

# 7

## การปรับปรุงพันธุ์

การปรับปรุงพันธุ์เบญจมาศแบ่งออกได้เป็น 2 วิธีการใหญ่ ๆ คือ

1. การปรับปรุงพันธุ์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของยีน ได้แก่
  - 1.1 การคัดเลือกพันธุ์จากพันธุ์ที่มีอยู่ โดยการปลูกคัดเลือกให้เข้ากับสภาพของแหล่งปลูกหนึ่ง ๆ
  - 1.2 การนำพันธุ์ใหม่ ๆ เข้ามายังต่างประเทศ
2. การปรับปรุงพันธุ์ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของยีน ได้แก่
  - 2.1 การผสมพันธุ์
  - 2.2 การกระตุ้นให้เกิดการกลายพันธุ์

นักปรับปรุงพันธุ์จะต้องทราบถึงความต้องการของผู้ปลูก โดยเฉพาะผู้ที่ทำเป็นการค้าและความต้องการของผู้ซื้อ รวมทั้งผู้ที่ปลูกประดับตามบ้าน และต้องสนใจที่จะผลิตหัวรูปร่างของดอก และสีต่าง ๆ ที่แปลงต่ออีกไป ในช่วงกลาง ๆ ค.ศ. 1940 เมื่อเริ่มเกิดการปลูกเบญจมาศตลอดปีขึ้นนั้น จุดประสงค์ของการปรับปรุงพันธุ์คือความต้องการสายพันธุ์เป็นจำนวนมาก เพื่อให้สอดคล้องกับวิธีการปลูกแผนใหม่ โดยต้องการสายพันธุ์ที่สามารถใช้ปลูก ได้นานกว่าฤดูการนานพอต่อตามธรรมชาติ และเน้นความสำคัญของการผลิตกิ่งชำที่ดี โดยขยายพันธุ์ได้ง่ายและมีการเกิดติดอกที่สม่ำเสมอ เนื่องจากว่าเบญจมาศที่ปลูกเป็นไม้ตัดดอกนั้นมีความต้องการสภาพแวดล้อมเฉพาะตัว ดังนั้นจึงต้องมีการคัดเลือกเพื่อให้เหมาะสมกับสภาพปลูกเป็นแหล่ง ๆ ไป

พันธุ์ใหม่จะต้องเป็นพันธุ์ที่ได้รับการยอมรับของผู้ที่อยู่ในวงการผลิต ได้แก่ ผู้ขยายพันธุ์ ผู้ปลูก และผู้ซื้อ

### ลักษณะที่ดีที่เป็นเป้าหมายของการปรับปรุงพันธุ์ (Ideotype)

Langton และ Cockshull (1976) เสนอว่าเบญจมาศที่ผ่านการปรับปรุงพันธุ์แล้วควรจะมีลักษณะใกล้เคียงที่สุดในลักษณะต่าง ๆ ดังต่อไปนี้.-

1. มีสภาพการข่มตาข้างที่ดีในระหว่างที่มีการเจริญทาง Vegetative
2. ควรจะเริ่มเกิดการเกิดตัดอก เมื่อได้รับวันสั้นและควรเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ
3. มีจำนวนใบภายในภายใต้สภาพวันยาวสูง จะทำให้การเกิดตัดอกภายในวันยาวช้า ซึ่งจะช่วยไม่ให้เกิดตัดอกบนต้นแม่พันธุ์
4. มีอัตราการเกิดใบที่รวดเร็วภายในวันยาว
5. มีปล้องยาวและมีอัตราการเจริญของปล้องที่รวดเร็วในวันสั้น
6. มีการพัฒนาของตัดอกอย่างรวดเร็วภายในวันสั้น
7. มีอัตราการเจริญของก้านช่อปานกลางภายในวันสั้น
8. ควรเป็นเบญจมาศที่อยู่ในกลุ่มของ “Thermozero” temperature response คือยังคงบานดอกได้ตามปกติหรือช้าหรือเร็วน้อยที่สุด เมื่ออุณหภูมิสูงหรือต่ำกว่า  $15.6^{\circ}\text{C}$
9. สามารถรากได้เร็วและสามารถเก็บกิ่งที่จะนำมาทำในห้องเย็นได้อย่างน้อย 10 วัน
10. มีก้านช่อที่แข็งแรงและมีลักษณะที่ดูดีได้อย่างพอเพียง
11. มีใบใหญ่แผ่นกว้างกับขนาดก้านช่อที่ขนาดกับพื้น
12. ดอกมีสีม่วง ซึ่งสามารถที่จะเกิดการกลাযพันธุ์ไปเป็นสีต่างๆ ได้
13. มีการแข่งขันในเรื่องพื้นที่เพื่อการอุดตอกที่ค่อนข้างต่ำ

ส่วนลักษณะของดอกที่เป็นที่ต้องการในฤดูหนาวนั้นก็คล้ายคลึงกัน แต่ควรจะเกิดตัดอกอย่างสม่ำเสมอและรวดเร็วได้ในกลางคืนที่มีอุณหภูมิระหว่าง  $10 - 13^{\circ}\text{C}$  และใบรวมมีขนาดปานกลางจนถึงเล็กเพื่อลดการแข่งขันกัน

### การปรับปรุงพันธุ์โดยวิธีการคัดเลือกจากพันธุ์ที่มีอยู่ และการนำพันธุ์ใหม่เข้ามาจากต่างประเทศ

เป็นวิธีการปรับปรุงพันธุ์ที่ให้ผลรวดเร็ว และได้ผลในระดับหนึ่ง จุดประสงค์ที่สำคัญของการคัดเลือกพันธุ์ ก็เพื่อเสาะหาสายพันธุ์ที่มีลักษณะตามที่ต้องการ และเหมาะสมต่อสภาพแวดล้อมที่ใช้ปลูกโดยต้องศึกษาลักษณะประจำพันธุ์ให้ดีก่อนแล้ว และการตอบสนองต่อช่วงแสงและอุณหภูมิในแต่ละเดือนในรอบปีในแหล่งปลูกนั้น การนำสายพันธุ์ที่คัดเลือกไว้สำหรับแหล่งปลูกหนึ่งไปยังแหล่งปลูกใหม่ก็จะต้องศึกษาการตอบสนองของสายพันธุ์ดังกล่าวต่อสภาพแวดล้อมใหม่ด้วยเช่นกัน และจะต้องศึกษาถึงการตอบสนองของสายพันธุ์ต่าง ๆ ที่จะนำไปใช้กับระบบการผลิตภายในภาวะการควบคุมความสัมภានของวัน โดยการเปิดไฟหรือการใช้ผ้าหรือพลาสติกสีดำคลุมต้น เพราะสภาพแวดล้อมจะต่างจากการปลูกโดยไม่ได้มีการควบคุมปัจจัยดังกล่าว และก็จะยังเป็นข้อมูลเฉพาะตัวสำหรับแหล่งปลูกหนึ่ง ๆ ในกรณีที่ไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิของแหล่งปลูกให้ใกล้เคียงกันได้

การนำพันธุ์เข้ามายังต่างประเทศ ควรให้ความระมัดระวังเกี่ยวกับการนำโรคแมลงชนิดใหม่เข้ามายังแหล่งปลูก ซึ่งอาจจะทำความเสียหายให้เกิดขึ้นได้อย่างมาก

## การปรับปรุงพันธุ์โดยการผสมพันธุ์

เบญจมาศที่ใช้ปลูกตัดดอกทั่วไปจัดอยู่ใน species *morifolium* แต่มี species อื่นๆ อีกหลาย species ที่ได้ถูกนำมาผสมพันธุ์ ดังนั้นสายพันธุ์ (Varieties) ที่ได้ใหม่จึงมีต้นกำเนิดที่สลับซ้อน

การผสมพันธุ์เป็นการขยายพันธุ์แบบใช้เพศ โดยที่ genotype ใหม่ที่เกิดขึ้นเกิดจากการรวมตัวกันของยีนจากพ่อและแม่ ในบรรดา genotype ใหม่ที่เกิดขึ้นนั้นในบางครั้งลักษณะใหม่จะถูกบดบังไว้เนื่องจากอยู่ในสภาพของยีนด้อย ซึ่งสามารถที่จะแสดงออกได้โดยการผสมพันธุ์กับสายพันธุ์ที่ต่างออกไป

เบญจมาศที่ปลูกเป็นการค้าส่วนใหญ่มีจำนวนโครโมโซมประมาณ 54 แท่ง และเป็น hexaploid โดยมีจำนวนโครโมโซมพื้นฐาน = 9 แต่อย่างไรก็ตามจำนวนโครโมโซมแปรผันได้ตั้งแต่น้อยกว่า 45 จนถึงมากกว่า 100 เนื่องจากว่าเบญจมาศที่ปลูกเป็นการค้านี้ไม่ได้มีชุดของโครโมโซมเป็น diploid ดังนั้น การถ่ายทอดพันธุกรรมจึงไม่เป็นไปตามกฎของเมนเดล จึงไม่มีกฎเกณฑ์ของการถ่ายทอดพันธุกรรมที่ตายตัว ลักษณะที่สำคัญต่างๆ คาดว่าถูกควบคุมโดยชุดของยีน ดังนั้นจึงยากที่จะทำนายถึงการแสดงออกของลูกผสม เช่น จากการผสมระหว่างสีชมพูกับสีชมพู ถึงแม้ว่าลูกที่ได้จะมีสีชมพูเป็นส่วนใหญ่แต่ยังได้สีขาว เหลือง น้ำตาลแดง และสีแดง นอกจากนี้แล้วก็ยังทำให้การตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไป พบว่าการผสมพันธุ์ของเบญจมาศที่มี response group 10 อาทิตย์ จะให้ลูกที่มี response group ต่างๆ ถึงแม้ว่าจะให้ค่าเฉลี่ยใกล้กับ 10 อาทิตย์ก็ตาม

ที่ยอดของเบญจมาศนั้นจะมีชั้นของกลุ่มเซลล์อยู่ 3 ชั้น ชั้นที่อยู่นอกสุด (LI) มีบทบาทในการสร้างชั้น Epidermis เป็นชั้นที่มีความหนาของเซลล์เพียงชั้นเดียว ชั้นถัดเข้ามา (LII) จะเริ่มไปเป็น cortex และชั้นถัดเข้ามาซึ่งเป็นชั้นในสุด (LIII) จะเริ่มเป็น central core Scopes และ Langton (1976) รายงานว่าการสร้าง pollen และ egg จะเกิดจากเซลล์ในชั้น (LII) ดังนั้นถ้าหากว่ามีการเกิดการกลายพันธุ์ขึ้นในชั้นของ (LII) ก็จะทำให้ได้ gamete ที่มีพันธุกรรมที่ต่างไปจากพันธุ์เดิม เช่นในพันธุ์ Yellow Snowdon ซึ่งเป็น mutant ของ White Snowdon นั้นเป็น periclinal chimera โดยชั้น LI มีสีเหลือง และชั้น LII มีสีขาว ดังนั้นในการถ่ายทอดพันธุกรรมนั้น gamete ก็จะถ่ายทอดพันธุกรรมของสีขาว

ความสำเร็จที่จะได้จากการผสมพันธุ์นั้นจะต้องศึกษาลูกผสมที่ได้อย่างใกล้ชิด และจะต้องทำการทดสอบลูกผสมที่ได้ถึงการตอบสนองในด้านต่างๆ นอกจากนี้แล้วยังมีปัญหาของ Incompatibility อันเนื่องมาจากความแตกต่างกันระหว่างระดับชุดของโครโมโซม หรือพื้นฐานทางพันธุกรรมที่ค่อนข้าง

ໜັງສອນເພື່ອທີ່ຈະສ້າງພັນຮູ້ໃໝ່ ຈຶ່ນມານັ້ນຈຳເປັນທີ່ຈະຕັ້ງທໍາຫລາຍຮ້ອຍຄູ່ຜສນແລະທໍາກາຣທດສອນລູກຜສນເປັນຈຳນວນພັນ ຕັ້ນ ເພື່ອທີ່ຈະຄັດຕັ້ນທີ່ຕັ້ງກາຣໄວ້ຕ້ອໄປ

### ກາຣປະເມີນຜລູກຜສນທີ່ໄດ້

ຈາກກາຣໃຊ້ເທິນີກຄາຣຄວນຄຸມຄວນສັ້ນຍາວຂອງແສງທຳໃຫ້ສາມາຣທີ່ຈະສຶກຍາກເຈີ້ມູຂອງລູກຜສນໄດ້ຕລອດເວລາໃນແຕ່ລະໜ່ວງຂອງປົດມາວັດຖຸປະສົງທີ່ຕັ້ງໄວ້ ເຊັ່ນ ຕັ້ນທີ່ສາມາຣທນຮັບໃນຖຽວັນ ໄລໆ ໂດຍທໍາກາຣປລູກລູກຜສນແບນ Single stem ຮະຍະ  $15 \times 15$  ຊ.ມ. ແລ້ວຄັດຕັ້ນທີ່ໄມ່ຕັ້ງກາຣທັງ ຜົ່ງເປັນຮະຍະທີ່ມີຄວນສຳຄັງໂດຍອາສີກາຣຕັດສິນໃຈທີ່ຄູກຕັ້ງ ແລະເພື່ອລົດປຣິມາຜຕັ້ນລົງໄຫ້ຢູ່ໃນຈຳນວນທີ່ເໝາະສົນທີ່ຈະສາມາຣທໍາກາຣໄດ້ຍ່າງນີ້ປະສິທິກາພ ຕັ້ນທີ່ກັດເລືອກໄວ້ສາມາຣທີ່ຈະນຳກັນໄປຜສນກັນຕັ້ນພ່ອຫຼື ຕັ້ນແມ່(Back cross) ເພື່ອເພີ່ມລັກຍະນະທີ່ຕັ້ງກາຣນຳກັນຕັ້ນພ່ອຫຼື

### ລັກຍະທາງກາຍກາພຂອງດອກເບຍຸນາຄ

ກາຣຜສນພັນຮູ້ເບຍຸນາຄໄນ່ວ່າຈະເປັນກາຣຜສນຕົວເອງຫຼືກາຣຜສນໜ້ານ ກີ່ຈົງເປັນໄປເໜັ້ນເດີຍກັນກັນກາຣປົງປັດຕົວພື້ນໜ້ານໜ້ານ ໄປ ອີ່ຕັ້ງສຶກຍາລັກຍະນະທີ່ເປັນສ່ວນປະກອບຂອງດອກທັງກາຍນອກແລະກາຍໃນ ລວມເຖິງກາຣສຶກຍາວິຊີກາຣຄວນຄຸມກາຣຜສນເກສຣ

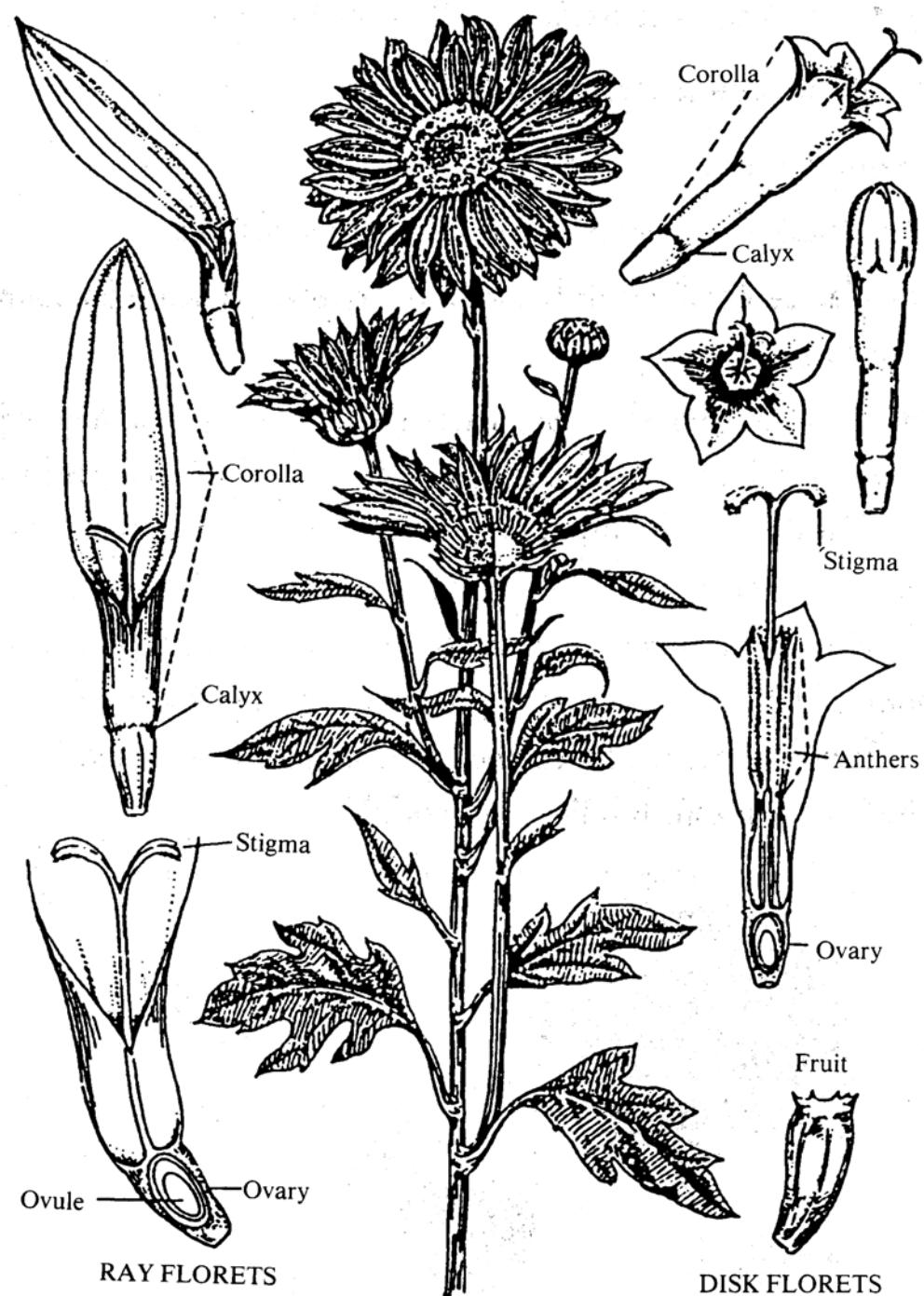
ເບຍຸນາຄອູ້ຢູ່ໃນ Family Compositae ດອກເບຍຸນາຄເປັນໜີດຂອງດອກທີ່ເຮີຍກວ່າ Inflorescence ຜົ່ງແຕ່ລະ Inflorescence ປະກອບດ້ວຍດອກຍ່ອຍ (floret) 2 ຊົນດ

1. ດອກເພີເມີຍ (Ray florets) ເປັນດອກຍ່ອຍທີ່ອູ່ຫັ້ນນອກ ຂອງຫຼານຮອງດອກ ຫັ້ນນີ້ຈະເປັນຫັ້ນທີ່ອູ່ດັດເຂົ້າມາຈາກ Involucre bracts ຈຳນວນຫັ້ນຂອງດອກເພີເມີຍຈະຂຶ້ນອູ່ກັນໜີດຂອງດອກກວ່າເປັນດອກຫັ້ນເດີຍ (Single) ກິ່ງຫັ້ນ (Semidouble) ຫັ້ນ (Double) ຜົ່ງແຕ່ລະໜີດກີ່ແບ່ງຍ່ອຍອອກເປັນອີກຫລາຍປະເກດ

2. ດອກສົມນູຮົນເພີ (Disc florets) ເປັນດອກຍ່ອຍທີ່ອູ່ດັດຈາກ Ray florets ເຂົ້າມາກຮອບຄລຸນພື້ນທີ່ສ່ວນກາລາງຂອງຫຼານຮອງດອກ ສ່ວນຈຳນວນຫັ້ນຂອງ Disc florets ນີ້ຈະສັນພັນຮູ້ກັນຈຳນວນຂອງດອກເພີເມີຍ ເຊັ່ນໃນດອກໜີດທີ່ເປັນດອກຫັ້ນເດີຍ (Single) ຜົ່ງຈະມີຫັ້ນຂອງ Ray florets ໄດ້ຕັ້ງແຕ່ 2-5 ຫັ້ນນັ້ນ ພື້ນທີ່ສ່ວນໃຫ້ຢູ່ຂອງຫຼານຮອງດອກກີ່ຈະຄູກຄລຸນໄປດ້ວຍ Disc florets ສ່ວນໃນດອກຫັ້ນນັ້ນ ກີ່ຈະມີ Disc florets ເປັນຈຳນວນນ້ອຍມາກ ເນື່ອເປົ້າຍນເທິບກັນຈຳນວນ Ray florets ທີ່ມີອູ່

ລັກຍະທາງກາຍກາພຂອງດອກເບຍຸນາຄແສດງໃນຮູບທີ່ 17

รูปที่ 17 แสดงลักษณะทางกายภาพของดอกเบญจมาศ



ເບຍຸນາຄຈັດເປັນພື້ນສົມບ້ານ ເນື່ອຈາກໃນ Disc florets ນັ້ນເມື່ອ anther ຜຶ່ງຖຸກຫອ່ທຸນໄວ້ ດ້ວຍກລືບດອກຊຶ່ງເຊື່ອມຕິດຕ່ອກນັ້ນແຕກ pollen ກົຈະຖຸກ Stigma ດັນອອກນາກຍານອກເມື່ອດອກບານ ຜຶ່ງຈະ ຖຸກນຳໄປສົມກັບດອກຂອງຕົນອື່ນໂດຍລມຮູ້ອ່ານຸ່ມລົງຕ່ອໄປແລະເບຍຸນາຄຈຳນວນນາກສາຍພັນຖຸຍັງເປັນ Self-incompatibility ອີກດ້ວຍ (Zagorski; Ascher and Widmer 1983)

### ກາຣຜົມຂ້າມພັນຖຸແລະກາຣຜົມຕ້ວອງ

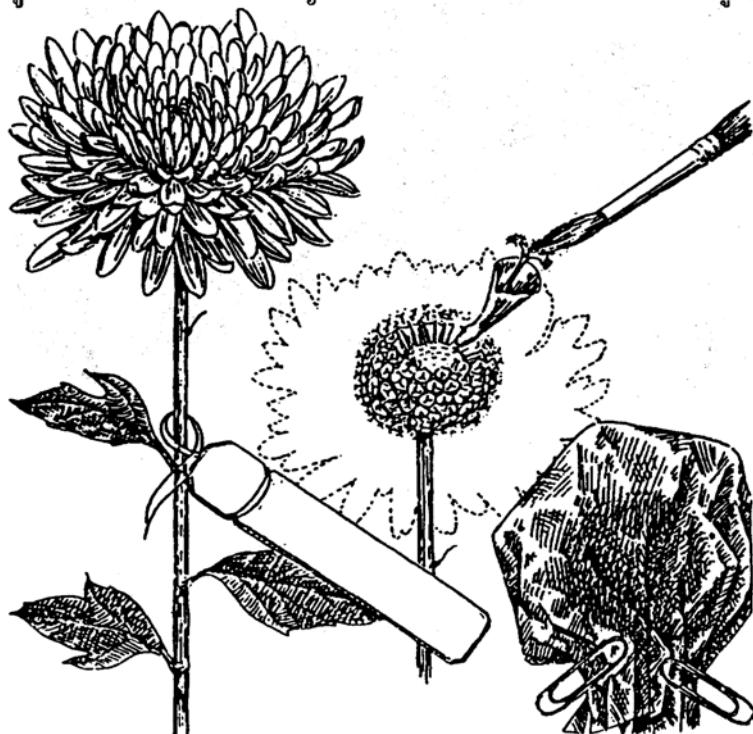
#### 1. ກາຣຜົມຂ້າມພັນຖຸ

##### 1.1 ກາຣເຕີຣີມດອກ (*inflorescence*) ທີ່ຈະໃໝ່ເປັນດອກຕ້ວເມື່ຍ

ດອກທີ່ຈະໃໝ່ຈະຕ້ອງມັນໃຈວ່າໄມ້ໄດ້ຖຸກຜົມພັນຖຸນຳກ່ອນ ດັ່ງນັ້ນຈຶ່ງຕ້ອງເລືອກດອກທີ່ຢັ້ງຕຸມແລະ Disc florets ຈະຕ້ອງຍັງໄຟ່ນານ

ດອກໜີດດອກຊ້ອນ ເນື່ອຈາກວ່າ Stigma ຂອງ Ray florets ມີນາດສັ້ນແລະອູ່ຕຽບນົມວິເລັດ ສ່ວນໂຄນຂອງກລືບດອກ ແລະແຕ່ລະ Ray florets ຍັງອູ່ຈີດຕິດກັນນຳກຳ ຈຶ່ງທຳໄຫ້ຍາກແກ່ກາຣທຳກາຣຜົມພັນຖຸ ວິທີກາຣທີ່ໄດ້ມີກາຣປົງປັນຕິມາຄືອ ກາຣໃໝ່ມີໂຄນທີ່ຄມຕັດກລືບດອກຂອງ Ray florets ໄທ້ສັ້ນລົງ ໂດຍທີ່ພຍາຍານ ໄທ້ອູ່ເໜືອ Stigma ເພີຍເລີກນັ້ນຍ ໂດຍທຳເຫັນນີ້ໄທ້ທີ່ຫຼັກດອກຂອງ inflorescence ໂດຍຫລັກກາຣທີ່ວ່າເມື່ອ Ray florets ມີກາຣພັດນາຕ່ອໄປ Stigma ກົຈະຍືດຍາວອກໄປ ແລະອູ່ສູງກວ່າກລືບດອກດັ່ງກ່າວ ຈຶ່ງທຳໄຫ້ ຈ່າຍຕ່ອກກາຣທຳຖຸກຜົມ (ຮູບທີ່ 18) ພລັງຈາກທີ່ຕັດ Ray florets ໄທ້ສັ້ນລົງແລ້ວກີຈະນອນເຫັນ Disc florets ທີ່ຈະມີອູ່ປະປາຍນົມວິເລັດ ຕ່າງກັນຕ່າງໆ ໃຫ້ໃຫ້ປາກຄົນປ່າຍແຫລມນາດເລີກດິງ Disc florets ດັ່ງກ່າວອກໃຫ້ໜົດ ເພື່ອປັ້ງກັນໄນ້ເໜີກາຣພັດນາຕ່ອໄປໄດ້

ຮູບທີ່ 18 ກາຣເຕີຣີມດອກເບຍຸນາຄເພື່ອໃໝ່ເປັນດອກຕ້ວເມື່ຍເພື່ອກາຣທຳຖຸກຜົມ



ในดอกนินิดดอกช้อนนั้น florets ที่อยู่ตรงกลางจะมีการพัฒนาช้ากว่า florets ที่อยู่ด้านข้างดังนั้นเมื่อตัดกลีบดอกครึ่งแรกจะมีเพียงส่วนหนึ่งของความยาวของ florets ทั้งหมดที่จะถูกตัดออกไปซึ่งส่วนที่เหลือจะเริญขึ้นมาได้อีกในตอนหลังๆ และอาจจะเริญได้สูงมากกว่า stigma และจะเป็นปัญหาในการทดสอบพันธุ์ ดังนั้นจึงต้องทำการตัดกลีบดอกของ florets ที่อยู่ตรงกลางให้สั้นลง ซึ่งอาจจะต้องทำ 2 - 3 ครั้ง หลังจากตัด florets แล้วให้ใช้ถุงกระดาษคลุมดอกไว้และทำการทดสอบพันธุ์เมื่อ stigma พร้อมที่จะรับการทดสอบ โดยสังเกตที่ปลาย Stigma จะแยกตัวออกเป็นสองแฉก เนื่องจากว่า Stigma ที่อยู่ด้านข้างจะพร้อมที่จะรับการทดสอบก่อนพากที่อยู่ด้านใน ดังนั้น ใน inflorescence หนึ่งๆ จะต้องทำการทดสอบหลายครั้ง

### ดอกนินิดดอกช้อนเดียวหรือกึ่งดอกช้อน

ดอกนินิดดังกล่าว ก็มีวิธีการปฏิบัติเช่นเดียวกับในดอกนินิดดอกช้อนในการตัด Ray florets ให้สั้นลง ซึ่งทำได้ง่ายกว่าในดอกนินิดดอกช้อนมาก และต้องใช้คีมดึงเอา Disc florets ออกให้หมด ซึ่งจะทำให้ Ray florets รุ่นเข้าหากันกลางดอก และใช้ถุงคลุมดอก เช่นเดียวกับที่ทำในดอกช้อน

### 1.2 การเตรียมดอก (inflorescence) ที่จะใช้เป็นดอกตัวผู้

ดอกที่จะใช้เป็นดอกตัวผู้ไม่ว่าจะเป็นดอกนินิด ดอกช้อนเดียว กึ่งดอกช้อน หรือดอกช้อน จะต้องเป็นดอกที่ Disc florets ยังไม่บาน เนื่องจากว่าในดอกที่บานแล้วก็จะมีแมลงมาตอม ซึ่งอาจนำเชื้อราจากดอกอื่นเข้ามาปะปนได้ดังกล่าวจะต้องคลุมไว้ด้วยถุง เช่นกันเมื่อดอกมีอายุการพัฒนามากขึ้น Disc florets ที่อยู่วงนอกสุดก็จะบานก่อนและจะบานถัดเข้าไป ดังนั้นในดอกหนึ่งๆ จึงใช้เป็นแหล่งของเชื้อราได้หลายครั้ง

### วิธีการทดสอบข้ามพันธุ์

ใช้พู่กันรวมละล่องเกสรใส่ในภาชนะเล็กๆ แล้วแต่ความเหมาะสม ควรรวมรวมละล่องเกสรดังกล่าวในตอนเช้า แล้วนำไปแตะบน Stigma เป็นๆ โดยใช้พู่กันขนาดเล็ก ถ้าหากเป็นการทดสอบพันธุ์หลายคู่ทดสอบนั้นในกรณีที่มีพู่กันเพียงอันเดียวหลังจากเสร็จการทดสอบคู่หนึ่งแล้วให้จุ่มปลายพู่กันดังกล่าวใน Absolute alcohol และเช็ดให้แห้งก่อนที่จะนำไปใช้ทดสอบพันธุ์คู่อื่นต่อไป หลังจากการทดสอบแล้วจะต้องมีป้ายเล็กๆ ห้อยไว้บันทึกคู่ทดสอบ และวันที่ทดสอบพร้อมกับจดบันทึกไว้ในสมุดบันทึกการทดสอบพันธุ์ด้วย

### 2. การทดสอบตัวเอง

ในการทดสอบตัวเองนั้นจะต้องเป็นดอกที่ยังไม่บาน ด้วยเหตุผลเดียวกับที่ได้กล่าวมาข้างต้นแล้ว และต้องใช้ถุงคลุมไว้เพื่อป้องกันการทดสอบข้าม และต้องอยู่สังเกตถึงการบานดอกของดอก ซึ่งในดอกนินิดดอกช้อนจะสังเกตได้ยากกว่าในดอกช้อนเดียว หรือกึ่งดอกช้อนมาก การใช้พู่กันขนาดเล็กช่วยทดสอบเกสรจะช่วยทำให้การทดสอบตัวเองเป็นไปได้ดีขึ้น

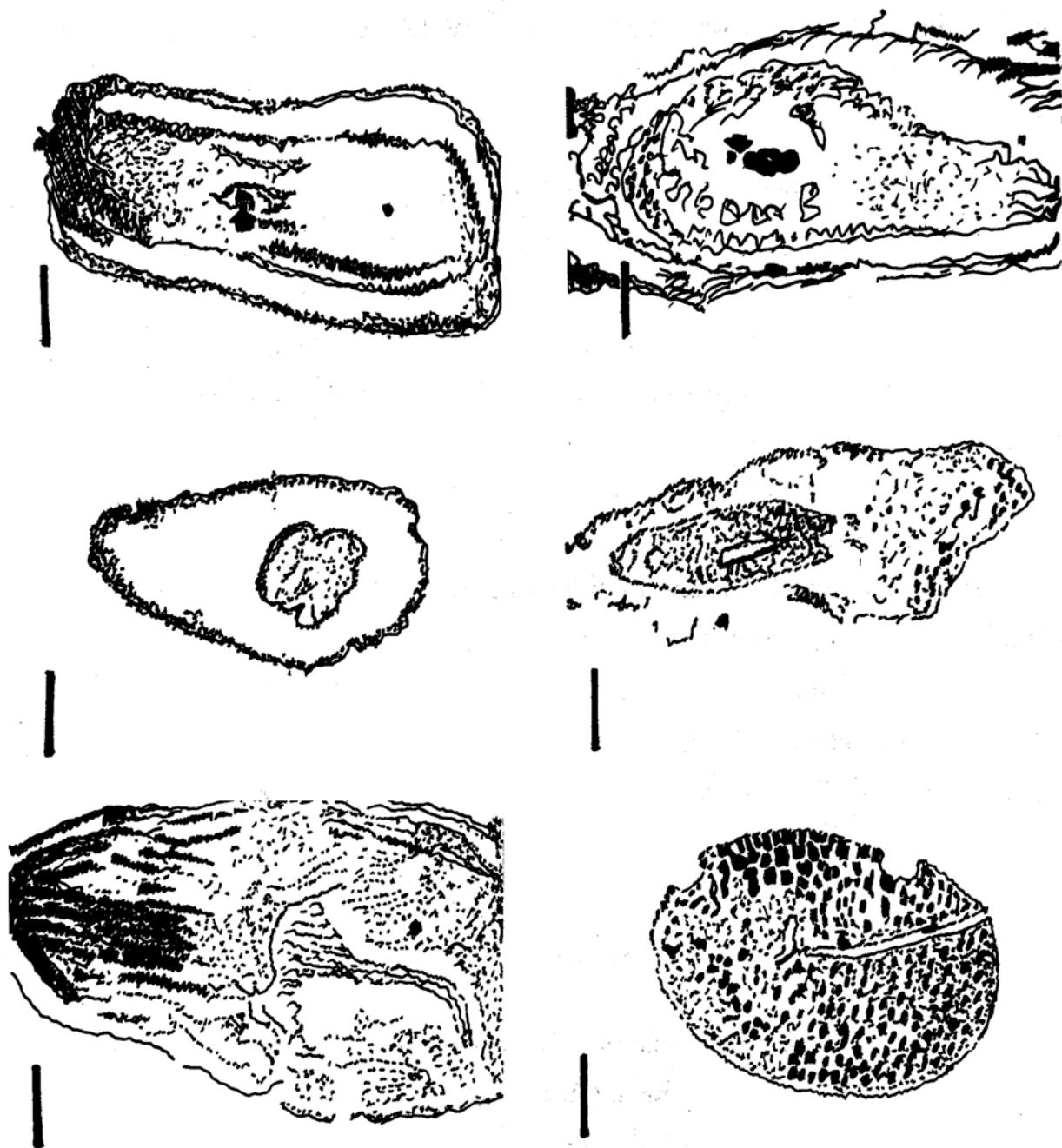
## การพัฒนาของ Embryo

ภายในหลังจากการผสมพันธุ์ ถ้าหากไม่มีอุปสรรคในการผสมพันธุ์ Embryo ก็จะเริ่มมีการพัฒนาซึ่งมีการพัฒนาของ Embryo sac แบบ momosporic asterad โดยมี anatropus ovule (คือ ovule ที่กลับหัวลงทำให้ปลายของ ovule ลงมาอยู่ใกล้กับก้านและ placenta) ต่อ 1 รังไน่หรือ floret ที่ห่อหุ้มโดย integument 1 อัน และ uninucellate nucellus 1 อัน 

ภายในหลังจากการผสมเกสรแล้ว 2 ชั่วโมง pollen tube ก็จะงอกไปถึง micropyle และอีก 12-13 ชั่วโมงต่อมาการผสมเกสรก็จะเป็นไปอย่างสมบูรณ์ และเมื่อผสมครบ 1 วัน ก็จะได้ embryo ที่มีรูปร่างกลม (globular stage) ในวันที่ 2 embryo ก็จะพัฒนาไปเป็นรูปหัวใจ (heart stage) ในอีก 2 วันต่อมาคือหลังจากผสมแล้ว 4 วัน embryo ก็จะเปลี่ยnrูปร่างที่มีลักษณะคล้ายๆ ลูกดอร์บีด (torpedo stage) ในวันที่ 6 ก็จะเริ่มเกิดใบเลี้ยงและส่วนยอดของต้นขึ้น และจะกลายไปเป็น embryo ที่สมบูรณ์เมื่อพัฒนาไปได้ประมาณ 25 วัน และจะต้องใช้เวลาอีกประมาณ 5-12 อาทิตย์เพื่อรอการแก่ของเมล็ด

ดังนั้นตั้งแต่การผสมเกสรจนถึงระยะที่จะได้ต้นกล้าไปปลูกจะใช้เวลาประมาณ 16-20 อาทิตย์ คือ จากวันผสมพันธุ์จนถึงได้เมล็ดที่สมบูรณ์จะกินเวลาประมาณ 8-10 อาทิตย์ เก็บเกี่ยวทำความสะอาดและลดความชื้นประมาณ 2 อาทิตย์ การนำไปเพาะเมล็ดจะใช้เวลาประมาณ 2 อาทิตย์ และกว่าที่ต้นกล้าจะเจริญจนถึงระยะที่จะย้ายปลูกได้จะใช้เวลาอีกประมาณ 2 อาทิตย์

จะเห็นได้ว่าตั้งแต่วันเริ่มผสมพันธุ์จนถึงวันที่จะมีต้นกล้าเพื่อการปลูกทดสอบต่อไปนั้นเป็นระยะเวลาที่นานมาก ดังนั้นการที่จะย่นระยะเวลาช่วงให้สั้นลงก็จะทำให้งานปรับปรุงพันธุ์เป็นไปได้เร็วขึ้น Anderson et al (1990) จึงได้ใช้เทคนิค Water Culture ซึ่งเป็นเทคนิคที่ให้เมล็ดมีการพัฒนาในห้องปฏิบัติการเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ที่จะทำให้ได้เมล็ดเร็วกว่าเมื่อปล่อยให้เมล็ดมีการพัฒนาบนต้น (*in situ*) และเทคนิค Embryo Rescue โดยการนำเอา embryo ที่เกิดจากการผสมไปเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์ แทนการพัฒนาตามธรรมชาติของ embryo เพื่อชุดประสังค์อันเดียวกัน



รูปที่ 19 ระยะต่างๆ ของการพัฒนาของ embryo (embryogenesis) ของดอกเบญจมาศ ที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการ โดยการ จุ่มก้านดอกในสารละลายที่ประกอบด้วย sucrose 1% และ 8 - hydroxy quinoline citrate 200 ppm ที่ 29 °C

บนช้าย : embryo sac ในวันที่ 0 ลูกศรชี้ไปที่ซ้ายได้รับการผสม

บนขวา : ในวันที่ 1 ลูกศรชี้ embryo ที่มีรูปร่างกลม

กลางช้าย : ในวันที่ 2 embryo มีรูปร่างเป็นรูปหัวใจ

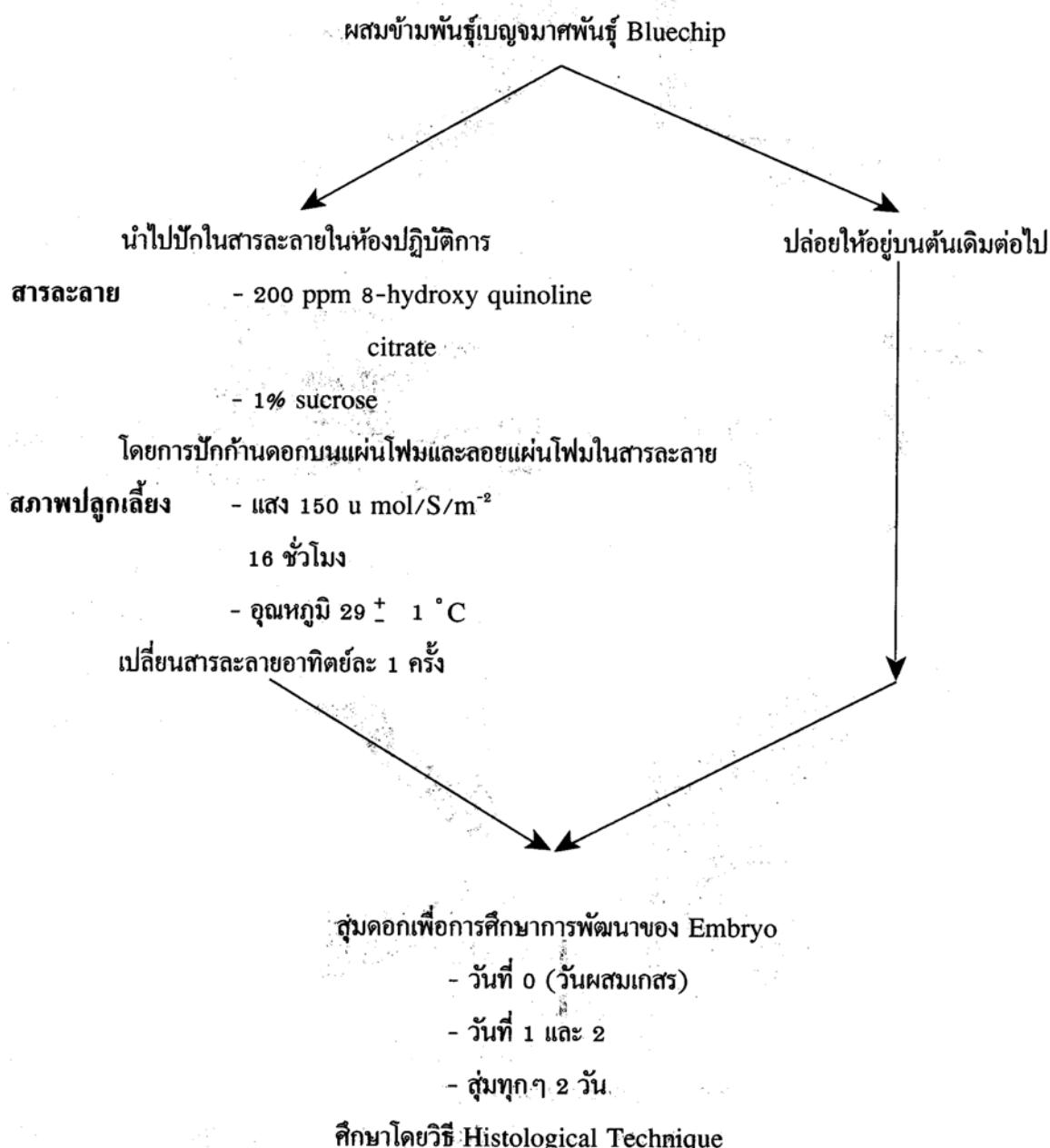
กลางขวา : ในวันที่ 4 embryo มีรูปร่างเป็นรูปตอร์บีโต

ล่างช้าย : ในวันที่ 6 เกิดใบเลี้ยงขึ้น และมองเห็นส่วนยอดและเริ่มปรากฏระบบห่อลำเลียงในใบเลี้ยง

ล่างขวา : ในวันที่ 25 เป็นเมล็ดที่สมบูรณ์

เส้นทึบสีดำ แสดงความยาว 0.1 μm.

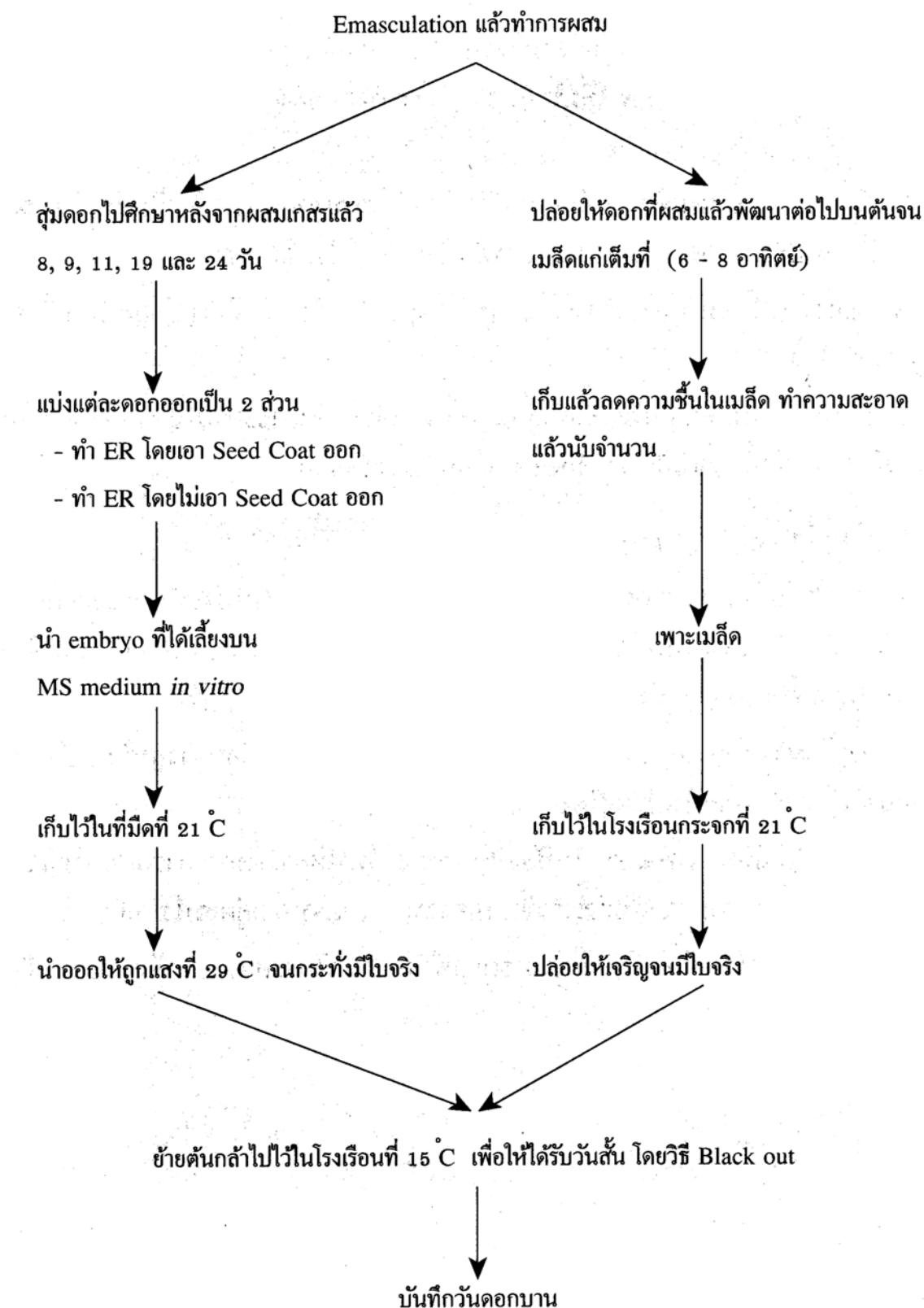
## I การเบริชแบบเทียบระหว่างเวลาการพัฒนาเมล็ดระหว่างวิธี Water culture และ *in situ* ขั้นตอนในการศึกษามีดังนี้



- ผลการศึกษา : 1. Embryogenesis เกิดขึ้นในอัตราที่รวดเร็ว ในดอกที่ตัดออกมาเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ กว่าดอกที่ติดอยู่กับต้น
2. ไม่พบ abortive embryo ในดอกที่อยู่ในห้องปฏิบัติการ แต่พบในดอกที่ติดอยู่กับต้น

## II การเปรียบเทียบระหว่างวิธี Embryo rescue (ER) กับ *in situ*

### ขั้นตอนในการศึกษามีดังนี้



เหตุผลที่เลือกเอาวันที่ 8 เป็นวันแรกของการสุ่มตัวอย่างศึกษาคือเนื่องจากว่า ก่อนหน้านี้จะเป็นระยะ preheart stage ซึ่งไม่สามารถที่จะทำ ER ได้ โดยไม่ใช้ Norstog medium.

### ผลการศึกษา

1. ในการผสมข้ามพันธุ์ทุกครู่ที่ติดเมล็ดนั้น ER จะให้ผลสูงกว่า Non ER กล่าวคือทำให้การติดเมล็ด (Seed set) โดยวิธี ER เพิ่มขึ้น 56% และการออกของเมล็ดเพิ่มขึ้น 46% เมื่อเทียบกับ Non ER

2. วิธีการ ER ยังเพิ่มจำนวนต้นลูกที่เจริญไปจนถึงระยะดอกบาน ซึ่งชี้ให้เห็นว่าการออกโดยวิธีธรรมชาติ (ที่ไม่ใช้ ER) จะลดความสามารถของต้นที่จะเจริญไปจนถึงดอกบาน

3. วิธีการ ER ที่ทำหลังจากระยะ heart shape ไปแล้ว และที่เอาเปลือกหุ้มเมล็ดออก จะออกภายใน 24 ชั่วโมง

4. Embryo ที่มีเปลือกหุ้มเมล็ดอยู่ด้วยจะไม่ออกถึงแม้เวลาจะผ่านไปนานถึง 4 เดือน และมักจะเกิดการติดเชื้อ ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องเอาเปลือกหุ้มเมล็ดออก

### สรุปได้ว่า

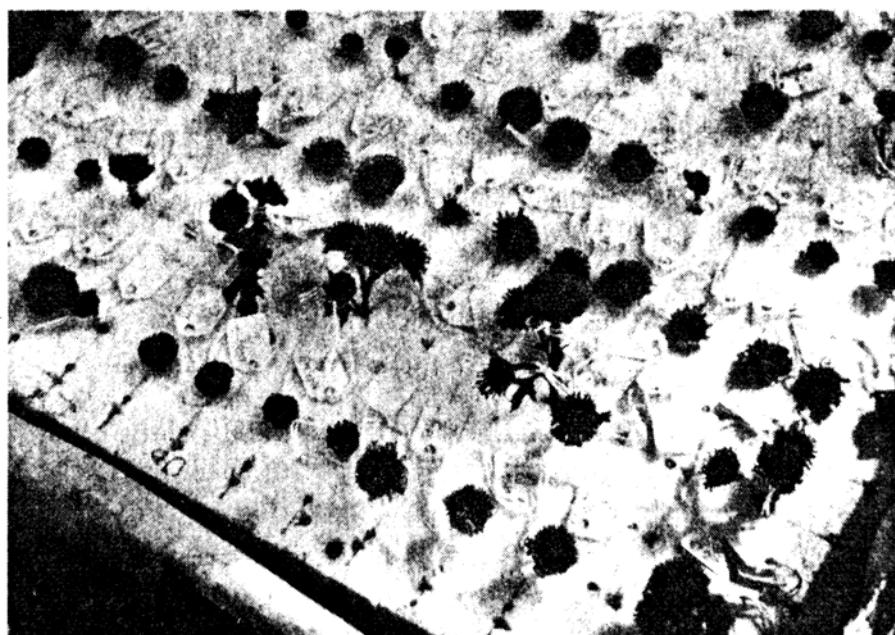
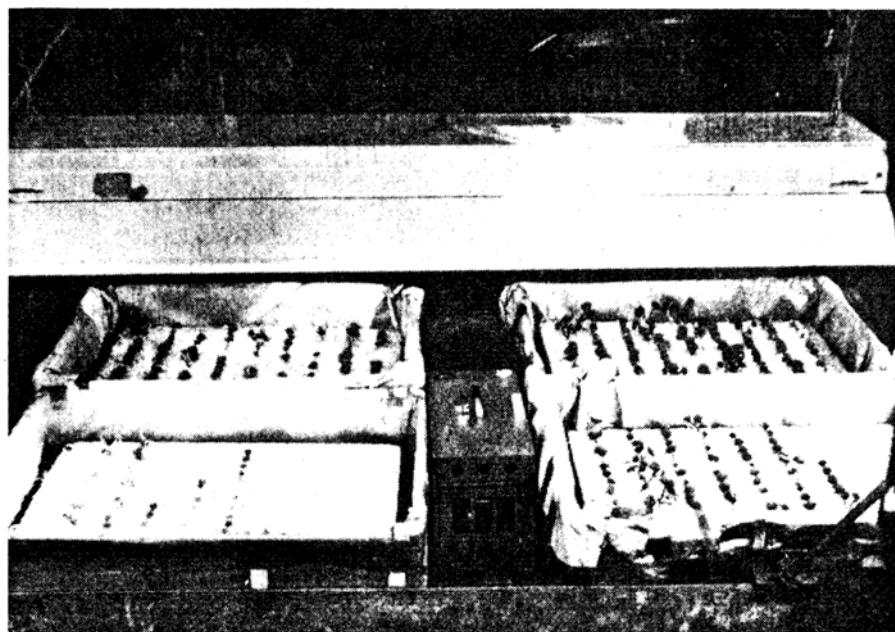
1. การให้เมล็ดเกิดการพัฒนาขึ้นภายในสภาพห้องปฏิบัติการนั้นจะทำให้ระยะเวลาการผลิตเมล็ดสั้นลงเกือบครึ่งหนึ่ง และทำให้เกิด Heart Stage เร็วขึ้น การเกิด Heart Stage โดยวิธี ER จะเร็วกว่าการเกิดโดยสภาพ *in situ* ถึง 9 วัน

2. การศึกษา embryogenesis ในห้องปฏิบัติการที่มีอุณหภูมิค่อนข้างสูงคือ  $29^{\circ}\text{C}$  สามารถทำให้การผสมพันธุ์และการพัฒนาเมล็ดเป็นไปได้ดี

3. การให้เมล็ดมีการพัฒนา ในห้องปฏิบัติการได้ทำให้การจัดการการผสมพันธุ์สะดวกขึ้นมากทั้งการผสมตัวเองและการผสมข้ามและเร็วขึ้น เนื่องจากว่าสามารถจัดคู่ผสมไว้ได้แล้ว กัน

4. หลังจากผสมพันธุ์แล้วก็ต้องการการดูแลที่ไม่นานก็ในระหว่างการพัฒนาของเมล็ด

รูปที่ 20 เทคนิคการผลิตเมล็ดในห้องปฏิบัติการ  
รูปบน แสดงวิธีการที่ดอกเดี่ยวและดอกซ่อนอยู่สอดลงบนแผ่นโฟม  
รูปล่าง แสดงการที่แผ่นโฟมถูกกลอยบนสารละลาย



### ความสำเร็จของการผสมพันธุ์

ถ้าหากการผสมพันธุ์สำเร็จจะใช้เวลาอีกประมาณ 8 อาทิตย์ ก็จะเก็บเมล็ดไปศึกษาต่อไปได้ Jong และ Kho (1982) ได้เสนอหลักการที่จะใช้ประเมินว่าการผสมพันธุ์จะสำเร็จหรือไม่ เพื่อที่จะได้ทราบในระยะเวลาอันสั้นหลังการผสมพันธุ์ แทนที่จะต้องรอเป็นเวลาถึง 8 อาทิตย์ โดยพบว่าถ้าหากการผสมพันธุ์สำเร็จจะพบว่า pistil จะเหี่ยวหลังจากการผสมพันธุ์แล้ว 1 วัน อีกวันหนึ่งซึ่งได้เสนอไว้โดย Drewlow, Ascher และ Widmer (1975) โดยได้พบว่า florets ที่ผสมติดนั้นเมื่อนำเอา stigma มาศึกษาหลังจากการผสมเกสรแล้ว 24 ชั่วโมง พบว่าจะมี pollen grains อยู่หลายอัน และภายหลังจากการผสมแล้ว 5 วัน พบว่า stigma จะเริ่มเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล และยังคงมี pollen grains ติดอยู่ ส่วน florets ที่ผสมไม่ติดนั้น หลังจากการผสมแล้ว 24 ชั่วโมง แทนจะไม่พบ pollen ติดอยู่ที่ stigma อาจจะมีเพียง 1 - 2 pollen grains เท่านั้น และหลังจากการผสมแล้ว 5 วัน stigma ยังคงมีสีขาวอยู่ ดังนั้น วิธีการสังเกตทั้งสองวิธีก็จะช่วยให้นักปรับปรุงพันธุ์สามารถที่จะประเมินความสำเร็จของการผสมพันธุ์ได้ในระยะต้นๆ

โดยทั่วไปแล้วจะคัดเลือกลูกผสมชุดแรกๆ ไว้ 5% เพื่อการศึกษาในปีที่ 2 ต่อไปโดยขยายพันธุ์ให้มากขึ้น โดยที่ในปีที่สองนี้จะทำการศึกษาในเรื่องการตอบสนองในการบานดอก ลักษณะดอก ลักษณะลำต้น และลักษณะใบ ซึ่งหลังจากนี้ต่อไปก็จะคัดเลือกต้นที่ต้องการไว้ ซึ่งจากจำนวนพันต้น จะเหลือจำนวนเพียงเล็กน้อยเพื่อนำไปศึกษาอย่างถ้วนในปีที่สาม รวมถึงเรื่องการตลาดด้วย นอกจากนี้แล้วก็จะต้องทำการทดสอบเรื่องโรคควบคู่กันไป ดังนั้นจึงเห็นได้ว่าในการปรับปรุงพันธุ์เบญจมาศเพื่อให้ได้พันธุ์ใหม่จะต้องใช้เวลา 3 - 5 ปี และจะต้องทำอย่างต่อเนื่องไม่มีที่สิ้นสุด

การนำพันธุ์ใหม่เข้ามายากต่างประเทศนั้น เป็นวิธีหนึ่งที่ทำให้มีพันธุ์ใหม่เกิดขึ้นในท้องถิ่นในเวลาอันสั้น พันธุ์ใหม่ที่นำเข้ามายากจะต้องนำไปปลูกทดสอบตามแหล่งปลูกเพื่อศึกษาการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมใหม่ ซึ่งอาจจะต่างจากสภาพที่สายพันธุ์ดังกล่าวถูกคัดเลือกปรับปรุงขึ้นมา สายพันธุ์ที่มีความเหมาะสมก็จะถูกนำไปขยายพันธุ์ต่อไปดังได้กล่าวมานะแล้ว นอกจากนี้ยังสามารถนำไปผสมกับพันธุ์ที่มีอยู่เดิมเพื่อการปรับปรุงลักษณะต่างๆ

### การปรับปรุงพันธุ์โดยการกระตุ้นให้เกิดการกลายพันธุ์

เนื่องจากเบญจมาศที่เป็นไม้ตัดดอกนั้นมีจำนวนโครโนมค่อนข้างสูง และยังเป็น polyploidy คือ  $2n = 6x = 54$  และเป็นพืชสมบัติ การปรับปรุงพันธุ์โดยการผสมพันธุ์กันจึงมีพันธุ์กรรมที่สลับซับซ้อนมากแก่การทำนายล่วงหน้า และเป็นวิธีที่มีโอกาสที่จะได้ลูกที่มีลักษณะเปลกออกไป การปรับปรุงพันธุ์โดยการกระตุ้นให้เกิดการกลายพันธุ์ก็เป็นอีกวิธีหนึ่งที่ได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้นในหมุนเวียนปรับปรุงพันธุ์ เนื่องจากว่าสามารถที่จะทำให้ลักษณะเพียงบางลักษณะเปลี่ยนแปลงไป เช่น สีดอก โดยยังคง

ลักษณะที่ดีอีนๆ ไว้ เช่นเดิม ดังนั้นในสายพันธุ์หนึ่งๆ ที่เหมาะสมเพื่อการผลิตเป็นการค้า การใช้วิธีการกระตุ้นให้เกิดการกลাযพันธุ์จะทำให้สายพันธุ์ดีดังกล่าวเกิดความแปรปรวนในด้านสีดอก ซึ่งนับว่าเป็นประโยชน์ในทางการค้า นอกจากนี้ยังใช้เพื่อการปรับปรุงลักษณะอีนๆ เช่น อายุเก็บเกี่ยว หรือความทนทานต่อโรคฯ ฯลฯ ถึงแม้ว่าการกลা�ยพันธุ์จะสามารถเกิดขึ้นได้เองในธรรมชาติและเกิดขึ้นกับสายพันธุ์ในอัตราที่มากน้อยต่างกัน แต่ก็สามารถที่จะกระตุ้นให้เกิดขึ้นได้ โดยการใช้สารเคมีหรือรังสี

สารเคมีที่สามารถทำให้เกิดการกลาวยพันธุ์มีอยู่หลายกลุ่มด้วยกัน แต่ที่สำคัญได้แก่ Alkylating agents ซึ่งสารเคมีในกลุ่มนี้ยังแบ่งออกเป็น Class ต่างๆ ที่สำคัญได้แก่ Sulphates และ Sulphonates สารเคมีในกลุ่มนี้ เช่น Ethylmethanesulphonate (EMS) Methylmethanesulphonate (MMS), Diethyl Sulphate เป็นต้น การใช้สารเคมีเหล่านี้จะต้องศึกษาถึงความเข้มข้นที่เหมาะสม ปริมาณที่ต้องให้แก่พืช อุณหภูมิในขณะที่ให้กับพืชและอีกหลายๆ ปัจจัยที่มีความสำคัญ สำหรับวิธีการที่จะให้พืชได้รับสารเคมีอาจใช้วิธีจุ่นโคนของกิ่งชำที่ยังไม่มีรากลงในสารละลาย หรือถ้าเป็นกิ่งชำที่ปลูกลงในกระถางแล้วก็อาจใช้วิธีผ่านสารเคมีเข้าทางลำต้นโดยอาศัยเส้นเออกที่แทงทะลุผ่านลำต้น ซึ่งปลายหั้งสองข้างจะจุ่นลงในสารเคมี (Krasaechai, 1985) หรือใช้วิธีอีนๆ ที่เหมาะสม

โดยทั่วไปรังสีถูกแบ่งออกเป็นสองประเภท ได้แก่ ชนิดที่ทำให้เกิดประจุเมื่อเคลื่อนที่ผ่านอะตอมของตัวกลางซึ่งเป็นรังสีที่มีพลังงานสูง และเป็นชนิดของรังสีที่เป็นประโยชน์ต่อการใช้กระตุ้นให้เกิดการกลาวยพันธุ์ และชนิดที่ไม่ทำให้เกิดประจุเมื่อเคลื่อนที่ผ่านตัวกลาง เช่น แสง ซึ่งไม่มีประโยชน์โดยตรงต่องานปรับปรุงพันธุ์พืช

รังสีที่ทำให้เกิดประจุเมื่อเคลื่อนที่ผ่านอะตอมของตัวกลาง ยังแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด ได้แก่ รังสีประเภทอนุภาค เช่น อนุภาคแอลฟ่า อนุภาคบีต้า และนิวตรอน เป็นต้น อีกชนิดหนึ่งได้แก่รังสีประเภทคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เช่น รังสีเอกซ์ และรังสีแกมมา รังสีที่นิยมใช้ในงานปรับปรุงพันธุ์พืชจะเป็นรังสีประเภทคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นส่วนใหญ่

ได้มีรายงานเกี่ยวกับการใช้รังสีในการปรับปรุงพันธุ์เบญจมาศออกมารอย่างต่อเนื่องและได้สายพันธุ์ใหม่ (*Cultivar*) ที่เป็นการค้าจำนวนมากสายพันธุ์ด้วยกัน Broertjes และ Van Harten (1978) ได้รวบรวมงานทางด้านการปรับปรุงพันธุ์ โดยวิธีการกระตุ้นให้เกิดการกลาวยพันธุ์รวมถึงการแสดงให้เห็นถึงความสำเร็จที่ได้รับ Krasaechai (1985) ในการศึกษาการปรับปรุงพันธุ์เบญจมาศสายพันธุ์ญี่ปุ่นสองสายพันธุ์ โดยการใช้รังสีเอกซ์ ตั้งแต่ 10 Gy ถึง 40 Gy พบว่าสายพันธุ์ที่มีสีเหลืองชนิดดอกซ้อนจะไม่เกิดการกลาวยพันธุ์เป็นสีอื่นแต่จะแสดงผลทางด้านความผิดปกติทางระบบสรีร์ เช่น ทำให้เกิด disc florets เพิ่มขึ้น ส่วนสายพันธุ์ที่มีดอกสีม่วงน้ำเงิน จะเกิดการกลาวยพันธุ์เป็นสีอื่นๆ เช่น ขาว ชมพู ส้ม เป็นต้น และพบผลของรังสีที่เป็นทั้งผลทางการเปลี่ยนแปลงทางด้านพันธุกรรม ซึ่งสามารถ

ຕ່າຍທອດໄປຢັງຫຼັວຕ່ອໄປໄດ້ ກັບຜລທີ່ເປັນກາຮເປົ້າຢັງແປ່ງທາງດ້ານສະເໜີ່ຈະໄຟ່ສາມາດດ່າຍທອດໄປຢັງຫຼັວຕ່ອໄປໄດ້

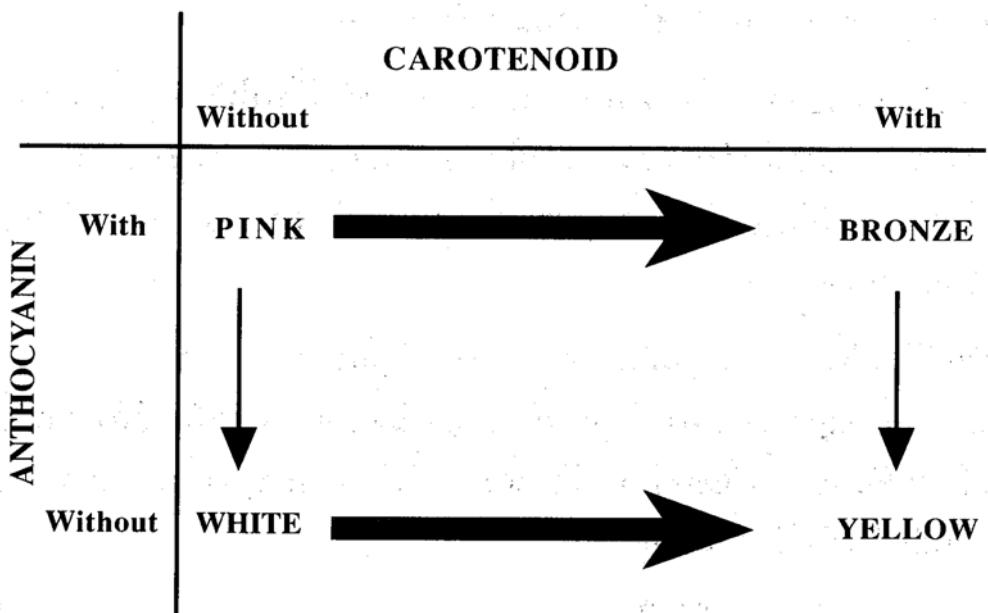
### ຂໍ້ຕອນກາຮດໍາເນີນງານ

#### 1. ສາຍພັນຮູ້

ສາຍພັນຮູ້ທີ່ນຳມາປັບປຸງໂດຍວິທີນີ້ກາຮເປົ້າຢັງແປ່ງທາງດ້ານສະເໜີ່ຈະໄຟ່ສາມາດດ່າຍທອດໄປຢັງຫຼັວຕ່ອໄປໄດ້ ລັກຍະນະບາງລັກຍະເໜັນ ສີ ເພື່ອໃໝ່ມີສີມາກົ່ນ ອີ່ຮູປ່ງຮ່າງຂອງດອກ ເປັນຕົ້ນ ສາຍພັນຮູ້ທີ່ມີສີມ່ວງຈະໄຟ່ຜລຕອບສອນໃນກາຮປັບປຸງພັນຮູ້ຄ່ອນຫ້າງສູງ ຮອງລົງນາໄດ້ແກ່ ສາຍພັນຮູ້ທີ່ມີດອກສີ່ຂາວ ນ້ຳຕາລ ແດ້ ຂາພູສົ່ມ ແລະເຫັດືອງ

Langton (1967) ໄດ້ເຈີ່ຍແພນກຸມີຂອງແນວໂນ້ມຂອງກາຮເກີດກາຮພັນຮູ້ໃນແຜນມາສຕື່ຕ່າງໆ ດັ່ງແສດງໃນຮູບປີ 21

ຮູບປີ 21 ຄວາມຄືຂອງກາຮເກີດກາຮພັນຮູ້ໃນແຜນມາສ



ອັດຕາກາຮເກີດກາຮພັນຮູ້ຈາກດອກທີ່ມີສີ່ຂາວໄປເປັນດອກທີ່ມີສີ່ເຫັດືອງກັບດອກທີ່ມີສີ່ມ່ວງໄປເປັນສິ້ນ້ຳຕາລ ຈະເກີດເຂົ້ນໃນອັດຕາໄກລ໌ເຄີຍກັນ ເນື່ອຈາກວ່າໃນກາຮເກີດກາຮພັນຮູ້ທີ່ໄຟ່ພື້ນສາມາດສ່ວັງ carotenoid pigment ເຂົ້ນ ໃນດອກສີ່ມ່ວງນັ້ນຈະມີ anthocyanin ໃນ florets ສ່ວນດອກສີ່ຂາວຈະໄຟ່ດອກທີ່ມີສິ້ນ້ຳຕາລຈະມີທີ່ anthocyanin ແລະ carotenoid

ສ່ວນກາຮພັນຮູ້ທີ່ໄຟ່ພື້ນໄມ້ສາມາດສັງເຄຣະໜ້າ anthocyanin ໄດ້ຍ່າງປົກຕິນັ້ນຈະໄຟ່ໄສ່ມ່ວງເກີດເປັນສີ່ຂາວ ແລະຈາກສິ້ນ້ຳຕາລເປັນສີ່ເຫັດືອງ ແຕ່ຈະເກີດເຂົ້ນໃນອັດຕາທີ່ຄ່ອນຫ້າງຕໍ່ມາກກວ່າພວກທີ່ໄຟ່ໄໝເກີດກາຮສ່ວັງ carotenoid ເຂົ້ນ

## 2. ส่วนของพืชที่จะนำมาใช้

โดยทั่วไปจะใช้กิ่งทำที่มีรากแล้ว แต่เนื่องจากว่าที่ยอดของพืชประกอบขึ้นด้วยเซลล์เป็นจำนวนมากและแต่ละเซลล์จะเป็นอิสระต่อกันทั้งในด้านจำนวนเซลล์ที่จะเกิดการกลายพันธุ์ หรือรูปแบบของการกลายพันธุ์ที่จะเกิดขึ้น และจะเกิดการแย่งชิงกันทางด้านการเจริญเติบโตของเซลล์ซึ่งในที่สุดแล้วจะทำให้เกิด Chimera ขึ้นในส่วนของพืชที่เจริญออกไป ซึ่งทำให้ต้องใช้เวลาคัดเลือกพันธุ์นานขึ้น เพื่อทำให้ลักษณะต่างๆ คงตัว เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาดังกล่าว จึงได้มีผู้ใช้เทคนิคที่เรียกว่า Adventitious Bud Technique โดยการกระตุ้นให้เกิดต้นจาก Adventitious bud จากการปักชำส่วนที่ได้รับรังสี ซึ่งต้นที่ได้เกิดจากเซลล์เพียงเซลล์เดียวซึ่งถ้าหากเป็นเซลล์ที่ได้รับพลังของรังสีก็จะทำให้เซลล์ที่เจริญต่อๆ มา มีลักษณะของการเปลี่ยนแปลงนั้นๆ ด้วย นอกจากวิธีการดังกล่าวแล้ว เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อก็ช่วยลดการเกิด Chimera ได้

## 3. ปริมาณรังสีที่จะให้พืชได้รับ

การตอบสนองต่อรังสีของเบญจมาศจะแตกต่างกันไปแล้วแต่สายพันธุ์ โดยทั่วไปปริมาณรังสีที่จะให้แก่พืชจะอยู่ระหว่าง 10 - 30 Gy ซึ่งจะต้องทดลองหาปริมาณรังสีที่เหมาะสม

## 4. วิธีการฉายรังสี

การฉายรังสีแก่ตัวอย่างของพืชจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณของรังสีที่จะให้แก่ตัวอย่างดังกล่าว การฉายรังสีสามารถทำได้ทั้งการให้พืชได้รับปริมาณรังสีที่ต้องการให้ทั้งหมดภายในระยะเวลาสั้น (Acute Irradiation) หรือในเวลาที่นานขึ้น (Chronic Irradiation) ซึ่งทั้งสองวิธีดังกล่าวยังสามารถทำได้ทั้งการให้ตัวอย่างพืชได้รับรังสีทั้งหมดอย่างต่อเนื่องกันเพียงครั้งเดียว (Single dose exposure) หรือให้เป็นช่วงๆ หลายๆ ครั้งจนกว่าจะถึงปริมาณรวมทั้งหมดที่ตั้งไว้ (Split dose exposure) ซึ่งแต่ละวิธีที่กล่าวมานี้จะให้ผลต่อการเจริญเติบโตของพืชและการเกิดการกลายพันธุ์ต่างกัน

## 5. จำนวนช้า

เนื่องจากว่าการกลายพันธุ์จะเกิดขึ้นแบบสุ่ม ดังนั้นการมีจำนวนช้าที่สูงก็จะช่วยเพิ่มโอกาสของการเกิดการกลายพันธุ์ให้มากขึ้น

## 6. การคัดเลือก

ดังได้กล่าวแล้วว่า หากไม่ใช้การกลายพันธุ์ที่เกิดขึ้นจากเซลล์เพียงเซลล์เดียวซึ่งจะเจริญเป็นต้นต่อไปนั้น ก็จะมีโอกาสของการเกิด Chimera ในอัตราที่สูง เช่น ที่มักจะเกิดกับการใช้กิ่งทำ ดังนั้น การตัดกิ่งที่เจริญภายหลังจากการฉายรังสีแล้วหลายๆ ครั้งเพื่อกระตุ้นการเจริญของกิ่งแรก ก็จะเพิ่มโอกาสของการเกิดกิ่งที่กลายพันธุ์ไปอย่างสมบูรณ์ได้มากขึ้น คือจาก Mericlinal chimera ไปเป็น Periclinal chimera