บทที่ 9
การผสมกลับ และการกลายพันธุ์ของพืช

จุดประสงค์การเรียนรู้เมื่ออ่านบทที่ 9 จบแล้วนักศึกษาสามารถ

1. อธิบายวิธีการผสมกลับในการปรับปรุงพันธุ์พืชได้
2. อธิบายเปรียบเทียบข้อแตกต่างการผสมแบบตัวให้ถูกควบคุมด้วยยีนเด่นและตัวให้ถูกควบคุมด้วยยีนด้อยได้
3. บอกสาเหตุที่ทำให้พืชเกิดการกลายพันธุ์ได้
4. บรรยายถึงข้อดีและข้อด้อยที่เกิดจากกลายพันธุ์ได้
5. อธิบายวิธีการปรับปรุงพันธุ์ที่ชักนำให้เมล็ดเกิดการกลายพันธุ์ได้
6. ยกตัวอย่างสิ่งก่อกลายพันธุ์ชนิดต่าง ๆ ได้
7. อธิบายการกำเนิดโพลีพลอยดี้ในพืชได้

เนื้อหาในบทที่ 9 ประกอบด้วย

1. บทนำ
2. วิธีการผสมกลับ
3. การปรับปรุงพันธุ์พืชโดยการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์
4. สิ่งก่อกลายพันธุ์
5. ส่วนของพืชที่นำมาฉายรังสีและวิธีการฉายรังสี
6. การหาปริมาณรังสีที่เหมาะสม
7. การปรับปรุงพันธุ์พืชที่ชักนำให้เมล็ดเกิดการกลายพันธุ์
8. วิธีการแก้ไขปัญหาไคเมรา
9. การกำเกิดโพลีพลอยดี้
10. บทสรุป
11. แบบประเมินผลท้ายบทและเฉลย

9.1 การปรับปรุงพันธุ์พืชโดยวิธีผสมกลับ

การผสมกลับหรือการผสมย้อน (backcrossing) เป็นวิธีที่นำรุ่นลูกผสมกลับไปยังพ่อแม่พันธุ์ดีหลาย ๆ ครั้ง เพื่อให้ลักษณะทุกอย่างเหมือนต้นพ่อแม่ แต่เพิ่มลักษณะพิเศษที่ต้องการย้ายมารวมไว้ในพืชพันธุ์ดี

การปรับปรุงพันธุ์แบบผสมกลับนี้ใช้กันมากในการปรับปรุง (เรียกว่า line breeding) ซึ่งใช้กันมากกว่าร้อยปีแล้ว Harlan และ Pope ได้เริ่มนำวิธีการนี้มาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พืชในปี 1992 ในปีเดียวกันนั้น Briggs ได้ลองใช้วิธีนี้ เพื่อปรับปรุงพันธุ์ข้าวบาร์เลย์ และข้าวสาลีให้ต้านทานโรค ในปัจจุบันนี้นิยมใช้วิธีการนี้ เพื่อเสริมวิธีการปรับปรุงพันธุ์แบบอื่น ๆ หลักการอันสำคัญในวิธีการนี้คือปรับปรุงลักษณะง่าย ๆ เพียง 1-2 ลักษณะในพันธุ์ที่ดีอยู่แล้ว

9.2 วิธีการผสมกลับ

การผสมกลับจะต้องมีองค์ประกอบที่สำคัญ คือ ตัวรับ (recurrent parent) ซึ่งเป็นพ่อหรือแม่พันธุ์ที่จะนำเอาลูกหรือหลานของมันกลับมาผสมเพื่อให้ได้ลักษณะที่ดีเกือบทั้งหมดเอาไว้ และจะต้องเป็นพันธุ์ให้ผลผลิตสูงสามารถปรับตัวได้ดีในท้องถิ่นนั้น ๆ ตัวให้ (donor parent) เป็นพันธุ์ที่มีลักษณะพิเศษที่ต้องการ ซึ่งไม่มีในตัวรับ และต้องการจะถ่ายทอดลักษณะที่ต้องการนี้ไปไว้ในตัวรับ

วิธีการผสมกลับใช้ปรับปรุงพันธุ์พืชได้ทั้งพืชผสมตัวเองและพืชผสมข้าม ส่วนใหญ่มักจะใช้เพื่อเสริมลักษณะบางอย่างที่ขาดไปของพันธุ์ที่มีอยู่แล้วให้สมบูรณ์ขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งลักษณะของความต้านทานโรค เมื่อเทียบวิธีการผสมกลับกับวิธีการบันทึกประวัติและวิธีเก็บรวมแล้ว วิธีการแบบผสมกลับเป็นวิธีการที่สามารถคาดคะเนผลล่วงหน้าได้ (predictable) และสามารถที่จะทำซ้ำให้ได้ผลออกมาเหมือนเดิมทุกครั้ง (repeatable)

วิธีการผสมกลับจะให้ผลเป็นที่พอใจก็ต่อเมื่อมีตัวรับที่ดี ลักษณะที่ทำการถ่ายทอดจากตัวให้จะต้องคงที่หลังจากทำการผสมกลับไปหลาย ๆ ครั้ง และจะต้องมี expressivity สูง นอกจากนี้แล้ว จำนวนครั้งของการผสมกลับจะต้องมากพอที่จะรักษาเอาลักษณะของตัวรับไว้ได้

วิธีการผสมกลับนี้แยกได้เป็น 2 กรณี คือ

9.2.1 กรณีที่ตัวให้ถูกควบคุมด้วยยีนเด่น

9.2.2 กรณีที่ตัวให้ถูกควบคุมด้วยยีนด้อย

ซึ่งการจะพิสูจน์ว่าตัวให้ถูกควบคุมด้วยยีนเด่น หรือยีนด้อยนั้นทำได้โดยการนำไปผสมข้ามกับพันธุ์ที่ไม่มีลักษณะนั้น ๆ อยู่ เช่น ตัวให้มีลักษณะต้านทานโรค ถ้านำไปผสมข้ามกับพันธุ์ที่ไม่ต้านทานโรคแล้วลูกที่ได้แสดงความต้านทานออกมา ก็อาจสันนิษฐานได้ว่าตัวให้นั้นถูกควบคุมโดยยีนเด่น แต่ถ้าปรากฏว่ารุ่นลูกที่ได้ไม่ต้านทานโรคก็แสดงว่าตัวให้ถูกควบคุมด้วยยีนด้อย ส่วนการพิสูจน์ว่ามียีนควบคุมที่คู่ต้องปล่อยให้ผสมตัวเองอีก 1 ครั้ง แล้วดูอัตราส่วนการกระจายตัวของรุ่น F2 เช่น ถ้ามีลักษณะต้านทานโรค : ไม่ต้านทาน เท่ากับ 3 : 1 ก็แสดงว่ามียีนควบคุมเพียงคู่เดียว เป็นต้น

9.2.1 กรณีที่ตัวให้ถูกควบคุมด้วยยีนเด่น

ตัวรับ (A) X ตัวให้ (B)

↓

BC_1 A X Rr

↓

BC_2 A X Rr + ~~rr~~

↓

BC_3 A X Rr + ~~rr~~

↓

BC_6 A X Rr

↓

Rr + ~~rr~~

BC6F1 RR Rr ~~rr~~

พืชพันธุ์ใหม่ที่เหมือน A แต่มียีน RR ของ B

9.2.2) กรณีที่ตัวให้ถูกควบคุมด้วยยีนด้อย

ตัวรับ (A) X ตัวให้ (B)

(RR) (rr)

ⓧ Rr

BC_1 A X ~~RR~~ ~~Rr~~ rr

ⓧ Rr

BC_2 A X ~~RR~~ + ~~Rr~~ rr

Rr X

BC_6 A X ~~RR~~ ~~Rr~~ rr

↓

Rr (X)

↓

RR Rr rr

↓

พืชพันธุ์ใหม่ที่เหมือน A แต่มียีน rr ของ B

9.3 การปรับปรุงพันธุ์พืชโดยการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์

การกลายพันธุ์ (mutation) หมายถึงการเปลี่ยนแปลงอย่างกระทันหันของสารพันธุกรรมและสามารถถ่ายทอดไปยังลูกหลายได้ การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวทำให้ลักษณะใดลักษณะหนึ่งเปลี่ยนแปลงไปการกลายพันธุ์อาจเกิดขึ้นเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงจำนวนโคโมโซมหรือการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของโครโมโซม เรียกว่า chromosome mutation หรืออาจเกิดขึ้นเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของยีน (gene mutation) ก็ได้ การกลายพันธุ์อาจเกิดขึ้นได้เองตามธรรมชาติ เรียกว่า spontaneous mutation หรืออาจเกิดจากการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ (induced mutation ก็ได้ การกลายพันธุ์ให้เกิดลักษณะใหม่ ๆ ขึ้นในพืชชนิดต่าง ๆ ซึ่งเป็นการเพิ่มความแปรปรวนทางพันธุกรรมภายในพืชนั้น ๆ นอกจากนี้การกลายพันธุ์อาจนำไปสู่การได้พันธุ์ดี แม้ว่าส่วนใหญ่แล้วมักจะได้ลักษณะที่ไม่พึงต้องการก็ตาม นับว่าการปลายพันธุ์มีประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์พืช

ในตอนต้นศตวรรษที่ 20 Hugo de Vries ชาวเนเธอร์แลนด์ได้ศึกษาถึงบทบาทของการกลายพันธุ์ที่มีต่อวิวัฒนาการของพืชและสัตว์ H.J.Muller (1927) พิสูจน์ให้เห็นเป็นครั้งแรกว่า ionizing radiation สามารถทำให้เกิดการกลายพันธุ์ได้ในแมลงหวี่ ต่อมา Stadler (1928) ได้ทดลองใช้กับพืชโดยใช้รังสีเอกซ์และรังสีแกมม่า ชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ในข้าวบาร์เลย์และข้าวโพด ในระยะต่อมานักปรับปรุงพันธุ์พืชได้ใช้

ประโยชน์จากรังสีเอกซ์ในการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ และสามารถปรับปรุงลักษณะสำคัญทางเศรษฐกิจได้หลายอย่าง เช่น ปรับปรุงพันธุ์ยาสูบลูกผสมโดยใช้ต้นกลายพันธุ์ "Chlorina" ซึ่งทำให้คุณภาพใบยาสูบและปรับปรุงพันธุ์ข้าวบาร์เลย์ ซึ่งมีลักษณะต้านทานโรคราน้ำค้าง เป็นต้น Gustafsson (1947) นับเป็นผู้ที่มีบทบาทมากในการปรับปรุงพันธุ์พืช โดยการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ในข้าวบาร์เลย์ เช่น ลำต้นแข็งแรง (stiffness of straw) ซึ่งมีชื่อเรียกว่า erectoides เป็นต้น

ความสำเร็จในการปรับปรุงพันธุ์พืชโดยการก่อกลายพันธุ์มีมากมาย Sigurbjarnsson and Micke (1974) ได้สรุปผลการใช้รังสีเอกซ์ก่อกลายพันธุ์ ปรากฏว่าได้พันธุ์ใหม่ 86 พันธุ์ การใช้รังสีแกมม่าได้พันธุ์ใหม่ 27 พันธุ์ รังสีนิวตรอนได้ 17 พันธุ์ รังสีอื่น ๆ 6 พันธุ์ และสารเคมีทำให้เกิดการกลายพันธุ์ได้ 9 พันธุ์ ลักษณะที่ได้รับการปรับปรุงส่วนใหญ่พืชในพืชเหล่านี้ ได้แก่ ผลผลิต การต้านทานต่อการหักล้ม การต้านทานโรค อายุสั้น ต้นเตี้ย และคุณภาพของผลผลิตดีขึ้น เป็นต้น ตัวอย่างลักษณะต่าง ๆ ที่ได้รับการปรับปรุงโดยวิธีการก่อกลายพันธุ์ของพืชบางชนิด

9.4 สิ่งก่อกลายพันธุ์ (mutagens)

สิ่งก่อกลายพันธุ์อาจแยกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. รังสี (radiation) อาจแยกได้เป็น 2 ชนิด คือ

1.1 ionizing radiation ได้แก่ รังสีเอกซ์ (x-rays) รังสีแกมม่า (γ-rays) รังสีเบต้า (β-xrays) และรังสีนิวตรอน เป็นต้น

1.2 nonionizing radiation ที่นิยมใช้มีอยู่เพียงชนิดเดียวคืออุลตราไวโอเลต (ultravioletrays)

2. สารเคมี (chemical mutagens) ที่นิยมใช้มีดังนี้

2.1 Alkalating agents เช่น EMS (ethyl methane sulfonate), mustards, expoxides และ ethylene imines เป็นต้น

2.2 Alkaloids ได้แก่ morphine, scopolanine และ heliotrin เป็นต้น

2.3 Peroxides ได้แก่ hydrogen proxides และ tertiary-butyl hydroperoxide เป็นต้น

BO 453 บทที่ 35

2.4 Acridines ได้แก่ proflavin และ pyronin

2.5 Base analogs ได้แก่ 5-bromouracil และ 2-aminopurine

2.6 สารอื่น ๆ เช่น nitrous acid, hydroxylamine และ formaldehyde เป็นต้น

ในบรรดารังสีต่าง ๆ นั้น รังสีเอกซ์นิยมใช้กันมากที่สุด ทั้งนี้อาจเป็นเพราะมีเครื่องมือชนิดนี้อยู่ทั่วไป ใช้ง่ายและควบคุมง่าย รังสีพวก ionizing มีอำนาจการทะลุทะลวงสูง ส่วนใหญ่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมทำให้โครโมโซมผิดปกติ (chromosome aberation) เช่น translocation, duplication, deletion และ inversion เป็นต้น นอกจากนี้ยังอาจก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลง DNA ซึ่งส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงยีนนั่นเอง ส่วนพวกรังสี nonionizing เช่น อุลตราไวโอเลตนั้นมีอำนาจทะลุทะลวงได้น้อยเซลล์ของพืชจะดูดรังสีเข้าไปแล้วก่อให้เกิดการกลายพันธุ์ ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นการเปลี่ยนแปลงของยีนมากกว่าการเปลี่ยนแปลงโครโมโซม ควรใช้รังสีชนิดนี้กับส่วนเล็ก ๆ ของพืช เช่น ละอองเกสร เป็นต้น สำหรับสารเคมีนั้นสามารถชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ได้ทั้งในระดับยีนและโครโมโซม

9.5 ส่วนของพืชที่นำมาฉายรังสีและวิธีการฉายรังสี

ทุก ๆ ส่วนของพืชที่ใช้ขยายพันธุ์ได้ เช่น เมล็ด หัว ราก ไหล กิ่งทาย กิ่งตอน กิ่งปักชำ พืชทั้งต้นหรือเนื้อเยื่อเพาะเลี้ยง สามารถนำมาฉายรังสีได้ทั้งสิ้น การพิจารณาเลือกส่วนใดมาฉายรังสีขึ้นอยู่กับชนิดของพืช วิธีการขยายพันธุ์ และความสะดวกในการนำมาฉายรังสี ความสะดวกในการปลูก ดูแลรักษา เป็นต้น

9.5.1 วิธีการฉายรังสีเมล็ด

เมล็ดเป็นส่วนที่นิยมใช้กันมากที่สุด เพราะความสะดวก ทั้งในขั้นตอนการฉายรังสีหรือให้ทรีตเมนต์ด้วยสารเคมี เพราะเมล็ดสามารถทนต่อสภาพแวดล้อมได้หลาย ๆ อย่าง สามารถให้ทรีตเมนต์กับเมล็ดได้ในหลายสภาพ เช่น สภาพแห้ง สภาพเปียก มีออกซิเจนหรือไม่มีออกซิเจนในขณะฉายรังสี วิธีการฉายรังสีเมล็ดมีขั้นตอนดังนี้

9.5.2 การเตรียมเมล็ดก่อนฉายรังสี

คัดเลือกเมล็ดที่สะอาด เมล็ดมีความงอกดี นำไปหาความชื้นโดยวิธีการมาตรฐาน ประกอบด้วยการนำเมล็ดมาบดให้ละเอียดและชั่งน้ำหนักไว้ เป็นน้ำหนักก่อนทำให้แห้ง จากนั้นนำเมล็ดไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที นำตัวอย่างที่บดละเอียดแล้วมาทำให้เย็นในเดซิคเคเตอร์ (desiccator) ที่มีสารดูดความชื้น เช่น แคลเซียมคลอไรด์ หรือแคลเซียมออกไซด์ ทิ้งไว้ในเดคิคเคเตอร์อย่างน้อย 20 นาที จึงนำมาชั่งน้ำหนักสารตัวอย่างใหม่แล้วคำนวณหาความชื้นในเมล็ดจากสูตร

$$\text{\% ความชื้นของเมล็ด} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างบดก่อนอบแห้ง - น้ำหนักตัวอย่างบดหลังอบแห้ง x 100}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างบดก่อนอบแห้ง}}$$

9.6 การหาปริมาณรังสีที่เหมาะสม

พืชแต่ละชนิดมีความไวต่อรังสี (radiosensitivity) แตกต่างกันไป ลักษณะความไวหรือต้านทานต่อรังสีขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ ลักษณะต้านทานหรือไวต่อรังสีส่วนหนึ่งควบคุมโดยยีนสามารถถ่ายทอดทางกรรมพันธุ์ได้ การพิจารณาใช้รังสีในปริมาณเท่าใดจึงแหมาะสม นักวิจัยอาจค้นคว้าอาจผลงานวิจัยที่ผู้อื่นทำไว้ หรือแนะนำโดยทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ (IAEA, 1977) มีข้อมูลงานวิจัยค่อนข้างมากในด้านการปรับปรุงพันธุ์โดยรังสี ซึ่งจะช่วยให้นักวิจัยได้ทราบข้อมูลก่อนทำการวิจัย นักวิจัยสามารถคาดคะเนปริมาณรังสีที่เหมาะสมได้ โดยทำการทดลองเพื่อหาค่า LD50 (lethal dose 50) หรือ GR50 (growth reduction-50) ของเมล็ดพืชที่นำมาฉายรังสีได้

วิธีการเริ่มด้วยการนำเมล็ดพืชมาฉายรังสีในปริมาณต่าง ๆ กัน ตั้งแต่ปริมาณต่ำจนถึงปริมาณรังสีที่สูงมาก ๆ จนทำให้เกิดการตาย 100 เปอร์เซ็นต์ ปลูกเมล็ดในกระบะเพาะชำ ปลูกเป็นแถว จำนวนแถวตามปริมารรังสี เช่น 0 (ไม่ฉายรังสี), 10, 20, 30,40, 50 ฯลฯ กิโลแรด เมื่ออายุประมาณ 30 วัน หาเปอร์เซ็นต์ความอยู่รอดของต้นกล่าวที่ปริมาณรังสีต่าง ๆ กัน คิดเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ของคอนโทรล (พวกที่ไม่ได้ฉายรังสี) ปรับให้จำนวนต้นที่อยู่รอดของคอนโทรลเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ หาค่าความสัมพันธ์ของปริมาณรังสีกับเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของต้นกล้า โดยให้ปริมาณรังสีอยู่บนแกน X เปอร์เซ็นต์ความอยู่รอดอยู่บนแกน Y จากจุด 50 เปอร์เซ็นต์ของแกน Y ลาก

เส้นออกมาตัดเส้นเปอร์เซ็นต์ความอยู่รอด และลากลงมาตัดค่าของปริมาณรังสีในแกน X ณ จุดตัดบนแกน X เป็นปริมาณรังสีที่ทำให้พืชอยู่รอด 50 เปอร์เซ็นต์ หรือตาย 50 เปอร์เซ็นต์ เรียกปริมาณรังสีนี้ว่าค่า LD50 รูปที่ การหาค่า GR50 ก็ทำได้เช่นเดียวกัน โดยเปลี่ยนจากการวัดเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของต้นกล้ามาเป็นการวัดการเจริญเติบโต เช่น วัดความสูงของต้นกล้า น้ำหนักสดของต้นกล้า หรือน้ำหนักแห้งของต้นกล้า เป็นต้น เช่นปริมาณรังสีที่ทำให้ความสูงลดลงครึ่งหนึ่งของคอนโทรล คือ ค่า GR50 ปริมาณรังสีที่เหมาะสมที่แนะนำให้ใช้งานปรับปรุงพันธุ์ คือปริมาณรังสีที่ทำให้เกิดการตายกับต้นพืช 30-50 เปอร์เซ็นต์ (LD30-LD50)

ตารางที่ 9.1 ปริมาณรังสีแกมมาที่เหมาะสมในการปรับปรุงพันธุ์ด้วยเมล็ด (IAEA, 1977)

Genus	Species	Useful dose range for mutation breeding (Krad)
Gramineae	*Avena sativa*	10-25
	Hordeum vulgare	10-25
	Oryza sativa	
	(a) *Japonica*	12-25
	(b) *Indica*	15-30
	Secale cereale	10-20
	Sorghunm durum	20-30
	Triticum aestivum	10-25
	Zea mays	15-30
	Capsicum annuum	15-25
	Lycopersicum esculentum	30-40
	Nicotiana tabaccum	20-35
	Solanum tuberosum	20-40

Cruciferae	*Brassicanapus oleifera*	70-100
Chenopodiaceae	*Spinacia oleracea*	15-30
Umbelliferae	*Daucus carota*	15-25
Liliaceae	*Allium cepa*	10-20
Cucurbitaceae	*Cucumis melo*	15-30
	Cucumis sativus	20-35
	Cucabita maxima	20-35
Leguminosae	*Arachis hypogaea*	20-30
	Cajanus cajan	8-14
	Cocer aroetomi,	12-18
	Glycine max	10-20
	Lens esculenta	10-17
	Lupinus albus	15-25
	Medicago sativa	40-60
	Melilotus albus	50-70
	Phaseolus lunatus	5-10
	Phaseolus vulgaris	8-15
	Pisum sativum	6-18
	Vigna unguiculata	15-25
	Vigna radiata	40-70

9.7 วิธีการปรับปรุงพันธุ์พืชที่ชักนำให้เมล็ดเกิดการกลายพันธุ์

1. นำเมล็ดไปฉายรังสีหรือใช้สารเคมีที่ก่อให้เกิดการกลายพันธุ์ ซึ่งเมื่อสิ้นสุดขั้นนี้เมล็ดที่ได้เรียกเมล็ด M1 ปริมาณเมล็ดที่ใช้มากน้อยแค่ไหนขึ้นอยู่กับชนิดพืช งบประมาณที่ใช้ในการปลูกและคัดเลือกพันธุ์ พืชที่มีเมล็ดหรือใช้ระยะปลูกถี่ เช่น ข้าว งา อาจเริ่มจาก 50,000-100,000 เมล็ดก็ได้

2. ปลูกเมล็ด M1 เป็นแถว โดยมีแถวคอลโทรลเปรียบเทียบทุก ๆ 10 แถว ในชั่วรุ่นนี้จะเก็บเมล็ดจากทุกต้นแยกต้นกัน

3. ปลูกต้น M2 เป็นต้นต่อแถว แล้วเริ่มทำการคัดเลือกพันธุ์โดยวิธีปกติธรรมดา เช่น ถ้าใช้วิธีการบันทึกประวัติก็เริ่มคัดต้นดีแล้วเก็บแยกช่อได้เลย แต่ถ้าใช้วิธีปลูกหนึ่งเมล็ดต่อต้นก็จะเก็บเมล็ดจากทุกต้น ๆ ละ 1 เมล็ด นำไปปลูกในชั่วรุ่นต่อไป

4. ในขั้นต่อ ๆ ไป จะดำเนินการตามวิธีการปรับปรุงพันธุ์พืชแต่ละวิธีที่เราเลือกใช้

5. ในระหว่างการคัดเลือกพันธุ์ถ้าพบเห็นลักษณะพิเศษบางอย่างปรากฏออกมา เช่น ลักษณะต้านทานโรคและแมลงหรือทรงต้นที่เตี้ยกว่าปกติ เป็นต้น ก็อาจคัดเลือกมาทำเป็นสายพันธุ์พ่อ-แม่ ในโครงการปรับปรุงพันธุ์พืชต่อไปได้

9.8 วิธีการปรับปรุงพันธุ์พืชที่ชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ในพืชที่ขยายพันธุ์โดยไม่อาศัยเพศ

การนำชิ้นส่วนพืชไปฉายรังสีจะใช้ปริมาณรังสีแตกต่างกันไป แล้วแต่ชนิดของพืช ปริมาณรังสีที่เหมาะแสดงไว้ในตารางที่ 9.2

ในการฉายรังสีกับส่วนของพืชที่ประกอบด้วยเซลล์หลายเซลล์ เช่น เนื้อเยื่อเจริญปลายยอดทำให้เกิดไคเมรา (chimera) ชนิด เซคตอเรียล (sectorial chimera) หรือเมริคลินอล (mericlinal chimera) ขึ้นก่อนและมีการขยายขนาดใหญ่ขึ้นเป็นเพริคลินอลไคเมรา (periclinal chimera) ได้ในภายหลัง โดยปกติเนื้อเยื่อที่กลายพันธ์มักจะอยู่บริเวณส่วนที่เป็นฐานของยอดหรือต้นที่ผ่านการฉายรังสี เรียกว่า ยอด M1V1 หรือ ต้น M1V1 เมื่อมีการเจริญเติบโตเพิ่มจำนวนใบขึ้นไปทางปลายยอดเรื่อย ๆ โดยเซลล์ปกติมีการแบ่งเซลล์ปกติมีการแบ่งเซลล์เพิ่มจำนวนนำหน้าไปอย่างรวดเร็ว ส่วนที่เป็นเนื้อเนื่อที่กลายพันธุ์กลายเป็นเซกเตอร์ ที่มีขนาดเล็กและถูกจำกัดบริเวณให้อยู่ตรงส่วนของ basal bud ของยอด M1V1 นั่นเอง ด้วยเหตุนี้การลายพันธุ์ส่วนใหญ่ที่เกิดขึ้นจากการเหนี่ยวนำด้วยนังสีจึงสูญหายไปได้ เนื่องจาก basal bud ของพืชที่มีการเจริญเป็นแบบ apical dominance ไม่สามารถเจริญต่อไปได้ ในพืชที่มีการเจริญแบบ apical dominance จำเป็นทำการตัดกิ่งหรือยอด (pruning หรือ decapitation) ของ M1V1 เหลือไว้เฉพาะ

ส่วนของกิ่งที่มี basal bud อยู่ปริมาณ 2-3 ตา ในการตัดแต่งกิ่งทำให้ตาที่เกิดอยู่บริเวณซอกใบแรก มีการเจริญขึ้นมาเป็นส่วนของยอดและกิ่งได้

ตาของต้น M1V1 ควรมีการแยกออกมาโดยวิธีต่อกิ่งหรือติดตา เพื่อให้มีการเจริญพัฒนาเป็นต้นหรือกิ่ง M1V1 เนื่องจากการแยกตามออกมาจากยอดเดิม (M1V1) ช่วยให้ได้กิ่งหรือต้น M1V1 ที่มีลักษณะค่อนข้างสม่ำเสมอกว่ายอดเดิม คือ M1V1 และส่วนที่เป็นเซกเตอร์ที่ประกอบด้วยเนื้อเยื่อที่กลายพันธุ์ มีขนาดใหญ่ขึ้น ช่วยให้สามารถค้นพบส่วนที่เกิดการกลายพันธุ์ได้

พวกพืชที่ขยายพันธุ์ด้วยหัวที่อยู่ใต้ดิน เช่น หัวใต้ดิน (tuber) ของมันฝรั่งหรือสตรอเบอรี่ เมื่อนำมาฉายรังสี การเจริญของตาเป็นแบบ basal dominance โดยส่วนยอดเจริญมาจาก basal bud ไม่ใช่ตายอด (apical bud) ในกรณีนี้ยอดที่เกิดใหม่จะเกิดจากบริเวณที่เป็นส่วนเนื้อเยื่อที่กลายพันธุ์เนื่องจากรังสีได้โดยตรง จึงไม่จำเป็นต้องมีการแต่งกิ่งหรือทำการแยกตาออกมาจากต้นเดิม ขั้นตอนในการคัดเลือกพันธุ์พืชที่ชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ในพืชที่ขยายพันธุ์โดยไม่อาศัยเพศ รูปที่

การกลายพันธุ์อาจเกิดเฉพาะในเนื้อเยื่อชั้นใดหนึ่งหรือเกิดขึ้นพร้อมกันทั้ง 2 ชั้น หรือ 3 ชั้น ก็ได้ ซึ่งเนื้อเยื่อเหล่านี้ล้วนเกิดปรากฏการณ์ที่เรียกว่า chimera ได้ทั้งสิ้น

ตารางที่ 9. ปริมาณรังสีที่เหมาะสมและส่วนของพืชที่ใช้ฉายรังสีในพืชที่ขยายพันธุ์โดยไม่อาศัยเพศ (IAEA, 1977)

Species	Plant material treated	Dose(roentgen)
I. Ornamentals		
Achimenes	Detached leaves	3 kR
Alstroemeria	Rhizomes	400-600 R
Azalea	Rooted cuttings	1-2 kR
Begonia	Detached leves	1.5-2.5 kR
Canna	Rhizomes	1-3 kR
Chrysanthemum	Rooted cuttibing	1.5-2 kR

Clematiis	Rooted cuttibing	200-500 R
Conifers	Rooted cuttibing	50-500 R
Cosmos	Rooted cuttibing	2 kR
Dahlia	Freshly harvested tubers	1.5-2.5 kR
Dianthus	Rooted cuttings	4-6 kR
Euphorbia	Rooted cuttings	3-5 kR
Forsythia	Rooted cuttings	4-8 kR
Gladiolus	Dormant corms (2n)	4 kR
Hyacinthus	Bulbs, Before wounding basis	200-500 kR
Kalanchos	Detached leaves	1.5-2 kR
Lilium	Bulb-scales	250 R
Malus	Just grafted plants	2-3 kR
Narcissus	Dormant bulbs, directly after harvest	500-1000 R
Ornithogalum	Detached leaves	500-1000 R
Prunus	Just grafted plants	2-3 kR
Rhododendron	Rooted cutting	3-5 kR
Roses	Budding wood	2-4 kR
Saintpaulia	Detached leaves	3-4 kR
Streptocarpus	Detached leaves	3 kR
Tulip	Dormant bulbs, directly after harvest	300-500 R

II. **Fruit Crops**

Apple	Grafts	3-4 kR
Banana	Corma	2.5-5 kR
Blackberry	Young dormant plants	6-8 kR
Cherry	Grafts	2-3 kR
Grape	Dormant buds	1-3 kR

Lemon tree	Cuttings	2-7 kR
Orange tree	Dormant scions	ca. 5kR
Peach	Summer buds	1-4 kR
Strawberry	Young runner plant	15-25 kR
III. Other crop plants		
Cacao	Buds	1-2 kR
Cassava	Nodes	3 kR
Potato	Dormant bulb parts	2-3 kR
Sugar cane	Buds	2-6 kR
Sweet potato	Detached leaves	3-4 kR
Tes	Rooted cutting	4-6 kR

9.9 วิธีการแก้ไขปัญหาไคเมรา

เพื่อลดปัญหาการเกิดไคเมราภายหลังการฉายรังสีให้กับส่วนของพืช ที่ขยายพันธุ์ด้วยเนื้อเยื่อต้นพืช มีผู้เสนอวิธีไว้ดังนี้

1. เลือกใช้วิธีการฉายรังสีกับส่วนของต้นพืชที่มีการสร้าง adventitious bud ได้ ตัวอย่างเช่น Saintpaulia, Streptocarpus, Kalanchoe และ Begonia หากเด็ดใบมาปักชำมีการเกิดของ adventitious bud จากบริเวณฐานของก้านใบและเกิดต้นพืชขนาดเล็กได้ เนื่องจาก apex ของ adventitious bud มีกำเนิดมาจากเซลล์ epidermis 1 เซลล์ ต้นที่เกิดมาจาก adventitious bud จึงมียีโนไทป์เหมือนกันทั้งต้นไม่เป็นไคเมรา เซลล์ดังกล่าวนี้เกิดการกลายพันธุ์ก็จะทำให้ต้นพืชที่เกิดมาจากเซลล์นี้กลายเป็นพันธุ์กลายทั้งต้น (solid mutant) ได้ทันที พืชหลายชนิดมีการขยายพันธุ์ได้ด้วย adventitious bud ซึ่งหากนำเทคนิคการฉายรังสี adventitious bud มาใช้จะลดปัญหาการเกิดไคเมราได้

2. เลือกใช้วิธีการฉายรังสีในปริมาณที่สูง (high dose) ในอัตราที่สูง (high dose rate) โดยปกติตายอดหรือตาข้างประกอบด้วยเซลล์เริ่มต้นหลายเซลล์ที่มีส่วนร่วมกันในการเจริญขึ้นเป็นยอด การใช้วิธีการฉายรังสีในปริมาณที่สูงและใช้อัตราที่สูงมาก ๆ

ทำให้เซลล์ส่วนใหญ่ตายเหลือเซลล์เพียงเซลล์เดียวที่สามารถแบ่งเซลล์เพิ่มจำนวนขึ้นมาเป็นส่วนของยอดได้ หากเซลล์ดังกล่าวเป็นเซลล์ที่กลายพันธุ์ ก็จะได้ต้นพืชทั้งต้นเป็นพันธุ์กลาย ในการฉายรังสีในปริมาณและในอัตราที่สูงมาก อาจไม่ทำให้เซลล์ถึงตายได้แต่เซลล์เหล่านั้นเกิดการกลายพันธุ์ไปพร้อม ๆ กัน เซลล์ที่กลายพันธุ์เซลล์ใดเซลล์หนึ่งอาจมีความสามารถเหนือเซลล์อื่น ๆ ในการแบ่งตัวเพิ่มจำนวนและพัฒนาเป็นยอดหรือเป็นต้นพืช ทำให้ได้ต้นพืชที่เป็นพันธุ์กลายทั้งต้นได้ ตัวอย่างงานวิจัยในมันฝรั่งที่มีการใช้รังสีในปริมาณสูงและอัตรารังสีสูงมาฉายหัวมันฝรั่งที่ได้แยกเอาตาเดิมออกแล้ว ภายหลังการฉายรังสีมีการเจริญของยอดออกมา ยอดที่ออกมาในระยะแรก ๆ ภายหลังการฉายรังสีให้ตัดทิ้งไป เก็บเฉพาะยอดที่เกิดขึ้นภายหลัง จากการฉายรังสีแล้วไม่น้อยกว่า 3 เดือน นำมาศึกษาและคัดเลือกลักษณะที่กลายพันธุ์ ยอดที่เกิดในระยะแรก ๆ มาจากจุดเจริญที่มีเซลล์หลายเซลล์ จึงทำให้มีปัญหาไคเมราได้ แต่ยอดที่พัฒนามาในระยะหลังส่วนใหญ่จะเกิดจากเซลล์เพียงเซลล์เดียว

ในเปปเปอร์มินต์ (Mentha poperita) ใช้ dormant stolon มาฉายรังสีที่ปริมาณรังสีสูง ๆ ตัด Stolon ออกเป็นท่อนสั้น ๆ ขนาด 4-7 เซนติเมตร และนำมาปลูกเมื่อเกิดยอดขึ้นมาจะได้ยอดที่กลายพันธุ์เป็น 2 พวก พวกหนึ่งเป็นไคเมรา เนื่องจากยอดพัฒนามาจากกลุ่มเซลล์หลายเซลล์ อีกพวกหนึ่งเป็นพันธุ์กลายทั้งต้น เนื่องจากพัฒนามาจากเซลล์เดี่ยว (IAEA, 1977)

9.10 โพลิพลอยดี้

โดยปกติพืชจะมีโครโมโซม จำนวน 2 ชุด อยู่ในรูปของ diploid แต่มีพืชอีกจำนวนมากที่มีโครโมโซมมากกว่า 2 ชุด เช่นอาจจะมี 3, 4, 5, 6 หรือ 8 ชุด พืชที่มีโครโมโซมเหมือนกันหลายชุดเรียกว่า polyploid นอกจากนี้ polyploid ยังหมายถึงพืชที่มีจำนวนโครโมโซมแตกต่างไปจาก diploid เช่นอาจมีเพียงชุดเดียว เรียกว่า monoploid หรือมีโครโมโซมขาดหรือเกินมาเพียงตัวเดียวก็เป็นได้ โครโมโซมพื้นฐาน (basic chromosome number) 1 ชุด ประกอบด้วยโครโมโซมที่ไม่เหมือนกันเลยจำนวนมากน้อยแล้วแต่ละชนิดของพืช เรียกว่า ยีโนม (genome) ซึ่งให้สัญลักษณ์เป็น x

จำนวนโครโมโซมของ gamete (gametic chromosome number) ซึ่งเป็นครึ่งหนึ่งของต้นพ่อแม่ แทนด้วยอักษร n ถ้าพืชเป็น diploid เช่น ข้าวโพดมีโครโมโซมทั้งหมด 20 แท่ง ค่า x และ n จะเท่ากัน คือ 2n = 2x = 20 n = x = 10 แท่ง แต่ถ้าพืชเป็น polyploid เช่น ข้าวสาลีเป็น hexaploid มีโครโมโซมเหมือนกัน 6 ชุด 2n = 6x = 42 แท่ง ค่าของ x และ n ไม่เท่ากัน คือ n = 21 และ n = 7 แท่ง

พืชที่มีจำนวนโครโมโซมขาดหรือเกินไปทั้งชุดเรียกว่า Euploid ถ้าชุดของโครโมโซมที่เพิ่มขึ้นเหมือนชุดเดิมเรียกพืชนั้นว่า autopolyploid หรือ autoploid แต่ถ้าชุดการเพิ่มโครโมโซมเพิ่มมาจากยีโนมที่ต่างกัน เรียกว่า allopolyploid หรือ autoploid พวก euploid, monoploid จะมีโครโมโซมเพียงชุดเดียวในขณะที่ triploid จะมีโครโมโซม 3 ชุด

บางครั้งโครโมโซมของพืชอาจขาดหรือเกินไปเพียงบางแท่งไม่ใช่ทั้งชุด ซึ่งเรียกว่า aneuploid พืชที่มีโครโมโซมเหมือนกันขาดไป 2 แท่ง เรียกว่า nullisomics ถ้าขาดเพียงแท่งเดียวเรียกว่า monosomics และ trisomics จะมีโครโมโซมเกินมาเพียง 1 แท่ง

9.11 กำเนิดของโพลิพลอยดี้

โพลิพลอยดี้สามารถชักนำให้เกิดได้โดยใช้สารเคมีที่มีคุณสมบัติยับยั้งการสร้าง spindle fiber ในระหว่างการแบ่งเซลล์ สารเคมีที่นิยมใช้คือคอลชิซีน (colchicine) ซึ่งเป็นสาร alkaloid ที่สกัดได้จากเมล็ดหรือหัวของต้น autumn crocus (Colchicum autumnale) หรืออาจใช้สารเคมีสังเคราะห์ colecmid ก็ได้

วิธีใช้สารคอลชิซีนอาจใช้ในรูปสารละลายหยดลงบนยอดอ่อนหรือฉีดพ่น หรือผสมในขี้ผึ้งแล้วนำไปหุ้มส่วนของตาไว้ คอลชิซีนจะมีประสิทธิภาพมากเมื่อใช้กับเมล็ดที่กำลังจะงอก ต้นกล้าอ่อน ราก หรือขณะใช้ และช่วงเวลาที่ใช้สาร

โดยทั่ว ๆ ไปแล้วพืชที่เป็น diploid จะเจริญเติบโตได้ดีกว่า autoploid แต่พืชบางชนิดที่เป็น diploid จะไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค เช่น กล้วยที่เป็น diploid จะมีเมล็ดมาก กล้วยที่ตลาดยอมรับคือกล้วยที่เป็น triploid ซึ่งไม่มีเมล็ด พืชชนิดอื่น ๆ ที่เป็น autoploid ได้แก่ อัลฟัลฟา ถั่วลิสง มันฝรั่ง กาแฟ พืชเหล่านี้ล้วนเป็น

tetraploid ที่มีคุณสมบัติดีกว่า diploid ทั้งสิ้น พืชที่ถูกสร้างให้เป็น autonloid มักจะมีอัตราการเป็นหมันสูง การติดเมล็ดน้อย จึงไม่นิยมทำในพืชที่บริโภคเมล็ด แต่จะมีประโยชน์มากในพืชที่บริโภคใบ เช่น ผัก พืชหัว พืชอาหารสัตว์ และพวกไม้ดอกไม้ประดับชนิดต่าง ๆ นอกจากนี้แล้ว autoploid อาจใช้เป็นสะพานเชื่อม (bridge) ในการผสมพันธุ์ข้ามชนิด เช่น การเพิ่มชุดของโครโมโซมถั่วลิสงพันธุ์ป่าจาก diploid ให้เป็น tetraploid เพื่อที่จะใช้ผสมพันธุ์กับถั่วลิสงพันธุ์เพาะปลูก ซึ่งเป็น tetraploid ได้สำเร็จ และสามารถผลิตพันธุ์ถั่วลิสงที่มีความต้านทานโรคและแมลงได้อย่างสมบูรณ์

สำหรับประโยชน์ของ allopolyploid นั้น สามารถใช้ในการศึกษาวิวัฒนาการของพืชได้ นอกจากนี้ยังใช้ในการสร้างพืชชนิดใหม่ ๆ ที่ไม่มีในธรรมชาติขึ้นมาได้ เช่น การสร้างตริติกาเล (triticale) จากลูกผสมระหว่างข้าวสาลีกับข้าวไรย์ เป็นต้น (ตารางที่ 9.3)

ตารางที่ 9.3 โพลิพลอยดี้ชนิดต่าง ๆ

ชนิด	สูตรของโครโมโซม	โครโมโซม
Euploids		
monoploid	x	ABC
triploid	3x	ABC. ABC. ABC
autotetraploid	4x	ABC. ABC. ABC. ABC
allotetraploid	2x + 2x	ABC. ABC.A'B'C'.A'B'C'
Aneuploids		
nullisomic	2x - 2	AB.AB
monosomic	2x - 1	ABC.AB
double monosomic	2x - 1 - 1	AB.AC
trisomic	2x + 1	ABC.ABC.A
double trisomic	2x + 1 + 1	ABC.ABC.A.B.
tetrasomic	2x + 2	ABC.ABC.A.A.
monosomic-trisomic	2x - 1 + 1	ABC.AB.A.

หมายเหตุ n = x = 3 โครโมโซมแทนด้วย ABC(genome) ที่มา : Allard(1960)

ตารางที่ 9.4 ความสัมพันธ์ระหว่างข้าวไรย์ ข้าวสาลี และตริติกาเล

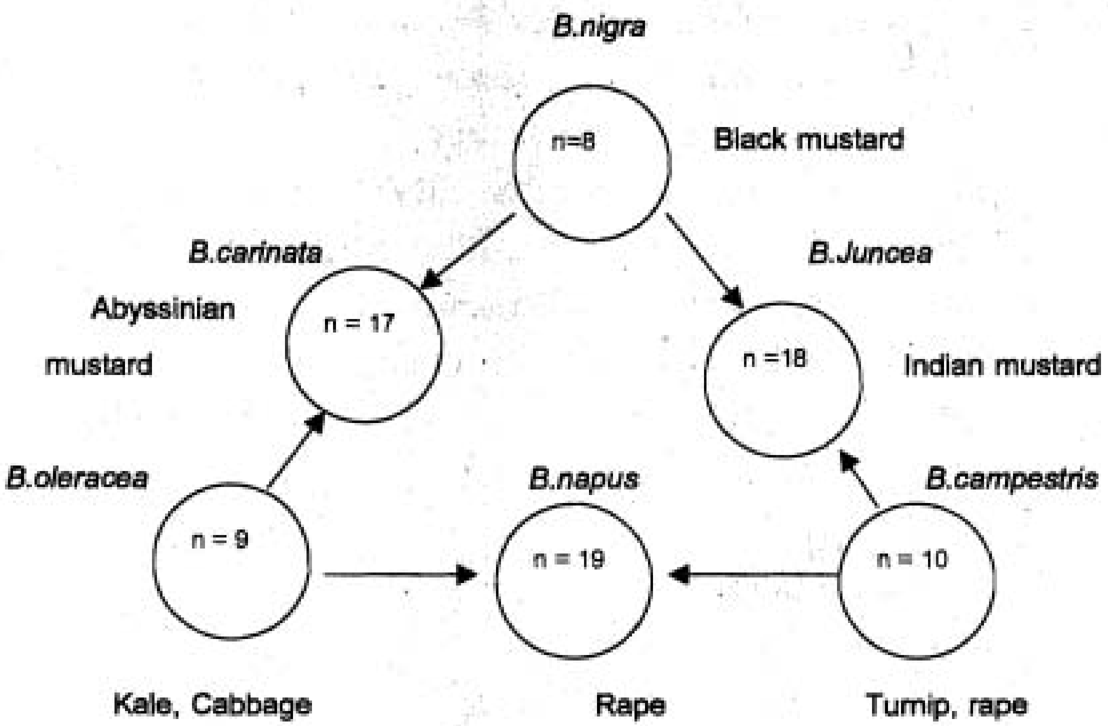
ชนิด	จำนวนโครโมโซม (2n)	จีโนม	ชื่อสามัญ
Secale cereale	14	RR	rye
Triticum turgidum	28	AABB	durum wheat
Triticum aestivum	42	AABBDD	common wheat
Triticosecale(hexaploid)	42	AABBRR	triticale
Triticosecale(octaploid)	56	AABBDDRR	triticale

ที่มา : Poehlman and Sleper (1995)

Alloploid ในพืชผักที่น่าสนใจคือพืชตระกูล Brassica ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพืชที่จีโนมและมีจำนวนโครโมโซมต่างกัน คือ *Brassica oleracea, B. nigra* และ *B.campestris* ซึ่งจีโนมมีโครโมโซมเท่ากับ 8, 9 และ 10 ตามลำดับ *B.Juncea* (AABB) เป็น amphidiploid ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ ได้จากการผสมระหว่าง B.campestris (AA) และ *B.nigra* (BB). *B.napua* (AACC) และ *B. carinata* (BBCC) เกิดตามธรรมชาติเป็นผลมาจากการรวมตัวของ *B.campestris* (AA) กับ *B.oleracea* (CC) และ *B.nigra* (BB) กับ *B.oleracea* (CC) ตามลำดับ ดังรูปที่ 9.1 ความสัมพันธ์นี้เรียกว่า triangle of U เป็นเกียรติแก่ Nagaharu U. นักวิทยาศาสตร์ชาวญี่ปุ่น

พืชเศรษฐกิจชนิดอื่น ๆ ที่เป็นพวก alloploid ได้แก่ ข้าวสาลี ฝ้าย และตริติกาล สำหรับตริติกาเลนี้สร้างขึ้นครั้งแรกโดย W. Rimpan ในเยอรมันนี และต่อมาได้มีการพัฒนาขึ้นในหลายประเทศ เช่น รัสเซีย แคนาดา สหรัฐอเมริกา สวีเดน เม็กซิโก และฮังการี ตริตากาเลมีลักษณะคล้ายข้าวสาลีแต่มีช่อดอกและเมล็ดใหญ่กว่า อัตราการเจริญเติบโตดีกว่า สามารถปลูกได้ทั้งฤดูใบไม้ผลิและฤดูหนาว ขึ้นอยู่กับว่าพัฒนามาจาก

ลูกผสมระหว่างพ่อแม่ที่มีลักษณะแบบไหน ในปัจจุบันได้รับการพัฒนาจนใช้ปลูกเป็นการค้าได้แล้ว



ภาพที่ 9.1 ความสัมพันธ์ระหว่างพืชตระกูลกะหล่ำชนิดต่าง ๆ

aneuploid

เป็นพวกที่มีชุดโครโมโซมไม่สมบูรณ์ เช่น monosomic (2x-1) trisomic (2x+1) เป็นต้น ประโยชน์ของ aneuploid จะใช้ในการจำแนกยีนที่อยู่บนโครโมโซม พวก trisomic จะใช้ในการจำแหนก linkage ของลักษณะต่าง ๆ ในพืชพวกข้าวโพด ข้าวฟ่าง ข้าวบาร์เลย์ มะเขือเทศ โดยใช้พันธุ์ที่เป็น trisomic ที่พัฒนาขึ้นมาโดยเฉพาะและทราบคู่ของโครโมโซมเรียบร้อยแล้ว ผสมกับพืชที่ต้องการศึกษาและเป็น deploid ซึ่งลูกผสมในรุ่น F2 จะมีการกระจายตัวแตกต่างไปจาก F2 ของพืช diploid ทั่ว ๆ ไป จึงใช้ประโยชน์จากการกระจายตัวในรุ่นนี้จำแนกยีนที่อยู่บนโครโมโซมได้

haploidy

พืชที่เป็น haploid เกิดขึ้นจากเซลล์สืบพันธุ์หลังจากลดจำนวนโครโมโซมลงครึ่งหนึ่งแล้ว monoploid จะมียีโนมเพียงชุดเดียว ดังนั้นยีโนมของ monoploid จึงต่างจาก haploid ในกรณีที่เป็นโพลิพลอยดี้เพราะ haploid จะมียีโนมทุกชนิด (แต่มีจำนวนโครโมโซม = n) ดังนั้นบางครั้งจึงเรียก polyhaploids

haploid เกิดขึ้นได้เองในธรรมชาติ เช่น ในพืชพวกข้าว ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ข้าวสาลี ข้าวบาร์เลย์ ข้าวไรย์ ยาสูบ ฝ้าย ซึ่งสังเกตได้จากขนาดต้นที่เล็กกว่าปกติ หรือตรวจสอบโดยนับจำนวนโครโมโซมจากปลายราก ประโยชน์ของ haploid คือการใช้ผลิตพืชพันธุ์แท้ (homozygous dipoloid) โดยเฉพาะในพืชที่เป็น self-incompatibility ใช้ในการศึกษาพฤติกรรมของยีน (ยีนเด่น, ยีนด้อย) หรือใช้เป็นสะพานเชื่อมให้การผสมข้ามชนิดประสบความสำเร็จได้

9.12 การผลิตแตงโมไม่มีเมล็ด

มีขั้นตอนการทำดังนี้

1) สร้างแตงโม 4x โดยใช้คอลชิซีน 0.2 เปอร์เซ็นต์ หยอดยอดต้นกล้า 2x โดยก่อนที่จะนำมาใช้ผลิต 4x นั้น ต้น 2x ควรผ่านการผสมตัวเองหลาย ๆ ครั้ง และผ่านการทดสอบความสามาระในการรวมตัวทั่วไป (general combining ability) มาก่อน

2) ผลิตเมล็ด 3x โดยใช้ต้น 4x เป็นต้นแม่ปลูกสลับกับแตงโม 2x (ต้นพ่อ) ลูกที่ได้จากต้น 4x จะเป็นเมล็ด 3x ต้นแตงโมที่เป็น 4x จะสังเกตได้จากหลังหยอดยอดคอลชิซีนแล้วในระยะแรก ตายอดจะชงักการเจริญเติบโต ต่อมาขนาดลำต้น ใบ และดอกจะใหญ่กว่าปกติ ใบหนามีสีเขียวเข้มเพราะมีปริมาณคลอโรพลาสมาก

3) การผลิตแตงโมไม่มีเมล็ดทำได้โดยปลูกต้น 3x 4 แถว สลับกับต้น 2x 1 แถว ผลที่เก็บได้จาก 3x จะเป็นแตงโมไม่มีเมล็ด คู่ผสมที่ดีควรมีการทดสอบความสามารถในการรวมตัวเฉพาะ (specific combining abiligy) มาก่อน เพื่อสร้างลูกผสมที่มีคุณภาพดี แตงโมไม่มีเมล็ดจริง ๆ แล้วจะมีเมล็ดเพียงแต่ว่าเมล็ดไม่พัฒนาเท่านั้น ดังนั้นจึงบริโภคได้ง่ายเพราะเมล็ดฝ่อหมด นอกจากนี้แล้วแตงโมไม่มีเมล็ดยังหวานกว่าปกติอีก

ด้วย การผลิตแตงโมไม่มีเมล็ดจะลงทุนสูงกว่าปกติ เพราะต้องทำหลายขั้นตอน นอกจากนี้แล้วเมล็ด 3x ยังมีปริมาณน้อยกว่าเมล็ดปกติ ประมาณ 3-4 เท่าตัว

9.13 บทสรุป

การผสมกลับหรือการผสมย้อนนั้นคือวิธีที่นำลูกกลับไปผสมกับต้นพ่อแม่พันธุ์ดีหลายครั้ง เพื่อต้องการลักษณะที่ดีทุกอย่างเหมือนต้นพ่อแม่นั่นเอง และต้องมีองค์ประกอบที่สำคัญสองอย่างคือ ตัวรับ (recurrent parent) และตัวให้ (donor parent) ซึ่งการผสมกลับนี้จำแนกได้ 2 ประเภท คือ กรณีที่ตัวให้ถูกควบคุมด้วยยีนเด่นและกรณีที่ตัวให้ถูกควบคุมด้วยยีนด้อย

นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่าการกลายพันธุ์นั้นนอกจากเกิดจากสภาพธรรมชาติแล้วยังสามารถเกิดได้จากสาเหตุหลายอย่าง เช่น รังสี ซึ่งได้แก่ รังสีเอกซ์ รังสีแกมม่า และรังสีเบต้า เป็นต้น สารเคมีต่าง ๆ ได้แก่ เอทธิล มีเธนซัลโฟเนท มอร์ฟีน และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เป็นต้น นอกจากนี้การกลายพันธุ์นั้นยังประโยชน์ต่อการปรับปรุงพันธุ์พืชได้อีกด้วยโพลีพลอยดี้ในพืชคือลักษณะที่พืชมีโครโมโซมเหมือนกันหลายชุดนอกจากนี้ยังรวมถึงพืชที่มีจำนวนโครโมโซมแตกต่างไปจากดิพลอยด์ในเซลล์พืชอีกด้วย

แบบประเมินผลท้ายบท

จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. สาเหตุการกลายพันธุ์ของพืชเกิดจากสาเหตุใด ?
   1) chromosome mutation 2) spontaneous mutation
   3) gene mutation 4) ถูกต้องทุกข้อ
2. รังสีชนิดใดที่ก่อให้เกิดการกลายพันธุ์ในพืชได้ ?
   1) รังสีเอกซ์ 2) รังสีเบต้า
   3) รังสีแกมม่า 4) ถูกต้องทุกข้อ
3. สารเคมีชนิดใดที่ก่อให้เกิดการกลายพันธุ์ได้ ?
   1) EMS 2) nitrous acid
   3) morphine 4) ถูกต้องทุกข้อ
4. อวัยวะส่วนใดของพืชที่นิยมฉายรังสี ?

1) เมล็ด 2) ราก

3) หัว 4) ถูกต้องทุกข้อ

5. ปริมาณของรังสีมีหน่วยเรียกว่าอะไร ?

1) กรัม 2) ลูกบาศก์

3) กิโลกรัม 4) กิโลแรด

6. พืชที่มีจำนวนชุดโครโมโซมขาดหรือเกินไปทั้งชุดเรียกว่า ?

1) Euploid 2) Autoploid

3) Alloploid 4) Autopolyploid

7. ถ้าพืชมีชุดโครโมโซมที่เพิ่มขึ้นเหมือนชุดเดิมเราเรียกพืชนั้นว่าอะไร ?

1) Euploid 2) Autoploid

3) Autopolyploid 4) ข้อ 2 และ 3 ถูกต้อง

8. สารชนิดใดที่นิยมใช้ชักนำให้เกิด Polyploid แก่พืช ?

1) Colchicine 2) Amine

3) Nitrous 4) ABA

9. สารที่ก่อให้พืชเกิดโพลีพลอยดี้นั้นจะไปทำปฏิกิริยากับส่วนใดในเซลล์พืช ?

1) Vacuole 2) Spindle fiber

3) Mitochondria 4) Lysosome

10. พืชชนิดใดเมื่อมีชุดโครโมโซมเป็นแบบดิพลอยด์แล้วจะไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค

1) กล้วย

2) อ้อย

3) กาแฟ

4) ผักกาดหอม

เฉลยแบบประเมินผล

1. 4)	2. 4)	3. 4)	4. 1)	5. 4)
6. 1)	7. 4)	8. 1)	9. 2)	10. 2)