภูมิ

ลักษณะดอกเกสรเพศผู้เป็นหมันที่ตอบสนองต่ออุณหภูมิของดาวเรืองพบครั้งแรกในประชากรดาวเรืองรุ่นที่ 2 ซึ่งผ่านการผสมตัวเองของรุ่นที่ 1 จากคู่ผสม 011 และ 015 ที่ปลูกช่วงฤดูร้อน (ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์–พฤษภาคม ปี 2549) ที่มีอุณหภูมิสูง โดยเฉพาะเดือนเมษายนมีอุณหภูมิเฉลี่ยทั้งเดือนเท่ากับ 34.7 °ซ แต่ในระหว่างวันที่ 16-20 เมษายน เกิดฝนตกติดต่อกันหลายวันทำให้อุณหภูมิลดลง สังเกตพบว่า ดาวเรืองรุ่นที่ 2 ดอกแบบฟูกลมตอบสนองต่ออุณหภูมิต่ำ โดยเปลี่ยนเป็นดอกเกสรเพศผู้เป็นหมันที่มีเฉพาะดอกย่อยชั้นนอก และสามารถเปลี่ยนเป็นดอกแบบฟูกลมเมื่อได้รับอุณหภูมิสูงภายหลัง จำนวน 4 ต้น คือ ต้นที่ 015-15 015-17 015-50 และ 015-65 ตามลำดับ คลุมดอกดาวเรืองทั้ง 4 ต้น เพื่อบังคับให้ดอกดาวเรืองเกิดผสมตัวเอง ได้ดาวเรืองรุ่นที่ 3 ที่ใช้ในการศึกษาการถ่ายทอดลักษณะดอกดาวเรืองที่ตอบสนองต่ออุณหภูมิ จากการปลูกดาวเรืองรุ่นที่ 3 ช่วงฤดูหนาว เพื่อทดสอบการตอบสนองต่ออุณหภูมิของดาวเรือง พบว่าดาวเรืองรุ่นที่ 3 จากต้นที่ 015-17 และ 015-65 มีลักษณะดอกที่ตอบสนองต่ออุณหภูมิ จำนวน 5 และ 3 ต้นตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โดยดอกดาวเรืองแบบฟูกลมที่ตอบสนองต่ออุณหภูมิเปลี่ยนเป็นดอกที่มีเฉพาะดอกย่อยชั้นนอกที่มีเกสรเพศผู้เป็นหมัน จากการศึกษาในเยอร์บีร่าโดย Laitinen *et al.* (2006) พบว่าดอกย่อยชั้นในและดอกย่อยชั้นนอก มีจุดกำเนิด และพัฒนาการเหมือนกันจนกระทั่งถึงระยะที่ 5 ที่พบความแตกต่าง โดยการพัฒนาส่วนเกสรเพศผู้ของดอกย่อยชั้นนอกเกิดช้า และล้าหลังกว่าดอกย่อยชั้นใน แสดงว่าอุณหภูมิต่ำอาจยับยั้งพัฒนาการของดอกย่อยชั้นในของดาวเรืองที่มีการพัฒนาแล้ว ซึ่งอาจเกิดจากผลของอุณหภูมิต่อการทำงานของเอนไซม์ ซึ่งเอนไซม์อาจมีกิจกรรมมากน้อยขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ คือ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น พลังงานจลน์ (kinetic energy) ของโมเลกุลเพิ่มขึ้นทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาสูงขึ้น (ดนัย, 2544) การที่ต้นดาวเรืองได้รับอุณหภูมิต่ำมีผลทำให้กิจกรรมของเอนไซม์ลดลง ซึ่งเอนไซม์เหล่านี้อาจเกี่ยวข้องกับการแสดงออกของ MADS box gene ที่ควบคุม ABC model จึงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงจากดอกย่อยชั้นในเป็นดอกย่อยชั้นนอก จากการศึกษาของ Laitinen *et al*. (2006) โดยการศึกษาในเยอร์บีร่า พบว่าที่ระยะการพัฒนาดอกย่อยตอนต้น ในระยะที่ 3 5 และ 6 มีการแสดงออกของยีนที่แตกต่างกันในดอกย่อยชั้นนอก และดอกย่อยชั้นใน จำนวน 29 227 และ 2264 ยีนตามลำดับ การแสดงออกของยีนเหล่านี้เกี่ยวข้องกับ MADS box gene เช่นยีน *GAGA1 GRCD1* และ *GRCD2* เป็นต้น

5.2.3 การศึกษาลักษณะทางกายวิภาควิทยาของดาวเรืองที่ตอบสนองต่ออุณหภูมิ

การศึกษาลักษณะทางกายวิภาค และพัฒนาการของดอกย่อยชั้นในของดาวเรือง โดยศึกษาจากเนื้อเยื่อดอกดาวเรืองที่ตัดตามขวาง ตามวิธีการศึกษาเนื้อเยื่อแบบ paraffin embedding ของ Johansen (1940) และ Sass (1966) ช่อดอกดาวเรืองที่ใช้ศึกษาควรมีขนาด 0.71–1.00 ซม. เนื่องจากภายในช่อดอกประกอบด้วยดอกย่อยชั้นในที่มีพัฒนาการหลายระยะ สามารถสังเกตพัฒนาการของการสร้างส่วนเกสรเพศผู้ได้หลายระยะ จากดอกย่อยชั้นในชั้นต่างๆ

การได้รับอุณหภูมิต่ำ 20 °ซ นาน 5 วัน ทำให้ดอกย่อยชั้นในมีการสร้างส่วนสืบพันธุ์เพศผู้ที่ผิดปกติ อับเรณูมีโครงสร้างที่ไม่สมดุล หรือมีอับเรณูไม่ครบ 5 อัน หรือไม่มีการสร้างอับเรณู เนื่องจากเกิดการเจริญที่ผิดปกติของเนื้อเยื่อผนังอับเรณู ภายในอับเรณูที่เจริญผิดปกติมีการสร้างละอองเรณูลดลง หรือไม่มีการสร้างละอองเรณู เนื่องจากเนื้อเยื่อผนังเรณูที่เจริญผิดปกติเจริญเข้าไปภายในช่องอับเรณูซึ่งเป็นบริเวณที่สร้างละอองเรณู จากการศึกษาของ Mamum *et al.* (2006) ที่ศึกษาผลของอุณหภูมิต่ำต่อการพัฒนาส่วนสืบพันธุ์เพศผู้ของข้าวพันธุ์ Doongara พบว่าเมื่อได้รับอุณหภูมิต่ำ (22/12 °ซ) นาน 4 วัน ทำให้การสร้างผนังเรณูลดลง เกิดแวคิวโอลที่ผิดปกติ เกิดการขยายตัวผิดปกติของทาพีตัม ทำให้ผนังเซลล์แตก และผิดสัดส่วน นอกจากนั้นยังพบว่าที่ระยะ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ไดแอด และเตทแตรด แคลโรสที่สะสมระหว่างเซลล์ลดลงอย่างมาก และพบว่าอุณหภูมิต่ำยับยั้งการแสดงออกของยีน OsMST8 ที่ชั้นอับเรณู และมัดท่อลำเลียง สอดคล้องกับการศึกษาของ Oliver *et al*. (2005) ที่พบยีน OSINV4 ในข้าวที่มีความเฉพาะเจาะจงกับเซลล์ทาพีตัม และมีการทำงานลดลงเมื่อได้รับอุณหภูมิต่ำ ทำให้ขัดขวางการสร้างน้ำตาล hexose และการสร้างแป้งที่ละอองเรณู การทำงานที่ลดลงของยีน OSINV4 และ OsMST8 ขัดขวางการส่งน้ำตาลไปยังทาพีตัมและละอองเรณูที่ระยะสำคัญต่อการพัฒนาเรณู จึงทำให้เกสรเพศผู้เป็นหมัน และมีการสะสมแป้งที่พลาสทิดของผนังเรณู (Mamum *et al*., 2006)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved