

## บทที่ 8

### การปรับปรุงพันธุ์พืชวิธีการต่าง ๆ

จุดประสงค์การเรียนรู้เมื่ออ่านบทที่ 8 จบแล้วนักศึกษาสามารถ

1. อธิบายคุณสมบัติของโคลนได้
2. เปรียบเทียบโคลนชนิดต่าง ๆ ได้
3. อธิบายการปรับปรุงโคลนโดยย่อได้
4. อธิบายผลของสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการแสดงออกของพืชได้
5. อธิบายวิธีการวัด stability ของพันธุ์พืชได้
6. อธิบายวิธีการคัดเลือกพันธุ์บริสุทธิ์ได้

เนื้อหาในบทที่ 8 ประกอบด้วย

1. การปรับปรุงพันธุ์พืชที่ขยายพันธุ์โดยไม่อาศัยเพศ
2. คุณสมบัติของโคลน
3. หลักการปรับปรุงโคลน
4. สิ่งแวดล้อมและการปรับตัวของพืช
5. การปรับปรุงพันธุ์พืชผสมตัวเองไม่เกี่ยวข้องกับการผสมพันธุ์
6. การผสมพันธุ์พืชและการเปลี่ยนแปลงภายหลังการผสมพันธุ์
7. การปรับปรุงพันธุ์พืชผสมตัวเองที่เกี่ยวข้องกับการผสมพันธุ์
8. บทสรุป
9. แบบประเมินผลท้ายบทและเฉลย

## 8.1 การปรับปรุงพันธุ์พืชที่ขยายพันธุ์โดยไม่อาศัยเพศ

พืชที่สืบพันธุ์ได้โดยไม่อาศัยเพศ (asexual reproduction) จะใช้ส่วนต่าง ๆ ของลำต้น ในการขยายพันธุ์ (vegetative propagation) โดยส่วนต่าง ๆ ที่ใช้ขยายพันธุ์โดยวิธีนี้จะเรียกว่า โคลน (clone) ซึ่งเป็นส่วนที่พัฒนาไปเป็นต้นที่สมบูรณ์ต่อไปได้ โดยต้นพืชที่เกิดจากเซลล์ร่างกาย (somatic cell) ไม่ใช่เซลล์สืบพันธุ์ (sex cell) ส่วนต่าง ๆ ของพืชที่ใช้ในการขยายพันธุ์เหล่านี้ ได้แก่ ลำต้นใต้ดิน (rhizome) หัว (tuber) กลีบหัว (bulb) หัวแบบ corm ราก (root) และใบ (leaf)

## 8.2 คุณสมบัติของโคลน

พืชโดยทั่ว ๆ ไปแล้วโคลนจะต้องมีลักษณะหรือคุณสมบัติดังนี้ คือ

8.2.1 โคลนจากพืชต้นเดียวกันจะยีนไทป์เหมือนกันทั้งหมด ยกเว้นเกิดการกลายพันธุ์ที่ส่วนหนึ่งส่วนใดของลำต้น (bud mutation) ทำให้พืชต้นเดียวกันแต่มีเนื้อเยื่อที่มีจำนวนโครโมโซม หรือพันธุกรรมแตกต่างกัน ซึ่งเรียกปรากฏการณ์นี้ว่าเกิด chimerism

8.2.2 โคลนทั่ว ๆ ไปถือว่ามีสภาพเป็นพันธุ์ทาง (heterozygous) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากพืชบางชนิดสามารถขยายพันธุ์ได้ทั้งแบบอาศัยเพศ และไม่อาศัยเพศ เช่น อ้อย และมันสำปะหลัง เป็นต้น ซึ่งเมื่อผสมข้ามพันธุ์และคัดเลือกพันธุ์ดีได้แล้วพืชดังกล่าวนิยมขยายพันธุ์ โดยใช้ส่วนของลำต้นที่มีตาอยู่ด้วย ดังนั้น เมื่อมีการขยายพันธุ์ต่อไปโดยใช้โคลนจึงถือได้ว่าโคลนเหล่านี้มีสภาพเป็นพันธุ์ทาง

8.2.3 โคลนจะมีความสม่ำเสมอ (uniformity) ของพันธุ์ ซึ่งเมื่อนำโคลนจากพืชพันธุ์เดียวกันไปปลูกภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมือนกันทุกประการ พืชใหม่ที่เกิดมาจะต้องมีความสม่ำเสมอของพันธุ์ดีมาก ความแตกต่างระหว่างโคลนอาจจะเกิดขึ้นได้จากสภาพแวดล้อมและความแข็งแรง (vigor) ของท่อนพันธุ์เท่านั้น ทั้งนี้เพราะพันธุกรรมหรือยีนไทป์ของแต่ละโคลนย่อมเหมือนกัน

8.2.4 โคลนจะต้องได้มาโดยวิธีแยกจากต้นเดิมและขยายพันธุ์ต่อไปโดยใช้โคลนเท่านั้น ถ้านำเมล็ดมาปลูกในรุ่นต่อไปจะไม่ถือว่าเป็นโคลน

### 8.3 หลักการปรับปรุงโคลน

การปรับปรุงพันธุ์พืชที่ขยายพันธุ์โดยไม่อาศัยเพศนั้นมีขั้นตอนในการดำเนินงานดังนี้

1) สำรวจข้อมูลพื้นฐานทั่ว ๆ ไปของพืชที่จะทำการปรับปรุงพันธุ์ เช่น แหล่งปลูกที่สำคัญ ปัญหาการผลิต ปัญหาการตลอด เป็นต้น เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการคัดเลือกพันธุ์ต่อไป

2) ทำการรวบรวมพันธุ์จากแหล่งปลูกที่สำคัญ โดยต้องให้ความแปรปรวนทางพันธุกรรมของพันธุ์ที่รวบรวมมาด้วย ทั้งนี้เพื่อให้มีความก้าวหน้าของการคัดเลือกพันธุ์และสังเกตการปรับตัวของแต่ละพันธุ์ที่รวบรวมมาปลูก การรวบรวมพันธุ์นี้ถ้าเป็นไปได้ควรทำทั้งในระดับชาติและนานาชาติ เพื่อให้มีความหลากหลายทางพันธุกรรมมากที่สุด

3) นำโคลนที่รวบรวมไว้มาปลูกทดสอบพันธุ์ต่อแถวเพื่อขยายพันธุ์และศึกษาลักษณะทางพันธุกรรมของแต่ละพันธุ์ ทำการคัดเลือกพันธุ์ดีไปทดสอบพันธุ์ในขั้นต่อไป

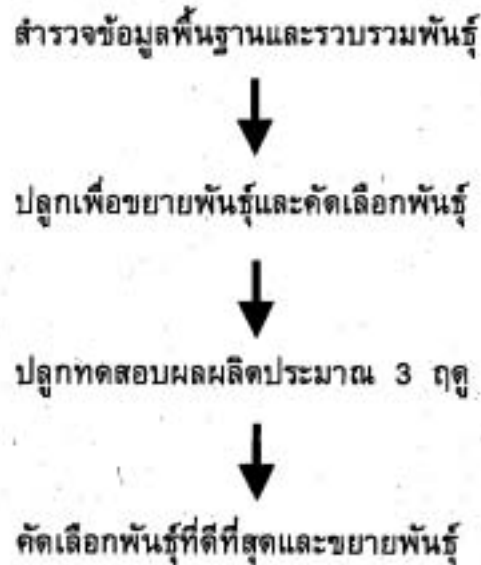
4) นำพันธุ์ดีที่คัดเลือกได้มาปลูกทดสอบพันธุ์อย่างน้อย 3 ฤดู หรือถ้าเป็นพืชที่มีอายุเก็บเกี่ยวยาว เช่น อ้อย และมันสำปะหลัง ควรทดสอบอย่างน้อย 3 ปี

5) พันธุ์ดีที่คัดเลือกได้ควรนำไปปลูกทดสอบตามท้องถิ่นต่าง ๆ ในแหล่งปลูกที่สำคัญ ๆ ด้วย เพื่อคัดเลือกพันธุ์ที่ปรับตัวได้ดีสำหรับใช้ปลูกในแต่ละท้องถิ่น

6) คัดเลือกพันธุ์ที่ดีที่สุดและขยายพันธุ์เพื่อเผยแพร่ต่อไป

การปรับปรุงโคลนตามขั้นตอนดังกล่าวไม่สามารถเปลี่ยนแปลงพันธุกรรมของพันธุ์เดิมที่รวบรวมพันธุ์มาได้ ดังนั้นถ้าเป็นพืชที่สามารถผลิตเมล็ดได้ เช่น อ้อย มันสำปะหลัง ฝ้าย ฯลฯ อาจจะทำการผสมพันธุ์ (hybridization) ระหว่างพันธุ์พ่อ-แม่ แล้วจึงคัดเลือกลูกผสม F<sub>1</sub> โดยนำมาเปรียบเทียบพันธุ์ และเมื่อได้พันธุ์ดีก็ขยายพันธุ์ต่อไปโดยใช้โคลน ทั้งนี้เพื่อรักษาพันธุ์ไว้คงตัวต่อไป นอกจากนี้แล้วการชักนำให้เกิดการก

ลายพันธุ์ (induced mutation) ก็เป็นอีกแนวทางหนึ่งในการสร้างความแปรปรวนทางพันธุกรรมให้เกิดขึ้นในพืชที่ขยายพันธุ์โดยไม่อาศัยเพศ



#### 8.4 สิ่งแวดล้อมและการปรับตัวของพืช

การคัดเลือกพันธุ์พืชนั้น นักปรับปรุงพันธุ์คัดเลือกโดยดูจากลักษณะที่ปรากฏออกมาภายนอก ซึ่งเป็นการดูฟีโนไทป์ของพืช จริง ๆ แล้วนักปรับปรุงพันธุ์ต้องการคดียีนในไทป์แต่ไม่สามารถกระทำได้ เพราะลักษณะที่มองเห็นจะเป็นผลลัพธ์มาจากการแสดงออกของยีนร่วมกับสิ่งแวดล้อม ดังนั้นในการคัดเลือกพันธุ์พืชของแต่ละแห่ง ถ้าเป็นไปได้ควรทดสอบ ภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมือน ๆ กัน เมื่อคัดเลือกพันธุ์ดีได้จำนวนหนึ่งแล้วจึงส่งไปทดสอบตามท้องถิ่นต่าง ๆ เพื่อศึกษาการปรับตัวของแต่ละพันธุ์ต่อไป

การปรับตัวของพืชแต่ละพันธุ์ในแต่ละท้องถิ่นหรือแต่ละสภาพแวดล้อมจะแตกต่างกันไป ซึ่งเชื่อว่าพื้นฐานทางพันธุกรรมจะเป็นตัวกำหนดความสามารถในการปรับตัว และเป็นตัวกำหนดพันธุ์พืชให้มีความเหมาะสมเฉพาะแห่ง

#### 8.5 การถ่ายทอดลักษณะและอิทธิพลของสิ่งแวดล้อมต่อการแสดงออกของพืช

ยีนเป็นหน่วยพันธุกรรมที่ทำหน้าที่ถ่ายทอดลักษณะต่าง ๆ จากพ่อแม่ไปสู่รุ่นลูกหลาน ลักษณะต่าง ๆ ของพืชและสัตว์จะถูกควบคุมโดยยีนทั้งสิ้น ยีนที่ควบคุมลักษณะเหล่านี้อาจมีเพียง 1-2 คู่ หรือหลาย ๆ คู่ ลักษณะที่ถูกควบคุมโดยยีนน้อยคู่ (เช่น 1-2 คู่) เรียกว่า ลักษณะทางคุณภาพ (qualitative trait) และลักษณะที่ถูกควบคุมโดยยีนหลาย ๆ คู่ เรียกว่า ลักษณะทางปริมาณ (quantitative trait)

ลักษณะภายนอกที่ปรากฏให้เราเห็นด้วยสายตาเรียกว่า phenotype ซึ่งเป็นผลลัพธ์สุดท้ายที่เกิดจากผลรวมระหว่างลักษณะที่เนื่องมาจากยีนที่เรียกว่า genotype กับสภาพแวดล้อม (environment)

นั่นคือ  $P$  (Phenotype) =  $G$  (genotype) +  $E$  (environment)

หรือบางครั้ง  $P = G + E + GE$  (interaction)

### 8.5.1 Penetrance และ Expressivity

penetrance หมายถึง ความสามารถในการแสดงออกของยีน

expressivity หมายถึง ลักษณะอาการที่พืชแสดงออก

ตัวอย่างเช่นยีน AA ควบคุมลักษณะต้นสีม่วงของพืชในจำนวนพืช 100 ต้น ที่มีจีโนไทป์ AA ปรากฏว่ามีอยู่เพียง 70 ต้น ที่มีลักษณะต้นสีม่วง เพราะฉะนั้นในกรณีนี้ penetrance จึงมีค่าเท่ากับ 70 เปอร์เซ็นต์ และในบรรดาต้นที่มีสีม่วงนี้ยังมีลักษณะแตกต่างกันออกไปอีก เช่น บางต้นมีสีม่วงทั้งหมด บางต้นสีม่วงเฉพาะยอดอ่อน บางต้นม่วงเฉพาะโคนต้น ความแตกต่างในลักษณะที่แสดงออกเหล่านี้เรียกว่า expressivity ทั้ง penetrance และ expressivity มีผลกระทบต่อฟีโนไทป์ของพืช ทำให้การคัดเลือกพันธุ์ลำบากยิ่งขึ้นไปอีก

### 8.5.2 ลักษณะทางคุณภาพ (qualitative trait)

เป็นลักษณะที่ถูกควบคุมโดยยีนน้อยคู่ ความแตกต่างของลักษณะที่เป็นลักษณะทางคุณภาพนั้น เมื่อวัดหรือแบ่งแยกก็สามารถแบ่งออกเป็นชั้น ๆ หรือหมวดหมู่ได้อย่างชัดเจน (discontinuous variation) อิทธิพลของยีนแต่ละคู่มีมาก เรียกยีนพวกนี้ว่ายีน

หลัก (major genes) สถิติที่ใช้ในการศึกษาเรื่องนี้คือ chi square ( $\chi^2$ ) ลักษณะทางคุณภาพ ได้แก่ สีของเมล็ด ความสูงของต้น การต้านทานโรค เป็นต้น

### 8.5.3 ลักษณะทางปริมาณ (quantitative trait)

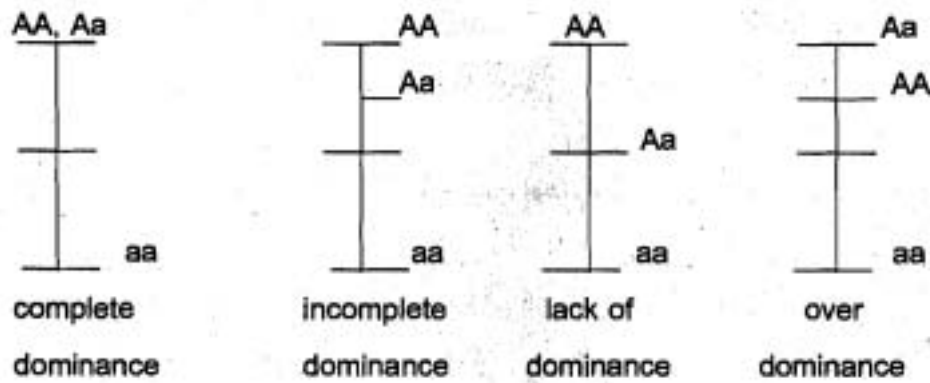
เป็นลักษณะที่ถูกควบคุมโดยยีนหลายคู่ แต่ละยีนสามารถแสดงลักษณะได้น้อยมาก (minor gene) และเปลี่ยนแปลงตามสภาพแวดล้อมได้ง่าย ความแตกต่างของลักษณะต่าง ๆ ในประชากรพืชมีน้อยมาก ทำให้เกิดความแปรปรวนแบบต่อเนื่องกันไป (continuous variation) ประชากรจะกระจายตัวแบบ normal distribution ต้องอาศัยวิธีการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ โดยใช้ t-test หรือ F-test ลักษณะทางปริมาณ ได้แก่ ผลผลิต คุณภาพของผลไม้ หรือการปรับตัวของพืชเข้ากับสิ่งแวดล้อม

### 8.5.4 พฤติกรรมของยีน (gene action) มีได้หลายแบบ ได้แก่

8.5.4.1 additive gene action (แบบผลบวก) แต่ละยีนจะแสดงลักษณะได้โดยตรง ไม่เกี่ยวข้องกัน ลักษณะที่ได้จะเป็นผลลัพท์จากยีนทุกยีนที่เกี่ยวข้อง เช่น ยีนโนไทป์ AA มีค่าเท่ากับ 20 และยีนโนไทป์ aa มีค่าเท่ากับ 10 ดังนั้นถ้ายีนโนไทป์เป็น Aa จะมีค่าเท่ากับ  $20/2 + 10/2 = 15$  เป็นต้น

8.5.4.2 non-additive gene action ลักษณะที่แสดงออกเป็นผลมาจากยีนต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อกัน เช่น ช่มกัน (dominance) รวมทั้งการช่มข้ามคู่ (epistasis)

8.5.4.3 dominance gene action (intra - allelic interaction) เกิดจากปฏิกริยาระหว่างคู่ของ allele ที่ locus เดียวกัน โดย allele ที่มีลักษณะเด่น (A) จะช่ม allele ที่เป็นลักษณะด้อย (a) ชนิดของ dominance แบบต่าง ๆ แสดงไว้ในภาพ



ภาพที่ 8.1 แสดงชนิดของ dominance

นอกจากพฤติกรรมของยีนแบบต่าง ๆ ยังพบว่ามียีนอีกหลายชนิดที่มีอิทธิพลต่อการแสดงออกของลักษณะต่าง ๆ ได้แก่

ยีนบดบัง (modifying gene) คือยีนที่ไม่ได้ควบคุมลักษณะโดยตรง แต่สามารถเพิ่มหรือลดอัตราการแสดงออกของยีนหลัก (major gene) หรือ ยีนรอง (minor gene)

Polygene คือกลุ่มของยีนที่ควบคุมลักษณะปริมาณ แต่ละยีนจะมีผลต่อการแสดงลักษณะเพียงเล็กน้อย แต่ลักษณะจะเด่นชัดขึ้นเมื่อมีหลายยีน การแสดงออกของกลุ่มยีนเหล่านี้อาจเป็นได้ทั้ง dominance, epistasis หรือ additive gene action

Xenia หมายถึง ปรากฏการณ์ที่เกสรตัวผู้มีอิทธิพลต่อเอ็มบริโอและเอ็นโดสเปิร์ม เช่น การผสมระหว่างข้าวโพดต้นแม่ที่มีเมล็ดสีขาวกับต้นพ่อที่มีเมล็ดสีม่วง เมื่อฝักแก่จะเห็นว่าได้เมล็ดสีม่วงแดงปรากฏให้เห็นบนฝักทันที โดยไม่ต้องรอถึงรุ่น  $F_1$  หรือ  $F_2$  เหมือนลักษณะอื่น ๆ โดยทั่วไป

### 8.5.5 การปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมของพืช

เป้าหมายของนักปรับปรุงพันธุ์พืช คือ การผลิตพันธุ์พืชที่ดี ที่สามารถให้ผลผลิตสูง โดยหาพันธุ์ที่สามารถร่วมมือหรือปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมในแหล่งที่จะปลูกได้ดีที่สุด ซึ่งโดยทั่วไปนักปรับปรุงพันธุ์พืชมี 2 ทางเลือก คือ

1) การคัดเลือกพันธุ์ที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมอันใดอันหนึ่งโดยเฉพาะเท่านั้น (specific adaptation หรือ adaptation) ซึ่งเมื่อสภาพแวดล้อมเปลี่ยนไปพืชจะให้ผลผลิตเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย

2) การคัดเลือกพันธุ์ที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมทั่วไปที่เปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ (general adaptation หรือ adaptability)

กลไกในการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมของพืชนี้ มีความสลับซับซ้อนมาก เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาทางชีวเคมีภายในต้นพืชเอง แต่สำหรับนักปรับปรุงพันธุ์พืชยอมรับกันว่า ความแตกต่างทางพันธุกรรม (genetic variation หรือ genetic variability) หรือ ความแปรปรวนทางพันธุกรรมเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้พืชปรับตัวได้ดี

ดังนั้นพืชที่ประกอบด้วย genotype เดียว จะเป็นพวก specific adaptation แต่ไม่มี general adaptation และพืชที่ประกอบด้วยหลาย genotypes จะเป็นพวก general adaptation แต่ไม่มี specific adaptation)

#### 8.5.6 Stability และ Buffering

ความสามารถในการปรับตัวของกลุ่มพืชในสภาพแวดล้อมที่แปรปรวน จนสามารถให้ผลผลิตที่คงที่ได้นี้เรียกว่า เสถียรภาพของพันธุ์ (stability) และการที่พันธุ์จะมีเสถียรภาพได้ก็เพราะพันธุ์นั้น ๆ มีความสามารถทนทานต่อแรงกระทบต่อสภาพแวดล้อมภายนอกได้ (buffering)

8.5.7 Homeostasis (Cannon, 1932) หมายถึง สภาวะที่ร่างกายของมนุษย์สามารถรักษาให้ร่างกายอยู่ในภาวะคงที่เสมอ ไม่ว่าสิ่งแวดล้อมจะเปลี่ยนไปอย่างไร เช่น ถ้าอากาศร้อนขึ้น ร่างกายจะหาทางระบายความร้อนโดยทางเหงื่อ เพื่อรักษาสภาวะคงที่ของร่างกาย ในทำนองเดียวกันถ้าอากาศเย็นลง ร่างกายจะเผาผลาญอาหารมากขึ้น เพื่อเปลี่ยนเป็นพลังงานมาทำให้ร่างกายอบอุ่นขึ้น homeostasis แบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ

1) Individual buffering (developmental homeostasis) หมายถึง พืชที่มีเพียง genotype เดียว (homogeneous population) แต่สามารถเจริญเติบโตให้ผลดี ใน



สภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ เช่น ข้าวพันธุ์ IR-8 ของสถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ (IRRI) ซึ่งสามารถปลูกและให้ผลผลิตสูงเกือบทุกประเทศในเอเชีย หรือพวกข้าวโพดลูกผสมเดี่ยว (single cross) เป็นต้น

2) Populational buffering (genetic homeostasis) หมายถึง พืชที่ประกอบด้วยหลาย ๆ genotype (heterogeneous population) และสามารถปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงอยู่เสมอได้ดี ซึ่งกรณีนี้เชื่อว่าความแปรปรวนทางพันธุกรรมเป็นตัวช่วยให้พืชปรับตัวได้ดี ตัวอย่าง เช่น ข้าวโพดลูกผสมคู่ (double cross) หรือ ลูกผสมรวม (composite) เป็นต้น

#### 8.5.8 การวัดความสามารถในการปรับตัว สามารถทำได้ 3 วิธี คือ

1) โดยการปลูกทดสอบพืชในท้องถิ่นต่าง ๆ ซึ่งมีสภาพแวดล้อมแตกต่างกันเป็นเวลาหลาย ๆ ปี

2) ศึกษาจากค่า Regression ระหว่างผลผลิตของพืชแต่ละพันธุ์กับผลผลิตเฉลี่ยของทุกพันธุ์ที่ปลูก ณ ที่นั้น

3) วัดจากความสามารถในการรวมตัว (combining ability) ของพันธุ์ต่าง ๆ ที่ปลูกในสภาพแวดล้อม

#### วิธีการวัด stability โดยวิธีของ Finlay and Wilkinson มีขั้นตอนดังนี้

1) หาผลผลิตเฉลี่ยของทุกพันธุ์ในแต่ละปี แต่ละแหล่ง เรียก site mean yield ค่านี้จะบอกความเหมาะสมของสภาพแวดล้อมที่มีต่อการเจริญเติบโตของพืช ถ้าค่าสูงแสดงว่าสภาพแวดล้อมเหมาะสม ถ้าค่าต่ำแสดงว่าสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม

2) หา regression coefficient (b) ของผลผลิตของแต่ละพันธุ์ต่อผลผลิตเฉลี่ยจากทุกพันธุ์ ใช้วัด yield stability โดยให้ผลผลิตเฉลี่ยของทุกพันธุ์เป็น independent variable และผลผลิตของแต่ละพันธุ์เป็น dependent variable ค่า b นี้จะบอกให้ทราบว่าถ้าผลผลิตเฉลี่ยของทุกพันธุ์ (ซึ่งวัดสภาพแวดล้อม) เปลี่ยนไป 1 หน่วย ผลผลิตของพันธุ์ใดพันธุ์หนึ่งจะเปลี่ยนไปเท่าไร

ถ้า  $b = 1$  แสดงว่าพันธุ์นั้นมี stability ปานกลาง (average stability)

ถ้า  $b > 1$  แสดงว่าพันธุ์นั้นมี stability ต่ำ (below average stability)

ถ้า  $b < 1$  แสดงว่าพันธุ์นั้นมี stability สูง (above average stability)

3) เมื่อนำค่าทั้งสองมาพิจารณาร่วมกัน ผลผลิตของแต่ละพันธุ์จะแสดงถึงความสามารถในการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อม (adaptability)

ถ้า  $b = 1$  และมี mean สูง แสดงว่าเป็นพันธุ์ที่ปรับตัวเข้าได้กับทุกสภาพแวดล้อม

ถ้า  $b = 1$  และมี mean ต่ำ แสดงว่าเป็นพันธุ์ที่ไม่สามารถปรับตัวเข้าได้กับทุกสภาพแวดล้อม

ถ้า  $b > 1$  แสดงว่าเหมาะสำหรับปลูกในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมเพราะจะตอบสนองได้ดี

ถ้า  $b < 1$  แสดงว่าปรับตัวได้ดี สามารถปลูกในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้

ค่า regression coefficient (b) หาได้จากสูตร

$$\frac{\text{covariance of } xy}{\text{variance of } x} = \frac{\frac{\sum xy - \sum x \sum y}{n}}{\frac{\sum x^2 - (\sum x)^2}{n}}$$

การทำนายค่า y หาได้จากสูตร

$y = a + bx$  เมื่อ  $b =$  regression coefficient และ  $a = y - b \cdot x$

ค่าที่คำนวณได้เหล่านี้นำมาใช้ประโยชน์ได้ดังนี้ คือ

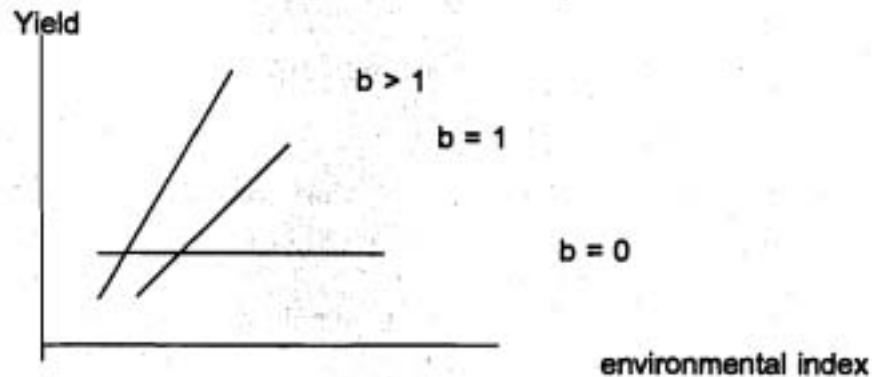
1) ใช้ทำนายผลผลิตหรือลักษณะต่าง ๆ ของพืชที่ใช้ในการศึกษา

2) ค่า  $b_{xy}$  นำมาใช้พิจารณาเสถียรภาพของพันธุ์พืช (stability)

3) สามารถคำนวณหาค่า  $r$  (correlation coefficient) ซึ่งบอกความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะที่ศึกษาได้

โดย  $r = \sqrt{b \cdot b'}$  เมื่อ  $b = b_{xy}$  และ  $b' = b_{yx} = \frac{\frac{\sum xy - \sum x \sum y}{n}}{\frac{\sum y^2 - (\sum y)^2}{n}}$

Stability ของ Finlay and Wilkinson

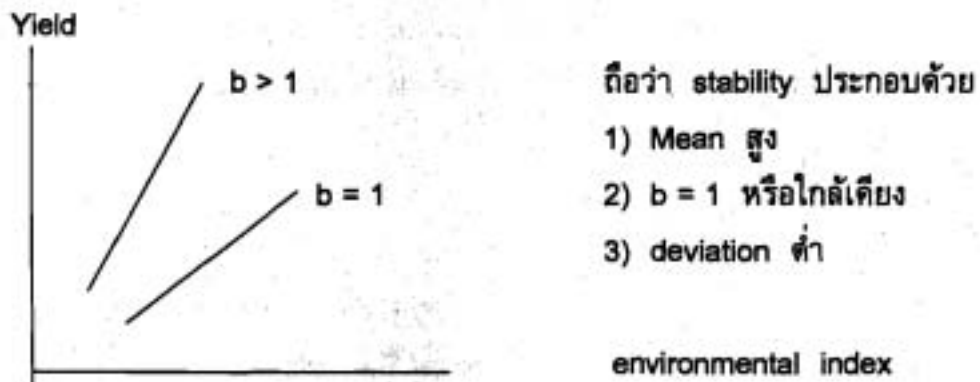


Finlay and Wilkinson ถือว่า  $b = 0 =$  stability (absolute stability)

$b = 0$  หมายถึง ว่าไม่ว่าสภาพแวดล้อมจะเปลี่ยนไปอย่างไรผลผลิตก็ยังคงที่

เสมอ

Stability ของ Eberhart and Russel



ถือว่า stability ประกอบด้วย

- 1) Mean สูง
- 2)  $b = 1$  หรือใกล้เคียง
- 3) deviation ต่ำ

8.5.9 ความสามารถในการถ่ายทอดลักษณะ (heritability) =  $h$

$h$  หมายถึง สัดส่วนของความแปรปรวน (variance) อันเนื่องมาจากพันธุกรรม บวกให้ทราบถึงสัดส่วนของลักษณะที่สามารถถ่ายทอดจากพ่อแม่ไปสู่ลูกหลานได้  $h$  แบ่งออกเป็น 2 ชนิด

1) ความสามารถในการถ่ายทอดลักษณะอย่างกว้างขวาง (broad sense heritability)

$$h = \frac{V_g}{V_p} = \frac{V_g}{V_g + V_e} = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2}$$

เมื่อ  $V_g$  หรือ  $\sigma_g^2$  = ความแปรปรวนทางพันธุกรรม

$V_p$  = ความแปรปรวนทั้งหมด

$V_e$  หรือ  $\sigma_e^2$  = ความแปรปรวนเนื่องมาจากสภาพแวดล้อม

$h$  แบบนี้จะเปรียบเทียบความผันแปรอันเนื่องมาจากพันธุกรรมต่อความแปรปรวนรวมทั้งหมด ซึ่งความแปรปรวนทางพันธุกรรมจะรวมเอาความแปรปรวนทุกชนิดที่เป็นผลมาจากยีน เช่น additive, dominance, epistasis จึงเป็นการวัดแบบกว้าง ๆ เท่านั้น ค่าของ  $h$  นี้นิยมแสดงเป็นเปอร์เซ็นต์

2) ความสามารถในการถ่ายทอดลักษณะอย่างแคบ (narrow sense heritability) เป็นสัดส่วนของความแปรปรวนอันเนื่องมาจาก additive ต่อความผันแปร (ความแปรปรวน) ทั้งหมด

$$h = \frac{V_a}{V_p} = \frac{V_a}{V_g + V_e} = \frac{V_a}{V_a + V_d + V_i + V_e}$$

เมื่อ  $V_a$  = ความแปรปรวนทางพันธุกรรมที่เป็น additive

$V_d$  = ความแปรปรวนทางพันธุกรรมที่เป็น dominance

$V_i$  = ความแปรปรวนทางพันธุกรรมที่เป็น epistasis

Ve = ความแปรปรวนอันเนื่องมาจากสภาพแวดล้อม

ค่า  $h$  เหล่านี้ มีประโยชน์ในการคัดเลือกพันธุ์มาก เพราะทำให้เราสามารถคาดคะเนผลของการคัดเลือกพันธุ์ได้ ลักษณะที่มีค่า  $h$  สูงแสดงว่าลักษณะนั้นมีความแปรปรวนอันเนื่องมาจากพันธุกรรมเป็นส่วนใหญ่ สิ่งแวดล้อมเข้ามามีส่วนเกี่ยวข้องน้อย ฉะนั้นลักษณะที่เราคัดเลือกได้ก็จะไปปรากฏในรุ่นต่อ ๆ ไปได้มาก โดยทั่วไปลักษณะทางคุณภาพมักจะมีค่า  $h$  สูงกว่าลักษณะทางปริมาณ

### 8.6 การปรับปรุงพันธุ์พืชผสมตัวเองที่ไม่เกี่ยวข้องกับการผสมพันธุ์

พืชผสมตัวเองในธรรมชาติจะมีพื้นฐานทางพันธุกรรมเป็นพืชพันธุ์แท้ (homozygous) แต่เนื่องจากความแปรปรวนทางพันธุกรรมเกิดขึ้นได้จากการผสมข้ามตามธรรมชาติ (natural outcrossing) หรือการกลายพันธุ์ (spontaneous mutation) ทำให้พืชพันธุ์แท้ที่เกษตรกรใช้เกิดความ ไม่สม่ำเสมอขึ้น อย่างไรก็ตามความแปรปรวนทางพันธุกรรมที่เกิดขึ้นนี้อาจมีลักษณะที่เป็นประโยชน์และเป็นที่ต้องการของเกษตรกร จึงเกิดการคัดเลือกพันธุ์เพิ่มปริมาณมากขึ้นจนกระทั่งได้เป็นพันธุ์ใหม่ออกมามากมายในปัจจุบัน การคัดเลือกพันธุ์พืชที่ไม่เกี่ยวข้องกับการผสมพันธุ์นี้ ส่วนใหญ่เป็นการรวบรวมพันธุ์มาปลูกทดสอบแล้วคัดเลือกพันธุ์ที่ปรับตัวได้ดีมาเผยแพร่ต่อไป หรืออาจเป็นการคัดเลือกพันธุ์พืชให้มีความสม่ำเสมอมากขึ้น

### ทฤษฎีพันธุ์บริสุทธิ์ (pure-line theory)

นักชีววิทยาเดนมาร์ก ชื่อ W.L. Johannsen เป็นผู้เสนอทฤษฎีนี้ โดยอาศัยผลการทดลองของเขาในปี ค.ศ. 1903 อธิบายทฤษฎีพันธุ์บริสุทธิ์ได้อย่างชัดเจน Johannsen ทำการทดลองเกี่ยวกับถั่ว (bean) ซึ่งเป็นพืชผสมตัวเอง โดยศึกษาผลการคัดเลือกพันธุ์ที่มีต่อน้ำหนักของเมล็ดถั่ว เขาเริ่มการทดลองโดยการแยกขนาดเมล็ดถั่วตามน้ำหนักจากกองถั่วที่มีขนาดต่าง ๆ กันได้ 19 ขนาด (เมล็ด) และนำไปปลูกเรียกว่า "ต้นแม่" จำนวน 19 ต้นแม่ เมื่อเมล็ดแก่ทำการเก็บเกี่ยวและชั่งน้ำหนักเฉลี่ยของเมล็ดจากต้นแม่แต่ละต้นซึ่งเรียกว่า สายพันธุ์ เขาได้คัดเลือกเมล็ดที่เล็กที่สุดและโตที่สุด

ไปปลูก ต้นเมล็ดเล็กและเมล็ดโตต่างก็ผลิตเมล็ดที่มีขนาดต่าง ๆ กัน ทำการเก็บเกี่ยวและ  
ซังหาน้ำหนักเมล็ดเฉลี่ยภายในต้นเมล็ดเล็กและเมล็ดโต ในในปีต่อไปเขาได้เลือกเอา  
เมล็ดเล็กที่สุด และโตที่สุดของแต่ละต้นไปปลูกอีก ทำเช่นนี้จำนวน 6 ชั่วรุ่น

ผลปรากฏว่าจากต้นแม่เดียวกัน น้ำหนักเมล็ดเฉลี่ยที่ได้จากต้นเมล็ดเล็กไม่แตก  
ต่างจากต้นเมล็ดโต และไม่แตกต่างจากน้ำหนักเฉลี่ยของต้นแม่ = มี ส่วนน้ำหนักเฉลี่ยที่  
ได้จากคนละต้นแม่นั้นแตกต่างกัน เช่นน้ำหนักเมล็ดเฉลี่ยจากต้นแม่เบอร์ 18 = 35.1  
ชก. น้ำหนัก เมล็ดเฉลี่ยจากต้นเมล็ดเล็กของเบอร์นี้ = 35.8 ชก. จากต้นเมล็ดโต = 34.8  
ชก. น้ำหนักเมล็ดเฉลี่ยทั้งสามค่านี้ไม่แตกต่างกันทางสถิติจากต้นแม่เบอร์ 2 ได้ผลเช่น  
เดียวกัน คือ ค่าเมล็ดเฉลี่ยทั้งสามไม่แตกต่างกัน น้ำหนักเมล็ดเฉลี่ยของต้นแม่เบอร์ 2  
เท่ากับ 64.26 ชก. เมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักเมล็ดเฉลี่ยของคนละต้นแม่ คือ เบอร์ 2  
ปรากฏว่าแตกต่างกัน

Johannsen ได้อธิบายผลการทดลองว่า

1) ถั่วเค็มที่ใช้สำหรับการทดลองประกอบด้วยถั่วเมล็ดต่าง ๆ กันนั้นแต่ละขนาด  
หมายถึงพันธุ์แท้บริสุทธิ์ (pure line) แต่ละพันธุ์ย่อมมีพันธุกรรมต่างกัน จึงสามารถแยก  
ออกได้เป็น 19 ขนาด (สายพันธุ์)

2) เมื่อนำแต่ละสายพันธุ์ไปปลูก จะได้เมล็ดที่มีขนาดต่างกันจากเมล็ดเล็กที่สุดถึง  
โตที่สุด แต่ได้น้ำหนักเมล็ดเฉลี่ยเท่าเดิม ความแตกต่างที่ปรากฏเนื่องมาจากสิ่งแวดล้อม  
ไม่ใช่เนื่องมาจากพันธุกรรม

ผลการทดลองของ Johannsen ให้หลักการที่สำคัญเกี่ยวกับการปรับปรุงพันธุ์  
คือ การคัดเลือกพันธุ์จะได้ผลก้าวหน้าขึ้น ประชากรจะต้องมีความแตกต่างทางพันธุกรรม  
(genetic variability) การคัดเลือกพันธุ์ในพันธุ์แท้บริสุทธิ์ไม่ได้ผลเพราะความแตกต่างที่  
ปรากฏเป็นเพราะสิ่งแวดล้อม เขาได้ให้คำนิยามของพันธุ์แท้บริสุทธิ์ (pure line) ว่า  
เป็นต้นที่ได้จากพันธุ์แท้ (homozygous individual) ของพืชผสมตัวเองเพียงต้นเดียว

วิธีการคัดเลือกพันธุ์บริสุทธิ์ (Pure line selection)

เป็นวิธีการคัดเลือกพันธุ์ที่มีอยู่แล้วในธรรมชาติแต่ยังมีความหลากหลายทางพันธุกรรมระหว่างพันธุ์ต่าง ๆ เพื่อเปิดโอกาสให้คัดเลือกพันธุ์ที่ดีที่สุดให้เกษตรกรใช้มีวิธีการทำดังนี้ คือ

1) รวบรวมพันธุ์ปลูกเป็นพันธุ์ต่อแถว โดยต้องมีความหลากหลายทางพันธุกรรมมาก ๆ หลังจากนั้น จึงคัดเลือกต้นเดี่ยว ๆ (single plant selection) ชั้นนี้สำคัญมาก คือ จะต้องให้มีต้นที่ตีรวมอยู่ด้วย มิฉะนั้นแล้ว การคัดเลือกต่อไปจะไม่มีประโยชน์อะไรเพราะจะไม่ได้พันธุ์ที่ดีที่สุด จำนวนต้นที่จะคัดพันธุ์ดีออกมาได้

2) นำเมล็ดจากแต่ละต้นที่เก็บเกี่ยวแยกกันมาปลูกเป็นต้นต่อแถว (progeny row) เพื่อประเมินลักษณะทางพันธุกรรม อาจปลูกและคัดเลือกหลาย ๆ ฤดูจนกระทั่งพืชมีความสม่ำเสมอและคัดพันธุ์ดีออกมาได้

3) เมื่อไม่สามารถแยกความแตกต่างด้วยตาเปล่าจากแถวเดี่ยว ๆ ได้ นักปรับปรุงพันธุ์ควรเพิ่มจำนวนแถวหรือปลูกหลายซ้ำเพื่อช่วยให้ตัดสินใจ ได้แน่นอนยิ่งขึ้น เมื่อคัดเลือกได้ต้นที่ดีที่สุดแล้ว จึงนำไปขยายพันธุ์ต่อไป

พันธุ์ใหม่ที่เกิดจากการคัดเลือกพันธุ์แบบนี้จะประกอบด้วยสายพันธุ์เดี่ยวเท่านั้น การคัดเลือกพันธุ์บริสุทธิ์เป็นวิธีการที่ใช้กันแพร่หลายมานานแล้ว พันธุ์ดีของพืชชนิดต่าง ๆ ในอดีตส่วนใหญ่ปรับปรุงพันธุ์โดยวิธีนี้

#### การคัดเลือกพันธุ์หมู่ (mass selection)

เป็นวิธีคัดเลือกพันธุ์ที่ง่ายและเก่าแก่ที่สุด เกษตรกรทั่ว ๆ ไปก็สามารถทำได้โดยมีหลักการง่าย ๆ คือคัดต้นที่ไม่ดีทิ้งไป แล้วนำเอาต้นที่ต้องการมารวมกันเพื่อทำเป็นพันธุ์ใหม่ อาจดำเนินการเป็นขั้น ๆ ดังนี้ ขั้นแรกกำจัดต้นไม้ที่ไม่ดีออก อาจทำได้หลายวิธี คือ ถ้าประชากรส่วนใหญ่เป็นต้นที่ดี เราก็ถอนต้นที่คัดทิ้งออกไป ถ้าต้นที่ต้องการเป็นส่วนน้อยของประชากรเราก็ทำเครื่องหมายต้นที่ต้องการไว้ เมื่อแก่ให้เก็บเกี่ยวเฉพาะต้นที่มีเครื่องหมายเท่านั้น เมื่อเลือกได้ต้นที่ดีตามความต้องการแล้วให้นำเมล็ดจากต้นที่คัดไว้มารวมกันเพื่อปลูกต่อไปทำเช่นนี้หลาย ๆ ปี เมื่อเห็นว่าพันธุ์มีความสม่ำเสมอของลักษณะที่เราต้องการเพียงพอแล้วเอาเมล็ดรวมกันตั้งเป็นพันธุ์ใหม่

พันธุ์ใหม่ที่ได้จากการคัดเลือกพันธุ์โดยวิธีนี้จะประกอบด้วยพันธุ์บริสุทธิ์ (pure line) หลาย ๆ พันธุ์ การคัดเลือกพันธุ์วิธีนี้ไม่มีการทดสอบพันธุ์ในรุ่นลูก พันธุ์ที่ได้จะดีมากขึ้นเรื่อย ๆ พันธุ์ใหม่ก็จะขึ้นอยู่กับการคัดเลือก ถ้าประชากรเดิมมีพันธุ์ที่ดีให้ผลผลิตสูง พันธุ์ใหม่ก็จะเป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงด้วย พันธุ์ใหม่จะไม่ดีไปกว่านี้ เพราะไม่ได้เกี่ยวข้องกับผสมพันธุ์ การคัดเลือกพันธุ์หมุ่นนอกจากจะเป็นวิธีการปรับปรุงพันธุ์แล้ว ยังเป็นวิธีการที่ใช้รักษาพันธุ์ดีให้บริสุทธิ์อีกด้วย ตามปกติแล้วพันธุ์ดีที่ปลูกทุก ๆ ปี ย่อมจะมีความแปรปรวนเกิดขึ้นได้จากการผสมข้ามตามธรรมชาติก่อนบ้าง ต้นสูงกว่าปกติบ้าง ต้นที่ผิดจากส่วนใหญ่ของประชากร เช่นนี้จำเป็นต้องกำจัดออกไปจากประชากรคงไว้แต่ต้นที่เหมือนกันเท่านั้น

#### 8.7 การผสมพันธุ์พืชและการเปลี่ยนแปลงภายหลังการผสมพันธุ์

การสร้าง ความแปรปรวนทางพันธุกรรม (genetic variability) ให้กับประชากรของพืชเป็นแนวทางหนึ่งที่จะทำให้ นักปรับปรุงพันธุ์พืชสามารถคัดเลือกลักษณะที่เป็นที่ต้องการได้ และช่วยให้เกิดความก้าวหน้าของการคัดเลือกพันธุ์พืชผสมตัวเองโดยธรรมชาติจะมีพื้นฐานทางพันธุกรรมเป็นพืชพันธุ์แท้ ในขณะที่พืชผสมข้ามจะเป็นพันธุ์ทาง ดังนั้นความแปรปรวนทางพันธุกรรมของพืชผสมตัวเองจึงมีน้อยกว่าพืชผสมข้าม การผสมข้ามตามธรรมชาติ (natural outcrossing) ของพืชผสมตัวเองและการกลายพันธุ์จะช่วยสร้างความแปรปรวนทางพันธุกรรมได้แต่จะเกิดในอัตราส่วนค่อนข้างต่ำ การผสมพันธุ์ (hybridization) ระหว่างพันธุ์พ่อ-แม่ ที่ผ่านการคัดเลือกมาเป็นอย่างดีแล้วจะช่วยสร้างความแปรปรวนทางพันธุกรรมได้มากที่สุด เปิดโอกาสให้นักปรับปรุงพันธุ์พืชทำการคัดเลือกพันธุ์ให้มีลักษณะตามวัตถุประสงค์ได้

#### 8.8 การผสมพันธุ์พืช (hybridization)

การผสมพันธุ์พืชมีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างความแปรปรวนทางพันธุกรรมให้เกิดขึ้นในประชากรพืช เปิดโอกาสให้นักปรับปรุงพันธุ์ได้คัดเลือกต้นที่มีลักษณะดีที่สุดจากการรวม (recombination) ยีนที่มีลักษณะดีเข้าไว้ด้วยกัน การผสมพันธุ์พืชอาจแบ่งได้เป็น 3 ชนิด คือ



1. การผสมภายในพืชชนิดเดียวกัน (intraspecific hybridization) เป็นการผสมภายในพืชสปีชีส์เดียวกัน เช่น การผสมระหว่างถั่วเหลือง พันธุ์ จ.5 กับ Williams และการผสมระหว่างข้าวพันธุ์ พวงนาค 16 กับ ซิกาติส เป็นต้น ซึ่งเป็นการผสมระหว่างถั่วเหลือง (*Glycine max*) และระหว่างข้าว (*Oryza sativa*) ชนิดเดียวกันแต่มีลักษณะทางพันธุกรรมแตกต่างกันเท่านั้น

2. การผสมข้ามชนิด (interspecific hybridization) เป็นการผสมข้ามสปีชีส์ เช่น การผสมพันธุ์ฝ้ายระหว่าง *Gossypium herbaceum* กับ *G. raimondii* หรือการผสมพันธุ์ผักกาด กะหล่ำ เช่น *Brassica oleracea* กับ *B. campestris* เป็นต้น การผสมพันธุ์แบบนี้ส่วนใหญ่มีวัตถุประสงค์ เพื่อปรับปรุงพันธุ์พืชให้มีลักษณะพิเศษ เช่น ต้านทานโรคและแมลง หรือทนทานต่อสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ซึ่งความสำเร็จของการสร้างลูกผสมข้ามชนิดเหล่านี้จะขึ้นอยู่กับจำนวนโครโมโซมของพืชที่ใช้เป็นคู่ผสม ถ้ามีความแตกต่างกันมากก็จะมีผลผสมได้ยากขึ้น อย่างไรก็ตามความหน้าทางวิทยาการที่ทันสมัยต่าง ๆ เช่น การเพาะเลี้ยงอับเรณู การเพาะเลี้ยงคัพภะ การหลอมรวมเซลล์ และการใช้พันธุวิศวกรรม จะมีส่วนช่วยให้ประสบความสำเร็จได้มากขึ้น

3. การผสมข้ามสกุล (intergeneric hybridization) เป็นการผสมข้ามสกุล (genus) ของพืช เช่น การผสมระหว่าง ข้าวสาลีกับข้าวไรย์ (*Triticum aestivum* X *Secale Cereale*) และการผสมข้ามสกุลนี้จะยากกว่าการผสมข้ามชนิด เพราะจำนวนและขนาดของโครโมโซมที่ต่างกันมาก อย่างไรก็ตามพืชที่มีวิวัฒนาการร่วมกันมา หรือพืชที่มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกันทางสายเลือด (related species) จะประสบความสำเร็จได้มากกว่า นอกจากนี้แล้วการนำความรู้ทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพขั้นสูง เช่น การทำพันธุวิศวกรรมก็เป็นอีกแนวทางหนึ่งในการสร้างลูกผสมชนิดนี้ให้ประสบความสำเร็จได้มากขึ้น

### 8.9 ขั้นตอนในการผสมพันธุ์พืช

การสร้างลูกผสมในพืชผสมตัวเองนั้น จะต้องประกอบด้วยขั้นตอนหลัก ๆ 2 ขั้นตอน คือ การทำลายหรือการตอนเกสรตัวผู้ (emasculation) และการถ่ายละอองเกสร (pollination)

1. การทำลายเกสรตัวผู้ อาจทำได้หลายวิธี คือ

ก. การดึงอับเรณู (anther) ออกมาจากดอกโดยใช้ปากคีบขนาดเล็กที่มีปลายแหลม เช่น ข้าว ข้าวสาลี ข้าวบาร์เลย์ ข้าวฟาง ถั่วลิสง ถั่วเขียว ถั่วเหลือง ฝ้าย ยาสูบ ฯลฯ ในบางครั้งอาจใช้ลมดูดออกและในพืชบางชนิด ก้านอับเรณูจะยึดติดกับกลีบดอก (corolla) จึงใช้วิธีดึงกลีบดอกออกโดยตรง เหลือแต่ยอดเกสรตัวเมีย เช่น งา ซึ่งเป็นพืชที่ตอนเกสรตัวผู้ได้ง่ายที่สุด

ข. การติดส่วนของดอกออกบางส่วน (clipping) เช่น ข้าวที่มีดอกอยู่ในระยะที่เหมาะสมคือ อับเรณูอยู่เหนือยอดเกสรตัวเมีย สามารถใช้กรรไกรขนาดเล็กตัดดอกออกประมาณครึ่งดอกย่อย โดยตัดส่วนของอับเรณูทิ้งไปทั้งหมดแต่ต้องไม่ตัดยอดเกสรตัวเมียออกไปด้วยก็จะสามารถผสมข้ามได้ตามปกติเพียงแต่ว่าเมล็ดลูกผสมที่ได้จะมีเปลือกหุ้มเมล็ดเหลือเพียงครึ่งเดียวเท่านั้น

ค. การใช้ลมร้อน หรือน้ำร้อน เช่น ข้าว พบว่าถ้าเอากดอกข้าวแช่ในน้ำร้อนที่มีอุณหภูมิ 42-44° ซ นาน 5-8 นาที ละอองเกสรตัวผู้จะถูกทำลาย โดยไม่มีอันตรายต่อเกสรตัวเมียแต่อย่างใด นอกจากนี้พบว่าอุณหภูมิที่เป็นจัด เช่น 0° ซ. ก็สามารถทำลาย ละอองเกสรตัวผู้ได้เช่นกัน

ในการตอนเกสรตัวผู้จะต้องทำก่อนที่ดอกจะบานหรือก่อนที่จะเกิดการผสมตัวเอง เพราะพืชบางชนิด เช่น ข้าวจะผสมเกสรก่อนดอกบานจึงต้องรับทำการตอนเกสรตัวผู้ภายในเวลาที่เหมาะสม ซึ่งเวลาในการตอนเกสรตัวผู้นี้จะแตกต่างกันไปตามชนิดพืช เช่น ข้าว ต้องตอนเกสรตัวผู้ก่อนเวลาผสมเกสรประมาณ 1-2 ชม. คือ ควรทำตั้งแต่เวลาประมาณ 7.00 น. และผสมเกสรเวลาประมาณ 9.00 น. ถั่วลิสง ถั่วเหลือง และงาเวลาที่เหมาะคือ 16.00-17.00 น. และผสมเกสรในตอนเช้า (ประมาณ 7.00-10.00 น.) ของวันถัดไป ข้าวฟ่างจะตอนเกสรตัวผู้ประมาณ 7.00-10.00 น. และผสมเกสรในตอนเช้าของวันถัดไป ข้าวสาลีต้องตอนเกสรตัวผู้ 2-3 วันก่อนผสมเกสร ดอกพืชที่ทำการตอนเกสรตัวผู้แล้วจะต้องป้องกันละอองเกสรตัวผู้จากต้นอื่นมาผสม โดยคลุมดอกด้วยวัสดุที่เหมาะสม ซึ่งจะแตกต่างกันไปตามชนิดพืช เช่น ข้าว ข้าวสาลี ข้าวบาร์เลย์ ข้าวฟ่าง ควรใช้ซองกระดาษใสในขณะที่ถั่วลิสงแค พริก อาจใช้紗ลึพันรอบดอกที่ตอน และงาใช้หลอดกาแฟ ตัดสั้นให้ปลายข้างหนึ่งปิดนำไปสวมครอบไว้บนฐานรองดอก เป็นต้น

2. การถ่ายละอองเกสร และการผสมเกสรนั้นจะทำในเวลาที่เหมาะสมซึ่งแตกต่างกันไปในแต่ละพืชเช่นกัน พืชโดยทั่ว ๆ ไปดอกจะบานตอนเช้า ดังนั้นเวลาที่เหมาะสมในการผสมเกสรส่วนใหญ่คือช่วงเช้า แต่ก็มีพืชบางชนิด เช่น ข้าวโอ๊ต สามารถผสมเกสรได้ทั้งวัน การถ่ายละอองเกสรอาจใช้ปลายพู่กันและเอาละอองเกสรจากต้นตัวผู้ที่กำหนดมาและลงบนยอดเกสรตัวเมียโดยตรงเลยก็ได้ ในพืชพวกข้าว ข้าวฟ่าง อาจใช้ของกระดาษคลุมช่อดอกจากต้นตัวผู้แล้ว เคาะถุงแรง ๆ ให้ละอองเกสรตกลงในถุงกระดาษ หลังจากนั้นจึงนำไปคลุมดอกที่ตอนไว้แล้วและใช้มือเคาะถุงให้ละอองปลิวไปผสมกับดอกที่ตอนไว้แล้วก็ได้ เมื่อผสมเกสรเสร็จแล้วจะต้องบันทึกชื่อพันธุ์ของคู่ผสมวันผสมพร้อมทั้งชื่อผู้ผสมไว้ด้วย โดยทั่วไปต้องคลุมถุงต่อไปอีกกระทั่งดอกที่ตอนไว้เริ่มติดเมล็ด จึงถอดถุงคลุมช่อดอกออก

#### 8.10 การเปลี่ยนแปลงภายหลังการผสมพันธุ์

หลังจากการผสมพันธุ์แล้ว ประชากรของพืชจะเริ่มมีการกระจายตัว ตามหลักของเมนเดล ซึ่งจะมีการกระจายตัวได้ลักษณะต่าง ๆ เป็นอัตราส่วนเท่าไรนั้นจะขึ้นอยู่กับจำนวนคู่ของยีนที่ทำหน้าที่ควบคุมลักษณะนั้น ๆ พืชที่มีพันธุกรรมแตกต่างกัน เมื่อผสมพันธุ์กันแล้วจะเริ่มกระจายตัวตั้งแต่ชั่วรุ่นที่ 2 เป็นต้นไป และจะใช้เวลามากน้อยแค่ไหน จึงจะมีความเป็นพันธุ์แท้จะขึ้นอยู่กับจำนวนคู่ของยีนที่ควบคุม ซึ่งถ้ามียีนควบคุมหลายคู่ จะต้องปลูกประชากรพืชมากขึ้นตามไปด้วย (ตารางที่ 8.4.1)

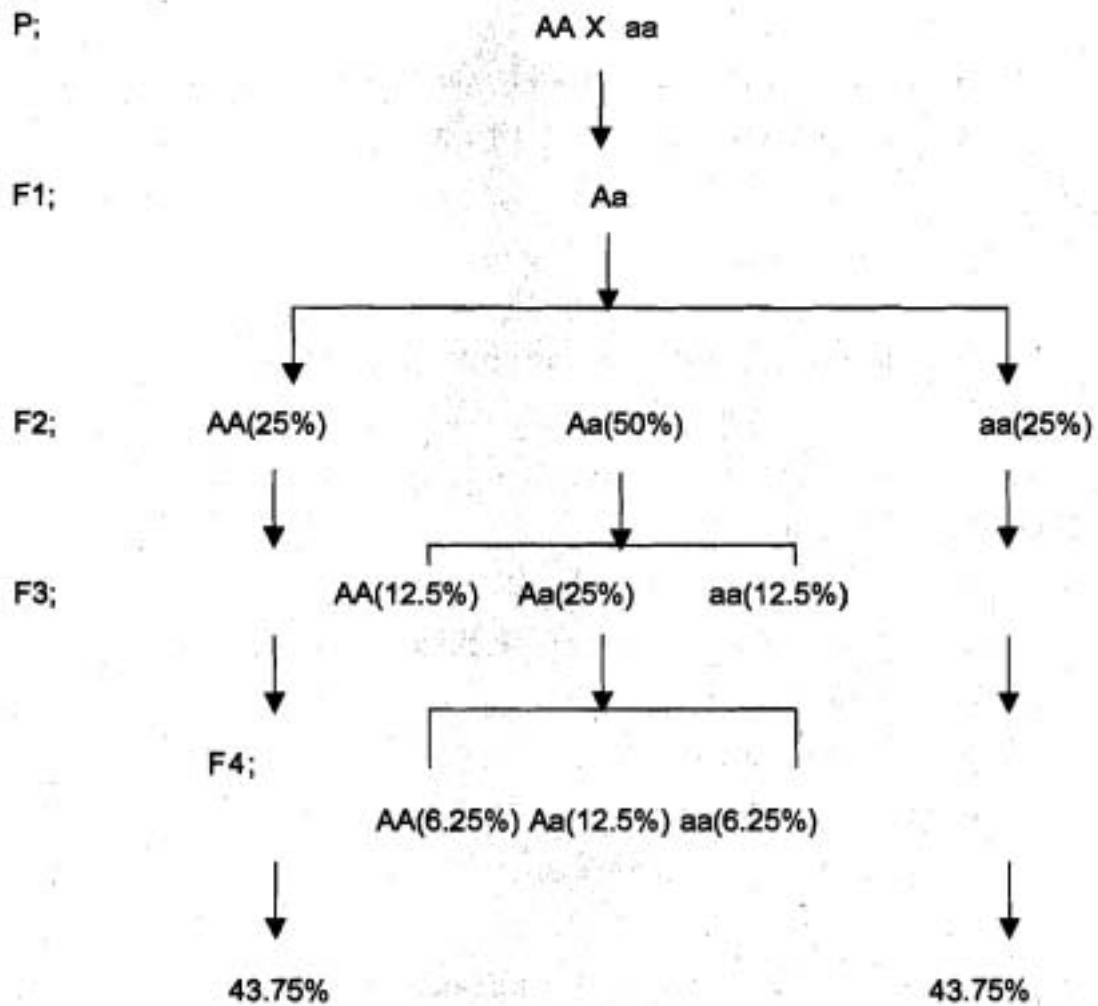
ตารางที่ 8.4.1 จำนวนประชากรของพืชและการกระจายตัวในชั่วรุ่นที่ 2 เมื่อมีจำนวนคู่ของยีนต่าง ๆ กัน

จำนวนยีน ใน $F_1$	gamete ใน $F_2$	ยีนโนโทปี ใน $F_2$	ขนาดประชากร ของ $F_2$	โนฟีโนโทปีใน $F_2$	
				มีdominance	ไม่มีdominance
1	2	3	4	2	3
2	4	9	16	4	9
3	8	27	64	8	27
4	16	81	256	16	81
:	:	:	:	:	:
10	1,024	59,049	1,084,576	1,024	59,049
:	:	:	:	:	:
n	$2^n$	$3^n$	$4^n$	$2^n$	$3^n$

ที่มา : ดัดแปลงจากประสิทธิ์ ใจคิด (2541)

การหาสัดส่วนความเป็นพันธุ์แท้ (proportion of homozygosity) นั้น อาจคำนวณ  
ง่าย ๆ

ตามการกระจายตัวของรุ่นลูก ดังนี้



ซึ่งจะเห็นได้ว่า  $F_2$  นั้นมีความเป็นพันธุ์แท้ = 25 AA + 25 aa = 50 %  
 $F_3$  นั้นมีความเป็นพันธุ์แท้ = 25 AA + 12.5 AA + 25 aa + 12.5 aa  
 = 75%  
 และทำนองเดียวกันใน  $F_4$  พืชจะมีความเป็นพันธุ์แท้ = 87.5%

การคำนวณดังกล่าวทำได้ง่ายในกรณีที่มียีนควบคุมน้อยคู่ แต่ถ้ามียีนควบคุมหลายคู่ อาจคำนวณได้จากสูตร  
 ความเป็นพันธุ์แท้ =  $(2^m - 1) / 2^m$

เมื่อ  $m$  = จำนวนชั่วรุ่นที่เริ่มมีการกระจายตัวซึ่งก็คือ จำนวน  $F$  ลบด้วย 1 นั่นเอง  
 สูตรนี้ใช้กับลักษณะที่ถูกควบคุมด้วยยีน 1 คู่ เท่านั้น ถ้ามียีน  $n$  คู่ จะคำนวณได้จาก  
 สูตร

$$[(2m - 1)2^m]^n$$

สูตรเหล่านี้จะใช้ได้เมื่อพืชทุกต้นมีโอกาสรอดชีวิตเท่ากันและยีนทุกคู่มีอิสระเท่า  
 กัน อย่างไรก็ตามทั้ง 2 สูตรนี้ไม่สามารถบอกได้ว่า ในประชากรที่มีการกระจายตัว  
 ประกอบไปด้วยยีนโนไทป์อะไรบ้าง จำนวนเท่าไร การหาจำนวนของแต่ละยีนโนไทป์ ใน  
 ประชากรคำนวณได้จากสูตร

$$[1 + (2^m - 1)]^n$$

ตัวอย่าง ลักษณะความสูงของลำต้นข้าวฟ่างมียีนควบคุม 4 คู่ อยากทราบว่าใน  
 $F_6$  แต่ละยีนโนไทป์จะมีจำนวนเท่าไร

ดังนั้น  $m = 5$  และ  $n = 4$

$$\begin{aligned} \text{จำนวนยีนโนไทป์} &= [1 + (2^5 - 1)]^4 \\ &= [1 + 31]^4 \text{ หรือ } (A + B)^4 \end{aligned}$$

เลขตัวแรกคือ 1 หรือ A แทน heterozygous loci และ เลขตัวที่ 2 หรือ B  
 แทน homozygous loci ถ้ากระจายเทอมข้างบนจะได้ดังนี้

$$\begin{aligned} (A + B)^4 &= A^4 + 4A^3B + 6A^2B^2 + 4AB^3 + B^4 \\ &= (1)^4 + 4(1)^3(31) + 6(1)^2(31)^2 + 4(1)(31)^3 + (31)^4 \end{aligned}$$

แต่ละเทอมในสมการจะมีความหมายดังนี้

$(1)^4$  = 1 ต้นของพืชที่มี 0 homozygous locus + 4 heterozygous  
 loci ได้แก่ Aa Bb Cc Dd

$4(1)^3(31)$  = 124 ต้นของพืชที่มี 1 homozygous locus + 3  
 heterozygous

loci ได้แก่ AABbCcDd, aaBbCcDd, AaBBCcDd ฯลฯ

$6(1)^2(31)^2 = 5,766$  ต้นของพืชที่มี 2 homozygous loci + 2 heterozygous loci

ได้แก่ AABBccDd, aabbCcDd, AaBbCCDD ฯลฯ

$4(1)(31)^3 = 119,164$  ต้นของพืชที่มี 3 homozygous loci + 1 heterozygous

locus ได้แก่ AABBCCDd, aaBBccDd, aabbccDd ฯลฯ

$(31)^4 = 923,521$  ต้นของพืชที่มี 4 homozygous loci + 0 heterozygous

locus ได้แก่ AABBCCDD, aabbccdd, AAAbbCCdd ฯลฯ

และถ้าต้องการปลูกพืชให้ครบทุกยีนในไทยปีจะต้องปลูก  $(32)^4 = 1,048,576$  ต้น จากข้อมูลนี้แสดงให้เห็นว่าการคัดเลือกพันธุ์พืชในชั่วรุ่นหลัง ๆ พืชจะมีความเป็นพันธุ์แท้ มากกว่าและมีจำนวนต้นที่เป็นพันธุ์แท้ ในอัตราส่วนที่มากกว่าด้วย ทำให้คัดเลือกพืชได้ง่าย เมื่อเทียบกับการคัดเลือกพันธุ์ในชั่วต้น ๆ เช่น ในชั่ว  $F_2$  จะมีพืชพันธุ์แท้เพียง  $[(2^1 - 1)/2]^4 = (1/2)^4$  หรือเพียง 6.25 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น

### 8.11 การปรับปรุงพันธุ์พืชผสมตัวเองที่เกี่ยวข้องกับการผสมพันธุ์

การผสมพันธุ์พืชมีวัตถุประสงค์เพื่อเปิดโอกาสให้มีการรวมตัวของยีนที่ควบคุมลักษณะที่เป็นที่ต้องการของนักปรับปรุงพันธุ์ซึ่งเมื่อทำการผสมพันธุ์แล้ว พืชจะเริ่มมีการกระจายตัวตั้งแต่ชั่วรุ่นที่ 2 เป็นต้นไป ดังนั้นนักปรับปรุงพันธุ์พืชจึงต้องมีวิธีการคัดเลือกพันธุ์ที่เหมาะสม เพื่อให้สามารถคัดเลือกพันธุ์ดีออกมาได้ วิธีการคัดเลือกพันธุ์พืชผสมตัวเองที่มีการผสมพันธุ์เข้ามาเกี่ยวข้องนั้น มีวิธีหลัก ๆ ได้แก่การคัดเลือกพันธุ์แบบบันทึกประวัติ (pedigree method) การคัดเลือกพันธุ์โดยวิธีปลูกหนึ่งเมล็ดต่อต้น (single-seed descent method) การคัดเลือกพันธุ์โดยวิธีเก็บรวม (bulk-population method)

## 8.12 การคัดเลือกพันธุ์แบบบันทึกประวัติ

การคัดเลือกพันธุ์โดยวิธีนี้มีขั้นตอนดังแสดงไว้ในรูปที่ 9.2.1 โดยดำเนินการตามลำดับดังนี้ คือ

P ผสมระหว่างพันธุ์พ่อ - แม่ที่คัดเลือกไว้เป็นคู่ผสม การผสมพันธุ์เพื่อให้ได้จำนวนเมล็ดมากน้อยแคไปขึ้นอยู่กับชนิดของพืช พืชพวกข้าวอาจผสม ประมาณ 25-50 เมล็ดต่อคู่ผสม ในขณะที่พวกถั่วอาจผสมเพียง 5-10 เมล็ดต่อคู่ผสมเท่านั้น

F<sub>1</sub> ปลูกเมล็ด F<sub>1</sub> ทั้งหมดแบบปลูกห่าง (spaced planting) เพื่อให้ต้นพืชเจริญเติบโตได้เต็มที่ เมื่อเมล็ดแก่ก็เก็บเกี่ยวแต่ละต้นแยกต้นกัน และต้องเก็บทุกต้นเพราะว่าพืชยังไม่มีการกระจายตัวในชั่วรุ่นนี้

F<sub>2</sub> นำเมล็ดจากต้น F<sub>1</sub> มาปลูกเป็นต้นต่อแถว แล้วเริ่มคัดเลือกต้นที่มีลักษณะดี เก็บแยกต้นกันการคัดเลือกจะคัดเป็นรายต้น (single plant basis selection) จากประชากร 5,000-10,000 ต้น อาจคัดไว้เพียง 200-250 ต้นเท่านั้น (พวกข้าว)

F<sub>3</sub> การปลูกและการคัดเลือกทำเช่นเดียวกับ F<sub>2</sub> ในชั่วรุ่นนี้พืชจะเริ่มมีความสม่ำเสมอภายในแถวมากขึ้น แถวที่ได้จากต้นเดียวกันเรียกว่า family เดียวกันการคัดเลือกในขั้นนี้จึงควรเลือกแถวที่ดีที่สุดก่อน แล้วจึงทำการเลือกต้นดีภายในแถว เก็บแยกต้นกัน

F<sub>4</sub>-F<sub>6</sub> จะทำในลักษณะเดียวกับ F<sub>3</sub> ต่างกันเพียงใน F<sub>6</sub> ถ้าพืชมีความสม่ำเสมอเพียงพอก็อาจเริ่มเก็บเกี่ยวจากแถวที่คัดไว้รวมกันแถวละ 3-5 ซ่อ (เก็บแยกแถวกัน) เพื่อนำไปปลูกเป็นซ้ำในชั่วรุ่นต่อไป

F<sub>7</sub> นำเมล็ดจากแต่ละแถวที่เก็บเกี่ยวรวมกันมาปลูกทดสอบผลผลิตเบื้องต้น โดยปลูก 2-3 ซ้ำและใช้แปลงย่อยขนาดเล็ก เนื่องจากในขั้นนี้ยังมีพืชพันธุ์ที่คัดไว้จำนวนมาก สายพันธุ์ดี ที่คัดได้ในขั้นนี้จะเก็บรวมกัน (แต่ยังคงคัดเลือกจากต้นที่ดีเท่านั้น) เพื่อนำไปทดสอบผลผลิตในขั้นต่อไป



F<sub>8</sub>-F<sub>10</sub> เป็นการนำสายพันธุ์ที่คัดเลือกไว้มาทดสอบผลผลิต โดยขั้นนี้จะคัดเลือกพันธุ์ไว้น้อย (อาจเพียง 10-20 สายพันธุ์เท่านั้น) จึงทำการปลูกได้หลายซ้ำ หรือหลายท้องที่ทั้งนี้เพื่อคัดพันธุ์ที่ดีที่สุดเพียงพันธุ์เดียวไปเผยแพร่ให้กับเกษตรกรใช้ต่อไป

พันธุ์ A X พันธุ์ B

F<sub>1</sub> ปลูกเมล็ด F<sub>1</sub> เก็บเกี่ยวทุกต้นแยกต้นกัน

F<sub>2</sub> ปลูกเป็นต้นต่อแถว คัดเลือกต้นดีเก็บแยกต้น

F<sub>3</sub> ปลูกเป็นต้นต่อแถวคัดแถวที่ดีแล้วจึงคัดต้นดี  
ภายในแถวเก็บแยกต้น

F<sub>4</sub> คัดแถวที่ดีแล้วจึงคัดต้นดีภายในแถวเก็บแยกต้น

F<sub>5</sub> คัดแถวที่ดีแล้วจึงคัดต้นดีภายในแถวเก็บแยกต้น

F<sub>6</sub> คัดแถวที่ดีแล้วจึงคัดต้นดีภายในแถวเก็บ 3-5  
ต้นรวมกันเพื่อนำไปทดสอบผลผลิต

F<sub>7</sub> ทดสอบผลผลิตเบื้องต้น

$F_5$	ทดสอบผลผลิตและคัดเลือกพันธุ์ที่ดีที่สุดไปขยายพันธุ์เพื่อเผยแพร่ต่อไป
$F_{10}$	

### 8.13 การคัดเลือกพันธุ์โดยวิธีปลูกหนึ่งเมล็ดต่อต้น

การคัดเลือกพันธุ์โดยวิธีนี้เสนอขึ้นมารั้งแรกโดย Goulden ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1939 และได้ดัดแปลงใช้คัดเลือกพันธุ์ถั่วเหลืองโดย Brim (1966) เป็นวิธีที่แก้ไขข้อบกพร่องของบันทึกประวัติตรงที่ปล่อยให้พืชมีความเป็นพันธุ์แท้สูงเสียก่อน จึงเริ่มทำการคัดเลือกพันธุ์ ซึ่งช่วยลดความผิดพลาดของการคัดเลือกในกรณีที่พืชมี heterosis เข้ามาเกี่ยวข้อง นอกจากนี้แล้วยังช่วยลดภาระในการบันทึกประวัติและประหยัดเวลาในชั่วรุ่นต้น ๆ ได้ เพราะสามารถปลูกนอกฤดูปลูกปกติหรือปลูกในเรือนทดลองก็ได้เพราะไม่มีการคัดเลือกพันธุ์เพียงแต่ปลูกให้พืชออกดอก และเก็บเกี่ยวผลผลิตเพียงต้นละ 1 เมล็ดก็เพียงพอ ขั้นตอนในการคัดเลือกแสดงไว้ในรูปที่ 9.3.1 โดยดำเนินการดังนี้

$P-F_1$  ปฏิบัติเช่นเดียวกับวิธีบันทึกประวัติ เพียงแต่สามารถเก็บเมล็ดจากต้น  $F_1$  ทุกต้นรวมกันได้เลยไม่จำเป็นต้องเก็บแยกต้น

$F_2$  นำเมล็ดจาก  $F_1$  ทั้งหมดมาปลูกรวมกันในแปลงใหญ่ เมื่อเมล็ดแก่เก็บเกี่ยวเพียง 1 เมล็ดต่อต้น โดยต้องเก็บจากทุกต้นไม่มีการคัดเลือก นำเมล็ดมารวมกันทั้งหมดเพื่อนำไปปลูกรวมกันในชั่วรุ่นต่อไป อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติควรเก็บเมล็ดเมื่อไว้ อีก 1 ชุด เพื่อว่าถ้าการปลูกครั้งแรกเสียหายจากภัยธรรมชาติจะได้มีเมล็ดพันธุ์ชุดสำรองมาใช้ปลูกใหม่ได้

$F_3-F_4$  ปฏิบัติทำนองเดียวกับ  $F_2$

$F_5$  ในชั่วรุ่นนี้ถ้าสังเกตพบว่าพืชเริ่มมีความสม่ำเสมอ จะเริ่มคัดเลือกต้นดีแล้วเก็บทั้งต้น แต่เก็บแยกช่อกัน

$F_6$  นำเมล็ดจาก  $F_5$  มาปลูกเป็นต้นต่อแถวแล้วปฏิบัติต่อไปเหมือนกับวิธีการบันทึกประวัติทุกประการ

$F_7-F_{10}$  ทำเช่นเดียวกับวิธีบันทึกประวัติ

พันธุ์ A X พันธุ์ B

F<sub>1</sub> เก็บเมล็ดทุกต้นรวมกันและนำไปปลูกรวมกันใน F<sub>2</sub>

F<sub>2</sub> เก็บเมล็ดจากทุกต้น ต้นละ 1 เมล็ดนำไปปลูกรวมกันใน F<sub>3</sub>

F<sub>3</sub> ทำเช่นเดียวกับ F<sub>2</sub>

F<sub>4</sub> ทำเช่นเดียวกับ F<sub>2</sub>

F<sub>5</sub> เมื่อพืชเริ่มมีความเป็นพันธุ์แท้มากขึ้นคัดเลือกต้นดี นำไปปลูก  
เป็นต้นต่อแถว

F<sub>6</sub> ปลูกเป็นต้นต่อแถว คัดต้นดีเก็บเมล็ดรวมกัน 3-5 ต้นนำไปทดสอบผลผลิต

F<sub>7</sub> ทดสอบผลผลิต

F<sub>8</sub> ทดสอบผลผลิตและคัดเลือกพันธุ์ที่ดีที่สุดไปขยายพันธุ์เพื่อเผยแพร่ต่อไป

F<sub>10</sub>

การคัดเลือกพันธุ์โดยวิธีปลูกหนึ่งเมล็ดต่อต้น (single-seed descent method)

#### 8.14 การคัดเลือกพันธุ์โดยวิธีเก็บรวม

วิธีการนี้จะคล้ายกับการคัดเลือกแบบ mass selection ต่างกันตรงที่เริ่มจากการผสมพันธุ์ระหว่างสายพันธุ์พ่อ-แม่ เพื่อสร้างความแปรปรวนทางพันธุกรรมก่อน และมี การทดสอบพันธุ์ในรุ่นหลัง ๆ เท่านั้น ส่วนวิธีการคัดเลือกจะทำคล้าย ๆ กันคือเก็บต้นดี

มาวางรวมกัน เพื่อนำไปปลูกในรุ่นต่อ ๆ ไป ขั้นตอนการคัดเลือกแสดงไว้ในภาพที่ 8.2 มีวิธีการโดยสรุป ดังนี้

	พันธุ์ A X พันธุ์ B
F <sub>1</sub>	ปลูกและเก็บเกี่ยวทุกต้นรวมกัน
F <sub>2</sub>	คัดต้นดี เก็บเมล็ดรวมกันนำไปปลูกรวมกัน
F <sub>3</sub>	คัดต้นดี เก็บเมล็ดรวมกันนำไปปลูกรวมกัน
F <sub>4</sub>	คัดต้นดี เก็บเมล็ดรวมกันนำไปปลูกรวมกัน
F <sub>5</sub>	คัดต้นดี เก็บเมล็ดแยกกัน นำไปปลูกเป็นต้นต่อแถว
F <sub>6</sub>	คัดต้นดีเก็บเมล็ดจากแถวเดียวกันจำนวน 3-5 ต้น เก็บเมล็ดรวมนำไปทดสอบผลผลิต
F <sub>7</sub>	ทดสอบผลผลิตเบื้องต้น
F <sub>8</sub> to F <sub>10</sub>	ทดสอบผลผลิตและคัดเลือกพันธุ์ที่ดีที่สุดไปขยายพันธุ์เพื่อเผยแพร่ต่อไป
	การคัดเลือกพันธุ์โดยวิธีเก็บรวม(Bulk-population method)
P-F <sub>1</sub>	ปฏิบัติเหมือนวิธีปลูกหนึ่งเมล็ดต่อต้น

- F<sub>2</sub>            นำเมล็ด F<sub>1</sub> ทั้งหมดมาปลูกรวมกัน คัดเลือกต้นที่ต้องการเก็บเมล็ดรวมกัน นำไปปลูกรวมในชั่ว รุ่นต่อไป
- F<sub>3</sub>-F<sub>4</sub>        ปฏิบัติเช่นเดียวกับ F<sub>2</sub>
- F<sub>5</sub>-F<sub>10</sub>       จะทำเช่นเดียวกับวิธีปลูกหนึ่งเมล็ดต่อต้นหรือวิธีบันทึกประวัตินั่นเอง

วิธีการคัดเลือกพันธุ์วิธีนี้ปล่อยให้ธรรมชาติมีบทบาทในการคัดเลือกมากกว่าวิธีอื่น ๆ ดังนั้นจึงมีข้อควรระวังอยู่บ้าง เพราะการปล่อยให้ธรรมชาติคัดเลือกพืชอาจจะได้พันธุ์ที่มีความสามารถในการแข่งขันสูง (competitive ability) แต่ไม่สามารถคัดพันธุ์ที่มีความสามารถในการให้ผลผลิตสูง (yielding ability) ซึ่งจะมีประสิทธิภาพต่างกับการให้มนุษย์เป็นผู้คัดเลือก

### 8.15 บทสรุป

การปรับปรุงพันธุ์พืชให้ได้ผลดีตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ นั้น นักผสมพันธุ์พืชต้องมีความรู้และมีประสบการณ์ด้านนี้พอสมควรแล้วจึงขยายพันธุ์ปลูกแจกจ่ายให้แก่เกษตรกรและผู้สนใจ ซึ่งการขยายพันธุ์นั้นจะเกี่ยวข้องกับการสืบพันธุ์พืชด้วย กล่าวคือ การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ และการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศได้แก่ ลำต้นใต้ดิน หัว กลีบหัว ราก และใบ เป็นต้น ปัจจัยอีกประการหนึ่งที่สำคัญต่อพืชคือสิ่งแวดล้อมและการปรับตัวของพืช พบว่าลักษณะทางพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อมมีผลต่อการแสดงออกของพืชนั่นเอง การผสมพันธุ์พืชนั้นเป็นการคัดลักษณะที่ดีของพืชแต่ละต้นไว้ร่วมกัน และอาจจำแนกได้ 3 ประเภทคือ การผสมภายในพืชชนิดเดียวกัน การผสมข้ามชนิด และการผสมข้ามสกุล ส่วนวิธีหลัก ๆ ในการคัดเลือกพันธุ์พืชผสมตัวเองได้แก่ การคัดเลือกพันธุ์แบบบันทึกประวัติ วิธีการปลูกหนึ่งเมล็ดต่อต้น และการคัดเลือกพันธุ์โดยวิธีเก็บรวม โดยวิธีการต่าง ๆ เหล่านี้ล้วนทำให้มีการพัฒนาวิทยาการด้านนี้มาโดยลำดับจนถึงปัจจุบัน

## แบบประเมินผลท้ายบทที่ 8

จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

- คุณสมบัติของโคลนมีอะไรบ้าง ?
  - 1) มีจีโนไทป์เหมือนกันทั้งหมด
  - 2) heterozygous
  - 3) uniformity
  - 4) ถูกทุกข้อ
- ปรากฏการณ์ที่ต้นพืชต้นเดียวแต่มีเนื้อเยื่อมีจำนวนโครโมโซมต่างกันคือ ?
  - 1) การเกิด chimerism
  - 2) การเกิด mutation ของโครโมโซม
  - 3) เกิดจากสภาพแวดล้อม
  - 4) เกิดความผิดปกติของฮอริโมน
- ข้อใดไม่ใช่หลักการปรับปรุงโคลนในพืช ?
  - 1) สืบหาข้อมูลพื้นฐานของพืช
  - 2) การรวบรวมพันธุ์จากแหล่งที่ปลูกที่สำคัญ
  - 3) การคัดเลือกพันธุ์ที่ดีที่สุดเพื่อขยายพันธุ์ต่อไป
  - 4) ทำการปลูกทดสอบผลผลิต 1 ฤดู
- ข้อใดต่อไปนี้กล่าวผิด
  - 1) โคลนจากต้นพืชเดียวกันจะมีจีโนไทป์เหมือนกันทั้งหมด
  - 2) โคลนมีสภาพเป็นพันธุ์ทาง
  - 3) โคลนมีความสม่ำเสมอของพันธุ์
  - 4) โคลนอาจได้มาจากต้นเดิมหรือเมล็ดพันธุ์ก็ได้
- เพื่อให้เกิดความก้าวหน้าของการคัดเลือกพันธุ์ต้องทำอะไรบ้าง ?
  - 1) ต้องให้มีความแปรปรวนทางพันธุกรรมที่รวบรวมมาด้วย
  - 2) โคลนมีสภาพเป็นพันธุ์ทาง
  - 3) โคลนมีความสม่ำเสมอของพันธุ์
  - 4) ถูกทุกข้อ

สิ่งแวดล้อมและการปรับตัวของพืช

1. ลักษณะภายนอกที่ปรากฏให้เห็นด้วยสายตาเรียกว่าอย่างไร ?

- 1) phenotype
- 2) genotype
- 3) environmental
- 4) ถูกทุกข้อ

2. การเกิดฟีโนไทป์ผลลัพธ์จากอะไร ?

- 1) genotype และสิ่งแวดล้อม
- 2) improve quality
- 3) cross ability
- 4) ถูกทุกข้อ

3. การแสดงออกของยีนสัมพันธ์กับข้อใด ?

- 1) penatance
- 2) expressivity
- 3) cross ability
- 4) ถูกทุกข้อ

4. ข้อใดคือลักษณะทางคุณภาพ ?

- 1) color of seeds
- 2) tall
- 3) resistance of disease
- 4) ถูกทุกข้อ

5. ยีนที่ควบคุมลักษณะทางคุณภาพเรียกว่าอย่างไร ?

- 1) minor gene
- 2) major gene
- 3) polygene
- 4) multiple gene

6. ลักษณะที่ควบคุมด้วยยีนหลายคู่เรียกว่า ?

- 1) ลักษณะทางคุณภาพ
- 2) ลักษณะทางปริมาณ
- 3) ลักษณะทางสิ่งแวดล้อม
- 4) ทุกข้อ

7. การปรับตัวให้เข้ากับสภาพดินเค็มจัดเป็นลักษณะใด ?

- 1) ลักษณะทางคุณภาพ
- 2) ลักษณะทางปริมาณ
- 3) ลักษณะทางสิ่งแวดล้อม
- 4) ทุกข้อ

8. พฤติกรรมของยีนแบบ additive gene action เป็นแบบใด ?

- 1) การแสดงออกของยีนไม่เกี่ยวข้องกัน
- 2) การแสดงออกของยีนโดยตรง ไม่เกี่ยวข้องกัน
- 3) การแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม
- 4) ทุกข้อ

9. epistasis เกิดจากการแสดงออกของยีนเป็นแบบใด ?

- 1) non additive gene action
- 2) additive gene action
- 3) dominance gene action
- 4) ทุกข้อ

10. การข้ามของลักษณะเด่นต่อลักษณะด้อยสัมพันธ์กับข้อใด ?

- 1) non additive gene action
- 2) additive gene action
- 3) dominance gene action
- 4) ทุกข้อ

11. ยีนที่ไม่ได้ลักษณะของสิ่งมีชีวิตโดยตรง เรียกว่า ?

- 1) non additive gene action
- 2) additive gene action



- 3) dominance gene action  
4) modifying gene
12. ปฏิกิริยาการที่เกสรตัวผู้มีอิทธิพลต่อเอ็มบริโอและเอ็นโดสเปิร์มเรียกว่า ?  
1) non additive gene action  
2) additive gene action  
3) modifying gene  
4) xenia
13. การวัดความสามารถในการปรับตัวของพืชวัดได้จากอะไร ?  
1) การปลูกทดสอบในที่ต่าง ๆ  
2) การหาค่า regression  
3) วัดจากค่า combining ability  
4) ทุกข้อ
14. พืชที่มี genotype เดียวตรงกับข้อใดมากที่สุด ?  
1) specific adaptation  
2) general adaptation  
3) modifying gene  
4) xenia
15. พืชที่ประกอบด้วยหลาย genotype สัมพันธ์กับข้อใด ?  
1) specific adaptation  
2) general adaptation  
3) modifying gene  
4) xenia

---

**เฉลยแบบทดสอบ**

- |        |        |        |        |        |
|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1. 1)  | 2. 1)  | 3. 1)  | 4. 4)  | 5. 2)  |
| 6. 2)  | 7. 1)  | 8. 2)  | 9. 1)  | 10. 3) |
| 11. 4) | 12. 4) | 13. 4) | 14. 1) | 15. 2) |

## การปรับปรุงพันธุ์พืชผสมตัวเองที่ไม่เกี่ยวข้องกับการผสมพันธุ์

1. พืชผสมตัวเองในธรรมชาติมีลักษณะพันธุกรรมเป็นแบบใด ?
  - 1) heterozygous
  - 2) homozygous
  - 3) mutation
  - 4) ทุกข้อ
2. ความแปรปรวนทางพันธุกรรมในสภาพธรรมชาติเกิดจากสาเหตุใด ?
  - 1) natural outcrossing
  - 2) spontaneous mutation
  - 3) environment
  - 4) ถูกทั้งข้อ 1) และ 2)
3. การคัดเลือกพันธุ์พืชจะได้ผลก้าวหน้านั้นต้องมีปัจจัยใด ?
  - 1) ประชากรต้องไม่มีความแตกต่างทางพันธุกรรม
  - 2) ประชากรต้องมีความแตกต่างทางพันธุกรรม
  - 3) ต้องมีความแตกต่างทางสิ่งแวดล้อม
  - 4) ประชากรต้องมีความแตกต่างด้านคุณภาพ
4. ขั้นตอนแรกวิธีการคัดเลือกพันธุ์บริสุทธิ์คือข้อใด ?
  - 1) รวบรวมพันธุ์ปลูกเป็นพันธุ์ต่อแถว
  - 2) ปลูกแยกเป็นต้นต่อแถว
  - 3) ปลูกทดลองหลาย ๆ ซ้ำ
  - 4) ขยายพันธุ์เพื่อเพิ่มปริมาณให้มาก ๆ
5. หลักการของการคัดเลือกพันธุ์หมู่คือข้อใด ?
  - 1) มีพันธุ์ที่ดีปะปนกับพันธุ์ไม่ดี
  - 2) การคัดเลือกต้นที่ไม่ดีทิ้งไป
  - 3) การคัดเลือกต้นที่ไม่ดีไว้เพื่อให้เกิดความแปรปรวนทางพันธุกรรม

4) การผสมข้ามในสกุลเดียวกันให้มากที่สุด

เฉลยแบบทดสอบ

1. 2)            2. 4)            3. 2)            4. 1)            5. 2)

การผสมพันธุ์พืชและการเปลี่ยนแปลงภายหลังการผสมพันธุ์

1. การผสมพันธุ์ภายในชนิดเดียวกันคือข้อใด ?
  - 1) ถั่วเหลืองพันธุ์ สจ 5 กับพันธุ์ williams
  - 2) แดงกับถั่วเขียว
  - 3) ข้าวโพดกับข้าวฟ่าง
  - 4) ฝ้ายกับงาดำ
2. ข้อใดตรงกับความหมายของการผสมพันธุ์ในสปีชีส์เดียวกัน ?
  - 1) intraspecific hybridization
  - 2) interspecific hybridization
  - 3) intergeneric hybridization
  - 4) ถูกทุกข้อ
3. ข้อใดต่อไปนี้เป็นคือการผสมข้ามชนิด ?
  - 1) *Brassica oleraceae* , *B. campestris*
  - 2) แดงกับถั่วเขียว
  - 3) ข้าวกับหญ้าจรจบ
  - 4) ถั่วเหลืองกับถั่วลิสง
4. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อและวิธีการทางพันธุวิศวกรรมช่วยให้การผสมพันธุ์พืชแบบใดประสบความสำเร็จได้ดียิ่งขึ้น ?
  - 1) intraspecific hybridization
  - 2) interspecific hybridization
  - 3) intergeneric hybridization
  - 4) ถูกทุกข้อ

5. การผสมพันธุ์แบบใดที่ต้องการให้พืชมีลักษณะที่พิเศษกว่าเดิม ?

- 1) intraspecific hybridization
- 2) interspecific hybridization
- 3) intergeneric hybridization
- 4) ถูกทุกข้อ

6. การผสมพันธุ์ระหว่างข้าวไรย์กับข้าวสาลีเป็นการผสมแบบใด ?

- 1) intraspecific hybridization
- 2) interspecific hybridization
- 3) intergeneric hybridization
- 4) ถูกทุกข้อ

7. ขั้นตอนในการผสมพันธุ์พืชทั้งหมดมีกี่ขั้นตอน ?

- 1) 1 ขั้นตอน
- 2) 2 ขั้นตอน
- 3) 3 ขั้นตอน
- 4) 4 ขั้นตอน

8. วิธีการใดเป็นการทำลายเกสรเพศผู้ ?

- 1) การใช้ลมร้อนหรือน้ำร้อน
- 2) การตัดบางส่วนของดอกออกไป
- 3) การตั้งอับเรณูออก
- 4) ถูกทุกข้อ

9. การตอนเกสรเพศผู้ต้องทำในช่วงเวลาใด ?

- 1) เมื่อดอกไม้บาน
- 2) เมื่อดอกตูม
- 3) เมื่อใกล้ปฏิสนธิ
- 4) เมื่อดิตผลอ่อน ๆ

10. จงหาสัดส่วนความเป็นพันธุ์แท้ ถ้าหากมีการผสมระหว่าง พืชที่มีจีโนไทป์ AA กับพืชที่มีจีโนไทป์แบบ aa ในรุ่นลูก F2 มีสัดส่วนเท่าใด ?

- 1) 50 %
- 2) 100 %
- 3) 25 %
- 4) 10 %

11. จากคำถามข้อที่ 10 สัดส่วนของความเป็นพันธุ์แท้ของยีนเด่นในรุ่น F2 มีจำนวนเท่าใด ?

- 1) 25 %
- 2) 50 %
- 3) 75 %
- 4) 100 %

12. จากคำถามข้อที่ 10 สัดส่วนของความเป็นพันธุ์แท้ของยีนด้อยในรุ่น F2 มีจำนวนเท่าใด ?

- 1) 25 %
- 2) 50 %
- 3) 75 %
- 4) 100 %

13. จากคำถามข้อที่ 10 สัดส่วนของความเป็นพันธุ์ทางในรุ่น F2 มีจำนวนเท่าใด ?

- 1) 25 %
- 2) 50 %
- 3) 75 %
- 4) 100 %

14. หากมียีนควบคุมอยู่หลายคู่ การหาสัดส่วนความเป็นพันธุ์แท้คำนวณได้จาก ?

- 1)  $(2^m - 1) / 2^m$
- 2)  $(3^m - 1) / 2^m$
- 3)  $2^m - 2 / 2^m$
- 4)  $2^m - 3 / 2^m$

15. การถ่ายละอองเกสรและการผสมเกสรเวลาที่เหมาะสมคือช่วงใด ?

- 1) ช่วงเช้า
- 2) ช่วงเที่ยง
- 3) ช่วงเย็น
- 4) ช่วงกลางคืน

**เฉลยแบบทดสอบ**

1. 1)	2. 1)	3. 1)	4. 4)	5. 2)
6. 3)	7. 2)	8. 4)	9. 2)	10. 1)
11. 1)	12. 1)	13. 2)	14. 1)	15. 1)

.....