

# ภาคผนวก

## การขยายพันธุ์พืชหลังการผสมพันธุ์

การขยายพันธุ์พืช หมายถึงการเพิ่มจำนวนต้นพืช ในกรณีพืชปลูกที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ จะต้องทำการทวีจำนวนให้เพียงพอกับประชากรที่มีจำนวนเพิ่มขึ้น สำหรับพันธุ์พืชที่หายากและเป็นแหล่งของพันธุกรรมเพื่อใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พืช ก็ต้องขยายเพื่อดำรงพันธุ์และรักษาไว้เพื่อมิให้สูญพันธุ์ ดังนั้นถ้าจะพิจารณาแล้ว งานทางด้าน การขยายพันธุ์พืช จะเป็นงานที่ต่อเนื่องจากงานปรับปรุงพันธุ์พืชโดยตรง

### 1.1 ประวัติและความเป็นมาของวิชาการขยายพันธุ์พืช

มนุษย์เราเรียนรู้จากธรรมชาติของการแพร่พันธุ์ของพืช โดยแต่แรกศึกษาจากเมล็ดพืช ก่อนว่ามีกรงกอย่างไร ต่อมาจึงมีการเก็บเมล็ดไปปลูกในที่ต่างๆ ต่อมาหาวิธีการแพร่พันธุ์ โดยการตอน ช้ำ โดยดูจากธรรมชาติว่าเมื่อตัดกิ่งทิ้งไว้ กิ่งนั้นจะออกเป็นต้นใหม่ได้ เมื่อกิ่งนั้นสัมผัสกับดิน ต่อมาได้มีการดัดแปลงจากธรรมชาติเป็นการทาบกิ่ง ตัดตา เป็นต้น วิธีการนี้ได้ประยุกต์มาใช้กับเทคนิคของการใช้ฮอร์โมน และวิชาทางพันธุศาสตร์ จึงได้แพร่หลายและเจริญก้าวหน้าขึ้นจนมีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับอาชีพทางกลุกรรม โดยที่มีพืชที่เกี่ยวข้องทั้งในสาขาพืชไร่ พืชสวน ทั้งการขยายพันธุ์โดยเมล็ดของพืชอายุสั้น และเทคนิคจากการขยายพันธุ์โดยไม่อาศัยเพศ ยังนำมาใช้ประโยชน์ในการคำจุน ซ่อมแซมพืช และเพิ่มความแข็งแรงให้แก่ต้นพืช งานในสาขาไม้ดอกถือว่าเกี่ยวข้องกับด้านการขยายพันธุ์พืชมาก

### 1.2 หลักวิชาที่เกี่ยวข้องกับงานทางด้าน การขยายพันธุ์พืช

งานการขยายพันธุ์พืชจะสำเร็จได้นั้น จะต้องมีความจำเป็นที่จะต้องมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในสาขาทาง พฤกษศาสตร์ พันธุศาสตร์ และจะต้องเรียนรู้ถึงนิสัยของพืชชนิดต่างๆ มีความใกล้ชิดกับพืช นอกจากนั้นเมื่อรู้จักวิธีการขยายพันธุ์โดยวิธีต่างๆ แล้ว ยังต้องนำมาฝึกหัด เพื่อให้เกิดความชำนาญ และยังต้องค้นคิดหาเทคนิคและทดลองวิธีการปฏิบัติใหม่ๆ เพื่อให้เหมาะสมกับพืชแต่ละชนิดมีประสิทธิภาพสูงสุด

### 1.3 พืชที่เกี่ยวข้องกับการขยายพันธุ์

ในอาณาจักรพืชนั้น ประกอบไปด้วยพืชชั้นต่ำและพืชชั้นสูง หรือพืชที่ขยายพันธุ์โดยเมล็ดและขยายพันธุ์โดยใช้สปอร์ สำหรับการขยายพันธุ์พืชที่ทำกับพืชในปัจจุบันเพื่อการค้ำนั้น มีพืชที่เกี่ยวข้องคือ เฟิร์น ซึ่งขยายพันธุ์โดยใช้สปอร์และแบบไม่อาศัยเพศ โดยใช้ไรโซม (rhizome) พวก Gymnosperms เช่น สน (Pinus) ต่างๆ ทั้งในการปลูกป่าและไม้ประดับ ก็มีการขยายพันธุ์ทั้งโดยเมล็ดและกิ่ง และพืชสุดท้ายที่เป็นพืชหมู่ใหญ่และเกี่ยวข้องมากที่สุด คือ ไม้ดอก (Angiosperm) ซึ่งมีทั้งใบเลี้ยงเดี่ยวและใบเลี้ยงคู่

### 1.4 ประเภทของการขยายพันธุ์พืช

สามารถแบ่งแยกการขยายพันธุ์พืชเป็น 2 วิธีด้วยกัน คือ

1.4.1 การขยายพันธุ์พืชแบบอาศัยเพศ (Sexual propagation) ก็คือ การใช้เมล็ดไปเพาะให้เป็นต้นพืชนั่นเอง ทั้งนี้ไม่รวมเมล็ดพืชที่ต้นอ่อนเกิดจากเนื้อเยื่อของต้นแม่ (Apomictic seed) โดยทั่วไป เมล็ดพืชจะเกิดจากการผสมละอองเกสร ดังนั้นต้นอ่อน (embryo) ภายในเมล็ดจะได้จาก gamete ของต้นพ่อและต้นแม่มารวมกัน ดังนั้น ต้นใหม่ที่ได้จะมีลักษณะแตกต่างจากต้นพ่อแม่

1.4.2 การขยายพันธุ์พืชแบบไม่อาศัยเพศ เป็นการขยายพันธุ์โดยใช้ส่วนต่างๆ ของพืชที่เป็น vegetative part เช่น กิ่ง ราก ใบ นำไปสร้างเป็นพืชต้นใหม่ การขยายพันธุ์แบบนี้เองที่มีเทคนิคและวิธีการใหม่ๆ อยู่เสมอ สามารถจำแนกออกได้เป็น 3 พวก คือ

1. การนำเอาส่วนของ vegetative part ของพืชต้นแม่ไปสร้างเป็นพืชต้นใหม่เองโดยตรง เช่น เมื่อนำเอากิ่งไปก็ต้องไปทำให้ออกราก เป็นต้น ดังนั้นจึงขอสรุปว่ามีวิธีการต่างๆ ดังต่อไปนี้ คือ

Cutting คือ การตัดส่วนของ vegetative part ไปก่อน แล้วนำไปเพาะให้เกิดส่วนที่ยังไม่มี ทำให้ได้ต้นใหม่ที่สมบูรณ์ต่อไป เรียกว่า “ตัดชำ”

Separate คือ การแยกส่วนของพืชที่มีตาไปปลูกให้ออกราก

Division คือ การตัดส่วนของพืชที่มีตาไปปลูกให้ออกราก

Layerage คือ การชักนำให้ส่วนของพืชออกรากก่อนตัดแยกไปปลูกเป็นต้นใหม่

2. การนำเอาส่วนของ vegetative part ของต้นแม่พันธุ์ไปสร้างเป็นพืชต้นใหม่โดยอาศัยรากของพืชต้นอื่น มีวิธีการต่างๆ ดังนี้

Grafting คือ การนำกิ่งจากต้นแม่พันธุ์ไปเชื่อมกับต้นพืชอีกต้นหนึ่งที่มีราก ทำให้ได้พืชต้นใหม่ ซึ่งประกอบด้วยพืช 2 ต้น

Budding คือ การนำตาจากต้นแม่พันธุ์ไปเชื่อมติดกับต้นพืชอีกต้นที่มีราก และให้ตานั้นเจริญเป็นกิ่ง ทำให้ได้พืชต้นใหม่ ซึ่งประกอบด้วยพืช 2 ต้น

ด้วยเทคนิคการเชื่อมติดกันระหว่างพืชสองต้นนี้เอง ทำให้มีการดัดแปลงการทำเพื่อวัตถุประสงค์อีกหลายประการ เช่น การค้ำจุนต้นพืช และช่วยหาอาหาร ซึ่งเรียกว่า Inarching และการทาบกิ่ง ซึ่งก็คือการ Grafting ที่มีการดัดแปลงที่ไม่ต้องตัดกิ่งจากต้นแม่ก่อน เรียกว่า Approach Grafting นอกจากนี้ยังมีการซ่อมแซมระบบการลำเลียงน้ำในลำต้นพืชที่เกิดบาดแผลได้ด้วย

3. Apomictic seed การขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ อาจใช้เมล็ดที่มีต้นอ่อนเจริญมาจาก vegetative part เช่น integument หรือ nucellar tissue ก็ได้จะให้ต้นใหม่ที่มีเหมือนเดิม ซึ่งต้นอ่อนแบบนี้จัดว่าเป็น Apomictic seed ชนิดหนึ่ง

การขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศทั้งหมดทุกวิธีนั้น จะได้พืชต้นใหม่เหมือนพันธุ์แม่พันธุ์เดิมทุกประการ

ในทางธรรมชาติ พืชที่ขยายพันธุ์แบบนี้ มักเป็นพวกที่แตกหน่อแตกกอได้ง่ายหน่อใหม่นั้นจะเหมือนกันหมด เช่น ในกล้วย ชิง ข่า ตะไคร้ ดังนั้นพวกนี้จะไม่กลายพันธุ์ และเป็นการดำรงพันธุ์ ไว้ในกรณีที่พืชนั้นไม่สามารถสร้างดอกและเมล็ด

### 1.5 เปรียบเทียบความแปรปรวนทางด้านพันธุกรรมของการขยายพันธุ์พืชแบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศ

การขยายพันธุ์พืชแบบอาศัยเพศ เนื่องจากการแบ่งเซลล์เพื่อให้ได้ gamete ต้องมี crossing over ดังนั้นจึงมีการเรียงตัวของ gene เปลี่ยนไป และเมื่อเกิดการรวมกันของ gamete เป็น zygote หรือ embryo ในเมล็ดจะเกิด gene ที่แปรปรวนได้มากจากต้นแม่ ดังนั้นลักษณะจะแตกต่างกันไปในแต่ละเมล็ด ส่วนจะแตกต่างมากน้อยเท่าใดขึ้นอยู่กับ genotype ของพ่อแม่ หากต้นพ่อแม่เป็น Homozygous เมล็ดที่ได้จะมีความแปรปรวนน้อย เช่น เมล็ดของพืชที่เป็น self pollinate crops หากต้นพ่อแม่เป็น Heterozygous เมล็ดที่ได้จะมีความแปรปรวนมาก เช่น เมล็ดพืชของพวก Cross pollinate Crops

การขยายพันธุ์พืชแบบไม่อาศัยเพศ เนื่องจากส่วนที่เป็น vegetative part นั้นจะมีการแบ่งเซลล์แบบ mitosis อย่างเดียว ดังนั้นเนื้อเยื่อที่ได้ใหม่จึงเหมือนเดิมทุกประการ การแบ่ง

adventitious root หมายถึง รากที่เกิดบนส่วนของลำต้นเหนือดิน หรือบนส่วนของราก  
เองตรงที่ไม่ได้เป็นจุดกำเนิดของรากแขนง

adventitious shoot หมายถึง กิ่งที่เกิดบนราก หรือ ใบ เป็นคนละชนิด เป็นคนละชนิด  
กับ Latent bud ซึ่งมักจะเกิดบนกิ่งแก่มากๆ หรือลำต้นเมื่อถูกตัดยอดออกมา

## บทที่ 2

### โรงเรือนและอุปกรณ์ที่ใช้ในการขยายพันธุ์พืช

การขยายพันธุ์พืชทุกวิธีจำเป็นจะต้องมีโรงเรือนและเครื่องมือต่างๆ ในการปฏิบัติการ โรงเรือนและอุปกรณ์มีตั้งแต่จ่ายราคาถูกและยุ่งยากซับซ้อนราคาแพง พอจำแนกได้ดังนี้

#### 2.1 ชนิดของโรงเรือน มีดังต่อไปนี้

1. Greenhouse เป็นเรือนกระจกปิดทึบ มักพบมากในเมืองหนาว มีการปรับอุณหภูมิภายใน และมีการจัดความเข้มข้นของแสงได้ตามความต้องการ สำหรับปลูกไม้ที่ไม่เหมาะสมกับภูมิอากาศภายนอก เช่น ในเขตอบอุ่น นำต้นไม้ในเขตร้อนไปปลูก จำเป็นต้องปลูกในเรือนกระจก

2. Glasshouse เป็นเรือนกระจกที่สามารถเปิดข้างๆ ได้เป็นโรงเรือนที่สร้างขึ้นคล้าย Greenhouse เหมาะสำหรับใช้ปลูกต้นไม้เพื่อเอาผลผลิตนอกฤดูกาล หรือใช้ในการผลิตเมล็ดพันธุ์พืช

3. Plastic glasshouse คล้ายๆ greenhouse แต่แทนที่จะใช้กระจก กลับใช้พลาสติกกรุหลังคาแทน ใช้ลวดตาข่ายเป็นโครงสร้าง วิธีนี้ลดต้นทุนการสร้าง แต่ไม่ทนทาน มีการพรางแสงมาก

4. Lathhouse เป็นเรือนระแนง สร้างด้วยไม้ตีเป็นช่อง ๆ ทำไว้ปลูกต้นไม้ในเขตที่อุณหภูมิสูงและแดดจัด มักนำไม้กระถางเข้าไปปลูก เป็นไม้ประเภทไม้ประดับภายใน (Indoor plant) การดูแลต้นไม้ในโรงเรือนแบบนี้สะดวก เหมาะในการนำต้นไม้ที่ตั้งตัวใหม่ๆ จากการติดตา ต่อกิ่ง หรือปักชำเข้าไปไว้ การวางผังการสร้างให้ทิศทางแสงแดดจากดวงอาทิตย์ผ่านได้ตลอดวัน

#### 2.2 อุปกรณ์ต่าง ๆ มีดังต่อไปนี้

1. แปลงพ่นหมอกที่ใช้ในการตัดชำพืชที่มีใบ ( Mist beds for leafy cutting) กิ่งที่ใช้ตัด

ชำและมีใบติดเป็นกิ่งอ่อนอายุน้อย กิ่งพวกนี้จะออกรากเร็ว จำเป็นต้องมีแปลงหรือกระบะที่ใช้ในการตัดชำกิ่งพวกนี้ไปติดตั้งไว้กลางแดดจัดเพื่อให้ใบปรุงอาหาร แสงต้องมีระบบพ่นน้ำเป็นหมอกอยู่รอบๆกระบะ

2. กระบะปักชำ (Propagation bed) เป็นกระบะที่ไม่จำเป็นต้องมีระบบน้ำเป็นหมอก กระบะนี้จะนำไปไว้ในโรงเรือนระแนงที่มีการพรางแสง 30 – 50% ใช้ปักชำกิ่งแก่ หรือ รากหรือกิ่งที่มีใบของพืชที่ออกรากง่ายหรืออาจใช้ในการเพาะเมล็ดพืชที่มีขนาดใหญ่ เช่น เมล็ดของผลไม้หลายชนิด

3. กระบะเก็บความชื้น (propagation cases) กระบะนี้ด้านบนมีพลาสติกปิด ใช้การเก็บต้นอ่อนที่จะได้จากการขยายพันธุ์พืช หรือใช้ในการติดตา ต่อกิ่ง ไว้ในที่มีการพรางแสงบ้างหากแดดจัด อุณหภูมิสูงเกินไปต้องคอยผายผ้าพลาสติกให้อากาศถ่ายเทได้บ้าง วิธีนี้มักเกิดโรคเพราะอับชื้น และแสงไม่พอ ทำให้เชื้อราระบาด ต้องคอยรดยากันราเสมอ

4. ถูพลาสติกเป็น container ในการปลูกลงต้นอ่อน หรือเก็บต้นอ่อนในการขนย้ายไปปลูก มีข้อดีคือ น้ำหนักเบา

**2.3 วัสดุหรือส่วนผสมของดินที่ใช้ในการเพาะปลูกพืช (Media for propagation and growing)** เป็น media ที่ใช้ในระยะเวลาเพาะกล้า หรือเลี้ยงกล้าตลอดจนใช้ปลูกพืช มีหลายชนิดเพื่อความเหมาะสมต่างๆ กัน อย่างไรก็ตาม ไม่ว่าจะเป็น media ที่ใช้สำหรับเพาะ หรือ ปักชำ หรือ ปลูกไม้กระถาง จะต้องมีความสมบัติดังต่อไปนี้

1. มีความแน่นอยู่ตัวพอที่จะยึดกิ่ง ลำต้น ได้ดี ไม่ว่าจะอยู่ในสภาพเปียกหรือแห้ง
2. ดูดน้ำหรือความชื้นได้มากพอ เพื่อไม่ต้องรดน้ำบ่อยเกินไป
3. มีความโปร่งระบายน้ำได้ง่ายและถ่ายเทอากาศดี
4. ไม่มีเมล็ดวัชพืชขึ้นปะปน
5. pH พอเหมาะ คือ เป็นกลางๆ ประมาณ 6.5 – 7.0

**2.4 ชนิดของเครื่องปลูก ที่ใช้กันในงานการขยายพันธุ์พืชมีดังนี้**

1. **ดิน (Soil)** ส่วนประกอบของดินประกอบไปด้วยส่วนที่เป็นของแข็ง คือ เม็ดดิน หยาบละเอียดต่างๆกัน ซึ่งแบ่งเป็นพวกอินทรีย์วัตถุ (humus) และพวกอนินทรีย์ คือ หินแร่ ส่วนของเหลวในดินประกอบไปด้วยความชื้นที่อยู่ในช่องว่างระหว่างเม็ดดิน หากมีความชื้นมาก อากาศจะน้อย หากมีความชื้นน้อย อากาศจะมาก เม็ดดิน

**2. ทราย (Sand)** ทรายเกิดจากหิน ดังนั้นในการนำทรายมาใช้จึงควรพิจารณาดังนี้  
ทรายหยาบ ซึ่งใช้ในการก่อสร้าง พวกนี้ไม่มีธาตุอาหาร สามารถนำมาผสมกับดิน  
เหนียวใช้ปลูกพืชได้

ทรายละเอียด เป็นทรายที่ใช้ถมที่มีทรายซี้เป็ด มีธาตุอาหารบ้าง ปลูกพืชได้โดยต้อง  
ผสมพวกเปลือกถั่ว หรือ ซี้ถั่วแกลบ ซี้กลงไป เพื่อทำส่วนผสมให้หายาขึ้น การระบายน้ำของ  
ทรายละเอียดไม่ดี

**2. Peat** เป็นวัตถุที่ใช้ปลูกพืชที่ได้จาก moss พวก Sphagnum ซึ่งตายทับถมกันจน  
เป็นสีน้ำตาล ใช้ได้แต่พวกที่ไม่เป็นกรดจัดนัก คุณสมบัติของ Peat นี้ดูดความชื้นดี  
มีไนโตรเจนอยู่บ้าง มีฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมต่ำ อาจใช้โดยตรงหรือนำมาผสม  
กับดินก็ได้ โดยหุบให้แตกผสมกับดินและรดน้ำให้ชุ่ม อาจนำมาผสมกับทราย ใช้  
ทำ media ในการปักชำ ในอัตรา 1:1 โดยปริมาตร ควรพรมน้ำทิ้งไว้ 1 คืน Peat มี  
ราคาแพง

**4. Vermiculite** เป็นสารพวก mica สีขาว มีชื่อทางเคมี Magnesium Aluminum Iron  
Silicate เป็น Media ที่มีน้ำหนักเบามาก ดูดน้ำได้ดี ไม่ละลายน้ำ ไม่ควรกดอัดในขณะที่เปียก  
เพราะรูพรุนจะหมดไป ทำให้ไม่มีอากาศ เนื่องจากน้ำหนักเบามากในการปักชำ ควรนำมาผสม  
กับทราย

**5. Perlite** ได้จากหินภูเขาไฟ เป็นสีเทาเงๆ มีน้ำหนักเบาเช่นกัน ใช้ในการเพาะเมล็ด  
พืช เป็น Media ที่ปราศจากเชื้อ

**6. Leaf Mold** เป็นดินใบไม้ผุ หรือใบไม้หมัก ใบไม้ที่ทำเช่น ใบทองหลาง ใบก้ามปูแห้ง นำมาหมักกับดินเป็นชั้นๆ ทำในที่ร่มหมักประมาณ 3 เดือน ใบไม้จะผุหมด ควรอบฆ่าเชื้อก่อน ใช้ปลูกพืชได้ดี มีธาตุไนโตรเจนดี

**7. เปลือกไม้ป่น ชี้เลื่อย ชี้กบ (Shredded bark, Sawdust, Woodshaving)** นำวัตถุเหล่านี้มาผสมกับดิน นอกนี้ยังมีเปลือกถั่ว ชั่งข้าวโพด ชานอ้อย ใบไม้แห้ง

**8. Coconut Dust and Coconut Fiber** เป็นขุยมะพร้าว หรือใยมะพร้าว วัตถุดิบนี้หาง่าย ระบายอากาศและอุ้มความชื้นดี ใช้ในการตอนอากาศ เพาะเมล็ดทำต้นตอ อาจนำวัตถุดิบผสมดินปลูก ควรใส่ปุ๋ยผสมลงไปบ้าง

**9. ชี้เถ้าแกลบ (Paddy Husk Charcoales)** ชี้เถ้าแกลบหรือถ่านแกลบนี้ใช้ในการปักชำหรือเพาะเมล็ด สามารถนำมาผสมดินปลูกเนื่องจากวัตถุดิบค่อนข้างเป็นด่าง ใช้ใน Mist Bed ได้ดี เพราะพ่นน้ำอยู่ตลอดเวลา เป็นการชะล้างด่าง อาจนำชี้เถ้าแกลบมาผสมกับทรายในสัดส่วน 1:1 โดยปริมาตรใช้เป็น Media ในการปักชำก็ได้

**10. ดินผสม (Soil Mixture)** ดินผสมที่ทำขึ้นโดยส่วนใหญ่เหมาะสำหรับใช้ปลูกไม้กระถาง คุณสมบัติของดินผสมที่ดีต้องมีดังนี้

1. โปร่ง อุ่มน้ำพอควร ถ่ายเทอากาศดี น้ำไหลผ่านสะดวก
2. มีธาตุอาหารเพียงพอ
3. ไม่เป็นกรดจัดและเป็นด่างจัดเกินไป
4. ปราศจากเชื้อโรคและแมลงที่เป็นอันตราย
5. น้ำหนักเบา สะดวกในการเคลื่อนย้าย

ดินผสมในต่างประเทศมีสูตรพื้นฐานคือ U.C. Soil Mixture และ John Innes Soil Mixture ซึ่งในส่วนประกอบไปด้วย ดินร่วน ทราย และพีทมอส ในอัตราส่วนต่างๆ กัน นอกจากนั้นยังต้องเติมปุ๋ยรองพื้นลงไปด้วย แต่เนื่องจากในประเทศไทยไม่สะดวกต่อการซื้อพีทมอส จึงมีสูตรผสมของดินที่สร้างขึ้นจากการใช้วัสดุที่หาได้ง่ายในบ้านเรา

ดิน	1	ส่วน
ทราย	1	ส่วน
ปุ๋ยคอก	1	ส่วน
อินทรีย์วัตถุ	1	ส่วน



- ดิน** ควรเป็นดินร่วนหน้าดินลึกไม่เกิน 1 ฟุต ตากให้แห้งแล้วย่อยให้เป็นก้อนเล็กๆ พอสมควร ปัจจุบันอาจใช้หน้าดินป่าเปิดใหม่ ดินขุยไผ่ ซึ่งมีอินทรีย์วัตถุ
- ทราย** เป็นทรายก่อสร้าง ช่วยทำให้ส่วนผสมมีการระบายน้ำ ระบายอากาศ
- ปุ๋ยคอก** เป็นปุ๋ยซีไคซังเล้า มีอินทรีย์วัตถุ ถ้าใช้ซีไคจากไคซังกรงควรลดปริมาณลงครึ่งหนึ่ง
- อินทรีย์วัตถุ** เช่น ใบไม้ผุ หรือเปลือกข้าว ที่ย่อยสลายแล้ว จะช่วยทำให้ส่วนประกอบของดินดูดซึมน้ำ มีแร่ธาตุอาหาร หากอินทรีย์วัตถุหมักยังไม่สลายตัวดีในดินผสมควรเติมไนโตรเจนลงไป
- ในส่วนผสมของดิน 1 ลูกบาศก์เมตร ควรเติมปุ๋ยสูตร 5-10-5 1 กก. เป็นปุ๋ยรองพื้น และปุ๋ยขาว ½ กก. (ถ้าปุ๋ยชนิดใช้ 1 กก.) และกิบเบอรัสดีปละลายแฉะแห้ง ¼ - ½ กก.
- ดินผสมสูตรดังกล่าวข้างบนสร้างโดยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สำหรับใช้ปลูกไม้กระถางต่างๆ ไป

## บทที่ 3

### ความสำคัญของเมล็ดและการผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสม

เมล็ดที่สมบูรณ์จะต้องมีต้นอ่อนอยู่ในเมล็ดและมีอาหารสะสมเพื่อเลี้ยงต้นอ่อนในระยะเริ่มงอกด้วย ขณะที่ต้นอ่อนพัฒนาขึ้นจาก zygote จะเป็นขณะเดียวกันกับที่เมล็ดและผลเจริญขึ้นจนกระทั่งผลนั้นแก่จัดเต็มที่ เมล็ดจะสมบูรณ์ มีต้นอ่อนที่แก่พร้อมที่จะงอกได้ หากระยะใดระยะหนึ่ง ที่ต้นอ่อนกำลังพัฒนา เกิดหยุดชะงักลง ทำให้ต้นอ่อนตาย ในกรณีนั้นผลอาจร่วงหล่นจากต้น และหากผลไม่ร่วง ผลนั้นอาจเล็กผิดปกติและเมล็ดภายในผลจะลีบเล็กผิดปกติ อย่างไรก็ตาม การที่ผลไม่มีเมล็ด (Seedlessness) นั้น อาจเกิดจากปรากฏการณ์ได้ดังนี้

**1. Parthenocarpy** ผลเจริญมาโดยไม่มีการ fertilization แต่อาจมีการผสมละอองเกสร (pollination)

**2. Embryo Abortion zygote** พัฒนาเป็น embryo ไม่เต็มที่ embryo ตายเสียยังอ่อน

**3. Embryo** ตาย คือ เจริญมาระยะหนึ่งแต่ขาดอาหารสะสม จึงทำให้ตาย ทำให้เมล็ดลีบ ผลร่วง ผลเล็ก

#### 3.1 การเจริญของผลและเมล็ด

สาเหตุที่พืชหลายชนิดไม่สามารถติดผลและผลิตเมล็ดได้ เนื่องจากเมล็ดไม่มีอาหารสะสม (endosperm) พืชที่จะสร้างต้นอ่อนให้เจริญเต็มที่ในเมล็ดได้ ปรากฏการณ์นี้มักเกิดกับพืชที่ต้นพ่อต้นแม่มีชุดของโครโมโซมแตกต่างกัน เช่น  $4N+2N = 3N$  จะทำให้ต้นที่ได้จากเมล็ด  $3N$  นั้นไม่สามารถผลิตเมล็ดได้ แม้ว่าในบางพืชผลจะโตได้ตามปกติ แต่ในบางพืช ผลก็ร่วงไป ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า Somatoplastic Sterility วิธีแก้ไขโดยการนำเอาต้นอ่อนนั้นไปเลี้ยงไว้ในวุ้นอาหาร

ดังนั้น จะเห็นว่าการผสมอาหารในเมล็ดมีความสำคัญมาก เมล็ดพันธุ์ที่สมบูรณ์ จะต้อง มีเนื้อเมล็ดเต็มเต่ง มักมีอาหาร ธาตุอาหารสะสมเพียงพอ การงอกดี ต้นอ่อนเจริญเร็ว

ในระยะแรก การสะสมอาหารในเมล็ดจะไม่ดี ถ้าสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม เช่น ธาตุอาหารในดินไม่เพียงพอ ความชื้นในดินสูงเกินไป ต้นพืชเป็นโรครามาก แมลงรบกวนพืช หรือพืชเหี่ยวเฉาเพราะขาดน้ำ หากมีความกระทบกระทั่งอย่างกล่าว จะมีผลทำให้เมล็ดพันธุ์เลว มีอายุในการเก็บรักษาน้อย เมื่องอกต้นอ่อนจะไม่แข็งแรง

เมล็ดพันธุ์ที่แก่เต็มที่ ทั่วไปเมล็ดพันธุ์จะแก่พร้อมกับเมื่อผลสุก ธรรมชาติจะมีการทำให้เมล็ดกระจาย เช่น ถ้าผลแก่แล้วแห้งแตกออกจะดีเมล็ดออกไปได้ง่าย สีเขียวของผลมักจะหายไป เมื่อเมล็ดแก่ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและกายภาพ

เมล็ดจะมีส่วนที่แตกต่างกันออกไปตามชนิดของพืช เช่น ต่างกันตามขนาด รูปร่าง สี ตำแหน่ง และโครงสร้างของต้นอ่อน และในพืชบางชนิดยังแยกลำบากกว่า ส่วนใดเป็นผลส่วนใดเป็นเมล็ด

เมล็ดจะต้องประกอบด้วย

1. ต้นอ่อน (embryo)
2. อาหารสะสม (food storage tissue)
3. เปลือกเมล็ด (seed covering)

ต้นอ่อนจะประกอบด้วยลำต้น ส่วน hypocotyl, ใบเลี้ยง (cotyledon), ตา (bud) และราก (radicle)

อาหารสะสม อาจอยู่ที่ใบเลี้ยง , endosperm tissue หรือ perisperm

เปลือกเมล็ด ทำหน้าที่ปกป้องกันต้นอ่อนและยังเป็นสาเหตุทำให้เกิดการพักตัวของเมล็ด

**Apomixis** เป็นเมล็ดที่มีต้นอ่อนที่ไม่ได้กำเนิดมาจาก zygote เมล็ดพวกนี้มีความผิดปกติในพันธุกรรมที่ embryo ได้หลายแบบดังนี้

**1.Adventitious embryony** คือต้นอ่อนที่เจริญในเมล็ดนั้นมีกำเนิด

จาก nucellar tissue หรือ integument มักเกิด embryo หลายต้นใน 1 เมล็ด และบางครั้งอาจมี sexual embryo เกิดขึ้นด้วย ในกรณีที่ไม่มี sexual embryo เกิดขึ้นเลย เมล็ดนี้จะงอกและได้ต้นใหม่เหมือนต้นแม่ทุกประการ จัดว่าเป็นการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ ต้นพืชที่ได้จากเมล็ดนี้เรียกว่า Apomict

**2.Recurrent apomixis** เกิดจากการที่ female gamete เป็น 2n

เพราะไม่มีการ meiosis ดังนั้นต้นอ่อนที่ได้จึงเหมือนต้นแม่ทุกประการ

**3.Non-recurrent apomixis** เกิดจากการที่ female gamete ซึ่งมีสภาพปกติ คือ n เจริญเป็นต้นอ่อนเลย ดังนั้นในกรณีนี้หากเมล็ดงอกก็จะได้พืชต้นใหม่เป็น haploid plant

**4.Vegetative apomixis** เกิดจาก ตา ใบ (bulbils) เจริญขึ้นมาจาก ช่อดอก พบในพืชพวก agave

Polyembryony คือ สภาพที่ภายใน 1 เมล็ด มีต้นอ่อน (embryo) อยู่จำนวน 2 หรือมากกว่านั้น

**3.2 ความสำคัญของการขยายพันธุ์โดยใช้เมล็ด** แม้ว่าการขยายพันธุ์โดยเมล็ด จะมีสิ่งตามมาคือ การกลายพันธุ์ ซึ่งจะมากขึ้นขึ้นอยู่กับชนิดของพืช ว่าจะเป็นพวกผสมตัวเองหรือพวกผสมข้าม ซึ่งพวกผสมข้าม จะมีการกลายพันธุ์มาก ก่อให้เกิดความยุ่งยากในการรักษาพันธุ์ แต่ก็ยังเป็นผลดีในการคัดเลือก แต่ไม่ว่าจะเกิดการกลายพันธุ์หรือไม่ การขยายพันธุ์โดยใช้เมล็ดก็ยังคงมีความจำเป็น เช่น

1. ในพืชหลายชนิดที่เป็นพืชล้มลุก (annual หรือ biennial) ซึ่งเป็นพวกไม้เนื้ออ่อน ไม่เหมาะสมในการขยายพันธุ์โดยไม่อาศัยเพศ เช่น พืชผัก ไม้ดอก ต่างๆ จำเป็นที่จะต้องใช้เมล็ดในการขยายพันธุ์ ในไม้ดอกหลายชนิดพบว่า การกลายพันธุ์ในลักษณะของสี ลักษณะดอกกลับเป็นผลดีในการได้พันธุ์ใหม่ๆ นอกจากนี้ในไม้ใหญ่ยืนต้น แม้ว่าจะขยายพันธุ์ได้โดยวิธีไม่อาศัยเพศ แต่ในบางกรณีที่ต้องการความแข็งแรงของระบบราก ก็ต้องขยายพันธุ์โดยใช้เมล็ด เช่น การปลูกไม้ป่า การปลูกไม้ริมทาง หรือไม้บังลม เป็นต้น

2. การสร้าง root stock คือ การสร้างต้นตอเพื่ออาศัยรากและใช้พืชต้นนี้เชื่อมต่อกับกิ่งพันธุ์ดีในการขยายพันธุ์แบบติดตาหรือต่อกิ่ง

3. การสร้างพันธุ์ใหม่ โดยวิธีการผสมพันธุ์พืช ต้องมีการกำเนิดโดยการใช้การผสมละอองเกสรและเก็บเมล็ดพันธุ์

**3.3 พืชที่ผสมข้ามและพืชที่ผสมตัวเองเกี่ยวข้องกับการขยายพันธุ์พืชอย่างไร**

พืชที่ผสมตัวเอง หมายถึง พืชที่มีการผสมในดอกเดียวกัน ผสมในต้นเดียวกัน หรือผสมในหมู่พืชที่มี genotype เหมือนกัน (clone เดียวกัน)

พืชที่ผสมข้าม คือ พืชที่ผสมระหว่างต้นที่มี genotype ต่างกัน

พวกที่ผสมตัวเอง มักให้เมล็ดที่ไปเพาะแล้วให้ต้นที่ไม่คล้ายพันธุ์ เพราะว่า gene อยู่ในสภาพ Homozygous พวกนี้จะมีการผสมข้ามไม่เกิน 4%

พวกที่ผสมข้าม เพราะมีสภาพแวดล้อมหรือปัจจัยที่ป้องกันการผสมตัวเอง เช่น มีดอกตัวผู้และตัวเมียอยู่คนละต้น หรือมีการแก่ของ gamete ในต้นเดียวกัน ไม่พร้อมกัน (dichogamy) หรือมีความยาวของเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมีย ที่ไม่เหมาะสม (distyly) หรือเกิดไม่ลงของ pollentube ลงใน ovule ในดอกเดียวกัน หรือในต้นเดียวกัน (Self incompatibility)

การผสมข้ามต้องอาศัยสื่อ เช่น ลม แมลง นก คน น้ำ เป็นต้น

การเพาะเมล็ดของพืชพวกนี้ จะได้ต้นใหม่ที่คล้ายพันธุ์มาก เนื่องจาก genotype อยู่ในสภาพ heterozygous ในการปลูกหลายๆพันธุ์ใกล้ๆกัน จะเกิดการปะปนพันธุ์กันในชั่วลูกมาก ดังนั้น แต่ละพันธุ์จะต้องปลูกห่างกันเรียกว่า Isolation

หลักของ Isolation ของพืชที่มีการผสมข้ามโดยอาศัยพาหะต่างๆ กันมีดังนี้

1. แมลง ระยะ Isolation .5 – 1.5 ก.ม.
2. ลม ระยะ Isolation 40 หลา

หากเป็นพืชผสมตัวเองระยะ Isolation ระหว่างแปลงแต่ละพันธุ์ประมาณ 10 ฟุต

ในการขยายพันธุ์พืช ควรจะมีการรักษา genotype ของพืชแต่ละชนิดให้คงที่ด้วย ดังนั้นพวกผสมข้ามจึงต้องมีการควบคุมเป็นพิเศษ นอกจากนี้ในการปลูกพืชควรตรวจสอบเอาต้นที่เจริญผิดจากพันธุ์เดิมออกทิ้งไป ตั้งแต่ยังไม่ออกดอก เพราะหากปล่อยไว้อาจมีการผสมทำให้เมล็ดที่ได้ปะปนพันธุ์ เราเรียกวิธีนี้ว่า Rouging และอาจมีพืชที่เกิดการกลายพันธุ์มีลักษณะผิดไป (Offtype) ก็ต้องกำจัดออกแปลง นอกจากนี้หากมีพืชต้นใดให้ดอกก่อนเร็ว ผิดปกติ (Volunteer plant) ก็ต้องกำจัดทิ้งเช่นกัน ส่วนใหญ่ความผิดปกติเหล่านี้มักเป็นกับพืชล้มลุก

ในการปลูกพืชเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ ความบริสุทธิ์ทาง genotype ถือว่าสำคัญมาก ความผิดปกติที่เห็นจากการเปลี่ยนแปลงทางลักษณะภายนอกสังเกตได้ง่าย และทำการกำจัดทิ้งไป ส่วนความผิดปกติจากลักษณะภายในเห็นได้ยาก เช่นความสามารถในการต้านทานโรค แมลง ความสามารถในการให้ผลผลิต ความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อม สิ่งเหล่านี้ต้องทำการตรวจสอบอยู่เสมอ

**Seed Certification** เป็นการรับรองความบริสุทธิ์ของเมล็ดพันธุ์ จะทำที่ศูนย์หรือสถานีทดลองทางการเกษตร วัตถุประสงค์ เพื่อรักษาเมล็ดพันธุ์ให้บริสุทธิ์ มีคุณภาพที่จะใช้เพาะเพื่อการขยายพันธุ์ และตรงตามพันธุ์

เราจำแนกเมล็ดพันธุ์ได้ตามขั้นตอนดังนี้

1. Breeder's seed เป็นเมล็ดพันธุ์ที่ได้จากการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์มาแล้วจากนักผสมพันธุ์พืช เมล็ดมีความสม่ำเสมอในด้าน Genetic เมล็ดชุดนี้มีไม่มาก
2. Foundation seed เป็นเมล็ดพันธุ์ที่ได้จากการปลูกทดสอบพันธุ์ของ breeder's seed มักปลูกที่สถานี มีการทดสอบว่าตรงตามลักษณะที่บอกไว้หรือไม่
3. Registered seed เป็นเมล็ดพันธุ์ที่ได้จากการปลูก Foundation seed และมีการทดสอบและรักษาความบริสุทธิ์ของ gene ด้วย
4. Certified seed เป็นเมล็ดพันธุ์ที่ได้จากการปลูก Registered seed เมล็ดพันธุ์ในช่วงนี้จะมีมาก อาจปลูกในท้องที่ต่างๆกัน และเป็นเมล็ดพันธุ์ที่พร้อมจะแจกจ่ายให้ไปทำการขยายพันธุ์ได้ (multiplication seed )

### 3.4 การผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมของพืชที่ผสมตัวเอง

แม้ว่าในสภาพธรรมชาติ พืชผสมตัวเองจะมี genotype เป็นแบบ Homozygous แต่หากเราต้องการนำ 2 ลักษณะจากพืช 2 ต้น มารวมอยู่ในต้นเดียวกัน ก็จำเป็นต้องบังคับให้พืช 2 ต้นนี้ผสมข้ามกัน เพื่อให้ลูกผสมที่ได้มีโอกาสรวมกัน 2 ลักษณะที่ต้องการ การผสมข้ามในพืชพวกนี้ มนุษย์จะต้องช่วยบังคับทำการผสมด้วยมือ (Hand pollination) และต้องกีดกันการผสมตัวเอง โดยการทำ emasculation หลังจากได้ลูกผสมชั่วแรก ( $F_1$ ) จะต้องทำการปลูกแล้วปล่อยให้ผสมตัวเองตามธรรมชาติต่อไป และต้องทำการคัดเลือกลักษณะที่ต้องการอยู่เสมอ จะปลูกและคัดเลือกเช่นนี้ต่อไปประมาณ 6-7 ชั่วลักษณะที่ต้องการนั้นจึงจะอยู่ตัว เมล็ดรุ่นนี้จึงเป็น Breeder's seed และส่งให้สถานีปลูกขยายทดสอบต่อไป เมล็ดพันธุ์เช่นนี้ได้แก่ ข้าว ถั่ว ต่างๆ เป็นต้น ละเมื่อพืชเหล่านี้ขยายให้กลีกรไปปลูกไปปลูกเป็นการค้า กลีกรสามารถเก็บผลผลิตส่วนหนึ่งไว้ใช้ทำพันธุ์เอง มักไม่กลายเป็นพันธุ์ เนื่องจากเป็นพืชผสมตัวเอง

ระยะเวลาในการทำพืชลูกผสมนั้นหลายปีกว่าจะสำเร็จ บางครั้งในช่วงแรกอาจพบพืชในลักษณะที่ต้องการแต่ลักษณะนั้น อาจหายไปในช่วงใดช่วงหนึ่ง หลังจากนั้น เนื่องจาก gene ยังไม่อยู่ตัว เพราะอยู่ในสภาพ heterozygous สูงอยู่ บางครั้งถ้าโชคไม่ดีก็ไม่สามารถหาลักษณะที่ต้องการได้จาก  $F_1$  ได้เลย

### 3.5 การผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมของพืชที่ผสมข้าม

เนื่องจากพืชหลายชนิดที่มีสภาพเป็น Cross-pollination Crops พืชเหล่านี้จะมีความแข็งแรงและให้ผลผลิตสูงต่อเมื่อ genotype อยู่ในสภาพ Heterozygous ดังนั้น ในการผสมข้ามระหว่างพืช 2 ต้นที่มี genotype ต่างกันมากๆ จะใช้ลูกผสม  $F_1$  มีความแข็งแรงและผลผลิตสูงมาก จึงมีการสร้างพ่อพันธุ์ แม่พันธุ์ ที่มี genotype เป็น homozygous ที่ต่างกันขึ้น โดยการบังคับให้ผสมตัวเอง 6-7 ชั่วโมง และนำมาผสมกันจะได้ลูกผสม ( $F_1$ ) ที่ต้องการ ในกรณีนี้ นักผสมพันธุ์จำเป็นต้องเก็บสายพันธุ์ของพ่อและแม่ไว้ตลอดเวลา เพื่อสร้างเมล็ดพันธุ์ผสมได้ตามเวลาที่ต้องการ พืชพวกนี้ได้แก่ข้าวโพด และผักหลายชนิด เมล็ดพันธุ์ลูกผสม ( $F_1$ ) ที่นำมาปลูกจะให้ผลผลิตดี แต่เราไม่สามารถจะแบ่งไว้ทำพันธุ์ได้เองในครั้งหลังๆ เพราะผลผลิตจะลดลงทุกที่ ดังนั้นจำเป็นต้องซื้อเมล็ดพันธุ์ใหม่ทุกครั้ง ดังนั้น Breeder's seed จึงสามารถเป็น Certified seed ได้เลย

การสร้างเมล็ดพันธุ์ลูกผสม จำเป็นต้องมีการควบคุมมิให้พืชนั้นผสมตัวเอง ในกรณีที่พืชนั้นมีโอกาสจะผสมตัวเองได้บ้าง เช่น การทำโดย emasculation หรือสร้างสายพันธุ์ที่เป็น male sterile หรือ self incompatibility

## บทที่ 4

### วิธีการผลิตเมล็ดพันธุ์เพื่อใช้ในการขยายพันธุ์

การผลิตเมล็ดพันธุ์ ไม่ว่าจะเป็นเกษตรกรผลิตเองหรือบริษัทผลิตเป็นการค้านั้น เพื่อให้ได้เมล็ดพันธุ์ที่มีมาตรฐาน จำเป็นต้องมีขั้นตอนในการผลิต โดยเริ่มต้นตั้งแต่แปลงปลูกพืชที่จะเก็บเมล็ดไว้ทำพันธุ์จะต้องมีระยะห่างจากพืชพันธุ์อื่น หรือชนิดอื่นได้มาก เพื่อป้องกันการผสมข้าม และยังคงเป็นพื้นที่ๆ ความชื้นต่ำ เพื่อช่วยลดการระบาดของโรค โดยเฉพาะพวกเชื้อรา เช่น anthracnose และพวก bacterial blight การดูแลปฏิบัติรักษาในขณะที่พืชนั้นเจริญเติบโตอยู่จะต้องประณีต ไม่ให้ขาดธาตุอาหารและไม่ให้มีโรคและแมลงรบกวนได้

**4.1 ขั้นตอนในการเก็บเมล็ดพันธุ์** การเก็บเมล็ดพันธุ์พืชต้องอาศัยขั้นตอนต่างๆ ประกอบไปด้วยดังนี้ คือ

1. ระยะที่เมล็ดแก่เต็มที่ เป็นระยะที่เหมาะสมในการเก็บเมล็ดพันธุ์ ระยะนี้เรียกว่า maturity
  2. วิธีการเก็บเกี่ยวผลหรือเมล็ด และการรบกวน
  3. การกะเทาะเอาเมล็ดออกจากผล
  4. การรักษาความสะอาดเมล็ด และคัดแยกคุณภาพของเมล็ด
  5. การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ให้มีชีวิตอยู่ได้นาน (Storage)
- จะกล่าวถึงขั้นตอนดังกล่าวโดยละเอียดเป็นข้อๆ ไป

**Maturity** ความแก่ของเมล็ด ถือว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดในการพิจารณาการเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ ไม่ว่าจะเป็นการเก็บเมล็ดพันธุ์ไว้ใช้เองหรือซื้อจากร้านค้า เพราะเป็นพื้นฐานของความสำเร็จขั้นแรกในการขยายพันธุ์พืช โดยทั่วไปเราจะรอให้ผลสุกเต็มที่ หรือฝักแก่เต็มที่ อัตราการงอกจะต่ำมาในพวกที่มีฝักแก่แห้งแล้วแตก หากทิ้งไว้กับต้นนานเกินไป ฝักจะแตกเมล็ดจะกระจายตกลงพื้น อาจเกิดการปะปนพันธุ์ จึงไม่ควรเก็บเมล็ดที่หล่นไปจากต้นแล้ว การเก็บเกี่ยวหากทำครั้งเดียวในพวกที่มีเมล็ดแก่ไม่พร้อมกัน ให้ทำตอนที่มีเมล็ดในต้นแก่เป็น



**4.2 วิธีการเก็บเกี่ยวและการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวของพืชแต่ละชนิด** เนื่องจากพืชมีชนิดของผลและลักษณะของเมล็ดที่มีอยู่ในผลไม่เหมือนกัน ดังนั้นวิธีการเก็บเกี่ยวและการแยกเมล็ดจากผล ตลอดจนการทำความสะอาดเมล็ดของพืชแต่ละชนิดจึงไม่เหมือนกัน ดังนั้น จะจัดหมวดหมู่ของพืชที่มีวิธีการเก็บเมล็ดพันธุ์แบบต่างๆ ดังนี้

**1. พืชล้มลุกที่มีผลแห้งและเมล็ดแห้ง** พืชพวกนี้เมื่อผลหรือฝักแก่อาจแตกหรือไม่แตกก็ได้ พวกที่แก่แล้วมีฝักแตกกระจายได้ง่าย เช่น พวกถั่วต่างๆ (pod) กระเจี๊ยบ (capsule) ต้อยติ่ง (silligues) หอม กะหล่ำ พืชเนื้ และพวกที่ผลไม่แตก เช่น นนทรี ประดู่ หนุ่ย ข้าวโปกด และข้าว และผลหรือเมล็ดของพืชใน compositae (achene) เช่น บานชื่น ทานตะวัน

หากเป็นพวกถั่ว ฝักแตกง่าย หลังจากเก็บมาต้องใส่ในถาดหรือถุง ตากให้แห้งแล้วนวด คือตีให้เมล็ดแยกออกจากฝักและจากต้นพืช เมล็ดพวกนี้ควรเก็บตอนเช้า ความชื้นสูง จะทำให้ฝักไม่แตกกระจายเมล็ด ในขณะที่เก็บเกี่ยว อาจเก็บส่วนของต้นติดมาด้วยเลย หากเป็นพวกธัญพืช เมล็ดไม่แตกกระจายไป หลังจากเก็บมาตากให้แห้งแล้วนวด คือตีให้เมล็ดแยกออกจากฝักและจากต้นพืช เมล็ดพวกนี้ควรเก็บตอนเช้า ความชื้นสูง จะทำให้ฝักไม่แตกกระจายเมล็ด ในขณะที่เก็บเกี่ยว อาจเก็บส่วนของต้นติดมาด้วยเลย

หากเป็นพวกธัญพืช เมล็ดไม่แตกกระจายไป หลังจากเก็บมาตากให้แห้งแล้วอาจใช้เครื่องมือทุ่นแรงเข้านวดให้เมล็ดหลุดออก หากต้องการเมล็ดจำนวนไม่มากนัก จะขยี้ฝักหรือผลกับลวดตาข่ายให้เมล็ดหลุด

การตากผลหรือฝัก หลังจากเก็บเกี่ยวมาถือว่าสำคัญมาก เนื่องจากในขณะที่เก็บมา ผลหรือฝักนั้นยังมีชีวิต และมีความชื้น เมื่อนำมากองรวมกันจะเกิดความร้อนภายในเวลา 1-3 ชม. จะทำให้เมล็ดนั้นสูญเสียความเปอร์เซ็นต์งอก ดังนั้นควรตากไว้ประมาณ 1-3 สัปดาห์ เพื่อให้ความชื้นเหลือน้อย ซึ่งจะเป็นสิ่งสำคัญในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์

หลังจากนวดเอาเมล็ดออกมาแล้ว ต้องทำความสะอาดเมล็ด โดยเอาฝุ่นผง เศษของลำต้นออกจากเมล็ดให้หมด หากเมล็ดมีจำนวนน้อย อาจใช้การผัด โดยใช้ลมเป่าฝุ่นออก ถ้าเมล็ดมีจำนวนมากต้องใช้เครื่องแยกผงออกจากเมล็ด โดยเครื่องมือจะมีอุปกรณ์เกี่ยวกับตะแกรงขนาดต่างๆ กัน และมีลมเป่า ขบวนการเหล่านี้ คือ การทำความสะอาดเมล็ด เมล็ดที่ปราศจากผงนี้สามารถนำไปคัดขนาดของเมล็ดตามความใหญ่ เล็ก และมีน้ำหนัก เรียกว่า grading

**2. พืชล้มลุกที่แก่มีลักษณะสด (freshy fruits )** การเก็บเมล็ดพันธุ์ของพืชพวกนี้ เช่น มะเขือเทศ พริก มะเขือต่างๆ และแตงกวา หรือแตงอื่นๆ พืชพวกนี้มีผลที่มีเนื้อและเมื่อผลแก่เต็มที่ หากชาวสวนเก็บเมล็ดพันธุ์ไว้ใช้เองในจำนวนที่ไม่มากนัก จะเก็บเกี่ยวเมื่อผลสุกแก่เต็มที่จากต้นแม่พันธุ์ที่สมบูรณ์ แข็งแรง ปราศจากโรคและแมลง แล้วนำผลที่เก็บนั้นมาผ่าแกะเอาเมล็ดไปล้างให้เนื้อแยกออกให้หมด แล้วตากให้แห้ง ควรใส่ยากันแมลงและยากำจัดเชื้อราคลุกกับเมล็ดพันธุ์ที่เก็บไว้ด้วย

หากในการเก็บเมล็ดพันธุ์เป็นจำนวนมากหรือทำการค้า หลังจากเก็บผลที่สุกแก่เต็มที่มารวมกันไว้แล้ว ในการแยกเมล็ดออกจากผลควรใช้เครื่องทุ่นแรงหลังจากที่เมล็ดออกจากผลแล้ว ก็จะต้องแยกเอาเมล็ดออกจากส่วน endocarp (pulp) ที่ติดกับเมล็ดนั้นออกอีกที การแยกครั้งหลังนี้ใช้วิธีการหมักให้เมล็ดแยกตัวออกมา แล้วล้างเมล็ดที่แยกออกมาจากการหมักนี้ โดยการกรองผ่านมุ้งลวด ซึ่งเมล็ดจะค้างอยู่บนมุ้งลวด ส่วนเนื้อ (pulp) จะไหลผ่านมุ้งลวดออกไป วิธีการเช่นนี้นิยมใช้กับมะเขือเทศ การหมัก (fermentation) นั้นนอกจากจะช่วยทำให้ได้เมล็ดแยกออกมาแล้ว ยังเป็นการควบคุมโรค Bacterial Canker ด้วย วิธีการที่ทำโดยผ่าผลมะเขือเทศแล้วใส่ในถังไม้ หมักไว้ 4 วัน ในอุณหภูมิ 40° ฟ แต่ต้องคอยกวนอยู่เสมอ เมล็ดมะเขือเทศจะแยกออกมาแล้วจม เนื้อจะลอยอยู่ข้างบน จึงแยกเอาเมล็ดไปล้างให้สะอาดแล้วตากให้แห้ง

**3. พืชยืนต้น** วิธีการเก็บเมล็ดพันธุ์ของไม้ยืนต้น (tree) หรือไม้พุ่ม (shrub) ที่มีอายุยืนเหล่านี้ มักมีผลอยู่สูงๆ ผลที่แก่ของไม้ใหญ่เหล่านี้แบ่งได้หลายประเภท คือ

ก. พืชที่ให้ผลแห้งและไม่แตกเมื่อแก่ วิธีการเก็บจะต้องขึ้นไปบนต้น ใช้ไม้สอยแล้วเก็บผลใส่ถุง หรือใช้กรรไกรตัดข้อของผล ในพวกสน (Pinus) ขึ้นไปบนต้นแล้วใช้ตะขอเกี่ยว (cone hook) ชนิดใช้มือเก็บลงมา หากเป็นพวกผลแก่แล้วหล่น การเก็บผลหล่นโคนต้นต้องระวังการ

ข. พืชที่ให้ผลแห้งแล้วผลแตกเมื่อแก่ ไม้ยืนต้นหลายชนิดจะมีผลที่แก่แล้วแตกกระจายไป ใต้แก่ผลพวก pod และ Capsule วิธีการเก็บเมล็ดพันธุ์ของผลพวกนี้ ทำโดยเก็บผลนั้นมาจากต้น แล้วนำมาตากบนผ้าหรือมุ้งลวดราว 1-3 สัปดาห์ แล้วแกะเมล็ดออกโดยการทุบ เช่น หางนกยูง อาจนวดโดยการใส่เท้ายำ ถ้าทำในปริมาณมาก ใช้เครื่องนวดที่มีการหมุนรอบ (Cylinder revolving) เมล็ดจะแยกออกมา และเมล็ดจะผ่านเข้าไปในเครื่องแยกผง ส่วนฝักที่ยังไม่แตกก็เข้าเครื่องไปเป็นเมล็ดใหม่ เมล็ดที่สะอาดแล้ว ผ่านเครื่องคัดขนาดอีกครั้ง

ค. พืชที่ให้ผลสด ต้นไม้ที่ให้ผลสด เช่น ไม้ผลหลายชนิด ตัวอย่างเช่น องุ่น พุรา น้อยหน่า มะม่วง ลิ้นจี่ ลำไย ส้ม การเก็บเมล็ดของผลพวกนี้ หลังจากเก็บผลมาจากต้น ต้องรีบแยกเมล็ดออกจากผลทันที หากทำจำนวนน้อยใช้มือขยี้ผลหรือมีดฝานเนื้อของผลเพื่อแยกเมล็ดออกมา หากทำจำนวนมากต้องใช้เครื่องแยก โดยผ่านผลที่สุกไปยังเครื่องย่อย ทำให้เนื้อและและให้น้ำไหลผ่านไปล้างให้สะอาดอยู่เสมอ วิธีนี้เหมาะสำหรับพวกที่มีเมล็ดใหญ่ หากเมล็ดขนาดเล็กกระทำลำบาก จึงอาจใช้เครื่องบีบผล แล้วนำผลที่บีบแล้วไปแช่น้ำหลายๆ วัน เอาเมล็ดที่ติดเนื้อและอยู่รอบๆ มาปั่นใน Blender ซึ่งมียางหุ้มใบมีด ตีเนื้อรวมๆ เมล็ดให้หลุดออก จึงแยกเมล็ดออกมาได้ วิธีนี้ใช้กับ

สตรอเบอร์รี่ หรือกุหลาบ

#### 4.3 การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์พืช (Seed Storage)

การเก็บรักษาพันธุ์พืช จัดว่าเป็นสิ่งสำคัญทางด้านการขยายพันธุ์พืชมาก ปัจจุบันได้มีโครงการจัดตั้งธนาคารพันธุ์พืชเพื่ออนุรักษ์พันธุ์พืชไว้ในการปรับปรุงพันธุ์พืชในอนาคต ทั้งยังเป็น การป้องกันในกรณีที่มีโรคระบาด ทำให้เกิดความเสียหายแก่กับพืชโดยเฉพาะเป็นผลมาจากการปลูกพืชพันธุ์เดี่ยว จึงมีแหล่งพันธุกรรมแคบ จึงมีการจัดตั้งองค์การนานาชาติว่าด้วย แหล่งพันธุกรรมทางพืช (International Board for Plant Genetic Resources) ซึ่งมีนโยบายเก็บรวบรวมพันธุ์พืชโดยเฉพาะในรูปของเมล็ดพันธุ์เก็บรักษาไว้ในสภาพที่มีชีวิตยาวนานที่สุด ทั้งนี้เป็นแหล่งพันธุกรรมไว้มิให้สูญไป

อายุของเมล็ดพืชแต่ละชนิดจะแตกต่างกันไปแล้วแต่ชนิดของพืช บางชนิดก็เก็บไว้ได้นาน บางชนิดก็เก็บไว้ได้ไม่นานในสภาพธรรมชาติ แต่บางพวกหากมีการรักษาให้ถูกวิธี

1. ความสามารถตอนแรกในตัวเมล็ด ตอนก่อนเก็บรักษา
2. อัตราการเสื่อมของเมล็ด ขึ้นอยู่กับชนิดหรือพันธุ์ของเมล็ดนั้น ซึ่งมีอยู่เฉพาะตัว การที่เราหาสภาพแวดล้อมภายนอกมารักษาเมล็ดพันธุ์นั้น จะมีอิทธิพลโดยตรงกับปัจจัยภายใน เมล็ดข้อที่ 2 ดังนั้นจึงต้องคำนึงถึงชนิดหรือพันธุ์พืชด้วย

### จำแนกเมล็ดพันธุ์ที่มีอัตราการเสื่อมแตกต่างกันออกไปดังนี้

1. พวกที่มีเมล็ดพันธุ์เสื่อมเร็ว พืชพวกนี้ได้แก่ ยางพารา อ้อย เป็นต้น เมล็ดจะสูญเสียความงอกได้รวดเร็วมาก เช่น ภายใน 1 สัปดาห์ หรือ 2-3 วัน หรือ 1 เดือนเป็นอย่างช้า หลังจากเก็บไปจากต้น พวกนี้จะงอกทันทีที่หล่นจากต้น หากสภาพผิวดินเหมาะสมกับการงอก เมล็ดพวกนี้จะไม่มีการพักตัวเลย ไม่เหมาะในการขนย้ายไปที่ไกลๆ ที่ต้องใช้ระยะเวลาในการเดินทางนานโดยทั่วไปจะเก็บพันธุ์ไว้ในรูปของต้นกล้า (Seeding) หลังจากเก็บมาต้องเพาะทันที เมื่องอกแล้วจึงขนย้ายไป เก็บไว้ในรูปของเมล็ดพันธุ์ไม่ได้
2. พวกที่มีอายุปานกลาง คือ ในสภาพธรรมชาติ เมล็ดพันธุ์พืชพวกนี้จะมีอายุอยู่ได้ 2-3 ปี หากมีสภาพการเก็บรักษาที่เหมาะสมก็จะมีอายุยืนนานได้ถึง 15 ปี เมล็ดพันธุ์พืชพวกนี้ได้แก่ พวก ธัญพืช ผัก ไม้ดอก ถั่ว และพืชหลายชนิดที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ ดังนั้นพืชเหล่านี้จำเป็นต้องมีการเก็บรักษาที่แตกต่างกันออกไป มีการวิจัยสำหรับพืชแต่ละชนิด ว่าจะต้องการสภาพเช่นไร ในการเก็บรักษา เพื่อให้เมล็ดพันธุ์มีอายุยืนนานที่สุด
3. พวกที่มีอายุยืนนานเอง โดยไม่ต้องมีสภาพการเก็บรักษาที่พิเศษ พืชพวกนี้แม้จะทิ้งเมล็ดไว้ในสภาพธรรมชาติ เมล็ดนั้นจะมีอายุยืนนานได้เอง พืชพวกนี้มักมีเปลือกเมล็ดแข็งหนา (endocarp) คือ เป็นเมล็ดของผลแบบ Drupe เมล็ดพวกนี้จะมีพักตัวนาน เพราะเปลือกเมล็ดแข็ง ป้องกันอากาศและน้ำไม่ให้เข้าไปในต้นอ่อนภายในเมล็ดได้ง่ายๆ เมล็ดพืชพวกนี้มักมีอายุอยู่ได้นาน 15-20 ปีเป็นอย่างน้อย และอาจมีอายุยืนนานถึง 75-100 ปี และพบว่าเมล็ดพวกนี้ที่เก็บไว้ในที่เก็บตัวอย่างเป็นเวลา 150 – 200 ปี และนำมาเพาะ ปรากฏว่ายังงอกได้ เมล็ดใน fossil อายุเป็น 100 ปี ปรากฏว่าต้นอ่อนยังมีชีวิต

#### 4.4 ปัจจัยภายนอกที่มีอิทธิพลกับการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์

เมล็ดพันธุ์ที่มีการเริ่มต้นด้วยความแข็งแรงดีในตัวเองแล้ว สามารถจะคงชีวิตอยู่ได้นาน โดยต้องยึดถือหลัก ดังนี้

1. ลดอัตราการหายใจของเมล็ดพันธุ์นั้น
2. ลดปฏิกิริยาทางเคมีอื่นๆ ในเมล็ดให้น้อยที่สุด
3. ป้องกันมิให้ต้นอ่อน (embryo) ได้รับความเสียหาย

การที่จะให้เมล็ดมีพฤติกรรม 3 ข้อดังกล่าวแล้วนั้น จะกระทำได้โดย

1. ให้เมล็ดมีความชื้นภายในเมล็ดในระดับที่เหมาะสม
2. ลดอุณหภูมิในการเก็บรักษา
3. ทำการเปลี่ยนแปลงบรรยากาศรอบๆเมล็ดพันธุ์

##### ความชื้นในเมล็ด (Moisture content in seed)

เมล็ดจะสูญเสียความงอกทันทีหากความชื้นในเมล็ดมีมากเกินไป ยกเว้นเมล็ดพืชบางชนิดที่ต้องเก็บรักษาในสภาพที่ความชื้นในเมล็ดเท่ากับตอนที่อยู่ในผลตลอดเวลา จึงยังจะมีความงอกดี เช่น ส้ม และผลไม้บางชนิดที่มีเนื้อหุ้มเมล็ดและ เช่น ลำไย ลิ้นจี่ เป็นต้น หากความชื้นในเมล็ดสูงเกินไป ต้องเก็บรักษาในที่ๆ มีอุณหภูมิเย็นลง ดังตารางต่อไปนี้ เป็นการแสดงให้เห็นเปอร์เซ็นต์ความชื้นสูงสุดของเมล็ดพันธุ์พืชชนิดต่างๆ ที่จะเก็บไว้ได้นาน 1 ปี ในอุณหภูมิต่างๆกัน

เมล็ดพันธุ์	40-50° ฟ	70° ฟ	80° ฟ
มะเขือเทศ	13%	11%	9%
พริก	10%	9%	7%
หอมใหญ่	11%	8%	6%
ผักกาดหอม	10%	7%	5%
ข้าวโพดหวาน	14%	10%	8%
ผักกะหล่ำปลี	9%	7%	5%
แตงโม	10%	8%	7%

หากจะเก็บเมล็ดพันธุ์ไว้เป็นเวลานานหลายปี (long term) ยังต้องให้อุณหภูมิต่ำมาก และความชื้นในเมล็ดจะต้องมีประมาณ 4-6% จะเหมาะที่สุด หากความชื้นในเมล็ดสูงกว่านี้

**อุณหภูมิในการเก็บรักษา (Temperature)** การลดอุณหภูมิ ในห้องเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์จะช่วยแก้ปัญหาในเรื่องความชื้นในเมล็ดได้ หากความชื้นในเมล็ดสูงและถูกเก็บไว้ในที่อุณหภูมิต่ำเมล็ดจะมีชีวิตอยู่ได้นานจริง แต่หากนำออกมาไว้ในที่อุณหภูมิสูง เมล็ดนั้นจะตายอย่างรวดเร็ว อุณหภูมิที่ใช้เก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ให้มีอายุยาวนานที่สุด (long term) นั้น จะเป็นอุณหภูมิในระดับ sub freezing เช่น  $-20^{\circ}\text{C}$  ส่วนอุณหภูมิที่ระดับ  $0^{\circ}\text{C}$   $4^{\circ}\text{C}$  และ  $10^{\circ}\text{C}$  นั้น เป็นอุณหภูมิที่ใช้เก็บเมล็ดพันธุ์ฝัก และไม่ดอกหลายชนิดในสภาพที่เก็บได้นานถึง 4 ปี

เพื่อความสะดวกในทางปฏิบัติ สำหรับพืชที่มีอายุปานกลาง จะเก็บเมล็ดพันธุ์ไว้ในที่อุณหภูมิ  $0-4^{\circ}\text{C}$  ความชื้นสัมพัทธ์ 50-65% จะเก็บไว้ได้นานถึง 3-4 ปี แล้วแต่ชนิดของเมล็ดพันธุ์

ส่วนเมล็ดที่ใช้เพื่อรวบรวมแหล่งพันธุกรรมต้องเก็บที่อุณหภูมิ  $-20^{\circ}\text{C}$  ในสภาพนี้ไม่ต้องปรับสภาพความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ

**บรรยากาศ (Atmosphere)** การเก็บเมล็ดพันธุ์ในบรรยากาศที่ควบคุมได้ จะช่วยยืดอายุของเมล็ดพันธุ์ มักใช้กับเมล็ดพันธุ์ที่มีอายุสั้น เช่น อ้อย ยางพารา แต่ก็ยังไม่ประสบความสำเร็จมากนัก การควบคุมบรรยากาศ เช่น ให้มีคาร์บอนไดออกไซด์ 40-45% และต้องนำไปไว้ในห้องเย็นจัด

#### 4.5 ประเภทของการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ (Type of Seed Storage)

การเก็บเมล็ดพันธุ์สามารถจำแนกได้ตามวิธีต่างๆ ได้ดังนี้

1. การเก็บในสภาพแห้ง โดยไม่มีการควบคุมอุณหภูมิห้องที่เก็บ คือ เก็บเมล็ดพันธุ์ไว้ในอุณหภูมิห้อง สภาพเช่นนี้ความชื้นในเมล็ดพันธุ์จะต้องต่ำมาก ประมาณ 4-6% เช่น การเก็บเมล็ดพันธุ์ข้าว ข้าวโพด บางกรณีความชื้นในเมล็ดอาจมีสูงถึง 8-10 % สภาพของความชื้นสัมพัทธ์บรรยากาศควรประมาณ 50% หรือต่ำกว่า หากความชื้นสัมพัทธ์ในบรรยากาศสูงจะทำให้ความชื้นในเมล็ดไม่คงที่ ทำให้เสียความงอกหรือเสื่อมเร็ว ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพันธุ์พืชด้วย โดยทั่วไปเมล็ดธัญพืชมักเก็บไว้ในกระสอบวางในโรงเรือนที่ร่มและรมควันด้วยยาฆ่าแมลง อาจเก็บไว้ในถังปากเปิดก็ได้ หากความชื้นในบรรยากาศสูง ควรตากเมล็ดให้แห้งที่สุด วิธีนี้มักใช้กับเมล็ดพันธุ์ที่ต้องการเก็บไว้ข้ามปีเท่านั้น หากต้องการเก็บเมล็ดไว้นานจะใช้วิธีนี้ไม่ได้ สำหรับอายุของเมล็ดพันธุ์ที่ได้จากการเก็บโดยวิธีนี้จะต่างกันออกไปตามชนิดของพืช เมล็ดพืชที่เก็บโดยวิธีนี้มีเช่น ข้าวโพด ข้าว พริก ถั่ว มะเขือเทศ ผักกะหล่ำต่างๆ แดกกวา บวบ น้ำเต้า มะเขือ แดงโม ดาวเรือง ดาวกระจาย บานชื่น

2. การเก็บในสภาพแห้งและควบคุมให้อุณหภูมิต่ำ การเก็บเมล็ดพันธุ์โดยวิธีนี้ จะทำให้ความชื้นในเมล็ดให้ต่ำสุด โดยยึดถือเช่นเดียวกับวิธีแรก แต่หลังจากการบรรจุภาชนะแล้วนำไปไว้ในห้องที่มีอุณหภูมิต่ำ เช่น 0-4° ซ หากต้องการเก็บเมล็ดไว้นานมาก ต้องให้อุณหภูมิต่ำกว่า 0° ซ ความชื้นสัมพัทธ์ ควรประมาณ 50-60% พวกที่มีอายุสั้น ควรเก็บเมล็ดในภาชนะที่ปิดฝาปิดสนิท เช่น กล่องหรือกระป๋องอลูมิเนียม เมล็ดพืชที่เก็บโดยวิธีแรกหากนำมาเก็บโดยวิธีนี้จะมีอายุเพิ่มขึ้นกว่าเดิม เมล็ดสน (Pinus) เก็บโดยวิธีนี้จะมีชีวิตได้นาน 5-8 ปี

3. การเก็บในสภาพเย็นและชื้น การเก็บเมล็ดพันธุ์วิธีนี้มีหลักการตรงข้ามกับ 2 วิธีแรก คือ ต้องรักษาความชื้นภายในเมล็ดให้คงไว้ เมล็ดที่แกะออกจากผลไม่นำไปตากแห้งคงสภาพความชื้นในเมล็ดให้เท่ากับที่อยู่ในผล อุณหภูมิที่ใช้เก็บเมล็ดพันธุ์ประมาณ 0-10° ซ

การรักษาระดับความชื้นในเมล็ด ทำได้โดยการเก็บเมล็ดเป็นชั้น ๆ กับวัสดุที่ชื้น เช่น ทราย หรือ peat moss แล้วเก็บไว้ในภาชนะที่ปิดสนิทเพื่อป้องกันความชื้นระเหยออกไป เมล็ดพันธุ์เหล่านี้ได้แก่ ส้ม ขนุน ทูเรียน มะปราง มังคุด ลิ้นจี่ ลางสาด เงาะ มะม่วง เป็นต้น

#### 4.6 การรวบรวมเมล็ดพันธุ์พืช (seed collection)

เนื่องจากเมล็ดพันธุ์คือแหล่งของพันธุกรรมที่จะใช้ในงานการขยายพันธุ์พืช ดังนั้นการเก็บรวบรวมนอกจากเป็นการอนุรักษ์พันธุ์แล้ว ยังมีโอกาสจะได้พันธุ์พืชที่เกิดจาก mutation ซึ่งเมื่อนำมาขยายจะเป็นการสร้างสายพันธุ์พืชใหม่ ดังปรากฏในพืชหลายชนิดของไม้ผล

การเก็บรวบรวมเมล็ดพันธุ์พืชแต่ละชนิด ควรบอกรายละเอียดไว้กับหน้าซองของเมล็ดพันธุ์ดังนี้

1. ชื่อเมล็ดพันธุ์พืช โดยบอกเป็นชื่อของวิทยาศาสตร์ของพืช
2. สถานที่เก็บ ตำบล อำเภอ จังหวัด และระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล
3. วัน เดือน ปี ที่ทำการเก็บ
4. เลขที่ห่อ

โดยทั่วไปการปลูกเมล็ดพันธุ์ที่เก็บไม่ควรปลูกไกลจากสถานที่ที่เก็บเกิน 100 ไมล์ และระดับความสูงต่างกันไม่เกิน 1,000 ฟุต



## บทที่ 5

### หลักสำคัญในการขยายพันธุ์โดยเมล็ด

เมล็ดมีปัจจัยภายในประกอบไปด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้ คือ

1. ต้นอ่อน (embryo)
2. อาหารสะสม (food storage)
3. เปลือกเมล็ด (seed coat)
4. บางส่วนของผลที่อาจติดมา (pericarp)

หลังจากนำเมล็ดมาผ่านขบวนการทำให้แห้งแล้ว เมล็ดจะไม่มี การเปลี่ยนแปลงหรือพัฒนาขึ้น ต่อเมื่อสิ่งแวดล้อมภายนอกเหมาะสม ต้นอ่อนภายในเมล็ดจะพัฒนาให้มีการขยายขนาดออกมานอกเปลือกเมล็ด ซึ่งเรียกว่า “ต้นกล้า”

ขบวนการเช่นนี้เรียกว่า การงอก (germination)

ขบวนการงอกนี้จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อมีปัจจัยเหล่านี้

1. เมล็ดมีชีวิต คือ ต้นอ่อนในเมล็ดมีชีวิต (viable seed)
2. สภาพแวดล้อมภายนอกเหมาะสมแก่การงอกของเมล็ด
3. เมล็ดไม่มีการพักตัว (Dormancy)

ขบวนการงอกนี้เป็นขบวนการทางเคมีชีววะ (biochemical process) ภายในต้นอ่อน และเป็นขบวนการทางสรีรวิทยา (physiological process) ที่เกี่ยวข้องกับการใช้อาหาร ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

1. การดูดซึมน้ำ (Imbibition) หมายถึง การที่เมล็ดดูดน้ำผ่านเปลือกเมล็ดเข้าไป ในขั้นนี้เมล็ดจะมีการเปลี่ยนแปลงดังนี้

เปลือกเมล็ดจะอ่อนลง, เมล็ดจะบวมพอง, เมล็ดต้องการออกซิเจนมากขึ้น, น้ำเข้าไป protoplasm ของเซลล์ในเมล็ด, เกิดน้ำย่อยในการย่อยอาหารสะสม และอาหารสะสมถูกย่อยแล้วเปลี่ยนไป

2. การดูดซึมอาหารที่ย่อยแล้วไปเป็นส่วนประกอบต่าง ๆ ของเซลล์ (assimilation of digested food)

### 3. เกิดการเจริญเติบโตของต้นอ่อน (growth)

ขบวนการดังกล่าวข้างต้นแล้วจะทำให้ต้นอ่อนขยายตัว ปรากฏการณ์แรกคือ การยืดตัวของ radicle อาหารสะสมเป็นตัวการทำให้ได้พลังงานที่ใช้ในการเจริญเติบโต และเปลี่ยนแปลงเป็นสารอื่นๆ เพื่อสร้างเซลล์ใหม่ การเจริญในระยะแรกเกี่ยวข้องโดยตรงกับการแบ่งเซลล์ การขยายตัวของเซลล์ และการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของเซลล์ ระยะนี้ต้นอ่อนที่โตขึ้นใช้อาหารสะสมในเมล็ดอย่างเดียว เรียกว่าระยะ establishment เมื่อเป็นดังนี้ รูปร่างการเป็นเมล็ดพืชจะหมดไป แต่จะกลายเป็นต้นพืชและปรากฏเป็นส่วนต่างๆ ให้เห็นได้ชัดเจนคือ hypocotyle, root, growing point of shoot ต่อมาจะมี hypocotyl, epicotyl การงอกนั้นมีได้ 2 แบบ คือ พืชใฝ่ใบเลี้ยงอยู่บนเหนือผิวดิน คือ Epigeous germination และ hypogeous germination คือพืชใฝ่ใบเลี้ยงขึ้นมาจากเหนือดิน ใบเลี้ยงจะจมอยู่ในดิน

#### 4.1 ความสามารถในการงอกของเมล็ด (Seed viability)

เมล็ดที่มีความสามารถในการงอกดีนั้น ถือว่าเป็นสิ่งสำคัญที่สุดในการขยายพันธุ์พืช ด้วยเมล็ด

ความสามารถในการงอกของพืชจะลดลงเพราะ

1. การพัฒนาของเมล็ดไม่ดีขึ้นขณะที่ติดอยู่บนต้นแม่
2. หลังจากเก็บเกี่ยวมาแล้ว นำมาสู่ขบวนการที่ไม่เหมาะสม
3. มีความกระทบกระเทือนหรือมีบาดแผลขณะเก็บเกี่ยว

สามารถจะทดสอบความสามารถในการงอกของเมล็ดได้โดยหาเปอร์เซ็นต์ความงอก นอกจากนั้นแล้วเมล็ดที่ดีควรมีการงอกสม่ำเสมอ ควรงอกในระยะเวลาใกล้เคียงกัน และในระยะเวลาอันสั้น ซึ่งเรียกว่า อัตราการงอก อัตราการงอกนี้มีความสัมพันธ์กับความแข็งแรงของเมล็ดโดยตรง การที่ต้นอ่อนงอกช้า แสดงว่าต้นอ่อน อ่อนแอ แม้จะงอกออกมาได้ก็จะมีเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดน้อย ต้นจะอ่อนแอและถูกทำลายไปโดยโรคและแมลงได้ง่าย

การวัดความงอก จะทำการวัดเปอร์เซ็นต์การงอกได้ 2 แบบ คือ

1. เปอร์เซ็นต์ความงอก
2. อัตราการงอก

เปอร์เซ็นต์ความงอก คือ จำนวนต้นที่งอกภายในระยะเวลาที่กำหนด ส่วนอัตราการงอก คือ จำนวนวันที่ใช้ในการงอกให้ได้ตามเปอร์เซ็นต์ที่กำหนด สังเกตว่าพวกที่มีเปอร์เซ็นต์ความงอกต่ำมักจะมีอัตราการงอกต่ำด้วย ดังนั้นพวกเมล็ดที่เก็บไว้นานๆ จะมีเปอร์เซ็นต์ความงอกลดลง หมายถึง ต้นอ่อนจะไม่แข็งแรงหรือเสื่อมไป นอกจากนั้นอัตราการงอกอาจมีอิทธิพลมาจากการพักตัวของเมล็ด และสภาพแวดล้อมที่ใช้ในการเก็บรักษาเมล็ด

$$\text{สัมประสิทธิ์ของความเร็วในการงอก} = \frac{\text{จำนวนต้นพืชที่งอกทั้งหมด} \times 100}{A_1T_1 + A_2T_2 + \dots A_xT_x}$$

A = จำนวนต้นพืชที่งอกแต่ละวัน  
B = ครั้งที่ทำการนับต้นที่งอก

#### 4.2 การพักตัวของเมล็ด (Seed dormancy)

ปรากฏการณ์ที่ต้นอ่อนไม่ยอมเจริญออกมา หรือเมล็ดไม่งอก แม้ว่าจะมีสภาพแวดล้อมภายนอกที่เหมาะสมกับการงอก และต้นอ่อนในเมล็ดนั้นก็ยังมีชีวิตอยู่ ลักษณะแบบนี้เรียกว่า เมล็ด มีการพักตัว (Dormancy) การพักตัวของเมล็ดนั้นแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. การพักตัวเนื่องจากเปลือกเมล็ด (Seed coat dormancy) พวกนี้เป็นเมล็ดพืชที่มีเปลือกเมล็ดแข็ง หนา หรือเปลือกเมล็ดมี endocarp หุ้มอยู่ เกิดจากเมล็ดในผลพวก Drupe การที่มีเปลือกนอกแข็งหนาเช่นนี้ จะทำให้ป้องกันมิให้ออกซิเจนและน้ำเข้าไปถึงต้นอ่อน (embryo) ได้ หรือในบางกรณีออกซิเจนและน้ำสามารถซึมผ่านเข้าไปถึงต้นอ่อนได้แล้ว และต้นอ่อนก็มีการเจริญเติบโตแบ่งเซลล์บ้างแล้ว แต่ไม่สามารถดันทะลุเปลือกเมล็ดที่แข็งหนาออกมาภายนอกได้ สุดท้ายต้นอ่อนนั้นก็ตายอยู่ภายในเมล็ด

2. การพักตัวเนื่องจากสภาพภายในของเมล็ด (Internal dormancy) การพักตัวของแบบนี้เนื่องมาจากเมล็ด อาจมีสารเคมีที่ยับยั้งขบวนการงอกติดอยู่ในส่วนเปลือกเมล็ดด้านใน หรือส่วน endocarp ที่เป็นบริเวณ placenta รอบๆเมล็ด หรืออยู่ภายในต้นอ่อนเลย ในบางกรณีอาจเกิดจากต้นอ่อนยังไม่พัฒนาเต็มที่ก็ได้

เมล็ดของพืชบางชนิดอาจมีการพักตัวทั้งแบบ Seed coat dormancy และ Internal dormancy รวมกัน

**Seed coat dormancy** การพักตัวแบบนี้มักเกิดกับพืชตระกูลถั่ว หรือเมล็ดของผลพวก drupe วิธีแก้การพักตัวของเมล็ดเหล่านี้ คือ

1. Mechanical treatment มีหลายอย่างแล้วแต่ความสะดวกและปลอดภัยของเมล็ด

Scratching or Scarification คือการถูหรือฝน เช่น การถูกับหินหยาบถูเปลือกเมล็ดกับกระดาษทราย ใช้เครื่องกรอเมล็ด จุดประสงค์คือ ต้องการทำให้เปลือกด้านนอกของเมล็ดซึ่งแข็งเป็นมันหมดไป ส่วนที่อยู่ภายในจะอ่อนนุ่ม น้ำและออกซิเจนจะผ่านเข้าไปได้ง่าย การถูหรือฝนต้องระวังมิให้ถูเข้าถึงเนื้อต้นอ่อน จะทำอันตรายให้ต้นอ่อนตายได้ หรือเป็นช่องทางให้เชื้อราเข้าทำลายต้นอ่อน

Boring hole or Clipping วิธีนี้เป็นการเจาะรูหรือตัดปลายเมล็ด ใช้กับพืชเมล็ดขนาดใหญ่ ข้อสำคัญคือ ต้องตัดหรือเจาะเมล็ดพืชทางด้านตรงข้ามกับตำแหน่งของต้นอ่อน มักทำกับเมล็ดหางนกยูง ละมุด น้อยหน่า มะม่วง

Cracking วิธีนี้เป็นการทุบพอให้เปลือกเมล็ดร้าว เพื่อให้น้ำและอากาศผ่านเข้าสะดวก อาจใช้ขวดกลิ้งทับเมล็ดไปมาก็ได้ มักใช้กับเมล็ดพืชที่แห้งๆ เช่น เมล็ดฝักชี่ พุทรา บัวหลวง

3. Water soaking การนำเมล็ดแช่ในน้ำมีจุดประสงค์ 3 ประการ คือ

1. ทำให้เปลือกเมล็ดอ่อนตัว
2. ทำให้เกิดการชะล้างสารที่ยับยั้งการงอกที่เปลือกเมล็ด
3. ย่นระยะเวลาในการงอก

มักกระทำกับ ข้าว ถั่วเขียว ฝักชี่ การแช่ควรแช่ลงพอปริ่มๆน้ำ ถ้าเปลือกเมล็ดแข็งมาก ควรเปลี่ยนน้ำบ่อยๆ และแช่หลายๆวัน พวกเมล็ดงอกง่าย แช่ประมาณ 1-2 วันก็เพียงพอ

การแช่น้ำนี้อาจใช้อุณหภูมิธรรมดาหรือน้ำร้อนก็ได้ หากแช่ในน้ำร้อนเมล็ดจะมีการดูดน้ำได้เร็วและดีกว่า ทำให้เปลือกเมล็ดอ่อนตัวได้เร็ว และงอกเร็วด้วย การแช่ในน้ำร้อนมักใช้กับเมล็ดที่มีเปลือกแข็งมากๆ ปริมาณของน้ำร้อนต้องมากกว่าเมล็ด 4-5 เท่า และรักษาอุณหภูมิของน้ำให้คงที่เสมอ ราว 80-100°ซ ระยะเวลาในการแช่ 2-5 นาที หลังจากนั้นควรไปแช่ในน้ำเย็น 12-14 ชั่วโมง

4. Chemical treatment คือ การใช้สารเคมี เช่น กรดและด่างแช่เมล็ด เท่าที่ใช้กันมีดังนี้

4.1 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 25%, 50% และ 100% แล้วแต่ขนาดความหนาบางของเปลือกเมล็ด เวลาที่ใช้ในการแช่ประมาณ 15-60 นาที อุณหภูมิ 60-80° ฟ ใช้กับเมล็ด สัก มันเทศ

4.2  $\text{CH}_2\text{COOH}$  ใช้ในอัตรา 1: 5000 โดยปริมาตรที่อุณหภูมิ 77-80° F ในเมล็ดพืชบางชนิดจะย่นระยะเวลาในการงอกจาก 10 วันลดลงเหลือเพียงไม่กี่ชั่วโมง

4.3 Chlorine ใช้ในอัตรา 2 หยดต่อน้ำ 60 ซีซี. ตั้งแช่ไว้ในที่มีแสง 2-3 นาที ในเมล็ดพืชที่งอกไม่ยากจะงอกเร็ว ถ้าเป็นพวกที่มีเปลือก เมล็ดหนา ควรแช่น้ำก่อน

4.4 HCl ใช้กับเมล็ดมันเทศ

4.5 NaOH, KOH,  $\text{NH}_4\text{OH}$

ในการแช่น้ำในสารละลายกรดหรือด่างก็ดี หลังจากนำเมล็ดขึ้นมาแล้ว ต้องนำมาล้างด้วยน้ำให้ไหลผ่านเมล็ดนาน 5-10 นาที การแช่ในสารเคมีนี้มีข้อได้เปรียบคือ นอกจากทำให้เมล็ดพืชงอกเร็วแล้ว ยังเป็นการฆ่าเชื้อโรคที่ติดมาด้วย

**Internal dormancy** เป็นการพักตัวที่เกิดจากสาเหตุภายในของเมล็ดเอง แยกออกได้ดังนี้

1. Embryo ยังไม่เจริญเต็มที่ ในขณะที่เมล็ดแก่นั้นต้นอ่อนยังไม่แก่เต็มที่ ดังนั้นหลังจากเก็บเกี่ยวมาต้องทิ้งไว้สักระยะหนึ่งให้ต้นอ่อนแก่เต็มที่เสียก่อน เมล็ดจึงงอก มักเป็นกับพืชใน Family Umbelliferae เช่น แครอท และในข้าวบางพันธุ์

2. Embryo ไม่มีอาหารสะสมเลี้ยงเพียงพอ เกิดกับพืชในพวกกล้วยไม้ ต้องแก้โดยนำมาเพาะเลี้ยงในวุ้นอาหาร

3. Embryo พักตัวเนื่องจากมีสารเคมีมายับยั้งการงอก มักเกิดกับไม้ผลในเขตอบอุ่น เช่น พืช แพร์ การแก้กระทำโดยการเก็บเมล็ดไว้ในที่ชื้นและเย็นเรียกว่า วิธี Stratification กระทำได้โดยเช่น เก็บไว้ในที่ชื้นหรือกระดาษซับที่ชื้น มีจุดประสงค์เพื่อ ต้องการให้น้ำค่อยๆซึมเข้าไปในเมล็ด และทำให้เปลือกเมล็ดย่อยสลาย เพื่อเกิดรอยร้าวให้น้ำต้นเขาไปได้ อุณหภูมิที่เก็บประมาณ 0-4° C การเก็บไว้ในสภาพความชื้นสูง และอุณหภูมิต่ำนี้จะทำเป็นระยะเวลาประมาณ 3-4 เดือน ก่อนจะนำไปฝังในทรายที่ชื้น มักจะต้องแช่น้ำเสียก่อน ราว 12-14 ชั่วโมง ในต่างประเทศนิยมใช้ peat moss เนื่องจากอุ้มน้ำได้ดี จุดสำคัญในการทำก็คือ

1. ต้องให้อุณหภูมิต่ำประมาณ 0-4° C
2. ให้มีความชื้นคงที่ตลอดเวลา
3. ให้มีการถ่ายเทอากาศดี
4. ให้อยู่ในช่วงระยะเวลาประมาณ 3-4 เดือน

## วิธีการทำ Stratification ดังกล่าวนี้จะช่วยแก้การพักตัวของเมล็ดแบบนี้ได้

มีเมล็ดพืชหลายชนิดที่มีสารเคมียับยั้งการงอกอยู่ในส่วนที่ติดกับเมล็ด โดยเฉพาะผลไม้ที่มีเนื้อของผลและเมื่อแก่จัด เช่น แดง มะเขือเทศ ต้องล้างแยกส่วนของเนื้อผลที่ติดกับเมล็ดออกให้หมด ในเมล็ด cactus นั้น จะต้องชะล้างด้วยน้ำเป็นจำนวนมาก เมล็ดจึงงอกได้ หากสารยับยั้งการงอกอยู่ที่ endosperm แก้ไขโดยวิธีการแยกเอาต้นอ่อนมาทำ embryo culture ในทางตรงกันข้ามมีสารสังเคราะห์ที่ทำให้เมล็ดพืชเกิด dormancy ได้ เช่น coumarin ในเมล็ดพวกกะหล่ำปลี ผักกาดหอม หลังจากเก็บเกี่ยวมาแล้วใช้ coumarin จะทำให้เมล็ดเหล่านั้นพักตัว หากจะให้งอกต้องผ่านวิธี Stratification

เมล็ดพืชหลายชนิดที่อาจต้องใช้วิธี Scarification และ Stratification ร่วมกัน นั่นคือเมล็ดที่มีการพักตัวทั้งแบบ Seed coat dormancy และ Internal dormancy ซึ่งในกรณีนี้เรียกว่า Double dormancy

### 5.3 ปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อขบวนการงอกของเมล็ด

1. น้ำ น้ำเป็นปัจจัยอันดับแรกสุดที่เมล็ดพืชต้องการในขบวนการงอก การดูดน้ำของเมล็ดจะมีประสิทธิภาพหรือไม่ ขึ้นอยู่กับปัจจัย 2 อย่าง คือ

1. ลักษณะของเมล็ดเอง โดยเฉพาะเปลือกเมล็ด
2. จำนวนน้ำที่เมล็ดจะดูดได้

เมล็ดจะดูดน้ำเข้าไปเร็วแค่ไหนขึ้นอยู่กับความสามารถของเมล็ดเองและยังขึ้นอยู่กับสภาพสิ่งแวดล้อมด้วยเช่น อุณหภูมิสูง เมล็ดจะดูดน้ำได้ดีกว่าในสภาพที่มีอุณหภูมิต่ำ หากเพาะเมล็ดในดิน ระดับน้ำที่ Field capacity ถึง Wilting point เป็นระดับน้ำในช่วงที่เมล็ดพืชจะดูดน้ำได้ แต่เมล็ดแต่ละชนิดก็ชอบในช่วงความชื้นต่างกัน พืชที่งอกง่ายจะงอกไม่เลือกว่าเป็นช่วงใด โดยทั่วไปความชื้นในดินจะมีผลกระทบกระเทือนกับอัตราการงอกมากกว่าเปอร์เซ็นต์การงอก เมล็ดพืชที่ต้องการงอกในที่ที่มีความชื้นไม่มากนัก แสดงว่า ต้องการอากาศในการงอกมาก เพราะหากดินมีความชื้นมากจะมีอากาศน้อย พวกที่ต้องการอากาศไม่มากนัก สามารถงอกได้ดีในดินที่มีความชื้นสูง เมล็ดที่งอกได้ไม่ว่าสภาพความชื้นเป็นอย่างไร คือ งอกได้ตั้งแต่ดินมีน้ำน้อย จนดินแฉะ เช่น แดงโม แดงกวา หอม ผักกาดหัว กะหล่ำปลี ข้าวโพด พริก

เป็นต้น พวกที่ต้องการความชื้นปานกลางและไม่แห้งแล้ง เช่น ถั่วต่างๆ ผักสลัด และพวกที่ต้องการ  
งอกในดินที่มีความชื้นสูง เช่น ถั่วฝักยาว บางชนิดตรงกันข้ามคือต้องงอกในที่มีความชื้นต่ำ หาก  
มีความชื้นสูงไปจะงอกน้อย เช่น ปวยเล้ง

ดินหรือวัตถุที่ใช้เพาะ ไม่ควรมีเกลือแรมมาก ในทำนองเดียวกัน หากน้ำมีเกลือแรมมากใช้  
รดขณะเมล็ดกำลังงอกจะทำให้ยับยั้งการงอก หรือถ้างอกแล้วกล้าจะโตช้า หากหลีกเลี่ยงการใช้  
ดินเค็มไม่ได้ต้องรดน้ำให้ปริมาณมากๆ วิธีที่เหมาะสมในการเพาะเมล็ด คือ อย่ายหยุดเมล็ดลึก  
เกินไป เมล็ดอาจเนาอยู่ที่ดิน ในการหยุดเมล็ดขึ้นๆ อาจมีปัญหาคือหน้าดินมักจะเหี่ยวน้ำไปไว  
และหน้าดินจะแห้ง เมล็ดขาดน้ำ แก้ไขได้โดยการหว่านวัสดุคลุมหน้าดินไว้ เช่น เศษฟางแห้งๆ  
ป้องกันการระเหยน้ำ และควรรดน้ำในระดับที่เหมาะสม เมล็ดที่แช่น้ำก่อนทำการเพาะในดินมี  
ผลดีคือ งอกเร็ว ลดการทำลายของศัตรูพืช เช่น นก หนู แมลง แต่การแช่น้ำก็มีข้อเสียเปรียบ  
คือ อาจเป็นการเพิ่มของการทำลายของโรคเน่า และเมล็ดอาจขาดออกซิเจน ซึ่งสามารถแก้ไข  
ได้โดยการใส่น้ำพอปรึมๆ และเปลี่ยนน้ำทุก 12 ชั่วโมง หรือ 24 ชั่วโมง

**2. อุณหภูมิ** เนื่องจากอุณหภูมิสูง จะช่วยให้เมล็ดดูดน้ำได้เร็ว ดังนั้นอุณหภูมิสูงจึงช่วย  
ให้เมล็ดงอกเร็ว เนื่องจากอุณหภูมิจจะช่วยเร่งปฏิกิริยาในช่วง biochemical process หลังจาก  
การงอกแล้ว หรือมักเจริญเติบโตได้ดีในระดับอุณหภูมิต่ำกว่าที่ใช้ในการงอก อุณหภูมิที่  
เหมาะสม ต่ำสุดและสูงสุด ที่เมล็ดพืชแต่ละชนิดจะงอกนั้น จะแตกต่างกัน โดยทั่วไปอุณหภูมิลดลงถึงจุดเยือกแข็ง เมล็ดพืชมักจะงอกไม่ได้หรืองอกได้ก็ช้ามาก อัตราการงอกน้อย  
โดยทั่วไปสิ่งที่เป็นอันตรายกับการงอกของเมล็ดพืชก็คือ หากเมล็ดพืชดูดน้ำแล้วได้รับแสงแดด  
จัด และอุณหภูมิตั้งที่เมล็ดจะตายหรือการงอกจะลดลง เมล็ดแห้งๆ สามารถทนอุณหภูมิตั้ง  
ถึง 100 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตามเมล็ดพืชที่งอกได้ง่าย สามารถงอกได้ทั้งในอุณหภูมิต่ำ  
และสูง พืชในเขตอบอุ่นมักต้องการอุณหภูมิตั้งต่ำกว่าพืชเขตร้อน ในทางตรงกันข้าม  
พืชในเขตร้อนจะงอกไม่ได้ในอุณหภูมิต่ำ หรืองอกช้ามาก

**3. ออกซิเจน** ใช้ในการหายใจในขบวนการงอกและตลอดไป ขณะที่พืชมีชีวิต ในขณะที่  
เริ่มงอกเมล็ดต้องการออกซิเจนมาก พืชจะใช้ ออกซิเจนมากหรือน้อยเพียงใดในการงอกขึ้นอยู่กับ  
อาหารสะสมในเมล็ด ถ้าอาหารสะสมเป็นพวกไขมัน ซึ่งเรียกว่า Fatty Seed จะใช้ออกซิเจน  
มากกว่าพวกเมล็ดพืชสะสมอาหารพวกแป้ง ซึ่งเป็น Starch Seed ในกรณีที่ฝนตกหนัก  
โดยเฉพาะในพื้นที่ๆ เป็นดินเหนียว เมล็ดพวก Fatty Seed นี้ จะจมดินและงอกได้ช้ามาก พืชที่  
อยู่บนบกเมล็ดจะไม่งอกในน้ำเพราะออกซิเจนไม่เพียงพอ นอกจากบางชนิดเท่านั้น

4. แสง แสงสว่างหรือคลื่นแสงต่างๆ มีความเกี่ยวข้องกับพืช 2 ระยะคือ ระยะแรกตอนงอก และ ระยะหลังจากงอกแล้วคือ ระยะที่เจริญเติบโตนั่นเอง

คลื่นแสงที่เกี่ยวข้องกับการงอกนั้น ขึ้นอยู่กับพืชแต่ละชนิดจะต้องการคลื่นแสงในแต่ละช่วง แบ่งได้ดังนี้

1. เมล็ดพืชที่ต้องการคลื่นแสงที่มองเห็นได้ (แสงสว่าง) ไปกระตุ้นให้เกิดการงอก พวกนี้ไม่งอกในที่มืด เช่น เมล็ดกล้วยไม้ สปอร์ของมอส หรือสปอร์ของไลเคน

2. เมล็ดพืชที่ชอบคลื่นแสงที่มองเห็นได้ (แสงสว่าง) เมล็ดพืชพวกนี้เพาะที่สว่างจะมีความงอกดีกว่าเพาะในที่มืด เช่น ถั่วฝักยาว ผักสลัด ยาสูบ

3. เมล็ดพืชที่ชอบคลื่นแสงที่มองไม่เห็น (ที่มืด) เมล็ดพืชพวกนี้ หากเพาะในที่สว่างจะไม่งอก เช่น หอม กระเทียม หงอนไก่ บานไม่รู้โรย ในการเพาะต้องขุดหลุมฝังลงในดินกลบให้มืด

3. เมล็ดพืชที่ไม่กระทบกระทั่งต่อคลื่นแสงใดๆ เป็นเมล็ดพืชส่วนใหญ่ทั่วๆ ไป

ถ้ารู้หลักว่าเมล็ดพืชต้องการความสว่างหรือมืดในการงอก ก็วิธีเพาะว่าควรจะหยอดเมล็ดลงในดินลึกๆ หรือหว่านตื้นๆ บนผิวดิน

หลังจากที่เมล็ดงอกแล้ว ต้นพืชนั้นต้องการแสงแดดอย่างเพียงพอแต่จะมีความเข้มข้นเท่าใดจึงจะเหมาะสมนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของพืช หากพืชได้รับแสงไม่เพียงพอ ส่วน Hypocotyl จะยืดยาว โยชยายใหญ่ผิดปกติ เรียกพืชชนิดนี้ว่า Etiolate Plant

ในระยะที่พืชเริ่มงอก ต้นกล้าจะใช้อาหารสะสมที่มีอยู่ในเมล็ด หลังจากนั้น ใบจริงจะปรุงอาหาร แสงจึงสำคัญมาก หากความเข้มข้นของแสงสูงและอุณหภูมิสูง ควรพรางแสงให้ต้นกล้า

ในระยะเพาะเมล็ดสามารถให้แสงเทียม (Artificial light) ได้ ความเข้มข้นของแสงเทียมประมาณ 700-1200 ft-candle ในระยะไม่ต่ำกว่า 1 ฟุต จากต้นพืช ถ้าให้ใกล้มากกว่า 1 ฟุต แสงจะทำให้มีความร้อนมากเกินไป ระยะเวลาที่ให้แสงเทียมประมาณ 12-18 ชั่วโมง/วัน ถ้าน้อยกว่า 12 ชั่วโมง หรือมากกว่า 18 ชั่วโมง จะมีอัตราการเจริญเติบโตไม่ดี อุณหภูมิขณะที่ต้นกล้ากำลังเจริญประมาณ 60-65 ฟ จะเหมาะที่สุด การกระทำเช่นนี้มักใช้ในกรณีที่เพาะเมล็ดในวุ้นอาหาร เช่น การเพาะเมล็ดกล้วยไม้



## บทที่ 6

### เทคนิคต่าง ๆ ของการขยายพันธุ์พืชโดยใช้เมล็ด

หมายถึง วิธีการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเพาะเมล็ด เช่น วิธีการเพาะ การจัดการเพาะ ทำอย่างไรจึงจะเป็นการสะดวก จะต้องมีความรู้เกี่ยวกับเมล็ดพันธุ์พืชแต่ละชนิด และจะต้องมีความชำนาญในการฝึกหัด การแก้การพักตัว ความสำเร็จนั้นจะขึ้นอยู่กับปัจจัยโดยสรุปได้ดังนี้

1. เมล็ดพันธุ์พืชนั้นจะต้องเป็นที่ยอมรับ หรือเป็นเมล็ดพันธุ์ที่มีมาตรฐาน ซึ่งจากแหล่งที่เชื่อถือได้ หากเก็บเมล็ดพันธุ์เอง ก็จะต้องมีการคัดเลือกหรือกระทำมาโดยวิธีที่ถูกต้อง และตรงตามสายพันธุ์
2. เมล็ดพันธุ์นั้นจะต้องงอกได้ดี งอกรวดเร็ว เจริญได้รวดเร็ว
3. เมล็ดพันธุ์นั้น จะต้องไม่มีการพักตัว ต้องผ่านการทดสอบมาแล้ว และต้องรู้จักวิธีการทดสอบเมล็ดพันธุ์
4. เมล็ดพันธุ์นั้นจะต้องงอกสม่ำเสมอ การงอกสม่ำเสมอนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการงอก หรือความสามารถภายในตัวของเมล็ดเอง

#### 6.1 การทดสอบเมล็ดพันธุ์

เป็นการทดสอบเพื่อจุดประสงค์ให้ได้มีความสำเร็จในการขยายพันธุ์ ปัจจัยสำคัญที่ต้องทำการทดสอบ มีดังนี้

1. ตรงตามพันธุ์หรือไม่ โดยตรวจลักษณะต่างๆ การให้ผลผลิต คุณภาพของผลผลิต
2. มีความสามารถในการงอกสูงหรือไม่ โดยทดสอบได้หลายวิธี ดังจะกล่าวโดยละเอียดภายหลัง
3. มีโรค แมลง และเมล็ดวัชพืช เจือปนมากับเมล็ดพันธุ์หรือไม่

เมล็ดพันธุ์ที่มีมาตรฐานจะต้องมีคุณสมบัติดังนี้

1. มีชื่อพันธุ์ (Species หรือ Variety)

2. แหล่งที่มาของเมล็ดพันธุ์หรือแหล่งผลิต

3. เปอร์เซ็นต์ความงอก

4. ความบริสุทธิ์ของเมล็ดพันธุ์

ข้อดีของการทดสอบเมล็ดพันธุ์ทำให้รู้ว่า จะใช้เมล็ดพันธุ์เท่าใดในพื้นที่การเพาะปลูก

การทดสอบกระทำได้โดยการสุ่มตัวอย่างจากจำนวนเมล็ดพันธุ์ จะต้องเอาตัวอย่างเมล็ดพันธุ์จากทุกๆ หีบห่อมาในจำนวนเท่าๆ กัน แล้วนำมาปนกัน จากนั้นแบ่งออกเป็น ส่วนย่อยๆ อีกทีหนึ่ง โดยทั่วไป จะทดสอบความงอก ความชื้น และความบริสุทธิ์ของเมล็ดพันธุ์

## 6.2 การทดสอบความงอก (Testing Viability)

เป็นการทดสอบเมล็ดพวกที่ไม่มีอาการพักตัว ทำกับเมล็ดพันธุ์ผัก ไม้ดอก และเมล็ดพันธุ์พืชไร่ สามารถทำได้หลายวิธีด้วยกัน

1. ใช้เมล็ดวางบนกระดาษที่ชุ่มน้ำ ให้เมล็ดได้รับความชื้นสม่ำเสมอ แล้วนำไปไว้ในตู้ Incubator แล้วตรวจนับเมล็ดที่งอก คัดออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์

2. ใช้ผ้าม้วน ขนาด 10 x 14 นิ้ว เอาเมล็ดสอดไว้ข้างในผ้าที่ชื้น มักจะใช้กับเมล็ดที่โตพอสมควร

สำหรับเมล็ดพืชของพวกไม้ยืนต้นและไม้ผลหลายชนิด มักนำเมล็ดมาเพาะในกระบะทราย หรือซีเมนต์ถาด ทำในโรงเรือน ใช้ระยะเวลาในการทดสอบประมาณ 10 วัน ถึง 4 สัปดาห์

สำหรับการทดสอบเมล็ดที่มี Dormancy หากไม่ประสงค์จะทำลายการพักตัวก่อนกระทำได้โดยวิธี "Tetrazolium Test" คือ การทดสอบความมีชีวิตของต้นอ่อนภายในเมล็ด วิธีการคือเอาเมล็ดจุ่มลงในน้ำยา TTC หรือ 2, 3, 5 Triphenyl Tetrazolium Chloride เมื่อเมล็ดดูดสารนี้เข้าไป จะเกิดปฏิกิริยาที่ต้นอ่อน ทำให้ต้นอ่อนเป็นสีแดง สีแดงนี้จะไม่ละลายน้ำ เรียกว่า Formazan ใช้สารละลาย Tetrazolium เข้มข้นประมาณ 1% pH = 6-7 เมล็ดต้องแช่น้ำก่อนประมาณ 18-20 ชั่วโมง แล้วผ่าให้ผ่านต้นอ่อน จุ่มลงในสารละลาย แช่ไว้ 4-8 ชั่วโมง หรืออาจนานกว่านี้แล้วแต่ชนิดของเมล็ดพืช แล้วจึงดูสี

## 6.3 การเพาะเมล็ดเพื่อให้ได้กล้าพืช

เมล็ดพันธุ์พืชนั้น เมื่อนำมาผลิตเป็นกล้า จะต้องมีการเพาะให้เหมาะสมตามชนิดของเมล็ดนั้นๆ จึงจะได้กล้าที่สมบูรณ์ และเป็นการผลิตกล้าที่มีประสิทธิภาพ ในการเพาะกล้าจะต้องมี Media สำหรับใช้เพาะ คุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ในการเพาะกล้านั้น มีดังนี้

1. จะต้องโปร่ง มีอากาศถ่ายเทได้ดี อุณหภูมิพอควร ระบายน้ำได้ง่าย และควรมีน้ำหนักเบา

2. มีธาตุอาหารเพียงพอสำหรับกล้า อายุ 30-45 วัน

3. ต้องปราศจากโรค แมลง และไม่มีเมล็ดวัชพืช

4. ไม่เป็นกรด ไม่เป็นด่างจัดจนเกินไป และไม่มีวัสดุที่เป็นพิษ ไม่เป็นเกลือจัด สัดส่วนของดินผสมที่ใช้เพาะ เพื่อให้ได้คุณสมบัติของวัสดุที่เพาะดังกล่าว มีดังนี้

1. ดินร่วน 1 ส่วน ให้ธาตุอาหารแก่พืช

2. ดินทราย 1 ส่วน ระบายน้ำ ระบายอากาศ

3. ปุ๋ยหมัก 1 ส่วน ระบายน้ำ ระบายอากาศให้อินทรีย์วัตถุ

4. ปุ๋ยคอก 1 ส่วน ให้ธาตุอาหาร

เมื่อผสมเสร็จแล้วยังใช้ไม่ได้ทันที ต้องทิ้งไว้ให้ย่อยสลายประมาณ 1 เดือนเสียก่อน

ในการเพาะเมล็ดไม่ผลเพื่อทำต้นตอ (Root Stock) นั้น บางครั้งใช้เพาะในขุยมะพร้าว หรือซีเมนต์แกลบก็ได้

**การเพาะเมล็ดอาจทำได้หลายวิธีด้วยกัน ดังนี้**

1. การเพาะเมล็ดในภาชนะ วิธีนี้ต้องบรรจุ Media ที่ใช้เพาะลงในกระบะเพาะ ควรใช้ก้อนอิฐหยาบๆ วางลงข้างล่างของกระบะเพาะก่อน แล้วใส่ดินผสมลงให้หนาอย่างน้อย 3 นิ้ว และควรให้อยู่ลึกกว่าขอบกระบะเพาะประมาณ 1 นิ้ว กระบะเพาะควรมีขนาด 12 x 15 x 5 นิ้ว<sup>3</sup> จะสะดวกในการขนย้าย หลังจากนั้นก็จะเป็นการหว่านเมล็ดลงในกระบะเพาะ ทำได้ 2 วิธีคือ หว่านกระจายหรือหว่านเป็นแถว หากกระบะมีขนาดดังกล่าว จะหว่านได้ประมาณ 4-6 แถว การหว่านควรหว่านบางๆ หากเมล็ดมีขนาดเล็กควรผสมกับทรายก่อนหว่าน เพื่อเมล็ดจะได้ไม่ตกลงเป็นหย่อมๆ หลังจากหว่านแล้วควรกลบเมล็ด ถ้าเป็นเมล็ดพวกที่ต้องการแสงควรกลบบางๆ ถ้าเป็นเมล็ดที่ไม่ต้องการแสงในการงอก ควรกลบหนาๆ แต่อย่างไรก็ดี ไม่ควรกลบหนาเกิน 2-3 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของเมล็ดนั้นๆ แล้วจึงใช้เศษหญ้าหรือฟางแห้งกลบ แล้วจึงรดน้ำด้วยระบบฝอย

2. การเพาะเมล็ดในแปลงเพาะ ทำในกรณีที่เราผลิตกล้าในฤดูกาลตามปกติ สามารถเพาะได้เป็นจำนวนมาก ส่วนใหญ่การปลูกเป็นการค้ามักนิยมทำวิธีนี้ ต้องเลือกที่ทำการเพาะและการเตรียมแปลงเพาะให้เหมาะสม การดูแลทำได้สะดวก

### หลักการเลือกพื้นที่ทำแปลงเพาะ มีดังนี้

1. เลือกพื้นที่ ที่มีวัชพืชน้อย ดินมีความสมบูรณ์พอควร ไม่มีการสะสมโรคและแมลง ถ้าได้ที่ๆ ไม่เคยปลูกพืชมาก่อนจะเหมาะที่สุด
2. ทำการถางหญ้าและเอาเศษพืชออกให้หมด
3. วางรูปแปลงให้หัวแปลงและท้ายแปลง อยู่ในแนวทิศเหนือ-ใต้ กะให้ขนาดแปลงประมาณ 1 x 5 ตารางเมตร
4. ขุดดิน พลิกดินตากแดดไว้ประมาณ 1 สัปดาห์
5. ย่อยดินแล้วใส่ปุ๋ยคอกเพิ่ม ปรับระดับ pH โดยการใส่ปูนขาว
6. ยกแปลงให้สูง 15-20 เซนติเมตร
7. ฆ่าเชื้อโรคในแปลง

การหว่านเมล็ดพันธุ์ลงในแปลง หว่านให้ทั่วแปลง ผิวแปลงควรให้ดินละเอียด เมล็ดพันธุ์จะได้ไม่ตกชอกลงลึก หลังจากนั้นใช้ดินละเอียดหรือปุ๋ยคอกโรยทับ แล้วใช้ฟางคลุมหลังแปลง รดน้ำด้วยระบบฝอย ในระยะแรกที่กล้าออกควรทำร่มเงาให้ต้นกล้าบ้าง โดยใช้ผ้าดิบสีขาวคลุมบนตามขอบไม้ไค้หลังแปลง

ในระยะสัปดาห์แรกหลังจากที่เมล็ดงอก ต้องระวังมิให้กล้าอับชื้นในแปลง เพราะกล้าจะเป็นโรคเน่า ควรเปิดผ้าคลุมให้กล้าโดนแสงตอนเช้า-เย็น และขณะที่กล้าโต จะเปิดให้นานขึ้น จนกระทั่งเปิดผ้าคลุมตลอดวัน ก่อนที่กล้าจะย้ายไปแปลงปลูก การรดน้ำ ให้รดตอนเช้าและเย็น ไม่ได้เกินบ่อย 3 โมง เพราะถ้ารดน้ำเย็นเกินไป จะทำให้แปลงชื้นมากตอนกลางคืน ทำให้เชื้อราโรคเน่าระบาดแก่แปลงกล้าได้ การรดยากำจัดเชื้อราควรกระทำในระยะกล้าด้วย

## 6.4 การย้ายกล้า (Transplanting)

อาจทำการย้ายกล้าได้ 2 ครั้ง คือ ครั้งแรกย้ายกล้าจากกระบะเพาะหรือแปลงเพาะ ลงในถุขพลาสติกหรือกระถางโดยให้เป็น Individual Seedling ก่อน เมื่อกกล้าในถุขหรือกระถางโตดีแล้วจึงย้ายลงปลูกในแปลงปลูกอีกทีหนึ่ง วิธีนี้จะทำให้ได้พืชแข็งแรง ไม่กระทบกระเทือนต่อระบบราก หลังจากปลูกในแปลงปลูก และสามารถหึ่งให้กล้าอยู่ใน Individual Pot ได้นาน แต่

การถอนย้ายต้นกล้า วิธีการที่จะทำให้กล้าบอบช้ำน้อยที่สุดนั้น โดยการรดน้ำแปลงเพาะให้ชุ่ม การถอนย้ายทำได้ 2 วิธีคือ

1. Bared Robot Method ถอนให้รากพืชหลุดจากดินเลย วิธีนี้เหมาะสำหรับพืชที่แตกรากใหม่ง่าย และโตเร็ว เช่น พริก มะเขือ

2. Balled Method ให้มีดินหุ้มรากไปด้วย เหมาะสำหรับการย้ายจาก Individual Pot หลังจากย้ายกล้าหรือก่อนการย้ายกล้า ควรให้ปุ๋ยเร่ง (Starter) ซึ่งเป็นปุ๋ยที่มี  $P_2O_5$  สูง เช่น สูตร 10-52-17 ในอัตรา 5-6 lb/100 แกลลอนของน้ำ รดแก่กล้า จะทำให้พืชมีระบบรากโตเร็ว ตั้งตัวได้เร็วขึ้น

### 6.5 ข้อดีของการปลูกโดยเพาะเมล็ดในแปลงกล้าหรือกระบะเพาะก่อน

ไม่ว่าจะเป็นการเพาะในกระบะหรือในแปลงกล้า มีโอกาสที่จะดูแลกล้าได้อย่างปรานีดีกว่าในเรื่องของการพรางแสง การให้น้ำและควบคุมศัตรูพืช นอกจากนี้แล้ว ยังมีข้อดีอื่นๆ อีก คือ

1. ระยะเวลาการปลูกได้ตามต้องการ เนื่องจากเราทราบอายุพืช และทราบอายุกล้า ดังนั้นจึงสามารถกะระยะเวลาการเก็บเกี่ยวได้ เป็นผลดีในแง่การตลาด
2. ทำให้พืชอยู่ในแปลงปลูกในระยะเวลาอันสั้น จึงใช้พื้นที่ปลูกได้มากกว่า หรือมีโอกาสปรับปรุงดินได้มากขึ้น เพราะมีเวลามาก
3. เป็นการประหยัดเมล็ดพันธุ์ ไม่ต้องต้องปลูกซ่อม และไม่ต้องถอนทิ้ง เป็นการใช้เมล็ดพันธุ์อย่างมีประสิทธิภาพ

### 6.6 การปลูกพืชโดยใช้เมล็ดหว่านลงโดยตรงในแปลงปลูก

พืชไร่ล้มลุกหลายชนิดจำเป็นต้องปลูกแบบใช้เมล็ดหว่านลงโดยตรงในแปลงปลูกเลย ผักหลายชนิดก็กระทำเช่นนี้ วิธีการทำเช่นนี้มีผลดี หลายประการคือ

1. ประหยัดค่าใช้จ่ายหรือต้นทุนลงมาก
2. ไม่ต้องใช้เครื่องมือมาก
3. ปลูกได้เป็นจำนวนมาก

4. ทำได้ง่ายไม่ยุ่งยาก

5. ประหยัดเวลาในการปลูก

พืชจะเจริญจากกล้าเป็นต้นใหญ่เลย ไม่มีเวลาชะงักเหมือนตอนย้ายกล้า มีข้อควรระวังว่าแปลงปลูก ควรเตรียมอย่างประณีต เพื่อให้เหมาะสมกับการงอกของเมล็ด การจะหว่านหรือโรยเมล็ดมากน้อยเท่าใดนั้นขึ้นกับเปอร์เซ็นต์ความงอก หากหว่านมากเกินไปต้องถอนทิ้งหลังจากเมล็ดงอกทำให้สิ้นเปลืองเมล็ดพันธุ์ ดังนั้นวิธีนี้จึงเหมาะสำหรับกับเมล็ดพันธุ์ที่มีราคาสูงและหากราคาของผลผลิตของพืชต่ำ ก็ควรจะพิจารณาปลูกวิธีนี้เพราะเป็นการลดต้นทุนในการผลิตพืชที่ปลูก โดยวิธีนี้คือ ถั่วเขียว ถั่วเหลือง ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ค่ะน้า ผักบุ้ง ผักชี ผักกาดแดง บานไม่รู้เลย หงอนไก่ เป็นต้น

### 6.7 การเตรียมแปลงปลูก (Seed bed preparation)

การเตรียมแปลงปลูกถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญที่จะทำให้การขยายพันธุ์วิธีนี้สำเร็จหรือไม่ โดยทั่วไปแปลงปลูกต้องมีลักษณะดังนี้

1. อุ่มน้ำได้เพียงพอในระยะเมล็ดงอกและระยะการเจริญของกล้า
2. ดินมีคุณสมบัติที่จะให้เมล็ดดูดน้ำไปติดต่อกันไม่ขาดตอน
3. มีการระบายอากาศดี

โดยทั่วไปมักพบปัญหาคือระดับความชื้น และการถ่ายเทอากาศไม่เหมาะสมกับเมล็ดพืชจะงอก ลักษณะของดินจะต้องไม่เป็นดินทรายจัดหรือดินเหนียวจัดควรใช้ปุ๋ยคอก หรือปุ๋ยหมักปรับสภาพของดินให้เหมาะสม ปุ๋ยคอกและปุ๋ยหมักจะเพิ่มอินทรีย์วัตถุให้กับดินด้วย ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักจะต้องเป็นปุ๋ยเก่าที่ย่อยสลายตัวเต็มที่แล้ว

หลังจากเตรียมดินแล้ว เมื่อรดน้ำดูจะต้องสังเกตว่าดินนั้น ชื้นเสมอแต่ไม่เปียกแฉะหน้าดินดีจะต้องลึก 6-10 นิ้ว และในชั้น 3-4 นิ้ว จากผิวดินต้องเตรียมให้ละเอียด แปลงจะต้องแน่นพอสมควร อย่าให้มีโพรงอากาศมาก จะทำให้ดินแห้งเร็ว การเตรียมดิน คือ การไถพรวนในขณะที่ดินแห้งหรือชื้นเล็กน้อย อย่างกระทำตอนดินเปียก เพราะจะทำให้ดินแน่นและน้ำซึมยากภายหลังพืชที่ราคาของผลผลิตดี หรือเป็นโรคได้ง่าย ควรฆ่าเชื้อในดินก่อนทำการปลูก

## 6.8 การปลูก

โดยทั่วไปถ้าปลูกพืชตามฤดูกาลปีหนึ่งจะปลูกได้ 2 ฤดู คือ ฤดูฝน และ ฤดูหนาว ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงระยะเวลาที่จะส่งผลผลิตออกสู่ตลาดด้วย หากเป็นการปลูกผักมักปลูกตลอดปี หากมีน้ำเพียงพอ และเลือกผักให้เหมาะสมกับฤดูกาลที่ปลูก จำนวนเมล็ดที่ใช้หว่าน ขึ้นอยู่กับเปอร์เซ็นต์ความงอก และความบริสุทธิ์ของเมล็ดพันธุ์ โดยมีสูตรการคำนวณดังนี้

$$\text{จำนวนเมล็ด (lb / หน่วยพื้นที่)} = \frac{\text{จำนวนตันที่ต้องการ / หน่วยพื้นที่}}{\text{จำนวนเมล็ด / lb} \times \% \text{ ความงอก} \times \% \text{ purity}}$$

จำนวนที่ได้เป็นจำนวนเมล็ดที่น้อยที่สุดที่จะใช้ ดังนั้นต้องเผื่อไว้บ้าง เพื่อความเสียหายที่อาจเกิดขึ้น การกลบเมล็ดหลังจากหว่านมักกลบลึก 3-4 ของความหนาของเมล็ด

## 6.9 การผลิตพืชในโรงเรือน (Plant production indoors)

การปลูกพืชในโรงเรือนนั้น อาจเป็นการปลูกเป็นต้นใหญ่เลย หรือเป็นการผลิตกล้าหรือผลิตกล้าแล้วเก็บเอาไว้ไปปลูกในแปลงโรงเรือนอาจเป็น greenhouse หรือ nursery ก็ได้ ถ้าเป็นการเพาะหรือปลูกใน greenhouse มักทำในกรณีปลูกผักหรือไม้ดอกนอกฤดูกาล เพื่อจะได้มีการควบคุมบรรยากาศเหมาะสมจริง ๆ ในการงอก และการเจริญเติบโตของพืชนั้นๆ การปลูกพืชที่นอกฤดูกาลนี้จะต้องมีอุปกรณ์และการเอาใจใส่เป็นพิเศษ มีเครื่องมือการเตรียมดิน เครื่องมือให้น้ำ กระบะเพาะและยาฆ่าแมลง ปุ๋ย ถ้าการผลิตเป็นจำนวนน้อยไม่ยุ่งยาก หากทำเป็นจำนวนมากต้องมีการเตรียมแผนงานให้ดี ลักษณะของกระบะเพาะที่ใช้ในโรงเรือนควรมีน้ำหนักเบา ไม่แตกหรือผุพังได้ง่าย มีขนาดพอหยิบยกได้สะดวก มีรูระบายน้ำออกได้ง่าย กระบะมักมีขนาด 12 x15 x14 นิ้ว<sup>3</sup>

การปลูกพืชใน nursery ทำได้ในกรณีที่ใช้ผลิตกล้าพืชพวกไม้ปลูกป่า ไม้ร่มเงา ไม้ริมทาง หรือไม้ที่ใช้ทำ root stock ของผลไม้ประดับหลายชนิด พืชพวกนี้เพาะในโรงเรือนแล้วก็มักย้ายใส่ถุง individual pot แล้วเลี้ยงอยู่ใน nursery นั้นเป็นเวลา 1-2 ปี ในระยะระหว่างการนำไปใช้งานการปลูกในช่วง 1-2 ปีนั้น ต้องมีการตรวจโรคและแมลง ให้ปุ๋ยและคัตขนาดอยู่เสมอ ในกรณีที่ยังไม่ได้อาศัยกล้าลง individual pot จะต้องทำการทิ้งกล้าไว้ในแปลงเพาะ ควร

## 6.10 ข้อดีข้อเสียของการขยายพันธุ์พืชโดยใช้เมล็ด

สรุปการขยายพันธุ์พืชโดยใช้เมล็ดมีข้อดีดังนี้

1. ทำได้ง่ายไม่ต้องใช้เครื่องมือและเทคนิคความชำนาญมาก
2. ทำได้ในปริมาณมากๆ อย่างสะดวก
3. สิ้นค่าใช้จ่ายน้อย
4. สะดวกต่อการขนส่งและขนย้ายไปไกลๆ เพราะขนาดต้นพืชเล็ก และสามารถทำให้มีความทนทาน
5. กล้าพืชเก็บไว้ได้นานไม่อ่อนแอ
6. ระบบรากแข็งแรง
7. ทนแล้งได้ดี เพราะรากมีระบบลึก ไปหาอาหารและน้ำได้ไกลๆ
8. เมื่อระบบรากดี พืชก็เจริญเติบโตได้ดี
9. อายุยืน ให้ผลผลิตนาน
10. หากดูแลอย่างดีตั้งแต่เริ่มงอก โรคและแมลงจะน้อยและไวรัสจะไม่มีโอกาสติดจากต้นอ่อนในเมล็ด

## ส่วนข้อเสียของการขยายพันธุ์พืชแบบใช้เมล็ด

1. กลายพันธุ์ได้ง่าย
2. ต้นเจริญเติบโต สูงมาก ในกรณีไม้ผลอาจเก็บเกี่ยวยาก
3. ถ้าต้นสูงมากๆ และลมแรงทำให้ดอกและผลร่วงง่าย
4. ให้ผลผลิตช้า
5. เนื่องจากต้นใหญ่จึงเปลืองพื้นที่ในการปลูก



## 6.11 การควบคุมโรคในระยะเวลาการเพาะกล้า

ปัญหาสำคัญในการเพาะกล้าคือ โรคเน่าคอดิน(Damping off) หากโรคนี้ระบาดขึ้นในแปลงกล้า กล้าจะตายหมด จะทำให้ไม่ประสบผลสำเร็จในการขยายพันธุ์โดยเมล็ด โรคเน่าคอดินนี้เกิดจากเชื้อรา นอกจากนี้อาจมีโรคที่เกิดจากแบคทีเรีย และไส้เดือนฝอยเข้ามารบกวนด้วย ภายหลัง โรคเน่าคอดินมักเกิดและระบาดมากในฤดูฝน เชื้อที่ทำให้เกิดมีหลายชนิด เช่น *Phythium altinum*, *Rhizoctonia solani*, *Botrytis cinera* และ *Phytophthora sp.* โรคนี้อาจอยู่ในดิน หรืออาจติดมากับเมล็ดพันธุ์ เครื่องมือ หรือน้ำที่ใช้รดกล้า การเข้าทำลาย จะเข้าตั้งแต่เริ่มหยอดเมล็ด จนกระทั่งเมล็ดงอก โดยแบ่งเป็น 2 ระยะ คือ

1. Pre-emergence damping off ทำลายตอนเมล็ดงอก แต่ยังไม่โผล่พ้นผิวดิน
2. Post-emergence damping off ทำลายตอนเมล็ดงอก และโผล่พ้นผิวดินแล้ว

หากกรณีที่กำลังออกขึ้นมาแล้วมีโรคทำลาย แต่ไม่ทำให้กล้าตาย ลำต้นของกล้าจะแหงน ว่าเป็นบางส่วน ทำให้คอดคือ xylem และ phloem บางส่วนถูกทำลายไป การส่งน้ำ ส่งอาหาร ไม่สมดุลกัน ทำให้ต้นพืชนั้นโตผิดปกติลักษณะลำต้นที่คอดไปเนื่องจากโรค damping off ทำลายตอนเป็นต้นกล้านี้เรียกว่า “Wire stem”

การควบคุมโรค Damping off นั้น กระทำได้หลายขั้นตอนคือ

1. ทำลายเชื้อโรคที่ติดกับเมล็ดที่จะใช้ขยายพันธุ์ วิธีนี้ต้องฆ่าเชื้อโรคที่ติดมากับเมล็ด ได้หลายวิธี คือ

1.1 Disinfectant คือ การกำจัดเชื้อโรคที่ติดมากภายในเมล็ด เรียกว่า Seed borne

มักเป็นเชื้อราพวก *Fusarium* หรือ *Anthraxnose* สารเคมีที่ใช้คือ Formaldehyde, HgCL หรือ น้ำร้อนที่ 122° ฟ แช่เมล็ดนาน 15-30 นาที แล้วนำเมล็ดออกทันที ไม่นิยมทำกับเมล็ดที่เก็บมานานๆ

1.2 Disinfestant คือ การกำจัดเชื้อโรคที่ติดมาที่ผิวนอกของเมล็ด สารเคมีที่ใช้คือ HgCL, Calcium hypochloride หรือ Sodium hypochloride ใช้ในอัตรา 10 กรัม / น้ำ 100 ซีซี นำเมล็ดแช่ในสารละลายแล้วเขย่าเมล็ดซัก 10 นาทีหลังจากนี้แช่ทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง pH ของสารละลายที่ใช้ประมาณ 8-10

1.3 Protectant เป็นการควบคุมโดยยับยั้งเชื้อโรคที่ติดมากับเมล็ดพืช ใช้ fungicide เช่น Captan, Zinep คลุกกับเมล็ดพันธุ์ก่อนนำไปเพาะ หรือเพาะก่อนใช้ยานี้รดตาม

2. ทำลายเชื้อโรคที่อยู่ในดินที่จะเพาะกล้า (Soil sterilization) การฆ่าเชื้อโรคในดินนั้นสามารถมีวิธีการต่างๆได้ดังนี้

2.1 การใช้ความร้อน โดยการใช้ไอน้ำร้อน (Steam) ให้ไอน้ำมีความร้อน 180°ฟ และให้ผ่านดินอยู่นานประมาณ 30 นาที ข้อควรคำนึงก็คือควรให้ไอน้ำผ่านทั่วทุกตารางพื้นที่ดินดินต้องชื้นเพื่อไอน้ำร้อนจะได้กระจายได้เร็ว

2.2 ใช้ไอร้อน วิธีนี้ใช้ลมเป่าผ่านหลอดที่ร้อนแล้วให้ลมผ่านไปนดินทำเป็นชั้นๆ ดินต้องชื้น ใช้ความร้อนประมาณ 180° ฟ นาน 30 นาทีเช่นกัน วิธีนี้ต้องใช้ระยะเวลา ความร้อนจึงกระจายทั่วแปลง และไม่คุ้มค่าใช้จ่าย

2.3 ใช้ไอน้ำร้อน ใช้ไอน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 160° ฟ ราดลงดิน ควรทำติดต่อกันถึง 7 วัน

2.4 Formaldehyde เป็นการใช้แก๊ส หรือ สารละลาย 40% สารเคมีนี้จะแพร่ซึมได้ดี ความร้อนสามารถฆ่าเมล็ดวัชพืช ไล่เดือนฝอย หลังจากเทสารละลายลงนดินแล้วใช้พลาสติกคลุมไว้ อัตราส่วนที่ใช้ 1 : 50 แกลลอนของน้ำ ใช้ 2-4 ควอต / 1 ตารางฟุต เมื่อเอาผ้าพลาสติกคลุมแล้ว แก๊สจะแพร่ไปตามผิวหน้าดินแต่ไม่ระเหยไป คลุมไว้ประมาณ 24 ชั่วโมง แล้วจึงเอาพลาสติกออก ให้แก๊สระเหยไป หลังจากนั้นประมาณ 14 วัน เป็นอย่างน้อยจึงปลูกพืชได้ มักใช้กับไร่ปลูกสับปะรด หากใช้สารเคมีนี้กับกระบะเพาะกล้าขนาด 12x15 นิ้ว ใช้สารละลาย 1 ช้อนโต๊ะผสมน้ำ 5-6 เท้า คลุกดินทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง รดน้ำให้โชก

2.5 Methyl bromide สารนี้มักใช้ในแปลงที่ปลูกยาสูบ และต้านกักกันโรคพืช เป็น สารที่ไม่มีกลิ่นระเหยเร็ว เป็นพิษมาก มีอันตรายต่อคน เวลาใช้ต้องมีหน้ากาก การฆ่าเชื้อดีกว่า formaldehyde ฆ่าเชื้อได้ทุกชนิดในดินและฆ่าเมล็ดวัชพืชด้วย วิธีการใช้ หลังจากเตรียมดินแล้วเอาผ้าพลาสติกคลุมดินไว้ให้มิด แล้วเอาท่อยาเข้าไปในพลาสติก ปล่อยให้ยาออกมาในอัตรา 4 lb / 100 ฟุต<sup>2</sup> ทิ้งไว้อย่างน้อย 48 ชั่วโมง ทำให้ลึก 12 นิ้ว

2.6 Chloropectin (tear gas) สารอยู่ในรูปสารละลายคล้าย Methyl bromide การฉีดลงแต่ละจุดปล่อยสาร 2-4 ซีซี ระยะระหว่างจุดฉีดประมาณ 9-12 นิ้ว ฉีดลงลึก 3-6 นิ้ว อาจใช้ขุดดินในอัตรา 1 ซีซี/5 ตารางฟุต หลังจากฉีดยาลงในดินแล้ว คลุมแปลงด้วยพลาสติกทิ้งไว้ 3 วัน ประสิทธิภาพการซึมของยา 7-10 วัน

2.7 Vapam (Sodium-N-Methyl dithiocarbamate dehydrate) อาจใช้ราดลง

## 2.8 บนดินหรือฉีกลงในดิน แล้วทิ้งไว้ 2 สัปดาห์ จึงปลูกพืชได้

ที่กล่าวมาทั้งหมดเป็นการทำลายเชื้อโรคที่ติดมากับเมล็ดและดินที่จะใช้เพาะ

3. วิธีการควบคุมโรคโดยทำให้พืชมีอายุอยู่ในแปลงน้อยที่สุด วิธีนี้จะกระทำได้ดังนี้ คือ

3.1 ใช้เมล็ดพันธุ์ที่สมบูรณ์ มีอาหารเพียงพอต่อการเจริญเติบโตในระยะแรก

3.2 ทำให้เมล็ดพืชงอกเร็วโดยวิธีการต่างๆ เช่น แช่น้ำก่อน

3.3 ใช้ปุ๋ยเร่งเพื่อให้กล้าโตและย้ายไปแปลงปลูกได้เร็ว

4. วิธีการควบคุมโดยทำสภาพของแปลงเพาะ ไม่ให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของโรค Damping off ทำได้ดังนี้ คือ

4.1 หลีกเลี่ยงอุณหภูมิประมาณ 69-85 องศาฟาเรนไฮต์ (20-30°C) ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่เชื้อ *Phythium Rhizoctonia* เจริญได้ดี

4.2 จัดการให้มีการระบายน้ำดีหรือรดน้ำอย่าให้ชื้นแฉะ

4.3 ให้มีการถ่ายเทอากาศดี ให้บริเวณโคนกล้าโปร่ง

## บทที่ 7

### หลักการขยายพันธุ์พืชแบบไม่อาศัยเพศ

ความสำคัญของการขยายพันธุ์พืชแบบไม่อาศัยเพศ การขยายพันธุ์พืชแบบนี้รวมไปถึงการนำส่วนต่าง ๆ ของต้นพืชที่เป็น Vegetative part (ทุกส่วนยกเว้นเมล็ดที่เกิดจากการผสมพันธุ์) ไปเพาะเพื่อสร้างเป็นพืชต้นใหม่ ให้ได้จำนวนมากขึ้นตามความต้องการ ตัวอย่างเช่น การตัดส่วนของกิ่งหรือลำต้นไปปักชำเพื่อให้ออกราก ( adventitious root ) ก็จะได้พืชต้นใหม่ หรือการตัดบางส่วนของรากไปปักชำเพื่อให้รากนั้นแตกหน่อเป็นลำต้นขึ้นมา นอกจากนี้ยังสามารถนำรากหรือลำต้นของพืชต้นหนึ่งมาเชื่อมต่อกับลำต้นของพืชอีกต้นหนึ่งเพื่อให้ได้พืชต้นใหม่ซึ่งมีวิธีการอันหลังนี้เราเรียกว่า grafting

พืชสามารถเจริญเติบโตมาจากเซลล์เพียงเซลล์เดียวตัวอย่างเช่น การเลี้ยงเนื้อเยื่อจากรากของต้นยาสูบและแครอทเนื้อเยื่อนั้นจะถูกบ่มให้เซลล์แยกออกจากกันในเวลาต่อมาแต่ละเซลล์นั้นจะเจริญเติบโตเป็นพืชต้นเล็กๆ เป็นที่ทราบกันแล้วว่าโดยปกติแล้วเซลล์ต่างๆ ในพืชต้นเดียวกันจะมี genetic make up หรือ genotype เหมือนกันหมด และสิ่งนี้เองเป็นหัวใจสำคัญที่จะนำไปสู่จุดมุ่งหมายของการขยายพันธุ์พืชแบบไม่อาศัยเพศ

#### 7.1 จุดประสงค์ของการใช้การขยายพันธุ์พืชแบบไม่อาศัยเพศ

การขยายพันธุ์โดยวิธีนี้เป็นการสร้างหมู่พืชที่เรียกว่า Clones เนื่องจากการขยายพันธุ์โดยแบบนี้เป็นการเพิ่มจำนวนพืชโดยเกี่ยวข้องกับการแบ่งเซลล์วิธี mitosis เท่านั้น ซึ่งเป็นที่เข้าใจกันแล้วว่า การแบ่งเซลล์แบบนี้จะให้ส่วนใหม่ที่เกิดขึ้นมี genotype เหมือนส่วนเก่าทุกประการ นั่นคือพืชกลุ่มใหม่หรือต้นใหม่ที่ได้จากการขยายพันธุ์ วิธีนี้จะมี genotype เหมือนต้นเก่าที่เป็นต้นแม่ทุกประการ กลุ่มพืชที่มี genetic make up เหมือนกันทุกต้นเรียกว่า clone ดังนั้นการขยายพันธุ์แบบนี้จำเป็นมากสำหรับไม้ผลที่สำคัญ ๆ หลายชนิด เพราะพืชดังกล่าวเหล่านี้ genotype อยู่ในรูป heterozygous ดังนั้นจึงต้องอาศัยการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศเพื่อรักษาความเป็นสภาพ heterozygous ของพืชต้นใหม่อยู่ หากใช้การขยายพันธุ์โดยเมล็ดจะทำให้พืชต้นใหม่สูญเสีย genotype เดิมไปโดยง่าย

นอกจากนี้การขยายพันธุ์แบบนี้ยังจำเป็นสำหรับพืชที่ไม่สามารถผลิตเมล็ดหรือผลิตเมล็ดแต่ละเมล็ดไม่สมบูรณ์ไม่ออก หรือเมล็ดที่มีการพักตัวนานและแก่ช้ายาก เช่น พวกกล้วย ส้ม บางชนิด และองุ่นบางพันธุ์

พืชบางชนิดหากใช้วิธีขยายพันธุ์แบบนี้ไม่อาศัยเพศจะเพิ่มจำนวนได้รวดเร็ว และทำงานได้สะดวกกว่าที่จะขยายโดยเมล็ด โดยเฉพาะพวกที่เมล็ดมี dormancy ที่ยุ่งยากซับซ้อน และพวกที่ต้นอ่อนเจริญเติบโตช้า พืชเหล่านี้ควรขยายพันธุ์โดยวิธีไม่อาศัยเพศ จะได้จำนวนต้นมากในเวลารวดเร็วกว่า

พืชบางชนิดถ้าปลูกโดยเมล็ดจะมีระยะ juvenility อันยาวนาน และเมื่อพืชอยู่ในระยะนี้ จะไม่มีการให้ผลผลิตหรือออกดอกออกผล นอกจากนี้ระยะ juvenility ของพืชบางชนิดยังมีลักษณะที่ไม่น่าพอใจไม่ว่าในด้านรูปร่างหรือสีของพืช เช่น การมีหนาม และลักษณะเหล่านี้จะหายไปได้เมื่อพืชนั้นโตขึ้นหรืออายุเข้าสู่ maturity ดังนั้นหากขยายพันธุ์โดยวิธีไม่อาศัยเพศจากส่วนของพืชที่เป็น maturity จะได้พืชต้นใหม่ที่ไม่ม่มีลักษณะ juvenility แต่หากเอาส่วนของพืชต้นเดิมที่มีลักษณะ juvenility มาขยายพันธุ์ก็จะได้พืชต้นใหม่ที่มีลักษณะ juvenility อยู่ ช่วงหนึ่งจะยาวนานแค่ไหนขึ้นอยู่กับว่าส่วนของพืชนั้นออกกรากง่ายยากเพียงไร

ไม้ผลและไม่ประดับหลายพันธุ์ได้จากการขยายพันธุ์แบบนี้ไม่อาศัยเพศ ซึ่งเริ่มจากต้นแม่ที่ดีเพียงหนึ่งต้นเท่านั้น และต้นแม่ที่ดั้นนี้อาจได้มาจากเมล็ดหรือการกลายพันธุ์ของกิ่งใดกิ่งหนึ่งในต้นพืชซึ่งผลจากการกลายนั้นดีเป็นที่น่าพอใจ เราเรียกว่า **“bud sport”** คำว่า clone โดยทั่วไปจะหมายถึงหมู่พืชที่เกิดจากต้นแม่เดิมเพียงหนึ่งต้นโดยวิธีการขยายพันธุ์แบบนี้ไม่อาศัยเพศ เช่น การปักชำ การแยกหน่อ หรือการต่อกิ่ง เป็นต้น ดังนั้นหมู่พืชที่ได้จะมี genotype เหมือนกันหมด วิธีการที่ปฏิบัติรักษากับพืช clone ใด clone หนึ่งนั้น จะเป็นวิธีเดียวกันหมด เช่น การขยายพันธุ์ การเขตกรรม การป้องกันโรค และแมลงและเทคนิคในการผสมพันธุ์ข้าม

สำหรับการผสมข้าม ( cross-pollination ) หากจะกระทำต่อ clone ใดแล้ว จะต้องนำพืช clone อื่นมาผสมด้วย ห้ามทำการผสมโดยใช้พืชสองต้นใน clone เดียวกันมาผสมกัน เพราะการกระทำเช่นนี้ไม่ใช่การผสมข้าม แต่เป็นการผสมตัวเอง ( Self pollination ) เนื่องจากพืชใน clone เดียวกันมี genotype เหมือนกัน ของพืชหลายชนิดถูกสร้างขึ้นโดยการสังเกตจากการ bud sport ของต้นแม่ เช่น ส้ม navel orange ซึ่งไม่มีเมล็ด เมื่อได้กิ่งใดกิ่งหนึ่งดีก็กิ่งนั้นมาขยายโดยวิธีไม่อาศัยเพศ เช่น การติดตา การต่อกิ่ง จะได้พืชพันธุ์ใหม่จำนวนมากใน

การขยายพันธุ์พืชแบบไม่อาศัยเพศเองตามธรรมชาติ เช่น การแตกหน่อ การเจริญของ ลำต้นใต้ดิน และบนดิน เช่น bulb, rhizome หรือ stolon ทำให้เกิด clone ขึ้นเองตามธรรมชาติ นอกจากนี้การผลิตเมล็ดแบบ apomictic seed ก็เป็นการสร้าง clone ของพวก Rosaceae Gramineae, Compositae พืชหลายชนิดขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศตามธรรมชาติสร้าง จำนวนพืชได้รวดเร็วกว่าการขยายพันธุ์โดยเมล็ดเสียอีก แต่เหตุการณ์จะเป็นปกติเมื่อ สภาพแวดล้อมเหมาะสม แต่เมื่อสภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไปในทางที่จะทำให้ตายหรือเป็นผล เสียหายแก่พืชแล้วหน่อพืชที่ขยายพันธุ์เองแบบไม่อาศัยเพศนั้นจะตายหรือได้รับผล กระทบกระเทือนทั้งหมด แต่หน่อพืชที่เกิดจากเมล็ดจะได้รับผลกระทบกระเทือนน้อยกว่า อาจมี ต้นแข็งแรงอยู่รอด ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจากในหน่อพืชที่ขยายพันธุ์โดยเมล็ดนั้นจะมีความ แปรปรวนของ genotype ข้อนี้นี้เป็นผลดี ผลเสียของการขยายพันธุ์แบบอาศัยเพศและไม่อาศัย เพศ

ควรจะทำความเข้าใจด้วยว่าในหน่อพืชที่เป็น clone เดียวกันนั้นย่อมมีความแตกต่างกัน ระหว่างต้น เนื่องจากลักษณะของแต่ละต้นที่พืชแสดงให้เห็นนั้นเป็น phenotype ลักษณะนี้ ขึ้นอยู่กับ genotype ก็จริงอยู่ แต่สภาพแวดล้อมก็มีอิทธิพลต่อลักษณะนี้ ดังนั้นแม้พืช clone เดียวกันจะมี genotype เหมือนกันก็จริงอยู่ แต่หากพืชนั้นตกอยู่ในสภาพแวดล้อมที่แตกต่าง กันแล้วพืชนั้นย่อมแสดงลักษณะออกมาไม่เหมือนกัน ลักษณะที่แตกต่างออกไประหว่างต้นพืช ใน clone เดียวกันนั้น จะพบได้เช่น ลักษณะของดอกหรือผล ทั้งนี้เนื่องจากปลูกพืชใน สภาพแวดล้อมไม่เหมือนกัน เช่น สภาพภูมิอากาศ ความอุดมสมบูรณ์ของดิน โรคและแมลง เข้ามาทำลายมากน้อยและอื่นๆ ยกตัวอย่างเช่น ผลของลูกแพร์ พันธุ์ "Bartlett" จะมีลักษณะ กลมถ้าปลูกในแคลิฟอร์เนีย แต่ผลจะมีลักษณะยาวเรียว ถ้านำพืชพันธุ์เดียวกันนี้ไปปลูกในรัฐ วอชิงตันหรือโอเรกอน ความแตกต่างของรูปร่างของผลนี้เนื่องจากสภาพภูมิอากาศไม่ เหมือนกัน อย่างไรก็ตามแม้ว่าจะปลูกไม้ผล clone เดียวกันในส่วนเดียวกัน บางครั้งผลไม้ที่ได้ อาจมีลักษณะไม่เหมือนกันก็ได้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากจำนวนเมล็ดที่อยู่ในผลไม้นั้นด้วย และ นอกจากนี้ยังพบว่ามีความแตกต่างของรูปร่างใบในพืช clone เดียวกัน ปลูกในแปลงเดียวกัน เพราะว่าพืชบางต้นอยู่ในที่ร่มจะมีรูปร่างลักษณะของใบแตกต่างจากพืชที่อยู่ในที่แจ้ง ในพืชน้ำ บางชนิด ส่วนของพืชบางส่วนที่ไม่ได้จมอยู่ในน้ำจะมีรูปร่างของใบแตกต่างจากส่วนที่จมอยู่ใน น้ำ ความแตกต่างระหว่างต้นพืชใน clone เดียวกันที่อยู่ในแปลงเดียวกันนั้น มีจะเนื่องมาจาก

clone ของพืชจะคงลักษณะอยู่อย่างเดิม ตราบใดที่ยังใช้การขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศอยู่ ลักษณะของ clone นั้น อาจจะสูญหายไปถ้าพืชนั้นถูก virus เข้าทำลาย และเราหยุดทำการขยายพันธุ์ clone ที่ถูก virus เข้าทำลาย ดังนั้นควรเลือก clone ที่สามารถต้านทานต่อ virus เท่านั้นนอกจากนี้อาจเกิด mutation เกิดขึ้นกับส่วนใดส่วนหนึ่งของพืช clone นั้น

**ความแตกต่างภายใน clone พืช** เนื่องจากอายุของพืช ต้นอ่อนของพืชหลายชนิด แตกต่างจากพืชที่มีอายุมาก หมายถึงพืชมีการเปลี่ยนแปลงจาก juvenility ไปเป็น adult ในบางพืชระยะ juvenile จะแตกต่างจาก adult มากในด้านรูปร่างและสรีรวิทยา ซึ่งเราเรียกความแตกต่างในเรื่องนี้ว่า **ONTOGENETIC** เนื่องจากเมื่ออายุพืชถึงช่วงหนึ่งจะเกิดการเปลี่ยนแปลงที่เยื่อเจริญของยอดอ่อน แต่ว่า Genotype ของพืชไม่ได้เปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นลักษณะที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อพืชอายุมากขึ้นจึงไม่ถาวร เพราะถ้าพืชนั้นผลิตเมล็ด เมื่อเรานำเมล็ดจากพืชนั้นไปปลูกจะได้พืชที่มีลักษณะ juvenile เหมือนเดิม และเมื่ออายุมากขึ้นจะเกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะเหมือนตอน adult อีก เราสามารถพิสูจน์ได้ว่าเยื่อเจริญเกิดการเปลี่ยนแปลงในด้านการสร้าง tissue แต่ genotype ไม่เปลี่ยน โดยเอาเมล็ดที่เป็น apomixis ไปเพาะก็จะได้พืชระยะ juvenile มีลักษณะต่างจากจาก adult การเปลี่ยนรูปร่างจาก juvenile ไปเป็น adult นี้เป็นขบวนการที่แตกต่างไปจากการเปลี่ยนแปลงของพืชจากระยะ vegetative ไปเป็น reproductive และก็แตกต่างไปจากขบวนการ Senescence ของพืช

ตัวอย่างการเปลี่ยนรูปร่างพืชจากระยะ juvenile ไปเป็น Adult เช่น ใน Acacia melanoxyton และ Eucalyptus sp. ใน Acacia melanoxyton ต้นอ่อนที่งอกจากเมล็ดจะมีใบเป็น bipinnate เมื่อต้นอ่อนเจริญเติบโตขึ้นใบจะเป็นพวก phyllode ส่วนใน Eucalyptus ส่วนล่างของลำต้นจะมีใบหนาใหญ่ที่เป็น Sessileleaves และส่วนบนของลำต้นใบจะมี petiole ยาวและใบก็จะแคบและยาวขึ้นด้วย ในพืชอีกหลายชนิด เช่น พวกส้ม แอปเปิล ะยะ juvenile จะสังเกตได้โดยที่มันไม่มีการสร้างดอกและมีการเจริญเติบโตที่แข็งแรงมาก และลำต้นมีหนาม เมื่ออายุมาถึงระยะ adult จะเริ่มให้ผลผลิต ความแข็งแรงของลำต้นจะลดลงและไม่

หนาม ระยะ juvenile ของ *Hedera helix* จะดูได้จากลำต้นจะเลื้อย และมีขอบใบเป็น palmate เรียงแบบ Alternate พอถึงระยะ adult หรือ สร้างดอกกลับมีลำต้นตั้งตรงและเป็นไม้พุ่ม ขอบใบจะเรียบ ใบเป็นรูปไข่ เรียงตัวแบบ opposite ในพวก conifer เช่น junipers จะมีใบเป็น needle ในระยะ juvenile และจะมีใบเป็น scale leaf ในระยะ Adult

ในการขยายพันธุ์พบว่าหากการทำกรตัดชำ (cutting) จากกิ่งที่มีลักษณะที่เป็น juvenile จะออกรากได้ง่ายกว่ากิ่งที่เอามาจากระยะ Adult ข้อนี้เป็นความแตกต่างทางสรีรวิทยาของระยะ juvenile กับ Adult

ดังนั้น หากทำการปลูกพืชที่มี ontogenetic โดยเมล็ดก็จะพบว่าในพืชต้นเดียวกัน บางส่วนจะมีลักษณะของ juvenile และบางส่วนจะมีลักษณะเป็น Adult หากจะใช้สองลักษณะนี้มาเพื่อการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ เราเรียกว่า **TOPOPHYSIS** ยกตัวอย่างเช่น

หากนำตาจากส่วนของลำต้น สัม แพร์ หรือแอปเปิลที่เป็น juvenile มาติดต่อกับต้นต่อแล้ว จะได้พืชต้นใหม่แข็งแรง มีหนาม และใช้เวลานานกว่าพืชต้นใหม่นี้จะออกดอกและให้ผล ในทางตรงกันข้ามหากนำตาจากกิ่งที่มีลักษณะเป็น Adult มาใช้ติดตา จะได้พืชต้นใหม่ที่ไม่ว่างแข็งแรง ไม่มีหนาม แต่จะออกดอกออกผลเร็ว นอกจากนี้ยังพบว่าใน *Thuja plicata* หากใช้ส่วน juvenility มาขยายพันธุ์จะให้พืชต้นใหม่ที่ต้านทานโรคได้ โดยวิธีการขยายพันธุ์ในหลักการนี้ เราสามารถจะศึกษา juvenility ของพืชบางชนิด เช่น พากสน และ *Hedera* ได้นานมาก ปรากฏการณ์ของ topophysis อีกอย่างหนึ่งจะพบได้ในพืชที่มีกิ่ง 2 ชนิด คือ กิ่งตั้ง (vertical branch) กับกิ่งนอน (horizontal branch) ตัวอย่างเช่น *Araucaria* หากใช้กิ่งทางนอนมาขยายพันธุ์พืช ต้นไม้จะมีกิ่งนอนหมด ดังนั้นจึงควรใช้กิ่งตั้งมาขยายพันธุ์จึงจะให้พืชต้นใหม่มีลำต้นตั้งตรง

ข้อได้เปรียบของ ontogeny ก็คือ การเลือกใช้ส่วนที่มีอายุมากมาขยายพันธุ์ เพื่อให้ต้นใหม่มีผลผลิตเร็ว และเมื่อเรากระทำดังนี้แล้ว จะไม่ปรากฏว่าพืชที่ได้ใหม่มีความแตกต่างกันในส่วนต่างๆ ของลำต้น คือ ไม่มีลักษณะของ juvenility ขึ้นในพืชต้นใหม่

อย่างไรก็ดี หากต้องการเรียกลักษณะ juvenility กลับคืนมาก็กระทำโดยใช้วิธีการตัดชำราก (root cutting) เป็นที่น่าสังเกตว่า juvenility จะมีส่วนล่างๆของลำต้น เช่น ตา ที่แตกหลังจากตัดต้นให้เหลือแต่ตอที่โคน หรือ กิ่งที่เป็น SPHAEROBLAST



## 7.2 ความแปรปรวนที่เกิดขึ้นในพืชที่มีการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ

**Mutations** เป็นการเปลี่ยนแปลง genotype ที่มักเกิดกับส่วนที่เป็น somatic (vegetative) cell และเซลล์นี้จะแบ่งตัวต่อไปแบบ mitosis โดยเฉพาะหากทจุดที่เซลล์นั้นเปลี่ยนแปลงเป็นจุดที่จะมีการเจริญเติบโตต่อไปแล้วก็จะได้ส่วนของพืชส่วนใหม่ที่แตกต่างไปจากส่วนอื่นภายในต้นเดียวกัน

Mutation แบ่งออกได้เป็นหลายประเภท กล่าวคือ การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทาง genetic นั้น อาจเกี่ยวข้องกับการผิดไปของ gene ที่อยู่บน chromosome ซึ่งเรียกว่า point mutations หรืออีกประการหนึ่ง เป็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากการผิดปกติของ chromosome โดยตรง เช่น การหักขาดของ chromosome ท่อนหนึ่งท่อนใด การเพิ่มขึ้นของ chromosome หรือ chromosome inversion การที่ chromosome เพิ่มขึ้นอาจเป็น aneuploidy หรือ polyploidy ก็ได้ การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้มีผลทำให้ลักษณะหรือคุณสมบัติของ clone นั้น เสียไป

โดยทั่วไปแล้ว mutation หรือการเปลี่ยนแปลงของ chromosome นี้เป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นไม่บ่อยนัก แต่อย่างไรก็ดี โอกาสที่จะเกิดขึ้นก็มีโดยเฉพาะกับพืชทำการขยายโดยไม่อาศัยเพศมาเป็นเวลานานติดต่อกัน พืชที่ขยายพันธุ์โดยไม่อาศัยเพศมักเป็นพืชที่มี genotype อยู่ในรูป heterozygous ดังนั้นถ้า dominant gene เปลี่ยนก็จะกลายเป็น recessive gene จะปรากฏลักษณะแตกต่างจากของเดิมอย่างชัดแจ้ง ดังนั้นต้นที่ผิดปกติไปนี้ควรตัดทิ้งไป หรือหากต้องการเก็บไว้ก็ควรแยกออกมาเป็นอีก clone หนึ่ง

ปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์สามารถทำให้พืชมีการเปลี่ยนแปลงทาง genotype ได้โดยใช้ สารเคมี เช่น chlchicine รังสีเอ็กซ์เรย์ การผ่านเมล็ดเข้าไปในสารที่เป็น radioactive

**Chimera** ปรากฏการณ์ที่เรียกว่า chimera นี้อาจเกิดได้กับพืชทั้งต้น หรือบางส่วนของพืช โดยที่เนื้อเยื่อของพืชนั้นประกอบขึ้นด้วย genotype ที่แตกต่างกัน จนลักษณะที่ปรากฏออกมาไม่เหมือนกัน chimera บางอย่างเกิดขึ้นแล้วทำให้พืชอ่อนแอและไม่เป็นที่ต้องการและบางพืชเมื่อเกิด chimera แล้วกลับเป็นที่ต้องการและทำให้ได้ clone ใหม่ขึ้นมา ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดเจน คือ การที่พืชมีใบต่างจะพบในพวก Ficus, Sansevieria, Hydrangea, Dahlia ในพืชเหล่านี้ส่วนที่เป็นพืชสีขาวเป็นส่วนที่ไม่สามารถสร้างเม็ดสีของ chlorophyll ขึ้นได้ ขณะที่ส่วนที่เป็นสีเขียวนั้นมี chlorophyll ตามปกติ ผลก็คือใบจะต่างขาวสลับเขียว

ในบางพืช การที่ใบต่างขานเป็นผลมาจากไวรัสเข้าทำลายในกรณีนี้ใบจะเป็นจุดขาว ประๆ เต็มไปหมด (mottled, mosaic) สามารถทำให้ดอกไม้เกิดการต่างได้ด้วย

ตัวอย่าง chimera ที่เกิดกับผลไม้ เช่น ผลพวงส้มที่มีที่มีผิวของเปลือกไม่เหมือนกัน กล่าวคือ บางแห่ง ขรุขระ บางแห่งเรียบ หรือ สีของผิวแตกต่างกัน ปรากฏการณ์เป็น chimera ที่เกิดขึ้นกับเนื้อเยื่อส่วน (epidermis) เท่านั้น แต่เนื้อเยื่อชั้นในยังคงเดิมไม่เปลี่ยนแปลง คือมี genotype เหมือนกัน ในเนื้อเยื่อชั้นในบางครั้งพบว่าเนื้อของผลไม้บางส่วนมีรสหวาน แต่บางส่วนมีรสเปรี้ยว ดังนั้นก็เป็น chimera ก็คือการที่ blackberry ไม่มีหนามที่ลำต้นนั้นเป็น chimera ที่ epidermis เท่านั้น chimera ที่เกิดขึ้นเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงจำนวน chromosome (cytochimera) ก็จะได้พบได้ในส่วนต่างๆของต้นพืช เช่น บางส่วนของเนื้อเยื่อเป็น diploid แต่บางส่วนเป็น polyploid

#### การกำเนิดของ chimera มีได้หลายทางคือ

1. เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ( spontaneous mutation ) อาจเกิดขึ้นกับเนื้อเยื่อชั้นใดชั้น

หนึ่งที่จุด growing point (bud) และทำให้บางส่วนของพืชนั้นผิดไปได้เนื่องมาจากผลของการแบ่งเซลล์ อันที่ผิดปกติไปนั่นเอง

2. การเกิดขึ้นโดยการใช้สารเคมี คือ colchicine ไปทำให้ growing point เปลี่ยนทาง genetic

3. การจากการถ่ายทอดทางพันธุกรรม เช่น เมื่อพบว่ามีพืชต่างเกิดขึ้น ต่อมาจะพบว่าพืช

หมุ่นั้นจะให้ลูกหลานที่มีทั้งปกติ ต่างและขาว การต่างในพืชชั่วต่อมาก็จะมากน้อยไม่เท่ากัน

4. chimera อาจเกิดได้จากการ graft ซึ่งอธิบายในตอนหลัง

**chimera** มีหลายประเภทและสามารถถ่ายทอดไปยังลูกหลานได้หรือไม่ โดยการขยายพันธุ์แบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศ นั้นขึ้นอยู่กับว่า chimera นี้ เป็นไปในลักษณะใด บางครั้ง chimera ที่เกิดขึ้นในต้นแม่อาจสูญหายไปในช่วงลูกก็ได้ การคงอยู่ของลักษณะ chimera ในช่วงลูกจะมีมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับชนิดหรือโครงสร้างของ chimera ในต้นแม่ ซึ่งจะได้บรรยายต่อไป ประการแรกที่สุด ต้องทำความเข้าใจเสียก่อนว่า ยอดอ่อนของพืชดอกทั่วไปประกอบด้วยเนื้อเยื่อเป็นชั้นๆ ซึ่งจำแนกได้ 3 ชั้น ดังรูป แต่ละชั้นจะแบ่งเซลล์และเจริญให้ได้ส่วน

ต่าง ๆ ของต้นพืชเพื่อความสะดวกจะให้เครื่องหมายของชั้นนอกสุดว่า L - I ซึ่งเนื้อเยื่อชั้นนี้จะแบ่งเซลล์ให้เป็น epidermis ของลำต้น ชั้นในถัดเข้าไปคือ L - II แบ่งเซลล์ให้เป็นเนื้อเยื่อของ Cortex และบางส่วนของ vascular cylinder ควรจำไว้ด้วยว่า เซลล์สืบพันธุ์ใน anther และ ovule ก็มาจากชั้น L - II นี้เอง ชั้นในสุดคือ L - III จะให้กำเนิดป็นเนื้อเยื่อชั้นในสุดของ cortex และ vascular cylinder กับ pith ให้พิจารณาเมื่อจำนวน ploidy ของเนื้อเยื่อทั้งสามชั้นนั้นไม่เท่ากันเนื่องจากจำนวน chromosome ของ L - II เปลี่ยนแปลงไปเป็น  $4n$  ดังนั้นในเนื้อเยื่อต่าง ๆ ของต้นพืชจะมีจำนวน chromosome ไม่เท่ากัน ปรากฏการณ์เช่นนี้เรียกว่า 2-4-2

ประการที่สอง ที่ต้องจำก็คือ chimera จะเป็นแบบใดนั้นขึ้นอยู่กับทิศทางของการเจริญเติบโตหรือการแบ่งเซลล์ กล่าวคือ ที่จุด growing point นั้น จะมีการแบ่งเซลล์ออกไปอย่างคู่ขนาน (periclinally) หรือแบ่งเซลล์ออกไปทแยงมุม (anticlinally) กับผิวนอก เซลล์ใน L - I มักแบ่งแบบ anticlinal ส่วนในเซลล์ L - II ตอนยอด ๆ จะแบ่งแบบ periclinal ส่วนล่าง ๆ จะไม่มีทิศทางแน่นอน ส่วนเซลล์ใน L - III จะมีทั้งแบบ anticlinal และ periclinal

ดังนั้นในบางโอกาสขณะที่ growing point แบ่งเซลล์และเจริญพัฒนาเป็นส่วนต่าง ๆ ของลำต้น อาจเกิดการสับสนที่หรือแทนที่กันในการกำเนิดโดยเฉพาะมักจะสับสนในชั้น L - II กับ L - III นั่นคือ chimera เดิมของลำต้นที่เป็น 2-4-2 เมื่อแตกกิ่งข้างออก chimera ของกิ่งข้างอาจเปลี่ยนเป็น 2-4-4 ก็ได้เมื่อการเปลี่ยน chimera มาเป็นแบบนี้ลักษณะภายนอกจะไม่เปลี่ยนแปลงแต่บางครั้ง chimera อาจเปลี่ยนไปเป็น 4-4-2 ก็ได้ ถ้าเปลี่ยนไปในกรณีนี้จะสังเกตเห็นได้ง่ายเพราะเนื้อเยื่อในชั้น epidermis เกิดการเปลี่ยนแปลงไปแต่การเปลี่ยนมาเป็นแบบนี้ยากไม่เกิดบ่อย

ประการที่สาม คือตำแหน่งของตาข้างมีผลต่อการเกิด chimera ถ้า chimera เกิดขึ้นเพียงข้างเดียว growing point เมื่อ growing point เจริญเป็นลำต้นหรือกิ่งจะปรากฏว่ากิ่งบางกิ่งเท่านั้นผุดแตกไป กิ่งข้างที่เกิดจากส่วนของ growing point ที่ผุดปกติจะเป็นสิ่งที่ผุดปกติ ส่วนกิ่งข้างที่เกิดจาก growing point ที่ปกติก็เป็นกิ่งที่มีลักษณะเหมือนเดิม ให้ดูรูปข้างล่างที่แสดงการเกิด chimera ที่ growing point และการกำเนิดกิ่งที่เป็น chimera ชนิดต่าง ๆ กัน ซึ่งเป็นผลมาจาก growing point ที่ chimera เกิดการเจริญในจุดต่าง ๆ กัน

**Sectorial chimeras** ปรากฏการณ์แบบนี้เกิดจาก chimera ที่ประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 2 ประเภท มี genetic make up ที่ต่างกัน ทำให้ต้นพืชมีลักษณะ 2 ข้างไม่เหมือนกัน ใบและตา

ข้างที่เกิดจาก growing point ที่เป็น chimera จะมีลักษณะของ chimera ที่แตกต่างจากของเดิมออกไปขึ้นอยู่กับจุดกำเนิดที่ออกจาก growing point นั้น ปรากฏการณ์เช่นนี้มักเกิดกับรากมากกว่าจะเกิดที่ยอด มักจะเริ่มเป็นขณะที่ embryo เจริญเติบโตใหม่ ๆ ก่อนที่จะแยกชั้นต่าง ๆ ในเนื้อเยื่อชั้น chimera แบบนี้ไม่อยู่ตัว ในขณะที่เจริญแตกสาขา อาจให้ส่วนที่แตกออกมาใหม่เป็นเนื้อเยื่อปกติหรืออาจเป็น chimera เดิม และก็อาจเกิดเป็น periclinal chimera ขึ้นได้

**Periclinal chimeras** การเกิด chimera แบบนี้หมายถึงเนื้อเยื่อเฉพาะผิวด้านนอกเท่านั้นที่เกิดการผิดปกติของ genotype ส่วนแกนกลางด้านในจะปกติ chimera ชนิดนี้มักจะถาวรไม่กลับกลายเป็น chimera อย่างอื่น ถ้าขยายพันธุ์ให้ถูกวิธี พืช Rubus บางชนิดจะไม่มีหนามที่ผิวของลำต้นซึ่งผิดปกติเนื่องจากเนื้อเยื่อชั้นผิวขาด gene ที่ทำให้เกิดหนาม หากพืชต้นนี้ขยายพันธุ์ต่อไปโดยวิธีการตัดกิ่งชำก็จะให้พืชต้นใหม่ที่ไม่มีหนาม หากถ้าใช้วิธีตัดชำรากจะให้พืชต้นใหม่ที่มีหนามเพราะรากนั้นเกิดมาจากเนื้อเยื่อชั้นใน genotype ไม่มีการเปลี่ยนแปลง แม้ว่าจะใช้เมล็ดจากต้นไม่หนามมาปลูกก็จะได้พืชต้นใหม่ที่มีหนาม เพราะ gamete เกิดจากเซลล์ในชั้น L - II จะทำให้ลูกมีลักษณะผิดปกติไปได้

มีมันฝรั่งบางพันธุ์ที่เป็น periclinal chimera ได้มีการทดสอบโดยการเอาตาออกจากหัวมันฝรั่งจะทำให้เกิดตาขึ้นมาแทนที่อีกเป็นจำนวนมาก ตาชุดหลังนี้เกิดจากเนื้อเยื่อชั้นในต้นทะลุออกมา ได้ทำการเอาตาของมันฝรั่งพันธุ์ "Noroton Beauty" ออก มันฝรั่งพันธุ์นี้มีหัวเป็นจุดลายๆ เมื่อเกิดตาใหม่เข้ามาแทนที่ตาที่เด็ดออกไป แล้วเอาตาใหม่นี้ไปปลูก ให้หัวมันฝรั่งสีแดงเป็นพันธุ์ใหม่ชื่อ "Triumph" นอกจากนี้ในทำนองเดียวกันนี้ยังพบว่ามันฝรั่งพันธุ์ "Golden Wonder" มีหัวสีน้ำตาลเปลือกหนาขรุขระ ยังสามารถให้มันฝรั่งพันธุ์ใหม่ชื่อ "Langworthy" ซึ่งมีหัวสีขาว เปลือกบางเรียบได้

การขยายพันธุ์พืชที่เป็น periclinal chimera นี้ แบบการตัดชำไปยังให้ลูกหลานที่ได้ไม่เหมือนต้นแม่เพราะหน่อเล็กๆ ที่เกิดจากใบนั้นมีกำเนิดมาจากเนื้อเยื่อชั้นใน

**Mericlinal Chimera** chimera แบบนี้เกือบจะคล้าย periclinal chimera ต่างกันก็ตรงเนื้อเยื่อด้านนอกเปลี่ยนแปลงไปหมดรอบ ดังรูปพบ chimera แบบนี้บ่อยๆ ในพืชปลูกทั่วไป เกิดได้เนื่องจากเซลล์เพียงเซลล์เดียวใน growing point เกิดการเปลี่ยน genotype ไป chimera นี้เปลี่ยนแปลงได้ กล่าวคือ เมื่อใช้การขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ อาจได้พืชต้นใหม่ปกติหรือ

เป็น periclinal chimera ได้ ขึ้นอยู่กับว่าตาจะแตกออกตรงส่วนใด ถ้าแตกออกตรงส่วนที่เป็น chimera ก็จะได้ periclinal ถ้าแตกออกตรงส่วนปกติก็จะได้พืชปกติยกเว้นตาที่แตกจากยอดของ growing point เท่านั้นก็จะรักษาความเป็น mericlinal chimera ไว้ได้

**Budsports** การเกิดการกลายพันธุ์ขึ้นของกิ่งใดกิ่งหนึ่งในลำต้นพืช และลักษณะที่กลายไปนั้นสามารถรักษาไว้ได้โดยการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ เราเรียกว่า budspore budspore อาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของ gene หรือ chromosome ก็ได้ การเกิดนี้เป็นผลเนื่องมาจาก chimera และมักพบกับตาข้างที่มีกำเนิดมาจากส่วนของ growing point ที่ผิดปกติทาง genetic ไป นอกจากนี้ budspore อาจเกิดมาจากผลของการที่ตามีความผิดปกติ เช่น กำเนิดมาจาก เนื้อเยื่อชั้นในที่เป็น chimera หรือ L-II แบ่งเซลล์มาแทนที่เนื้อเยื่อในชั้น epidermis หรือจากการเกิดตาแบบ adventitious bud

การผิดปกติไปเช่นนี้ทำให้ได้ clone ใหม่ขึ้นมาด้วย ซึ่งมักเรียกว่า Cultivars การเกิด budspore นี้มีมากและบางครั้งทำให้ได้พืชพันธุ์ใหม่ที่ดีกว่าเดิมด้วย ตัวอย่างเช่น ไม้ผลและไม้ประดับต่างๆ ใน Florida ได้ grapefruit พันธุ์ใหม่สีชมพูจากกิ่งของ grapefruit พันธุ์เก่าที่มีผลสีเขียวส้ม Washington Navel ซึ่งมีคุณสมบัติดีในทางการค้าคือไม่มีเมล็ด ได้มาจาก budspore ที่เกิดจากส้ม Brazilian พันธุ์ Laranja Selecta mutation เกิดมากในผลของแอปเปิล โดยที่สีของผิว ขนาด รูปร่างแตกต่างกัน

นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลง chromosome ในด้านจำนวน (polyploidy) จะทำให้เกิด budspore ประเภทที่มีขนาดใหญ่ขึ้นกว่าเดิมได้ บางครั้งในแปลงไม้ผลหรือไม้ดอกหลายชนิดจะพบว่ามีการเกิดกิ่งใดกิ่งหนึ่งใหญ่และแข็งแรงผิดปกติ เมื่อตรวจสอบ chromosome จะพบว่า เป็น polyploidy ในเนื้อเยื่อชั้นใน อาจเป็น periclinal chimera และผลของ chimera แบบนี้จะมีอิทธิพลต่อเมื่อถ้าเราตัดแต่งกิ่งต้นเดิมไปตัดเอาตาทิ้งไป ทำให้เกิดตาใหม่มาเป็นกิ่งแขนง ซึ่งตาใหม่นี้จะเกิดจากเนื้อเยื่อชั้นในซึ่งผิดปกติ

polyploidy จะเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติกับไม้ผลต่างๆ เช่น สตอเบอร์รี่ แอปเปิล ต้นที่เป็น polyploidy นี้จะมีผลใหญ่และรูปร่างผิดปกติไป นอกจากนี้ยังมีกิ่งใหญ่รูปทรงเป็นพุ่ม

budsport ที่พบในแอปเปิลเป็น pericrinal chimera แบบเนื้อเยื่อชั้นในเป็น tetraploid (68 cromosomes) และล้อมรอบด้วย diploid (34 cromosome) เป็น budsport ที่มีลักษณะใหญ่มาก เรียก “Delicious”

budsport อาจเป็นไปได้ในทางที่เลวลงกว่าเดิมได้ และมีเป็นจำนวนมากที่เลวลงกว่าเดิม ชาวสวนที่สังเกตเห็นจะทำลายทิ้งไป หากเก็บไว้จะเป็นผลเสียต่อผลผลิตและทำให้ได้ผลไม่คุ้มค่า

**Graft chimera** ได้มีการทำให้เกิด chimera โดยวิธีการ graft ได้ หากกิ่งเป็น scion ถูกตัดทิ้งจนติดกับ rootstock จะพบว่ามีการเกิดขึ้นมากมายที่บริเวณเป็น graft union ในบางโอกาสจะได้ตาดำที่มีกำเนิดมาจากส่วนประกอบของเนื้อเยื่อทั้งของ rootstock และ scion ผลก็คือการเกิด chimera ที่ตานั้นหาก genetic makeup ของพืช 2 อันนั้นแตกต่างกัน

Winkler ได้ทำการ graft เพื่อให้เกิด chimera ขึ้นในเยอรมัน เขาใช้พืชใน Family Solanaceae โดยใช้ Lycopericon esculentum เป็น scion ไปติดกับ Solanum nigrum และทำในทางกลับกันด้วย คือ เอา Solanum nigrum ไปติดบน Lycopericon esculentum เมื่อรอยต่อเชื่อมติดกันดีแล้ว ก็ตัดกิ่งทิ้งไปเหลือแต่รอยต่อ ต่อมาตรงรอยตัดจะเกิดการแบ่งเซลล์และมีตาเกิดขึ้นมาก ต่อมาต้นนั้นเจริญเป็นกิ่ง ส่วนใหญ่จะเป็นกิ่ง มีลักษณะเป็น Lycopericon หรือ Solanum มาก แต่บางกิ่งเขาก็พบว่ามีลักษณะครึ่งๆกลางๆ จะเหมือน Solanum ก็ไม่เชิงจะเหมือน Lycopericon ที่เดียวก็ไม่ใช่ เขาเรียกว่า chimera อาจเป็น pericrinal chimera โดยมีเนื้อเยื่อชั้นนอกเป็นของ Lycopericon แต่เนื้อเยื่อชั้นในเป็นของ Solanum กิ่งที่เป็นแบบนี้จะให้ผลและเมล็ดเป็น Solanum

มีตัวอย่างการ graft ที่ทำให้เกิด chimera อีกก็คือ การกำเนิดของส้มพันธุ์ “bizzarria” ส้มพันธุ์นี้จะมีผลซึ่งข้างหนึ่งเป็น C.medica และอีกข้างหนึ่งเป็น C.aurantium ส้มพันธุ์นี้กำเนิดโดยเดิมที่เดียวได้มีคนเอา C.aurantium มา graft บน C.medica แต่การ graft นั้นไม่เจริญ ต่อมาตรงรอย graft union มีตาเกิดขึ้นมาก และปรากฏว่ามีตาข้างหนึ่งให้เป็นกิ่งซึ่งต่อมาผลิตผลส้มเป็น bizzarria ดังกล่าว เข้าใจว่า chimera ของกิ่งนั้นเป็น pericrinal เหตุการณ์นี้เกิดขึ้นที่อิตาลี และยังมีพืชอีกหลายชนิดที่เกิด chimera ขึ้นเพราะการ graft บางครั้งพืชที่ได้ใหม่มีลักษณะไม่เหมือนพืชเดิมสองชนิดที่ graft กัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการรวมกันของ

nucleus ของพืชทั้งสองจึงมีผู้เรียกว่า graft hybrid ได้มีผู้ตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับ graft hybrid ไว้มาก แต่ก็ยังไม่มียันใ้ได้รับการรับรองอย่างมั่นคง

### ไวรัสเป็นตัวการทำให้ลักษณะของพืชผิดไปคล้ายการ mutation

ส่วนใหญ่แล้วการกลายพันธุ์ของพืชเกิดจากการผิดปกติของ gene และลักษณะที่กลาย จะถ่ายทอดไปยังพืชต้นใหม่ การกลายพันธุ์บางอย่างเป็นการกลายหรือการเปลี่ยนแปลง ลักษณะเพราะมีไวรัสเข้าทำลายและลักษณะนี้อาจหายไปในช่วงลูกหลาน หรืออาจยังคงอยู่ก็ได้แล้วแต่ วิธีการของการขยายพันธุ์ ตัวอย่างการผิดปกติ เพราะไวรัส เช่น การแห้งหรือเหลืองของตาและผิวของลำต้น ซึ่งเป็นกับไม้ผลหลายชนิด ดังนั้นในการขยายพันธุ์ ต้องมีการสังเกต พืชให้ดี ควรเลือกเฉพาะกิ่งหรือส่วนที่ปกติเท่านั้น จะเป็นการป้องกันไวรัสเข้าไปในตัวด้วย

**การเข้าทำลายไวรัส** พืชจะแสดงอาการผิดปกติมากขึ้นอยู่กับความต้านทานต่อโรคไวรัส ไวรัสชนิดเดียวกันอาจทำให้พืชต่างๆแสดงอาการไม่เหมือนกัน อย่างไรก็ดี พืชที่มีความต้านทานสูงก็ย่อมมีเชื้อไวรัสเข้าฝังอยู่ในเนื้อเยื่อแต่จะไม่แสดงอาการผิดปกติเท่านั้น ดังนั้นเมื่อพืชนี้ไป graft รวมกับพืชที่อ่อนแอ พืชที่อ่อนแอจะแสดงอาการของโรคได้ชัดเจน อันนี้จึงเป็นวิธีหนึ่งของการทดสอบว่าพืชมีเชื้อไวรัสหรือไม่

ไวรัสสามารถติดต่อกันได้โดยแมลง เช่น เพลี้ยหรือตักแตนเป็นพาหะในพืชสตรอเบอรี่ *Fragaria vesca* เป็นพันธุ์ที่ไม่ต้านทานต่อไวรัส ดังนั้นหากสงสัยว่าสตรอเบอรี่พันธุ์ใดจะมีไวรัสแฝงอยู่หรือไม่ ก็นำพันธุ์นั้นมา graft กับ *F.vesca* โดยใช้ graft ของ runner หรือทำ leaf graft ก็ได้ โดยที่หากว่าพันธุ์ที่สงสัยมีไวรัสจะปรากฏว่าอีก 2-3 อาทิตย์ต่อมา *F.vesca* จะแสดงอาการผิดปกติ

**7.3 การรักษาให้ Clone ของพืชบริสุทธิ์** ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่า clone ของพืชอาจเปลี่ยนแปลงได้เนื่องจากเชื้อโรคไวรัส แบคทีเรีย รา เข้าทำลาย และมีการเปลี่ยนแปลง genetic makeup เป็นที่เข้าใจกันดีว่า ชาวสวนต้องพยายามไม่ให้เกิดการผิดปกติเนื่องจากเชื้อโรค เพราะมีการระวังป้องกันได้ หากเกิดการปกติที่เลวก็就会被ตัดทิ้งไปอย่างไรก็ดี พืชที่ไม่แสดงอาการอาจมีเชื้อโรคแฝงอยู่ในเนื้อเยื่อ แต่ที่ไม่แสดงอาการเพราะสภาพแวดล้อมอาจไม่เหมาะสมสำหรับเชื้อโรคนั้น แต่ถ้านำพืชนั้นไปปลูกที่อื่นที่สภาพแวดล้อมผิดไป พืชนั้นอาจแสดง

อาการเป็นโรคได้ เช่น มันฝรั่ง ที่มีเชื้อไวรัสจะแสดงอาการผิดปกติอย่างเห็นได้ชัด ถ้าปลูกในที่อากาศเย็น แต่จะไม่แสดงอาการผิดปกติ ถ้าปลูกในที่อากาศร้อน ดังนั้นในการนำพืชไปปลูกที่อื่นต้องมีการทดสอบก่อนว่า พืชนั้นต้องไม่มีเชื้อโรคแฝงอยู่ เพื่อจะไม่เป็นการแพร่กระจายโรคด้วย

วิธีการรักษาพันธุ์ให้บริสุทธิ์ปราศจากโรคและเชื้อโรค (disease free, pathogen free) ได้ทำกันมานานกับพืชเศรษฐกิจ เพื่อไม่ให้ผลผลิตลดลง หลักการที่จะทำเพื่อให้ clone บริสุทธิ์ ต้องคำนึงถึงระบบต่างๆ ดังนี้

1. คัดเลือกขยายเฉพาะต้นที่ไม่ผิดปกติไม่มีโรคแมลง
2. รักษาพืชนั้นไม่ให้โรคเข้าทำลาย หรือคอยสังเกตตัดเอา budspot ออก
3. ใช้วิธีการขยายพันธุ์ที่ไม่เป็นบ่อเกิดการติดเชื้อโรค

การกระทำดังกล่าว ต้องคำนึงถึงค่าใช้จ่ายด้วย แต่ก็จำเป็นในการส่งพืชออกต่างประเทศ

หลักการดังกล่าวมีรายละเอียดแต่ละขั้นตอนดังนี้

**การคัดเลือกต้นที่ดีเพื่อการเริ่มต้น** เป็นจุดแรกที่ต้องใช้ความปราณีต มักจะเลือกในหมู่

พืชที่มีการเจริญสม่ำเสมอกันลำต้นแข็งแรง และมีการขยายพันธุ์อย่างถูกวิธีมาก่อน และต้องพิจารณาอย่างรอบคอบถึงโรคแมลง เข้าทำลายเมื่อตัดเอาพืชนั้นมา ควรเขียนป้ายชื่อให้ถูกต้อง ขั้นตอนต่อมาควรเอาพืชที่เลือกมานั้นมาทดสอบไวรัสหรือเชื้อโรคอื่นดังรูป ถ้าทดสอบแล้วปรากฏว่าผลเป็น negative ก็แสดงว่าพืชนั้นไม่มีเชื้อโรคเข้าทำลาย หากพบว่าไม่มีพืชอันใดที่เก็บมาปราศจากเชื้อโรค ภูตต้องใช้เทคนิคการขยายพันธุ์พิเศษ หรือคัดเลือกเอาจาก ตา หัว หน่อเล็กๆ ซึ่งโดยปกติแล้วส่วนเหล่านี้เชื้อโรคไม่เข้าไปอยู่มาขยายพันธุ์

การคัดเลือกเอาเฉพาะส่วนของพืชที่ไม่มีเชื้อโรคพิจารณา ดังนี้

1. เชื้อโรคที่เป็น Soilborne เช่น Verticillium และ Phytophthora จะเข้าทำลายเฉพาะส่วนของต้นที่อยู่ทางด้านโคน ดังนั้นควรเลือกเอาส่วนยอดของลำต้นมาขยายพันธุ์
2. จุด growing point เช่น terminal bud มักจะไม่มีเชื้อโรคอยู่ ดังนั้นควรนำมาขยายโดยวิธี



Meristem-tip culture เช่น คาร์เนชัน กล้วยไม้ เบญจมาศ

3. ใช้น้ำร้อนลวกในส่วนที่จะนำไปขยายพันธุ์ ต้องคำนึงว่าส่วนของพีชนั้นจะต้องทนความร้อนได้ ที่ใช้กันก็มี หัวของ gladiolus โดยใช้ความร้อน  $110^{\circ}$  - $135^{\circ}$  ฟ (43.5° -57° ซ) เวลานาน 1 / 2-4 ชั่วโมงวิธีการนี้ใช้มาแบคที่เรีย ราและไส้เดือนฝอยได้ดี

4. วิธีนี้ต่างจากข้อสามคือ ใช้ความร้อนต่ำกว่าและเวลายาวนานกว่า คือ ใช้  $37^{\circ}$  -  $38^{\circ}$  ซ (98-100ฟ) เป็นเวลา 2-4 สัปดาห์ต้องปลูกพีชในที่ปลูก และขณะที่ทำต้องเอาพีชเข้าไปในตู้ปรับอุณหภูมิตั้งกล้าว วิธีการ 2 อย่างหลังนี้ต้องทดสอบโดยการ graft มาก่อนว่าพีชนั้นไม่มีไวรัส เพราะ 2 วิธีนี้ไม่ทำลายไวรัส

5. ใช้สารเคมีบางอย่างฆ่าเชื้อรา เป็นการแช่ rhizome ของขิงในสารละลายของฟอร์มาดีไฮด์ เพื่อฆ่าเชื้อรา Phytophthora

6. การใช้เมล็ดขยายพันธุ์มักได้ต้นใหม่ที่เป็นต้นที่ไม่มีไวรัส (มีข้อยกเว้นบางพีช) เมล็ดนั้นใช้ได้ทั้ง apomitic seed และ nonapomictic seed

**การรักษาพีชที่คัดเลือกมา** ควรนำมาปลูกในพื้นที่ๆ ไม่มีโรคและแมลงพีชแปลงนี้เรียกว่า foundation block และถ้าขยายพันธุ์พีชนั้นออกไปปลูกในแปลงที่ควบคุมโรคแมลงอีก เราเรียกว่า mother block แปลง mother block ควรคำนึงหลักดังนี้

1. ต้องห่างจากพีชชนิดอื่นเพื่อป้องกันการผสมข้ามอย่างน้อยต้องมีระยะครึ่งไมล์
2. ความสะอาดของเครื่องมือเครื่องใช้และการกำจัดเชื้อโรค
3. ต้องทดสอบโรคแมลงเป็นระยะๆ รวมทั้งการตรวจโดยการสังเกตพีชแต่ละต้น หากพบผิดปกติ ต้องตัดทิ้งทันที

#### 7.4 ระบบการส่งพีชออกสู่มือผู้ปลูก

จุดมุ่งหมายของการมีระบบนี้ขึ้นมา คือเพื่อให้ผู้ปลูกได้รับพีชที่ถูกต้องตามพันธุ์และปราศจากโรคไปปลูก เพื่อให้ได้ผลผลิตสูง ระบบดูได้จากรูป และการกระทำนี้จะทำในที่เป็นการค้ารายใหญ่ หรือโดยมากจะกระทำที่หน่วยราชการของการเกษตร

**ข้อบังคับตามกฎหมายกักกันพืชของประเทศไทย** กำหนดข้อบังคับการนำเข้า-ออก นอกประเทศไทย ไว้ดังนี้

1. สิ่งต้องห้าม ห้ามนำเข้ามาในประเทศ เช่น พืชที่เป็นโรค พืชที่มีแมลง ดิน สัม เมล็ด  
ข้าว ฯลฯ

2. สิ่งจำกัด เมื่อจะนำเข้ามาในประเทศจะต้องมีใบรับรองใบปลอดศัตรูพืช เช่น ยาสูบ  
ฝ้าย กาแฟ มันฝรั่ง อ้อย กล้วย สับปะรด มันเทศ ฯลฯ

3. สิ่งไม่ห้าม นำเข้ามาในประเทศได้ แม้จะไม่มีใบรับรองปลอดศัตรูพืช เช่น แอปเปิล  
แพร์ ลูกพลับ องุ่น ลิ้นจี่ กล้วยไม้ ไม้ดอก ฯลฯ

ทั้งสิ่งจำกัดและสิ่งไม่ห้ามที่นำเข้ามาจะต้องแจ้งต่อเจ้าหน้าที่กักกันพืช เพื่อทำการตรวจ  
ณ. ตำนข. ที่นำเข้า หากประสงค์จะขอใบรับรองปลอดศัตรูพืช สำหรับพืชที่นำออกนอกประเทศ  
ให้ติดต่อกับกองควบคุมพืช และวัสดุการเกษตร

## บทที่ 8

### ลักษณะทางเนื้อเยื่อและลักษณะทางสรีระ ซึ่งเป็นพื้นฐานของการขยายพันธุ์โดยวิธีตัดชำ

(Anatomical and Physiological Basis of Propagation by Cuttings )

ในการขยายพันธุ์ โดยวิธีตัดชำกิ่งหรือตัดชำ leaf bud นั้น สิ่งสำคัญคือต้องให้กิ่งหรือใบนั้นออกตาโดยเร็วที่สุด เพราะส่วนที่เป็นลำต้นได้จากส่วนที่นำมาแล้ว ส่วนการตัดชำรากนั้นจะต้องให้กิ่งแตกออกมาโดยเร็วจาก adventitious bud ในการตัดชำใบหรือส่วนต่าง ๆ ของใบทั้งรากและลำต้นจะต้องแตกออกมาจากส่วนของใบนั้น มีเซลล์เป็นจำนวนมากที่อยู่ในส่วนต่าง ๆ ของลำต้น แม้ว่าส่วนนั้นจะแก่ แต่เซลล์เหล่านั้นก็มีความสามารถในการที่จะกลับมาเป็นเซลล์เยื่อเจริญ ( meristematic cell ) และแบ่งเซลล์ให้เป็นรากหรือลำต้น หรือได้ทั้งสองอย่าง ทั้งนี้เนื่องมาจากในเซลล์เดี่ยว ๆ แต่ละเซลล์ นั้นมีความสามารถที่จะสร้างต่อไปให้เป็นต้นพืชใหม่

ลักษณะทางเนื้อเยื่อในการกำเนิดรากของกิ่งตัดชำ ( Stem cutting ) ก่อนจะทำความเข้าใจในเรื่องนี้ ต้องมีความรู้ในเรื่องเนื้อเยื่อชนิดต่าง ๆ ที่เรียงกันในลำต้น

ขั้นตอนในการกำเนิด adventitious root ในการตัดชำกิ่งมีดังนี้

1. การเริ่มต้นสร้างกลุ่มของเนื้อเยื่อเจริญ root initials
2. เยื่อเจริญนั้นเจริญนั้นเติบโตไปเป็นส่วนต่าง ๆ ของราก ( root primordia )
3. รากเจริญออกมาให้เห็นโดย โผล่พ้นถึงออกมาพร้อมทั้งมีการเชื่อมต่อระหว่าง vascular bundle ของรากกับกิ่ง

**8.1 การกำเนิดเนื้อเยื่อของราก** พืชส่วนมากจะสร้างเนื้อเยื่อที่จะเป็นราก หลังจากตัดกิ่งมาชำโดย ที่จะมีเนื้อเยื่อกลุ่มหนึ่ง เริ่มทำหน้าที่เป็นเนื้อเยื่อเจริญ ในพืชพวกไม้เนื้ออ่อนเนื้อเยื่อนี้จะอยู่ด้านนอก หรือระหว่าง vascular bundle เป็นกลุ่มเนื้อเยื่อเล็ก ๆ ทำหน้าที่เป็นเนื้อเยื่อเจริญให้ root initial ต่อมาจะแบ่งเซลล์และทำหน้าที่เป็นต้นกำเนิดราก ( root primordia ) ในขณะเจริญหรือแบ่ง เซลล์ส่วนหนึ่งจะกลายเป็นปลายราก และอีกส่วนจะกลายเป็น vascular

bundle เชื่อมกับของลำต้นขณะนี้รากจะมีความยาวแทงออกมาเห็นชัด โดยผ่านชั้น cortex และชั้น epidermis ดังนั้นการออกรากนี้จึงเป็นแบบ endogenously ในเบญจมาศ กิ่งที่ตัดมาจะออกรากโดยกำเนิดจากกลุ่มเซลล์ในบริเวณ interfascicular ในพวกมะเขือเทศ แตง จะมีกำเนิดมาจากกลุ่มเซลล์ของ phloem

ในการทำ leaf bud cutting กลุ่มเซลล์ที่ทำให้กำเนิดรากอยู่ข้าง ๆ vascular bundle หรือบริเวณ leaf traces

ในพวกไม้เนื้อแข็งซึ่งมี xylem และ phloem หลายชั้น รากจะกำเนิดจากเนื้อเยื่อที่อยู่ใน secondary phloem และบางครั้งก็มาจาก rays หรือ cambium หรือ pith ในกุหลาบ(Rosa dilecta) เนื้อเยื่อที่ทำให้กำเนิดรากมาจากเซลล์ตรงติดกับ cambium หรือ ray ใน secondary phloem.

หลังจากปักกิ่งลงในกะบะชำแล้ว ได้มีการศึกษาทางกล้องจุลทรรศน์ พบว่าในเบญจมาศ จะมี ioot initail หลังจาก 3 วันไปแล้ว ในคาร์เนชั่นหลังจาก 5 วัน และในกุหลาบหลังจาก 7 วัน และสังเกตเห็นได้ด้วยตาประมาณ 10 วัน ในเบญจมาศ และประมาณ 3 อาทิตย์ในกุหลาบและคาร์เนชั่น

การสร้าง root initial ขึ้นก่อน ขณะที่กิ่งกำลังติดอยู่กับต้น ก็มีเยื่อเจริญนี้อยู่แล้ว แต่เยื่อเจริญนี้จะไม่แบ่งเซลล์และเติบโตเป็นราก ขณะที่กิ่งยังติดอยู่กับต้นต่อเมื่อกิ่งนั้นถูกตัดไปวางในที่ที่เหมาะสม เนื้อเยื่อนั้นจึงแบ่งเซลล์ ตัวอย่างพืชที่มีเยื่อเจริญอยู่ก่อนแล้ว เช่น ไทร ยาง อินเดียด ส้ม บางชนิด ในพืชบางชนิด ต้นแก่ จะมีปุ่ม ๆ ตามลำต้นเป็นผลจากการสร้างรากจากเนื้อเยื่อชั้นในเรียกปุ่ม ๆ นี้ว่า burrknot การที่มีเนื้อเยื่อนี้ขึ้นก่อนทำให้กิ่งตัดชำออกรากเร็ว อย่างไรก็ตามก็ดี พืชบางชนิดที่ออกรากเร็วก็ไม่ได้หมายความว่า พืชนั้นจะมีเยื่อเจริญเกิดขึ้นก่อน

การตัดชำใช้กับพืชในพวกใบเลี้ยงคู่ ส่วนพวกใบเลี้ยงเดี่ยวบางชนิดก็ทำได้ แต่ต้องการสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมจริง ๆ adventitious root นี้เกิดขึ้นในพืชใบเลี้ยงคู่และเกิดที่ intercalary region ซึ่งอยู่ที่ฐานของข้อ และ adventitious root นี้ยังเกิดที่หัวข้อพืชต่าง ๆ ด้วย

Callus ( กลุ่มของเนื้อเยื่อ ) โดยทั่วไปแล้วหลังจากที่ตัดกิ่งแล้ววางไว้ในสภาพที่เหมาะสมจะพบเนื้อเยื่ออกขึ้นที่ฐานของรอยตัด กลุ่มเนื้อเยื่อนี้เป็น parenchyma ที่แบ่งตัวขึ้นมาอย่างมากมาย กลุ่มเนื้อเยื่อนี้มาจาก เซลล์บริเวณ vascular cambium ที่ติดต่อกับ phloem อย่างไรก็ตามก็ดีจะมีบางส่วนของเซลล์ของ cortex หรือ pith บ่อยครั้งที่เห็นรากแรก ๆ โผล่มา

จาก Callus นี้ทำให้เชื่อว่า callus นี้มีผลต่อการออกราก อย่างไรก็ตามก็มีการศึกษาทำให้พบว่าการออกรากกับการสร้าง callus นั้นไม่เกี่ยวข้องกัน แต่ที่เกิดขึ้นมาทั้งสองอย่าง เพราะสภาพแวดล้อมเหมาะสมและลักษณะ ภายในที่กำเนิดคล้ายกัน

มีหลักฐานยืนยันว่า pH ของวัตถุที่ใช้ปักชำมีผลต่อการเกิด callus และ pH นี้ก็มีผลกระทบต่อการออกรากด้วย ในการตัดชำกิ่งพืชชนิดหนึ่งพบว่า หาก pH 6.0 ให้ callus ที่ใหญ่ รูปร่างไม่ดีและเนื้อเยื่อนุ่ม และกิ่งนั้นจะออกรากง่าย หากเพิ่มความเป็นด่างขึ้นไปให้ pH ประมาณ 11.0 callus จะเล็ก แข็ง เกาแฉะเป็นแนวยาว และกิ่งนั้นไม่ออกราก เมื่อตัดดูพบว่ามี root initial แต่ไม่สามารถแทงทะลุ callus ที่แข็งออกมาได้ ดังนั้นการออกรากขึ้นอยู่กับเวลาที่รากงอกออกมาภายนอกสะดวงหรือไม่

## 8.2 การตัดชำใบ ( Leaf Cutting )

มีพืชเป็นจำนวนมากไม่ว่าจะเป็นใบเลี้ยงคู่หรือใบเลี้ยงเดี่ยว สามารถนำใบชำเป็นต้นได้กำเนิดต้นอ่อนของพืชที่เกิดมาจากใบนั้นแตกต่างกันแล้วแต่ชนิดของพืช แต่สามารถจำแนกได้ว่าพวกหนึ่งมีต้นกำเนิดมาจาก primary meristem และอีกพวกหนึ่งมีต้นกำเนิดมาจาก secondary meristem

Primary meristem หมายถึงเนื้อเจริญที่เกิดมาจากเซลล์ของ embryo และเนื้อเยื่อนี้ไม่เคยกลายเป็นส่วนอื่นในการเจริญเติบโต ส่วน Secondary meristem เป็นเนื้อเยื่อที่ทำหน้าที่เป็นส่วนต่าง ๆ แต่บางครั้งก็กลับมาเป็นเนื้อเยื่อเจริญอีก

**Leaf cutting with primary meristems** ของใบ Bryophyllum ทั้งใบ เมื่อไปวางในที่เหมาะสมจะงอกต้นเล็ก ๆ ออกมาจากรอยเว้าซึ่งอยู่ตามขอบใบ ต้นอ่อนที่งอกนั้นกำเนิดมาจาก Foliar embryos ซึ่งเกิดขึ้นตามขอบใบขณะที่ใบกำลังเจริญ จนกระทั่งใบเจริญเต็มที่ต้นอ่อนที่แผ่ตัวขนานไปอยู่ในเส้นใบ เมื่อใบแก่ foliar embryos นี้เจริญเต็มที่พอดีจะหยุดพักตัวอยู่จนกระทั่งส่วนล่างที่ใบนั้นไปตกอยู่ในสภาพเหมาะสมหรือได้รับความชื้น ต้นเล็ก ๆ เหล่านั้นจะงอกขึ้นมาอย่างรวดเร็ว รากจะขยายออกทางด้านล่าง จนกระทั่งไม่นานต้นเล็ก ๆ นี้จะเจริญเป็นอิสระ และใบแก่ก็ตายไปในที่สุด อันนี้เป็นตัวอย่างที่เนื้อเยื่อเจริญมาเป็นต้นอยู่ในพวก primary meristem

**Leaf cutting with secondary meristem** ในบางพืช เช่น *Begonia rex*, *Sansevieria*, *Lilium* เมื่อใช้ใบไปปักต้นอ่อนที่เกิดขึ้นจะจาก Secondary meristem ซึ่งมาจากฐานของใบ หรือก้านใบในกลีบกระเทียม เมื่อนำไปเพาะส่วนที่จะมาเป็นตาหรือหัวใหม่ จะกำเนิดจาก parenchyma ที่อยู่ทางด้านบนของกลีบ และเมื่อให้กำเนิดตาแล้ว parenchyma ส่วนใต้ตาที่เกิดขึ้นจะเป็นราก ในระยะแรกตาที่เกิดจได้อาหารจากกลีบเดิม ต่อมากลีบเดิมจะแห้งไป

ในต้น African violet (*Saintpaulia*) เมื่อนำใบไปชำจะเกิดลำต้นซึ่งมีกำเนิดมาจากเซลล์ที่แก่แล้วในใบกลายเป็นเนื้อเยื่อเจริญอีก รากกำเนิดมาจากเซลล์ที่มีผนังบางซึ่งอยู่ระหว่าง vascular bundle ต้นใหม่เกิดจากเซลล์ของ epidermis และ cortex ซึ่งอยู่ใต้ epidermis เมื่อรากออกมาทำหน้าที่ดูดน้ำอาหารหลายสัปดาห์กว่าลำต้นจะโผล่ออก ต้นอ่อนในระยะแรกได้อาหารจากใบที่ตัดชำ แต่ส่วนของใบนั้นจะตายไปในระยะหลัง

ในพืชอีกหลายชนิด เช่น มันเทศ รากและลำต้นที่ออกมาจากใบที่ตัดชำจะเกิดจาก callus ที่เกิดขึ้นบริเวณรอยตัด callus นี้เกิดจาก secondary meristem

adventitious root เกิดขึ้นบนใบนั้นจะเกิดได้เร็วกว่า adventitious bud ในบางพืช เช่น ยางอินเดีย (*Ficus elastica*) เวลาตัดชำต้องเอาส่วนของกิ่งที่มีตาไปกับใบด้วย เพราะว่ารากเกิดจากก้านใบจริง แต่ตาไม่เกิดขึ้น

### 8.3 การตัดชำราก (Root cutting)

รากที่นำไปตัดชำนั้นต้องมีความสามารถที่จะสร้าง adventitious bud ในบางกรณีต้องเกิด adventitious root ด้วย อย่างไรก็ตาม adventitious bud นั้น เกิดอยู่แล้วในรากตั้งแต่ก่อนตัด โดยเฉพาะเมื่อรากนั้นมีแผล ในรากอ่อนตาจะกำเนิดจากชั้นของ pericycle ใกล้เคียง cambium โดยเกิดเป็น root primordia ก่อน ส่วนในรากแก่ตาจะเกิดจากชั้นของ phellogen ซึ่งอยู่ข้างนอก หรืออาจเกิดจาก ray ถ้าตาเกิดจากรอยแผลจะเกิดจาก callus ที่รอยแผลที่ผิวรากนั้น

การเกิดตาจากส่วนของรากสามารถเร่งโดยใช้ Cytokinin ความเข้มข้นของ kinetin ประมาณ 0.1 ppm สามารถเร่งการเกิดตาในการตัดชำรากได้ ในทางตรงกันข้าม auxin เช่น IAA จะยับยั้งการเกิดตาจากราก

ในการตัดชำรากนี้ปรากฏว่าการเกิดเนื้อเยื่อเจริญของส่วนรากจะเป็นไปได้ยากกว่าการเกิดตา การก้ำกักรากอ่อนๆ ขึ้นมาอีกนั้น ต้องอาศัยการเจริญของรากแขนงซึ่งก้ำกักรากอยู่แล้วภายในรากเดิม อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาพบว่าบางครั้งมีเนื้อเยื่อบริเวณ vascular cambium เป็นตัวให้ก้ำกักรากฝอยขึ้นมาใหม่

การให้ก้ำกักรากใหม่ที่ได้จากการตัดชำรากนั้นเป็นไปได้หลายทางแล้วแต่ชนิดของพืช โดยทั่วไปพบว่า ตาจะก้ำกักรากขึ้นมาก่อน ต่อมาจะมีรากฝอยเกิดขึ้นได้เหนือที่เจริญจากรากนั้น แทนที่จะมีรากฝอยเจริญมาจากส่วนของรากที่ตัดชำ

ในบางพืชรากจะแตกออกมามากในขณะที่เนื้อเยื่อเจริญในบางชนิดสามารถให้ก้ำกักรากได้แต่ไม่ก้ำกักราก บางชนิดให้ก้ำกักรากแต่ไม่ก้ำกักราก ในสองกรณีหลังนี้พืชจะตาย สำหรับส่วนของรากที่ไม่สามารถให้ก้ำกักรากได้ ทั้งต้นทั้งรากใหม่ก็จะอยู่ได้นานกว่าแต่ในที่สุดก็จะเน่าไป

ในการตัดชำรากปรากฏว่ารากที่ได้จากต้นพืชที่อยู่ในระยะ juvenility จะประสบความสำเร็จมากกว่าการตัดชำรากต้นพืชที่แก่ เหตุที่เป็นเช่นนี้เพราะรากต้นพืชที่แก่นั้นให้ก้ำกักรากได้มาก ทั้งนี้อาจจะเป็นอิทธิพลของ juvenility ซึ่งก็เกิดขึ้นในการตัดชำกิ่งด้วย

ข้อควรระวังในการตัดชำรากก็คือ ต้นพืชใหม่ที่ได้ อาจมีลักษณะไม่เหมือนต้นแม่ หากต้นแม่เดิมมี chimera เป็นแบบ periclinal

#### 8.4 พื้นฐานทางสรีรวิทยาในการก้ำกักรากของการตัดชำ

สารควบคุมการเจริญเติบโต (Plant growth substances) ไม่เป็นที่น่าสงสัยว่ามีสารเร่งให้

เกิดรากในกิ่งที่ตัดชำ แต่ต้องใช้ในระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมสารต่างๆ เหล่านี้เช่น auxin, cytokinins และ gibberellins ในหมู่สารเหล่านี้ถือว่า auxin มีความสำคัญมากที่สุดและทำการทดลองกันมาก นอกจากสารเหล่านี้ยังมีสารอื่นอีกที่ช่วยสนับสนุนการออกราก

**Auxins** ได้ทำการศึกษากันมากเพราะสารนี้มีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับการเจริญเติบโตของต้น การสร้างราก และการยับยั้งการเจริญเติบโตของตาข้าง และยังเกี่ยวข้องกับ การร่วงของใบผล การเจริญเติบโตของผล และการทำงานของเซลล์ใน Cambium ในต้นพืชจะพบ auxin เป็นประจำ และการทำงานของ auxin ก็ไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับพืช ดังนั้นกลไกในการทำงานของสารนี้ยังไม่เป็นที่แน่นอน

มีสารเคมีที่สังเคราะห์ขึ้นและมีการทำงานเหมือน auxin หลายอย่างเช่น IAA ซึ่งเหมือนกันกับที่สกัดได้จากต้นพืช นอกจากนี้ยังสามารถสังเคราะห์สารที่ยังไม่เคยสกัดได้จาก ต้นพืชเช่น NAA (Naphthaleneacetic acid) IBA (Indole butyric acid) และ 2,4 - dichlorophenoxy acetic acid

ในพืชสามารถสกัด auxin ได้จากตายอดและใบอ่อน และสารนี้จะเคลื่อนที่จากยอดลงมาข้างล่าง และถ้าเราแช่กิ่งไม้ลงในสารละลายของ auxin ที่เราสังเคราะห์ขึ้น สารละลายของ auxin จะขึ้นไปยอดได้ทาง xylem

auxin ที่ได้จากต้นพืชอยู่ในสารประกอบเคมีเป็น Indole-3-acetic acid ซึ่งเหมือนกับสารที่เราสังเคราะห์ได้ ในการทดลองหลายครั้งสรุปได้ว่า auxin เป็นตัวทำให้เกิดรากในกิ่งตัดชำได้มาก แต่ในการใช้ต้องให้ความเข้มข้นเหมาะสม ในการตัดชำรากนั้นปรากฏว่า ด้าน distal เป็นด้านที่ให้กำเนิดราก เพราะด้านนี้มีระดับ auxin สูง ส่วนด้าน proximal เป็นด้านที่ให้กำเนิดลำต้นเพราะด้านนี้มี auxin น้อยกว่า ในการทดลองต้นพืชเดียวกันนี้แต่มีการให้ auxin เพิ่มเติมให้กับรากที่นำมาตัดชำปรากฏว่า จะให้รากทั้งด้าน distal และ proximal และถ้าเอา auxin ออกรากนั้นจะให้กำเนิดแต่ลำต้นทั้งสองด้าน

Cytokinin เป็นสารเร่งการแบ่งเซลล์ ในห้องปฏิบัติการสามารถสังเคราะห์สารนี้ได้ เช่น adenine, kinetin และ 6-benzyl adenine จากการทดลองตัดชำกิ่งยาสูบ พบว่าเมื่อให้ kinetin



**Gibberellin** สารตัวนี้ไม่มีผลให้การสร้างยอดและสร้างรากในการตัดชำ แต่บางครั้งจะยับยั้งการสร้าง Secondary meristem

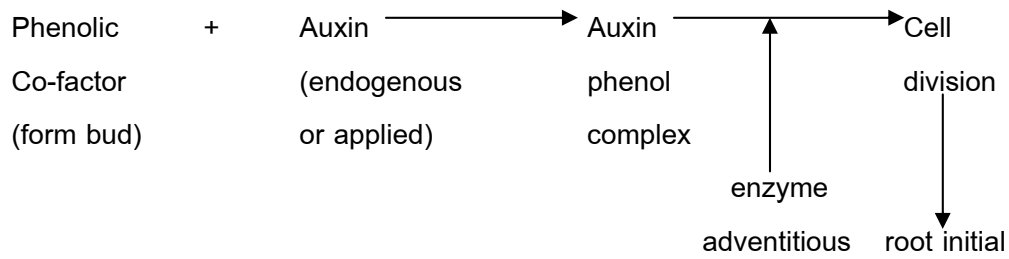
**Auxin and Cytokinin** สารสองตัวมีบทบาทในการสร้างพืชต้นใหม่ และยังพบว่า Cytokinin นั้น สามารถทำให้พืชเกิดยอดทั้งสองข้างในการตัดชำราก สารสองตัวนี้ทำงานร่วมกันและมีความสัมพันธ์กันจากการทดลองพบว่า ถ้าใช้ IAA ในความเข้มข้นต่ำประมาณ 2ppm. จะเร่งให้เกิดรากดี และช่วยทำให้ cytokinin ทำงานได้ดีด้วย และในการใช้ kinetin ความเข้มข้นต่ำประมาณ 0.8 ppm. ก็เร่งให้ auxin ทำงานที่อุณหภูมิสูง 27°ซ ได้ดีกว่า 15°ซ ในทางตรงกันข้าม Cytokinin จะทำได้ดี ในที่อุณหภูมิต่ำ 15°ซ ใน **Bryophyllum** ถ้าให้ cytokinin จะเร่งให้ตาเจริญจากใบได้เร็ว ถ้าให้ auxin จะยับยั้งการสร้างราก

#### **Rooting Co-factors : The effects of leaves and buds**

ได้มีการยืนยันว่ามีสารอย่างหนึ่งที่สร้างขึ้นที่ใบและเคลื่อนย้ายลงมายังโคนกิ่งตัดชำ สารนี้ช่วยในการออกราก สารนี้มีการเคลื่อนย้ายใน phloem เพราะได้มีการทดลองเอาตาของกิ่งตัดชำออกและให้ auxin กิ่งนั้นไม่ออกราก ต่อมาให้ชื่อสารนี้ว่า "rhizocaline" ในพืชบางชนิดเมื่อตัดชำไม่ออกรากก็ให้ auxin จะทำให้พืชพวกนั้นออกราก แต่ในขณะเดียวกันพืชอีกชนิดหนึ่งไม่สามารถจะออกรากได้เลยแม้ว่าจะให้ auxin แสดงว่าพืชชนิดหลังนี้ไม่สามารถสร้างสาร rhizocaline ได้ ดังนั้น auxin ไม่ได้เป็นสารชนิดเดียวที่ทำให้พืชออกราก ยังมีสารที่ยังไม่รู้แน่ชัด และเชื่อว่าสารนี้ต้องอยู่ในพีชระยะ juvenility มากกว่าระยะ maturity ได้มีการทดลองเอาตาของกิ่งตัดชำออกปรากฏว่ากิ่งตัดชำของพืชไม่ออกรากเลย แต่สำหรับกิ่งของพืชที่มีการสร้าง rhizocaline มาก่อนตัดชำจะไม่มีผลมากนัก แม้ว่าจะเอาตาของกิ่งนั้นออกไป ในการขูดเอา bark ตรงกลางกิ่งตัดชำออกก็ทำให้ไม่ออกรากเช่นกัน ในการทดลอง graft ใบ หรือกิ่งของพืชที่ออกรากง่ายเข้ากับกิ่งพืชที่ออกรากยากแล้วหลังจากนั้นเอาไปตัดชำ ปรากฏว่า กิ่งที่ออกราก

1. สารที่สร้างมาจากตาลักษณะทางเคมีจะเป็น ortho-dihydroxy phenol
2. auxin
3. enzyme ที่อยู่บริเวณ pericycle, phloem, cambium ซึ่ง enzyme นี้ อาจเป็นพวก poly-phenol-oxidase type

ต่อมาได้พบว่า auxin นี้ สามารถทำปฏิกิริยากับ ortho-dihydroxy phenol โดยมี enzyme ดังกล่าวเป็นตัวช่วย และจึงได้สารที่เป็น rhizocaline ดังนั้น จึงสรุปปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นที่รอยตัดของกิ่งตัดชำ ได้ดังนี้



ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า การที่พืชจะออกรากหรือไม่ออกรากจากกิ่งตัดชำนั้นขึ้นอยู่กับ 3 กรณี

1. ถ้าพืชมีสิ่งสำคัญ 3 อย่าง คือ Phenolic co-factor auxin และ enzyme อยู่ในกิ่งพืชแล้ว ทรายาดที่กิ่งนั้นได้รับสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกิ่งนั้นจะออกราก
2. หากพืชนี้มีทุกอย่างครบแต่ขาด auxin พืชกิ่งนั้นจะออกรากทันที ถ้าให้ auxin ช่วยลงไป
3. หากพืชนั้นขาด Phenolic co-factor หรือ enzyme แม้จะมี auxin มากเพียงไร ก็ไม่ออกราก และไม่สามารถช่วยพืชแบบนี้ได้ เพราะยังไม่สามารถสร้างสารชนิดนี้ขึ้นได้ และก็ยังไม่แน่ชัดด้วยว่าสารนี้คืออะไร

### 8.5 ลักษณะทางเนื้อเยื่อที่เกี่ยวข้องกับการกำเนิดราก

พืชที่ตัดชำแล้วไม่ออกรากนั้น พบว่าบางครั้งขึ้นอยู่กับลักษณะเนื้อเยื่อภายในกิ่งตัดชำนั้น

เป็นตัวขวางกันไม่ให้รากโผล่ออกมาได้ แม้ว่าจะได้มีการกำเนิดรากอยู่ภายในแล้วก็ตาม หรือในบางกรณีก็ใช้เวลานานกว่าที่รากจะโผล่ออกมาได้ ในพืชดังกล่าวพบว่ามีเนื้อเยื่อที่แข็ง เช่น lignin หรือ Sclerenchyma เป็นแนวกันขวางไม่ให้รากแทงทะลุออกมาได้ ในกรณีเช่นนี้ต้องการให้ปักชำแล้วให้น้ำพ่นฝอย (mist) ตลอดเวลาจะกระตุ้นให้กิ่งตัดชำนั้นสร้าง parenchyma ภายในได้มากและดันให้ sclerenchyma แตกออกทำให้รากแทงออกมาได้ Sclerenchyma มักเรียงเป็นวงแหวนรอบๆต้น

หากนำเอา bark ของต้นที่ออกรากง่ายมา graft กับต้นที่ออกรากยาก แล้วทำ cutting บริเวณ graft จะออกรากง่าย อันนี้เป็นวิธีแก้ปัญหาคืออย่างหนึ่งตรงกันข้าม หากเอา bark ของต้นที่ออกรากยากไป graft กับต้นที่ออกรากง่าย จะทำให้กิ่งนั้นออกรากยาก

**Polarity** ทิศทางในการกำเนิดรากและลำต้นของกิ่งตัดชำนั้น ตาจะแตกขึ้นที่ด้าน distal (ด้านที่อยู่ใกล้ยอด) และรากจะเกิดทาง proximal (ด้านใกล้โคน) ส่วนการตัดชำรากตาจะเกิดทาง proximal และรากเกิดทาง distal แม้ว่าจะปักส่วนที่นำมาปักชำกลับข้างก็并不会ทำให้สถานการณ์การเกิดรากและลำต้นผิดไป

ได้มีการทดลองและเป็นที่ยืนยันว่าเนื้อเยื่อในลำต้นจะมีทิศทางเป็นของตนเอง และมีการค้นคว้าว่า แม้แต่ใน cutting แต่ละเซลล์จะมีทิศทางข้างบนข้างล่าง ดังนั้นจึงไม่เป็นที่น่าสงสัยว่า ส่วนต่างๆของลำต้นไม่ว่าจะเล็กสักเพียงใดก็จะมีทิศทางแน่นอน ในการตัดชำรากหากเราตัดรากที่ยาวออกเป็นท่อนเล็กๆ ในขณะที่เนื้อเยื่อก่อนตัดเป็นแห่งเดียวกัน แต่เมื่อหลังจากตัดและเอาไปปักชำเนื้อเยื่อตรงนั้นจะกำเนิดรากใน cutting หนึ่ง แต่ให้กำเนิดลำต้นอีก cutting หนึ่ง การเปรียบเทียบการตัดชำกิ่ง รากและใบ ปรากฏว่าลำต้นมีทิศทาง polarity ที่แน่นอนที่สุด รากนั้นน้อยกว่า polarity ของใบไม่ค่อยแน่นอน เพราะใบนั้นให้กำเนิดรากและลำต้นที่ฐานของส่วนตัดชำ

เมื่อมีการตัดเนื้อเยื่อ จะมีการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของเนื้อเยื่อส่วนที่ตัด 2 ส่วน ให้แตกต่างกันทันที สารที่เป็นตัวการที่ทำให้เนื้อเยื่อที่ถูกตัดแตกต่างกัน คือ auxin การเคลื่อนที่ของ auxin ลงมาข้างล่างเป็นคุณสมบัติที่อธิบายได้และการเคลื่อนที่นี้จะไม่แน่นอน จะมากน้อยขึ้นอยู่กับส่วนต่างๆ ของพืช ซึ่งปรากฏว่าจะน้อยมากในใบ ซึ่งการเคลื่อนที่ของ auxin ลงมาด้านล่างนี้จะมีผลในแง่กระตุ้นรากให้เกิดทางด้านล่าง ดังได้กล่าวมาแล้วในเรื่องของ auxin

## 8.6 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดต้นใหม่ในกิ่งตัดชำ

พืชแต่ละชนิดมีความยากง่ายในการออกรากไม่เหมือนกัน แม้ว่าจะมีลักษณะทางเนื้อเยื่อหรือสรีระคล้ายกันก็ดี บางพืชต้องการสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมจริงๆ ในการออกราก ในขณะที่บางพืชต้องการสภาพของส่วนที่นำมาตัดชำบางอย่างให้พอดีจึงออกรากได้ ดังนั้นในกรณีที่พืชออกรากยากต้องพิจารณาสิ่งต่างๆ และเลือกใช้ให้ถูกวิธี ก็อาจจะทำให้พืชนั้นออกรากง่าย ที่จะกล่าวต่อไปนี้เป็นวิธีการที่จะทำให้พืชออกรากได้ง่ายขึ้น

**8.6.1 การเลือกส่วนที่จะใช้ในการตัดชำ** ต้องพิจารณาว่าส่วนนั้นต้องมาจากต้นแม่ที่ในกิ่งมีสภาพอุดมสมบูรณ์ ถ้าเลือกกิ่งจากต้นแม่ที่ขาดธาตุไนโตรเจน กิ่งนั้นจะออกรากแต่ไม่ให้อายุที่เติบโต หรือถ้าไนโตรเจนมากเกินไปจะไม่ออกราก แต่ให้ตาเจริญดี หรือถ้าใช้กิ่งจากต้นที่มีอายุน้อยเกินไปก็จะไม่ออกตาและไม่ออกราก ดังนั้นต้นแม่นั้นจะต้องมีอายุพอสมควร หมายถึงมีการสะสมคาร์โบไฮเดรตมาช่วงระยะหนึ่ง ระยะนี้กิ่งในต้นจะแข็งพอสมควร เมื่อหักกิ่งดูจะเปราะ หรืออาจจะตรวจสอบดูจากไอโอดีนในการดูการสะสมแป้ง โดยใช้ไอโอดีน 0.2% ในโปรแตสเซียมคลอไรด์แซโคเนกิ้งที่จะตัดชำพบว่า ในกิ่งอ่อนเมื่อทดสอบโดยวิธีนี้ ได้ผลดังนี้คือในกิ่งที่แช่น้ำยา ไอโอดีน แล้วให้สีเข้ม ออกราก 63% ที่ให้สีปานกลางออกราก 35% และที่ให้สีอ่อนออกรากเพียง 17% ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าในต้นที่เติบโตมาระยะหนึ่งแล้วนั้น ควรจะต้องมีระดับไนโตรเจนไม่สูงด้วย เพื่อการสะสมคาร์โบไฮเดรต หากมีการสะสมไนโตรเจนมากเกินไป จะออกรากไม่ดี ทั้งนี้อาจเป็นเพราะพืชนั้นไม่มีโอกาสเก็บคาร์โบไฮเดรต เนื่องจากมันจะไปรวมกับไนโตรเจนเป็นโปรตีน และเร่งให้พืชเติบโตมาก กิ่งจะอวบบางไม่เหมาะสมในการออกราก

### วิธีการทำให้พืชมีการสะสมคาร์โบไฮเดรตมีดังนี้

1. ลดปุ๋ยไนโตรเจนแก่ต้นพืชที่จะเอากิ่งมาตัดชำ กิ่งนั้นการเจริญของกิ่งจะลดลง แต่มีอาหารสะสมพวกคาร์โบไฮเดรตมากขึ้น นอกจากนี้ยังต้องให้แสงกับพืชนั้นเต็มที่ ให้รากอยู่ในที่จำกัด

2. เลือกกิ่งในต้นให้เหมาะสม เช่น ควรเลือกกิ่งข้างที่หยุดการเจริญแล้วมีการสะสมคาร์โบไฮเดรตมากกว่าที่เลือกกิ่งที่อ่อนอวบ

3. เลือกส่วนของกิ่งให้ถูกต้อง เช่น คาร์โบไฮเดรต มักสะสมอยู่ทางโคนกิ่ง แต่ไนโตรเจนมีมากทางปลายกิ่ง ดังนั้นควรเลือกส่วนโคนกิ่งมา

อย่างไรก็ดี เราไม่สามารถพูดได้ว่าการที่มีเปอร์เซ็นต์คาร์โบไฮเดรตสูงนั้น จะทำให้พืชทุกชนิดออกรากง่ายเสมอไป ในบางพืช เช่น กุหลาบพบว่าบางพันธุ์เช่น *Rosa canina* ให้กิ่งตัดชำที่มีคาร์โบไฮเดรตน้อย แต่มีเปอร์เซ็นต์ความงอกถึง 92 เปอร์เซ็นต์ และกิ่ง *R. setigera* ซึ่งมีแป้งสะสมมากไม่มีการงอกเลย ส่วน *R. arvensis* กับ *R. odorata* มีแป้งปานกลางจะมีการงอก 97 และ 82% ตามลำดับ

ในพืชที่ออกรากยากมากๆ จะต้องมีการกระทำอีกหลายวิธี เช่น ควรนำพืชเข้าที่มืด (etiolation) การมัด หรือควั่นก่อนตัดกิ่งไปปักชำ ทั้งนี้เพื่อให้พืชออกรากง่าย

**Etiolation** การนำต้นพืชเข้ร่มก่อนตัดกิ่งไปชำช่วยให้กิ่งชำออกรากง่าย พืชในร่มจะมีการสะสมแป้งน้อยลง ความแข็งแรงของเนื้อเยื่ออ่อนน้อยลง ผนังเซลล์บาง และจำนวนเนื้อเยื่อในท่อน้ำท่ออาหารลดลง แต่จะมีปริมาณ parenchyma มากขึ้น ปริมาณของ auxin มากขึ้น

ใน avocado (*Persea americana*) การตัดชำให้ผลสำเร็จน้อยมาก แต่ถ้าเอาต้นไปไว้ในที่มืดแล้วนำมาควั่น แล้วนำไปไว้ในที่มืดอีก แล้วตัดกิ่งนั้นไปชำจะออกรากดี

พืชพวกที่เป็น etiolate มักสร้าง root primordia เกิดขึ้นในกิ่งก่อนตัดชำ เช่น *Populus nigra* ต้องเอากิ่งไปปักชำในที่มืดจึงออกราก หากไปชำในที่สว่างจะไม่ออกราก จากการทดสอบคลื่นแสง พบว่าแสงประมาณ 6800 Angstrom จะเป็นตัวยับยั้งการเกิดรากมากกว่าแสงสีน้ำเงิน เขียว หรือ far-red

**Girdling** (การขวัน) เป็นการขวางกั้นทางเดิน น้ำตาล (carbohydrate) ในกิ่ง เพื่อให้กิ่งนั้นมีการสะสมคาร์โบไฮเดรตได้มาก จึงเป็นการช่วยทำให้เกิดรากได้ง่าย ตัวอย่างการขวันทำกับต้นยาง ส้ม และชะบา นอกจากการขวันอาจใช้การรัดด้วยลวดก็ได้ การขวันยังทำให้ระดับของ auxin เหนือและใต้รอยขวันลดลง แต่กลับมากการสะสมสารช่วยทำให้ออกราก (co-factor) เหนือรอยขวัน

**Juvinility factor** (อายุของต้นพันธุ์) ในพืชที่ออกรากง่าย อายุของต้นพันธุ์ไม่มีความหมาย

มาก แต่ในพืชที่ออกรากยากควรตัดกิ่งจากต้นพันธุ์ที่อายุน้อย จะให้รากง่ายกว่า ต้นพันธุ์ที่มีอายุ 1 ปี จะงอกรากได้ง่ายที่สุด ในพวกสน (Conifer) จะเห็นได้ชัดว่า การตัดชำกิ่งจากต้นแก่จะไม่ออกรากเลย ดังนั้น ในกรณีที่มีต้นพันธุ์ที่มีอายุมากสำหรับพืชที่ออกรากยาก ก็ควรหาทางขยายพันธุ์ทางอื่นเพื่อให้ได้ต้นพันธุ์ที่มีลักษณะ juvenility เสียก่อน เช่น การตัดชำราก ต้นใหม่ที่ได้จะ juvenile ซึ่งจะใช้กิ่งมาตัดชำให้ออกรากได้ง่าย

อีกวิธีหนึ่งก็เอากิ่งจาก Sphaeroblast ซึ่งมักจะแตกออกมาจากโคนต้น ถ้าเราตัดต้น เดิมชิดโคน

การ graft ถึงที่ เจริญเต็มที่แล้ว กับต้นอ่อน บางครั้งจะทำให้กิ่งนั้นเปลี่ยนเป็น juvenility ได้

การพ่น gibberellin ลงบนกิ่งที่แก่ของพืชบางชนิด ก็สามารถทำให้ตาข้างที่เกิดใหม่มี ลักษณะ juvenility ได้

### 8.6.2 การเลือกประเภทของเนื้อไม้ในต้นมาทำกิ่งปักชำ (Type of wood selected for cutting)

เป็นการเลือกที่จะเอากิ่งแบบใดจากพันธุ์ เพราะในต้นพันธุ์นั้นจะมีตั้งแต่กิ่งที่แก่จนถึง กิ่งที่เพิ่งเจริญมาใหม่ๆ การจะเลือกกิ่งแบบใดให้ออกรากง่ายขึ้น ขึ้นอยู่กับชนิดของพืช พืช แต่ละชนิดต้องการไม้เหมือนกัน และบางครั้งพืชชนิดเดียวกันแต่คนละต้น ก็ต้องการกิ่งไม้ เหมือนกัน นอกจากนี้บางครั้งพืชต้นเดียวกัน แต่กิ่งคนละชนิดก็ออกรากไม่เหมือนกัน

1. ความแตกต่างระหว่างต้นพืชในพืชชนิดเดียวกัน พืชที่โดยปกติขยายพันธุ์โดยเมล็ด เช่น พวกไม้ปลูกป่า หากต่อมาจะขยาย โดยการตัดชำ ปรากฏว่าในกิ่งที่ตัดมาประเภทเดียวกัน แต่มาจากคนละต้น จะให้รากไม่เหมือนกัน บางต้นออกรากง่าย บางต้นออกรากยาก

2. ความแตกต่างระหว่างกิ่งยอดกับกิ่งข้างในพวกพืชหลายชนิด พบว่าหากเอากิ่งข้าง ยอดการเจริญเติบโตแล้วไปปักชำจะให้รากดีกว่ากิ่งยอด เช่น ในพวกสนที่เป็นเช่นนี้เพราะกิ่ง ข้างมีการสะสมอาหารมากกว่า นอกจากกิ่งข้างที่มีการเจริญเติบโตในแนวราบนั้นไม่เหมาะสม ในการใช้ทำปักชำเพราะจะให้ต้นพืชที่ทอดนอนไปกับดิน ในกรณีนี้ควรเลือกกิ่งยอดที่มีการ เจริญเติบโตในแนวตั้ง

3. ความแตกต่างระหว่างส่วนโคน กลาง และปลายกิ่งในกิ่งเดียวกัน สรุปลงได้เป็น 2 พวก คือ ในการตัดชำพวกกิ่งที่มีอายุ 1 ปี ควรใช้ส่วนโคนกิ่ง จะออกรากได้ง่ายกว่าส่วนยอดของกิ่ง ส่วนในการปักชำกิ่งที่ยังอ่อนๆ หรือกำลังมีการเจริญควรใช้ส่วนปลายกิ่งมากกว่าส่วนโคน ทั้งนี้ อธิบายไว้ว่า พวกกิ่งแกะนั้นมีการสะสมคาร์โบไฮเดรตที่โคนกิ่งมากกว่าและบางที่ที่โคนกิ่งนี้มี root initial อยู่ภายในแล้วเนื่องจากมีสารที่มีผลต่อการออกราก ซึ่งสร้างจากใบและตามาสะสมอยู่ ส่วนในพวกที่เป็นกิ่งอ่อนจำเป็นต้องใช้ปลายกิ่งนั้นอธิบายได้ว่า สารเร่งการออกรากอาจเกิดขึ้นที่ยอดได้ดี และเซลล์ต่างๆ ยังไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนัก จึงง่ายจะเปลี่ยนมาเป็นเยื่อเจริญเพื่อการออกราก

อย่างไรก็ดี ปรากฏในพืชระดับหลายชนิดสามารถใช้ได้ทั้งโคนกิ่งและปลายกิ่งก็ออกรากได้เหมือนกัน

4. กิ่งที่สร้างดอกและไม่สร้างดอก ได้มีการทดลองว่าในพืชที่ออกรากยากนั้น ควรใช้กิ่งที่ไม่มีตาดอก ถึงแม้จะเด็ดตาดอกทิ้งไปกิ่งนั้นก็ไม้อออกราก แสดงว่าสารที่ยับยั้งการออกรากนี้จะต้องอยู่ภายใน ต่างจากการเด็ดตาที่จะเป็นใบทิ้งไป ซึ่งจะทำให้รากน้อยลง เพราะตานั้นมีสารช่วยออกราก ดังนั้นควรเลือกกิ่งที่ยังไม่มีการสร้างตาดอก (flower initiation) หรือกิ่งที่พ้นระยะออกดอกออกผลไปแล้ว พบว่าสาร auxin ความเข้มข้นสูง ซึ่งช่วยให้เกิดรากในกิ่งตัดชำจะยับยั้งการสร้างตาดอก

5. การตัดแบบ Heel และ non-heel ในการทำ hard wood cutting พบว่าการตัดในกิ่งให้เฉียงเล็กน้อย (heel) จะทำให้กิ่งนั้นออกรากได้ดีกว่าการตัดตรงๆ ส่วนใน soft wood cutting นั้น ควรตัดให้ฐานของกิ่งตรงๆ จะได้ผลดีกว่าแบบ heel หรือ mottlet (ให้มีส่วนของกิ่งแก่ติดมาด้วย)

6. ระยะเวลาที่ควรเลือกตัดกิ่ง ในพวก deciduous ซึ่งใช้ hard wood cutting ควรเลือกเวลาที่พืชอยู่ในระยะพักตัว ส่วนในพวก leafy cutting หรือ semi-hard wood ควรตัดตอนพืชอยู่ในฤดูการเจริญเติบโต

### 8.6.3 วิธีการใช้สารเร่งรากของกิ่งตัดชำ

ความรู้เรื่องการใช้สารเร่งการเจริญเติบโตเป็นตัวเร่งรากนี้เป็นที่แพร่หลายกันมานาน ได้ทดลองการใช้ auxin เร่งราก แต่ปรากฏว่าสารนี้ยับยั้งการแตกตา หรือเมื่อแตกตาออกมาแล้วก็ไม่เจริญตามปกติ ต่อมาพบว่าความเข้มข้นของสารที่ใช้สำคัญมากหากความเข้มข้นสูง

1. วิตามิน บี (Thiamine chloride) เนื่องจากสารตัวนี้ เป็นตัวการที่จะทำให้รากเจริญ สารนี้สร้างที่ใบพืชและเคลื่อนย้ายไปยังราก โดยทั่วไปแล้วกิ่งที่ใช้ปักชำจะมีสารนี้เพียงพอ

2. ธาตุอาหาร ใช้ธาตุอาหารที่เป็นองค์ประกอบของไนโตรเจน ไม่ว่าจะอยู่ในรูปอินทรีย์ หรืออนินทรีย์ จะช่วยเร่งการเกิดราก เช่น การใช้ asparagine และ adenine กับ leaf cutting ในชะบา (Hibiscus) เมื่อทำการตัดชำกิ่งที่ไม่มีใบ จะเร่งออกรากได้เมื่อใช้จุ่มลงใน ananine หรือ ammonium sulfate แต่ต้องใช้ความเข้มข้นต่ำ 0.05ppm. อาจเป็นไปได้ว่า พวกสารประกอบพวกไนโตรเจนนี้จะเป็นส่วนหนึ่งของฮอร์โมนที่ทำให้ออกราก

3. Boron ธาตุนี้ค่อนข้างจะทำให้รากเจริญเติบโตได้ดี มากกว่าที่จะกระตุ้นให้อออกราก แต่ถ้าใช้ Boron ร่วมกับ IBA แล้วจะได้รากมาก และรากเจริญเร็วด้วย ดังนั้นปฏิกิริยาจึงเป็น Synergistic

4. Fungicide การใช้สารนี้เพื่อป้องกันเชื้อราเข้าทำลายรอยแผล และทำให้กิ่งนั้นอยู่รอด ได้นาน สารที่ใช้ได้ เช่น Ferbam (Ferric dimethyl dithiocabamate) และ Phygon XL (2,3 dichloro-1,4-naphthoquinone) แต่เท่าที่ผลการทดลองปรากฏว่า Captan (N-trichloromethyl mercapto 4-cyclohexene-1-2-dicarboximide) ดีที่สุด ใช้ในรูปผง เอาโคนกิ่งจุ่มลงใน IBA แล้ว หรือหากใช้ IBA ในรูปของผงผสมกับ Captan ได้เลย นอกจากนี้ captan ยังช่วยเร่งการออกรากและการเจริญเติบโตของรากด้วย

5. Wounding การทำรอยแผลที่โคนกิ่งตัดชำโดยเฉพาะกิ่งแก่ ในบางพืชจะช่วยการออกราก เมื่อทำรอยแผลแล้วปรากฏว่า callus จะเกิดขึ้นมากตามรอยแผล และรากก็จะออกมากด้วย เพราะเท่ากับทำให้รากออกมาง่าย และปรากฏว่าเซลล์ใกล้เคียงรอยแผลจะให้กำเนิดราก ทั้งนี้เพราะเมื่อพืชเกิดมีแผลจะมีฮอร์โมนและคาร์โบไฮเดรตมาสะสม นอกจากนี้อัตราการหายใจสูง เนื้อเยื่อที่เกิดแผลจะดูดน้ำและอาหารได้ดีกว่าตรงที่ไม่มีแผล ดังนั้นกรณีนี้ให้ auxin การทำแผลจะทำให้ auxin เข้าไปได้ดี ในพืชที่มี Sclerenchyma ก็รอบๆกิ่งควรทำรอยแผลให้ผ่านเนื้อเยื่อนี้เพื่อให้รากแทงออกมาสะดวก

#### 8.6.4 สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในขณะที่กิ่งชำออกราก

1. สภาพของน้ำ แม้ว่าในกิ่งตัดชำที่เอาไปไว้จะช่วยในการออกรากก็จริง แต่ว่าใบจะทำการคายน้ำตลอดเวลา จึงอาจทำให้กิ่งนั้นขาดน้ำขึ้นได้ และอาจจะตายเสียก่อนที่จะเกิดราก ทั้งนี้เพราะการดูดน้ำของกิ่งตัดชำเป็นไปอย่างไม่มีประสิทธิภาพ เนื่องจากกิ่งไม่มีราก ใน



ได้มีการปฏิบัติต่อกิ่งตัดชำมานานแล้วเกี่ยวกับการให้ความชื้นในบรรยากาศรอบๆ เรือนปักชำ โดยการพ่นน้ำเป็นฝอยๆ หรือเป็นหมอก ทั้งนี้จุดประสงค์ก็เพื่อเพิ่ม water vapor pressure ในอากาศนั่นเอง

**Mist propagation** ได้มีการทดลองวิธีการนี้ตั้งแต่ปี 1940 โดยใช้หลักการพ่นน้ำแก่ กิ่งปักชำที่มีใบ น้ำที่พ่นมานั้นจะเป็นฝอยและปกคลุมใบพืช น้ำนี้จะทำให้ความชื้นในบรรยากาศสูง และยังทำให้อุณหภูมิต่ำและลดอัตราการหายใจของกิ่งปักชำ ความร้อนของใบจะไม่สูง แม้จะอยู่กลางแสงแดด จึงเป็นข้อได้เปรียบเพราะพืชมีโอกาสปรุงอาหารได้เต็มที่

ดังนั้นหากใช้การขยายพันธุ์แบบนี้พืชมีความสามารถในการสร้างรากได้ดี เพราะมีการสร้างอาหารตลอดเวลา และการใช้อาหารน้อย เปรียบเทียบกับการปักชำในโรงเรือนบังแสง แล้วพวกในโรงเรือนบังแสงจะมีข้อเสียเปรียบคือ เมื่อบังแสงจะอบทำให้อุณหภูมิพืชจะมีการหายใจสูงใช้อาหารมาก และแสงแดดจะเข้ามาได้น้อย ทำให้พืชปรุงอาหารได้ไม่เต็มที่ และถ้าเอาสิ่งกำบังออกพืชจะได้รับแสงมาก ใบพืชจะไหม้

อย่างไรก็ดีการพ่นน้ำทำตลอดเวลา จะทำให้อุณหภูมิลดต่ำมาก โดยเฉพาะอุณหภูมิของเครื่องปลูกในการปักชำจะมีอุณหภูมิต่ำไม่เหมาะแก่การออกราก ดังนั้นการพ่นควรทำเป็นระยะๆ (intermittent mist) จะได้ผลดีกว่า

ได้มีการทดสอบว่าการโปรยน้ำลงบนใบนั้นจะทำให้พืชสูญเสียธาตุอาหารหรือไม่ ปรากฏว่าการสูญเสียธาตุอาหารนั้นเล็กน้อยมากไม่เป็นผลเสียหายแก่พืช และพวก spore ของเชื้อราที่ไม่สามารถงอกได้ภายใต้สภาพโปรยน้ำ ดังนั้นโรคก็ไม่รบกวนกิ่งปักชำ

2. อุณหภูมิ กล่าวได้ว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมในการออกรากของกิ่งปักชำพืชส่วนมากจะต้องเป็น 21 –27 °ซ (70-80° ซ) ในเวลากลางวัน และ 15° ซ (60° ฟ) ในเวลากลางคืน และแม้ว่าอุณหภูมิต่ำกว่านี้เล็กน้อยก็ออกรากได้ อย่าให้อุณหภูมิของบรรยากาศสูงมาก

3. แสง ในพวกกิ่งปักชำที่มีใบนั้น แสงเป็นปัจจัยสำคัญ ที่จะทำให้งิ่งชำได้ อาหารเพื่อใช้ในการสร้างราก และการเจริญเติบโต ความเข้มข้นของแสงต้องมีมากพอเพื่อสร้างอาหารให้ได้มากกว่าอาหารที่ถูกใช้ไปในขบวนการหายใจ ส่วนในกิ่งชำที่ไม่มีใบนั้น ส่วนใหญ่จะมีอาหารสะสมอยู่ในกิ่งมากเพียงพอแล้ว ได้กล่าวมาแล้วว่า etiolate plant จะออกรากได้ดีกว่า ต่อมาทำการศึกษารายละเอียดปรากฏว่า ในสภาพที่พืชมี auxin จำนวนมาก ถ้านำไปปักชำ โดรนแสงจะลดจำนวนรากลง แต่ในสภาพที่พืชมี auxin น้อย ต้องปักชำให้โดรนแสง หากมีดจะไม่ออกราก ในพวก hard wood cutting ซึ่งมี auxin อยู่เพียงพอในกิ่งแล้ว จะออกรากได้ดีในที่มืด แต่พวก leafy cutting นั้น ถึงจะอ่อนและมีการสะสม auxin และแป้งน้อย เมื่อปักชำในที่สว่างจะทำให้การสร้างแป้งมาก และจะต้องเกี่ยวข้องกับการสร้างสารที่เป็นองค์ประกอบของ auxin ซึ่งจำเป็นต้องใช้แสง จึงทำให้พวกนี้อออกรากได้ดีในที่ที่มีแสง และไม่ออกรากหากนำไปไว้ในที่มืด

แสงนี้ออนสีขาว ความเข้ม 150-200 foot-candles จะทำให้งิ่งชำออกรากดีที่สุดที่สุด (แสงแดดจากดวงอาทิตย์ มีความเข้ม 10,000 ft-candles)

คลื่นแสงในช่วงทำย (orange-red) เป็นคลื่นแสงที่กระตุ้นให้พืชออกรากได้ดีกว่าคลื่นแสงทางน้ำเงิน แต่ก็มีบางพืช เคยปรากฏให้เห็นว่าออกรากได้ในคลื่นแสงสีน้ำเงิน

ช่วงวันยาวจะกระตุ้นให้พืชออกรากได้ดีกว่าวันสั้น และต้องอุณหภูมิด้านล่างสูงด้วย หากในสภาพวันสั้นและอุณหภูมิต่ำ ตาจะเจริญออกมาก่อนราก เนื่องจากสภาพวันยาว พืชจะทำการปรับปรุงอาหารได้นาน

4. เครื่องปลูกที่ใช้ปักชำ (Rooting medium) คุณสมบัติของสิ่งที่ใช้เป็น media ในการปักชำมี 3 ประการ คือ

1. กิ่งจะต้องปักลงไปได้แน่นพอสมควรจนกว่าจะออกราก
2. จะต้องอุ้มน้ำได้ดีและระบายน้ำดี
3. ระบายอากาศดีเพื่อโคนกิ่งปักชำจะได้มีอากาศผ่าน

และสำหรับ media ที่จะใช้กับ soft wood กับ semi-hardwood นั้น ยังต้องไม่มีโรครา และ แบคทีเรีย media นี้ยังเป็นตัวที่ทำให้รูปร่างและลักษณะของรากที่ออกมาจากกิ่งที่ปักชำ แตกต่างกัน ยกตัวอย่าง เช่น กิ่งที่ปักชำกับทรายมักจะมีรากยาว ไม่แตกแขนง รากหยาบใหญ่ เพราะ ส่วนกิ่งที่ปักชำกับทรายปน peatmoss จะให้รากที่สั้นกว่าและแตกแขนงมาก รากเล็ก และไม่เปราะ ซึ่งรากประเภทหลังนี้แหละ สะดวกในการขนย้ายกิ่งชำใส่กระถาง การที่รากมี ลักษณะแตกต่างกันใน media 2 ชนิดนี้ เพราะความชื้นใน media แตกต่างกัน นอกจากนี้ อากาศก็ต่างกันด้วย ระบบรากที่ดีต้องมาจาก media ที่มีความชื้นสูงและอากาศเพียงพอ

ในสภาพที่ media มีออกซิเจนไม่เพียงพอ กิ่งชำจะออกรากอยู่ในระดับใกล้ๆ ผิวของ media

## บทที่ 9

### เทคนิคของการขยายพันธุ์โดยวิธีตัดชำ

การตัดชำถือว่าเป็นการขยายพันธุ์ที่สำคัญ และมีประโยชน์มากในด้านสาขา งานไม้ ดอกไม้ประดับ และยังมีใช้ไม้ผลบางชนิด เป็นการขยายพันธุ์ที่ทำได้ง่ายไม่ต้องการเครื่องมือ จุดประสงค์หรือความสำเร็จคือ ต้องทำให้ส่วนที่นำไปชำนั้นแตกยอดและราก เพื่อให้กลายเป็นพืชต้นใหม่ขึ้นมาได้ และพืชต้นใหม่นี้จะต้องมีลักษณะเหมือนต้นแม่ทุกประการ

แบ่งชนิดของการตัดชำได้ดังนี้

1. การตัดชำกิ่ง (Stem cutting) สามารถเลือกประเภทของกิ่งจากต้นไม้นั้นแต่ละประเภทได้ดังนี้

1. Hardwood cutting เป็นการตัดเอากิ่งส่วนของต้นไม้ที่เป็นต้นไม้วางเนื้อแข็งไปปักชำ

2. Semi-hardwood cutting เป็นการตัดเอาส่วนของกิ่งที่มีเนื้อไม้เริ่มแก่ของต้นไม้นั้นเนื้อแข็งไปปักชำ

3. Softwood cutting เป็นการตัดเอาส่วนกิ่งที่ยังไม่แก่ของต้นไม้นั้นเนื้อแข็งไปปักชำ

4. Herbaceous cutting เป็นการตัดเอากิ่งของไม้เนื้ออ่อนไปปักชำ

5. Leaf cutting เป็นการนำใบหรือบางส่วนของใบไปปักชำ

6. Leaf bud cutting เป็นการนำส่วนของกิ่งที่มีตาและใบเพียง 1 ใบ ไปปักชำ

7. Root cutting เป็นการนำส่วนของรากไปปักชำ

ข้อที่สำคัญคือ ควรเลือกส่วนที่จะใช้ในการตัดชำ จากต้นแม่ที่แข็งแรง สมบูรณ์ ไม่มีโรคและแมลงรบกวน และเจริญอยู่ในพื้นที่ดินที่อุดมสมบูรณ์ดี และอยู่ในที่แจ้ง จะทำให้ออกรากเร็วและง่ายขึ้น

## 9.1 การตัดชำกิ่ง (stem cutting)

ความสำคัญในการตัดกิ่งคือ ต้องให้มีตาติดไป ตาอาจเป็นตายอด (Apical bud) หรือตาข้าง (Lateral bud) ก็ได้ การออกรากจะยากหรือง่ายขึ้นอยู่กับสิ่งต่างๆ ดังนี้

- (1) ลักษณะของเนื้อไม้
- (2) ระยะการเจริญเติบโตของต้นแม่พันธุ์
- (3) ฤดูกาลในการปักชำ

**9.1.1 Hardwood cutting** ทำได้กับพืชที่เป็นไม้ผลัดใบ หรือไม้ที่ไม่ผลัดใบ ตัดกิ่งที่แก่ มีอายุ ประมาณ 1 ปี กิ่งพวกนี้มักเป็นสีน้ำตาล หักดูเปราะ ใบจะแก่ หรือถ้าเป็นไม้ผลัดใบ ทำในฤดูใบไม้ร่วงก็ได้ ตัดให้กิ่งมีขนาดยาว 4-12 นิ้ว โดยให้ฐานรอยตัดชิดข้อ และด้านปลายกิ่งเหนือตาบนเล็กน้อย ควรเลือกกิ่งจากต้นแม่ที่รับแสงแดดตลอดเวลา และการตัดโคนกิ่งตัดได้ 3 แบบคือ straight heel และ mallet ดังรูป (หน้าต่อไป)

หลังจากตัดแล้วมัดกิ่งรวมๆ กัน กิ่งแก่นี้ควรเอาใบออกทั้งใบ จึงเป็นกิ่งปักชำที่ไม่มีใบ การมัดเอาทางโคนและปลายไว้ให้อยู่ทางเดียวกันทุกกิ่ง กิ่งแก่นี้สามารถเก็บไว้ได้นาน และทนต่อสภาพที่ไม่เหมาะสมได้ดีกว่ากิ่งตัดชำแบบอื่นๆ อย่างไรก็ตาม ควรจะทำการปักชำก่อนที่ตาบนกิ่งจะเริ่มแตกออกมาก่อน

โดยทั่วไปวิธีการปักชำกิ่งแก่ทำได้หลายอย่าง ดังนี้

1. ในกรณีที่เป็นพืชในเขตอากาศหนาวเย็น (Temperate) หลังจากตัดแล้วมัดเป็นมัดๆ ให้หัวท้ายอยู่ทางเดียวกัน แล้วเอาไปปักชำทราย เพื่อให้เกิด callus ในฤดูใบไม้ร่วง อาจวางโดยเอาโคนกิ่งขึ้นข้างบนเพื่อให้ได้รับอุณหภูมิสูง เพื่อให้เกิด Callus ได้ง่าย
2. ถ้าเป็นพืชที่ออกรากง่าย เอากระดาษขึ้นๆ หุ้มเก็บไว้ในอุณหภูมิ 32-40° ฟ หากตาเริ่มเจริญต้องรีบปลูกลงหรือนำไปไว้ในที่เย็นกว่านี้
3. หลังจากตัดแล้วนำไปปลูกลงในแปลงเลย
4. หลังจากตัดแล้วจุ่ม auxin แล้วเก็บไว้ในที่อุณหภูมิ 65-70° ฟ ประมาณ 4-6 สัปดาห์แล้วปลูกลงใน nursery หรือเก็บไว้ในที่อุณหภูมิ 35-40° ฟ

การตัดชำกิ่งแก่ในพืช Gymnosperm พวกสน เป็นไม้ที่ไม่ผลัดใบ มีความยากง่ายในการออกรากขึ้นอยู่กับชนิด โดยสามารถเรียงลำดับ จากง่ายไปหายาก ได้ดังนี้

1. *Chamaecyparis* sp. และ *Juniperus* พวกนี้สามารถออกรากได้ง่าย
2. Yews หรือ *Taxus* sp. เป็นพวกที่ออกรากยากปานกลาง
3. *Picea* sp. หรือ *Junipers spruce*  
*Tsuga* sp. หรือ Hemlock เป็นพวกที่ออกรากยาก
4. Pine หรือ *Pinus* sp. และ *Abies* sp. หรือ Firs เป็นพวก ออกรากยากที่สุด

ในพวกที่ออกรากยาก ต้องเอากิ่งจากต้นแม่ที่มีอายุน้อยจะออกรากได้ดีกว่า หรือต้องให้ IBA จะทำให้จำนวนรากดีขึ้น

ควรตัดกิ่งตอนต้นฤดูหนาว ขนาดกิ่งยาว 4-8 นิ้ว มีใบติดพอประมาณ และควรทำบาดแผลโคนกิ่ง แต่ต้องระวังเชื้อราเข้าทำลายเนื้อเยื่อ

**9.1.2 Semi-hardwood cutting** การตัดชำกิ่งพวกนี้ให้เลือกกิ่งที่มีอายุ 6-8 เดือน กิ่งควรมีใบติดบ้าง ปักทำตอนฤดูฝน ตัดกิ่งให้ยาว 3-6 นิ้ว ให้เอาใบโคนกิ่งทิ้งเสีย มีใบเฉพาะปลายกิ่งทั้งนี้เพื่อลดการคายน้ำ ควรตัดกิ่งตอนเช้า ตัดเสร็จแล้วแช่น้ำ แล้วนำไปปักชำในที่ๆ มีความชื้นสูง

**9.1.3 Softwood cutting ( Greenwood cutting )** เป็นการตัดชำกิ่งอ่อนของไม้พุ่ม ไม้เนื้อแข็งใช้ในการขายพันธุ์ไม้ประดับ เช่น กุหลาบ มะลิ ผกากรอง ยี่โถ ไม้ผลไม้อื่นๆ กิ่งที่ตัดมาต้องเป็นกิ่งที่เพิ่งเจริญเติบโตมาได้ 2-3 เดือน ต้องให้กิ่งมีใบติด หลังจากตัดต้องแช่น้ำไม่ให้กิ่งเหี่ยว ควรปักชำโดยใช้ mist propagation ควบคุมความชื้น และอุณหภูมิโคนกิ่งใน media ให้ประมาณ 75-80 °ฟ และอุณหภูมิด้านบนของกิ่งประมาณ 70 °ฟ จะทำให้ออกรากในระยะเวลาประมาณ 2-3 สัปดาห์ กิ่งเหล่านี้ถ้าให้ auxin จะทำให้ออกรากดี ข้อสำคัญจะต้องเลือกกิ่งที่ไม่อ่อนจนเกินไป และเป็นกิ่งที่ไม่อยู่ในที่ร่ม ควรตัดกิ่งยาวประมาณ 3-5 นิ้ว มีข้อ 2-3 ข้อ พยายามให้ใบติดอยู่มากที่สุด ถ้ามีดอกติดมา ควรเด็ดดอกทิ้งเสีย ควรตัดกิ่งในตอนเช้า

**9.1.4 Herbaceous cutting** เป็นการตัดชำกิ่งจากต้นพืชที่เป็น Herbaceous cutting (ไม้เนื้ออ่อน) ทำกับไม้ดอกต่างๆ เช่น เบญจมาศ ฤๅษีผสม คาร์เนชั่น ตัดยาวประมาณ 3-5 นิ้ว เอาใบส่วนบนไว้ พวกไม้ที่มียางมากควรทิ้งไว้ 2-3 ชั่วโมง ก่อนชำ เพื่อให้ยางแห้งจากแผลรอยตัด พวกนี้ ไม่ทำการปักชำใน mist propagation

## 9.2 การตัดชำใบ ( Leaf cutting )

ในการปักชำใบ อาจทำแผ่นใบหรือแผ่นใบที่ตัดกับก้านใบมาปักชำ โดยทั่วไปรากและต้น มักจะเกิดที่ฐานของใบ (leaf base) ในใบลิ้นมังกร ( Sansevieria sp.) ตัดเป็นท่อนๆ ยาวประมาณ 2-3 นิ้ว ปักลึกลงไปใน media  $\frac{3}{4}$  ของความยาวของใบ หากมี chimera เป็นแบบ periclinal ต้นที่ได้มีการกลาย

ในการตัดชำใบดาษตะกั่ว (Begonia rex) จะมีการออกรากมาจากเส้นกลางใบที่ถูกตัด และใบเกิดรากง่ายกว่ายอด นอกจากนี้ African violet สามารถถดตัดชำโดยใช้แผ่นใบและก้านใบจะสร้างต้นขึ้นจากก้านใบ

## 9.3 การตัดชำราก ( Root cutting )

เป็นการนำรากมาชำเพื่อให้เกิดหน่อที่ได้จาก adventitious bud และให้กำเนิดรากของหน่อ นั้น พันธุ์พืชที่ตัดชำรากได้แก่ สน แคนแสด สายรุ้ง การเกิดต้นมักเกิดจากด้าน proximal การเกิดรากมักเกิดทางด้าน Distal และมักจะเกิดต้นได้ง่ายกว่าการเกิดราก การตัดราก ไม่ควรทำให้ขณะที่ตาบนต้นกำลังเจริญ การตัดมักตัดยาวประมาณ 3 นิ้ว แล้ววางแนวนอนลงบน media แล้วรดน้ำให้ชุ่ม ต้องคอยให้ชื้นอยู่เสมอ อาจใช้กระจก ปิดทับไว้

**9.4 วัสดุที่ใช้ในการปักชำ (rooting media)** วัสดุที่ใช้ในการปักชำมีผลต่อเปอร์เซ็นต์การออกราก คุณภาพของรากโดยดินทราย หรือดินร่วน นอกจากจะทำให้รากออกง่ายแล้ว ยังทำให้ตอนขุดย้ายไปปลูกทำได้ง่าย ไม่กระทบกระเทือนรากมาก นิยมใช้ทราย 2 ส่วนผสมกับดิน 1 ส่วน เป็นวัสดุปักชำ หรืออาจใช้ขี้เถ้ากลบก็ได้ โดยควรพรวนให้โปร่งเสียก่อน สำหรับทรายอย่างเดียว มักใช้ในการปักชำ Juniper และ Yew จะให้ผลดีมากที่สุด สำหรับไม้อื่นๆ ที่ปักชำในทรายรากที่ได้จะไม่ค่อยแตกแขนงและจะเปราะ การปักชำควรปักให้กิ่งทำมุม 60 กับวัสดุปักชำ

**9.5 การทำแผลโดนกิ่งปักชำ (Wounding)** มักทำกับพวกสนและ Juniper ทำให้เยื่อเจริญเผยออก และการทำแผล มักทำควบคู่ไปกับการจุ่มฮอร์โมน และแผลจะเร่งให้เกิด auxin และเซลล์มีการแบ่งตัวได้รวดเร็ว

**9.6 ฮอร์โมน** ฮอร์โมนที่ใช้กับการตัดชำ เช่น IBA, NAA และ IAA สำหรับ IBA ใช้ในความเข้มข้นสูง ก็ไม่เป็นอันตราย

วิธีการใช้ฮอร์โมน มีดังนี้

1. Commercial powder เป็นชนิดผง มีความเข้มข้นสูง ใช้กับ Hardwood cutting หากโคนกิ่งแห้งควรจุ่มน้ำก่อน แล้วจึงจุ่มลงในฮอร์โมน แล้วจึงนำไปปักชำโดยต้องแหวกเครื่องปลูกก่อนนำกิ่งลงปัก วิธีนี้ทำได้ง่าย แต่ได้รากไม่สม่ำเสมอ

2. Dilute solution soaking method เป็นสารละลาย มักมีความเข้มข้น 20 ppm.-200 ppm. โดยใช้โคนกิ่งจุ่มลงลึก 1 นิ้ว แช่ไว้ประมาณ 24 ชั่วโมง การจุ่มฮอร์โมนนี้ไม่ควรทำกลางแจ้งแดดควรทำในห้อง

3. Concentrate solution dip method วิธีนี้เป็นสารละลายที่มีความเข้มข้นสูงในช่วง 500-10,000 ppm. มักจุ่มโคนกิ่งลงประมาณ 5 วินาที หากความเข้มข้นมากเกินไป บางครั้งยับยั้งการเกิดตาของกิ่งปักชำ และอาจทำให้ใบร่วง ควรผสมฮอร์โมนแต่ละครั้ง ไม่ควรเก็บไว้นานเพราะอาจเสียได้

**9.7 Mist propagation** การตัดชำ leafy cutting (greenwood cutting) นั้น จะประสบผลสำเร็จโดยการปักชำกิ่งนั้นไว้กลางแจ้ง ซึ่งสำหรับ Hardwood และ Semi-hardwood cutting นั้นสามารถปักชำใน nursery ได้ และเนื่องจาก leafy cutting มีใบติดมาเป็นจำนวนมาก ดังนั้นหากปักชำกลางแจ้ง จะทำให้เกิดการคายน้ำมาก และจะเหี่ยว จึงต้องมีการพ่นน้ำบ่อยตลอดเวลาหรือพ่นเป็นระยะๆ การพ่นน้ำนี้อาจทำให้ media มีอุณหภูมิต่ำกว่าด้านบน ดังนั้นพืชอาจแตกตาก่อนแตกรากซึ่งจะเป็นผลเสียและอาจทำให้พืชตายได้ ดังนั้นจึงมีการติดหลอดไฟ ทำให้อุณหภูมิของ media อุณหภูมิขึ้น ทำให้กิ่งปักชำออกรากได้ดี ซึ่งเรียกว่า Bottom heat media ที่ใช้ในการปักชำควรเป็นชนิดที่ถั่วกลับ



## บทที่ 10

### การตอนกิ่ง ( Layering )

การตอนกิ่ง หมายถึงการชักนำให้กิ่งพืชที่ติดกับต้นแม่ที่ออกรากเสียก่อน ในขณะที่กิ่งนั้นติดอยู่กับต้นแม่ หลังจากกิ่งนั้นออกรากแล้วจึงตัดมาปลูก จะได้พืชต้นใหม่เหมือนกับต้นแม่ทุกประการ

การชักนำให้กิ่งพืชออกรากขณะที่ยังติดกับต้นแม่นั้น มีปัจจัยที่เกี่ยวข้องหลายประการ ดังนี้ คือ

1.การขัดขวางการขนส่งอาหารในกิ่ง (Interupt food translocation ) หมายถึง การทำให้ทางเดินของ phloem ไม่สะดวก เช่น การทำให้เกิดรอยแผลที่ phloem โดยการบวกริ้วหรือมัด เป็นต้น

2.ให้มีการเดินทางของน้ำและแร่ธาตุในกิ่งกับต้นแม่ติดต่อกันตลอดเวลาที่ชักนำให้เกิดราก (Continuous xylem) หมายถึงต้องไม่ทำลาย xylem โดยการตัด หรือทำบาดแผลดังนั้น กิ่งที่ขัดขวางการขนส่งอาหารนี้ จะยังมีการเคลื่อนย้ายน้ำและแร่ธาตุตามปกติ

3.การชักนำให้กิ่งนั้นเข้าที่มีด โดยเฉพาะตรงบาดแผลที่กิ่งที่ทำไว้ เพื่อเป็นการทำให้การส่งอาหารไม่ติดต่อกันตลอดกิ่ง ควรให้รอยแผลนั้นอยู่ในที่มีด ทั้งนี้โดยการกระทำได้หลายวิธีการ เช่น การโน้มกิ่ง ให้ตรงรอยแผลฝังลงในดิน ทำให้กับพืชที่มีกิ่งอ่อน ไม่เปราะหรืออาจใช้วัสดุมาหุ้มตรงรอยขั้ว เช่น การหุ้มรอยขั้วด้วยเปลือกมะพร้าว หรือดินเหนียว การชักนำเข้าสู่ที่มีดนี้เป็นการเร่งให้พืชสร้าง auxin นั้นเอง

4.การใช้สารฮอร์โมน หากเป็นพวกที่ออกรากยาก อาจใช้ฮอร์โมนประเภท auxin ทาตรงรอยแผล เพื่อให้กิ่งนั้นออกรากง่าย

5.การให้อากาศ น้ำ และอุณหภูมิที่เหมาะสมบริเวณรอยแผลที่ทำกับกิ่ง ซึ่งจะเป็นบริเวณที่ต้องการชักนำให้ออกรากนั้น จะต้องได้รับออกซิเจน น้ำ และอุณหภูมิที่พอเหมาะด้วย

**10.1 ประเภทของการตอน** การตอนกิ่งแบ่งออกได้หลายชนิด แต่ละชนิดก็เหมาะสมกับพืชแต่ ละอย่าง ไม้ผลหลายชนิดต้องอาศัยการขยายพันธุ์แบบการตอน การตอนที่ทำกับไม้ผลมักเป็น การตอนแบบขวนกิ่งหรือเรียกว่า Air layering ดังนั้นจึงจะขออธิบายถึงวิธีการตอนแบบขวนกิ่ง ดังนี้

**10.1.1 การตอนแบบขวนกิ่ง ( Air layering )** มีชื่อเรียกหลายอย่าง คือ chinese layerage, pot layerage, circumposition, marcottage goote. มีขั้นตอนในการกระทำดังนี้

1. เลือกกิ่งพืชที่มีความแก่พอสมควร (simi-shardwood ) และควรเลือกกิ่งที่ได้รับ แสงแดด
2. ขวนกิ่งนั้นให้เป็นรอย ให้รอยทั้งสองห่างกันราว 1/2-1 นิ้ว แล้วแต่ขนาดของกิ่ง ไม้ ควรให้รอยขวนตอนบนขีดข้อหรือผ่านข้อ
3. แกะเอาเปลือกระหว่างทั้งสองออกให้หมด
4. ใช้คมมีดขุดเมือก (Cambium layer) ซึ่งมีลักษณะสีนํ้า โดยรอบกิ่งออกให้หมด หลังจากขุดแล้วลักษณะเมือกควรหมดไป
5. ถ้าประสงค์จะใช้ฮอร์โมนในการตอนด้วย ควรใช้ฮอร์โมนทาบริเวณเปลือกที่อยู่ ทางรอยขวนด้านบน
6. ทำการหุ้มกิ่ง โดยชั้นแรกหุ้มด้วยดินร่วนผสมให้เปียกพอปั้นเป็นก้อน หุ้ม บริเวณรอยขวนตอนบน
7. หุ้มอีกชั้นด้วยกาบมะพร้าวที่เตรียมไว้ กาบมะพร้าวที่ใช้ควรผ่านการแช่นํ้า จนอืดตัว แล้วทุบแผ่ให้เป็นแผ่นบาง แล้วม้วนเป็นก้อน ตัดเป็นท่อนๆ ให้สั้นยาวตามขนาดที่ ต้องการ
8. มัดหัวท้ายด้วยเชือก รัดให้แน่น อย่าให้คลอนแคลน
9. หุ้มด้วยพลาสติก ให้ปลายทั้งสองข้างติดกับกิ่งให้แน่น ทั้งนี้เพื่อป้องกันการ ระเหยน้ำออกมาของกาบมะพร้าว
10. รักษากิ่งตอนให้อยู่ในสภาพเดิม หากพบว่าภายในกระเปาะแห้ง เนื่องจาก ความชื้นระเหยออกมาได้ ควรรดน้ำเข้าไปในกระเปาะ 3 วันครั้ง

ในการตอนโดยอาศัยน้ำฝนจากธรรมชาติช่วย มักตอนในเดือนพฤษภาคม หลังจากนั้น ประมาณ 3 เดือนจะมีรากออกเพียงพอที่จะตัดกิ่งไปปลูกได้ราวเดือนกันยายน การตอนแบบนี้

### 10.1.2 การตอนโดยวิธีขุดร่อง ( Trench layering ) มีขั้นตอนในการกระทำ ดังนี้

1. ขุดร่องลึกประมาณ 1 ฟุต เพื่อนำต้นพืชลงปลูกในร่องนั้น
2. ปลูกพืชต้นแม่พันธุ์ลงในร่องนั้น โดยให้ต้นพืชที่ปลูกเอียงประมาณ 30-45 องศา โดยปลูกเป็นแถวให้ห่างกัน 4-5 ฟุต และให้ระยะระหว่างกันประมาณ 18-30 นิ้ว หลังจากพืชโต ต้องตัดให้พืชสูงอยู่แต่ประมาณ 18-24 นิ้ว
3. เพื่อพืชอายุ 1 ปี ก่อนจะแตกตาใหม่ให้โน้มกิ่งลงร่อง แล้วตัดปลายกิ่งออกเล็กน้อย
4. กลบด้วยดินร่วน 2-3 นิ้ว และหลังจากนั้นอีกระยะหนึ่งกลบอีก 6-8 นิ้ว ต่อมาโคนกิ่งจะออกราก และแตกตา
5. ตัดแล้วย้ายปลูก เว้นกิ่งที่จะเอาไว้ทำแม่พันธุ์ต่อไป

การตอนกิ่งวิธีนี้อาจเรียกว่า continuous layering การกลบดินแก่กิ่งก็คือ Etilotation นั่นเอง

### 10.1.3 การตอนโดยวิธีสุมโคน ( Mound layering ) มีขั้นตอนการกระทำดังต่อไปนี้

1. ปลูกต้นพันธุ์ในแปลงให้ระยะระหว่างแถวประมาณ 3.5 ฟุต และระยะระหว่างต้น 12-15 นิ้ว
2. ทำการไถพรวนระหว่างแถวเสมอๆ
3. ในต้นฤดูการเจริญเติบโต ตัดโคนให้ตอสูงขึ้นมา 1 นิ้ว โคนจะแตกยอด 2-5 ยอด
4. เมื่อยอดที่แตกสูงขึ้นมาประมาณ 3-5 นิ้ว เอาดินร่วนกลบโคนขึ้นมาสูง 2 นิ้ว และเมื่อยอดสูงขึ้นมาอีก 8 นิ้ว เอาดินสุมโคนสูงขึ้นมาอีก 4 นิ้ว ในการสุมดินนี้ต้องไม่ให้กิ่งบีบติดกัน
5. เมื่อกิ่งสูงขึ้นมาประมาณ 18 นิ้ว คือประมาณ 4 เดือนครึ่ง กลบดินขึ้นสูง 8 นิ้ว การสุมโคนกิ่งนี้ทำในขณะที่กิ่งยังอ่อน และหลังจากการสุมโคนทุกครั้ง ต้องรดน้ำให้ดินชื้นเสมอ

10.1.4 การตอนแบบวิธีใช้ยอด ( Tip layering ) ส่วนใหญ่ทำกับพืชในเขตหนาวที่เป็นพวก biennial มักทำในฤดูหนาว โดยโน้มกิ่งพืชพวกที่อ่อนๆ ที่มีปลาย มีตายอดที่กำลัง

**10.1.5 การตอนโดยวิธีง่าย ๆ ( Simple layering )** โดยกิ่งพืชที่มีอายุ 1 ปี ที่กำลังมีการพักตัว โนมกิ่งลงใต้ดิน แต่ให้ปลายกิ่งโผล่พ้นดินขึ้นมาประมาณ 6-12 นิ้ว อาจบากกิ่ง หรือ ขวานกิ่งบริเวณที่ฝังลงในดินด้วย ต่อมาในระยะ 6-12 เดือน ส่วนที่อยู่ใต้ดินจะออกราก จากนั้น ควรตัดแต่งให้ใบหรือยอดสมดุลงกับรากและตัดมาปลูก เลี้ยงดูในกระถางก่อนนำมาลงในแปลง ปลูก ควรใช้กับไม้พุ่มที่มีกิ่งอ่อนๆ

**10.1.6 การตอนแบบงูเลื้อย ( Compound layering )** ใช้กับพืชที่มีกิ่งอ่อนเลื้อย โดยการโน้มกิ่งลงดินแล้วใช้ดินกลบทับเป็นช่วงๆ ให้พืชแตกตาข้างๆ ขึ้นมา และมีรากใต้ดินเป็นช่วงๆ จึงตัดออกเป็นท่อนๆ ไปปลูกเป็นพืชต้นใหม่

**10.2 ข้อดีข้อเสียของการขยายพันธุ์โดยวิธีตอน** การขยายพันธุ์โดยวิธีตอนนี้ นิยมทำกันมาก คือ ตอนแบบขวนกิ่งในประเทศไทย ซึ่งมีข้อดีดังนี้

1. มีประโยชน์มากสำหรับพืชที่ออกรากง่าย เมื่อขยายพันธุ์โดยวิธีตัดชำ เช่น ไม้ผลและไม้ดอกหลายชนิด
2. ทำได้ง่าย คือ ทำได้ทั้งพืชที่อยู่ในที่แจ้ง และพืชที่ปลูกในเรือนเพาะชำ
3. ทำได้ผลดีแม้ว่าจะไม่มีฝีมือและไม่มีเทคนิคยุ่งยากอย่างการตัดชำ
4. เลือกขนาดของพืชต้นใหม่ได้ตามความต้องการ โดยการเลือกกิ่งที่จะทำการตอน

ข้อเสียของการขยายพันธุ์โดยการตอน แม้ว่าการตอนจะมีข้อดีหลายประการ แต่ในทางปฏิบัติจริงๆ พบปัญหาในการดูแลกิ่งตอนโดยการขวน คือ หากทำกับพืชต้นแม่ที่มีขนาดใหญ่ กิ่งที่เลือกตอนอาจอยู่สูง ทำให้การปฏิบัติรักษาในการรดน้ำกิ่งตอนอาจลำบากและกิ่งตอนที่ออกรากแล้ว เมื่อเอาไปปลูก อาจตั้งตัวช้า ในกรณีที่กิ่งนั้นมีใบมาก แต่มีรากน้อยควรเลี้ยงดูไว้ในเรือนเพาะชำสักระยะหนึ่งก่อน

# บทที่ 11

## การต่อกิ่ง ( Grafting) และการติดตา

หมายถึงการเชื่อมต่อกิ่งของต้นพืชจากคนละต้นเข้าด้วยกัน และให้พืชนั้นประสานรอยต่อแล้วกลายเป็นพืชต้นเดียวกัน ส่วนของพืชที่ต่ออยู่ทางด้านบนจะกลายเป็นยอดของพืชต้นใหม่ซึ่งเรียกว่า “Scion” ส่วนของพืชที่อยู่ทางด้านล่างและทำหน้าที่เป็นรากดูดน้ำและแร่ธาตุให้ลำต้นเรียกว่า “Rootstock” หรือ “Understock”

หากส่วนของ Scion เป็นเพียงส่วนเล็กๆ ของเนื้อไม้ที่มีตาอยู่เพียง 1 ตา ( bud ) นำมาเชื่อมต่อกับ rootstock เรียกรวมวิธีนี้ว่า “Budding” ดังนั้นวิธี Grafting กับ Budding จึงใกล้เคียงกันมาก

### 11.1 จุดประสงค์ของการขยายพันธุ์แบบต่อกิ่งและติดตา

1. เพื่อขยาย Clone ของพืชที่ไม่สามารถขยายได้โดยวิธีอื่น เช่น การตัดชำ การตอนการแบ่งแยก พืชเหล่านี้ได้แก่ มะม่วง ยางพารา สัก

2. เพื่อให้ได้พืชที่มีการเจริญเติบโตโดยแบบใหม่ ทั้งนี้โดยอาศัยอิทธิพลของ Rootstock ที่มีต่อ Scion

3. แม้ว่าพืชนั้นจะเป็นพืชที่ขยายพันธุ์ได้ง่าย โดยวิธีอื่นๆ เช่น การตัดชำ หรือ การตอน แต่ก็สามารถนำมาขยายพันธุ์โดยการติดตาต่อกิ่ง ทั้งนี้เพื่ออาศัยประโยชน์หลายอย่างจาก rootstock เช่น การมีรากแก้วของ rootstock เนื่องจากปลูกมาจากเมล็ด ดังนั้นจึงให้ความแข็งแรงกับพืชต้นใหม่ได้ดี ต้านทานลมดีไม่ล้มง่ายเหมือนกับพืชที่มีระบบรากฝอยที่ได้จากการขยายพันธุ์แบบตัดชำ rootstock ต้องเป็นพันธุ์ที่มีระบบรากดี ทนกับสภาพแวดล้อมของดินได้หลายชนิด มีอิทธิพลต่อความสูงและเตี้ยของพืชต้นใหม่ และยังมีอิทธิพลต่อผลผลิตด้วย

4. เพื่อให้มีการใช้ intermediate stock (interstock) Intermediate stock หมายถึง ต้นต่อตัวกลางที่ทำมาเชื่อมต่อกิ่งพันธุ์ (Scion) กับต้นต่อที่เป็นราก (rootstock) ทั้งนี้เนื่องจากพืชบางชนิดเมื่อทำการต่อครั้งเดียวบนต้นต่อโดยตรง อาจไม่ติดหรือไม่ทำให้ได้พืชต้นใหม่มีการเติบโตไปตามที่ต้องการ จึงจำเป็นต้องใช้ตัวเชื่อมกลาง การกระทำแบบนี้เรียกว่า double working พืชที่ต่อแบบนี้จะมี graft union อยู่ 2 แห่งมักทำกับกุหลาบ ยางพารา หรือพืชแคระ

5. เพื่อประโยชน์ในการเปลี่ยนพันธุ์พืชที่หยุดเจริญแล้ว โดยการตัดส่วนบนทิ้งไปแล้ว นำพันธุ์ใหม่ที่ต้องการมาเชื่อม เรียกว่า Top working นอกจากนี้ยังใช้ได้ดีในกรณีที่พืชมีต้นตัวผู้และตัวเมียแยกกัน โดยนำกิ่งของต้นตัวผู้มาเชื่อมต่อกับต้นตัวเมีย ทำให้ได้เกสรตัวผู้โดยไม่ต้องปลุกต้นตัวผู้โดยตรง

6. ช่วยย่นระยะเวลาการออกดอกของต้นอ่อนที่ได้จากการผสมพันธุ์พืชลูกผสม ในการผสมพันธุ์พืชพวกไม้ผล ระยะเวลาที่ปลูกจากเมล็ดจนให้ผลผลิตมักกินเวลานาน ทำให้การคัดเลือกเป็นไปโดยล่าช้า หากนำต้นอ่อนของเมล็ดลูกผสมการติดเข้ากับพันธุ์พืชชนิดเดียวกันที่ต้นโตแล้ว จะทำให้ได้ผลผลิตของลูกผสมเร็ว ทำให้เป็นแนวทางในการคัดเลือกได้เร็วขึ้น หากควรพิจารณาด้วยว่า ต้นแก่อาจมีอิทธิพลต่อคุณภาพของลูกผสมนั้นๆ

7. เพื่อซ่อมแซมต้นพืชที่ได้รับอันตรายเป็นบางส่วน เช่น การซ่อมแซม xylem และ Phloem เป็นต้น เป็นการทำการเชื่อมต่อแบบค้ำจุน หรือ แบบสะพาน

8. การติดตามต่อกิน สามารถเป็นวิธีการทดสอบไวรัสโดยการใช้ต้นตอที่ไม่ต้านทานต่อเชื้อไวรัส และนำกิ่งที่สงสัยว่าจะมีเชื้อไวรัสมาเชื่อมต่อกับต้นตอ หากต้นตอแสดงอาการโรคไวรัส แสดงว่ากิ่งพันธุ์นั้นมีเชื้อไวรัสสะสมอยู่

## 11.2 ประเภทของต้นตอ (Rootstock) ที่ใช้ในการขยายพันธุ์แบบติดตา

Rootstock ที่ใช้มี 2 ชนิดด้วยกันคือ

1. Seeding rootstock เป็นต้นตอที่ได้จากการเพาะเมล็ดต้นตอที่มีข้อดี คือ
  1. กระทำได้ง่าย สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการผลิตน้อย
  2. ต้นอ่อนที่ได้ ถ้ารักษาให้ดีตั้งแต่เริ่มงอก จะเป็นต้นตอที่แข็งแรง ปราศจากเชื้อโรคสะสมอยู่

อย่างไรก็ดีการใช้ต้นตอที่ได้จากการเพาะเมล็ดนี้ ก็มีข้อเสียคือ ต้นตอที่ได้จากการเพาะเมล็ดนี้มักไม่ค่อยมีความสม่ำเสมอ ในด้านการเจริญเติบโตโดยเฉพาะทางด้านส่วนสูงของลำต้น เนื่องจากพันธุกรรมแปรปรวนในหมู่เมล็ดมีมาก โดยเฉพาะเมล็ดของพืชที่เป็นพวกผสมข้าม (Cross-pollination crop) ดังนั้นการใช้ต้นตอที่ได้จากการเพาะเมล็ดจึงเหมาะสมสำหรับพืชที่เป็นพวกผสมตัวเอง (Self-pollination crop) และปฏิบัติ เพื่อที่จะได้ต้นกล้าโตสม่ำเสมอกันนั้นสามารถทำได้โดยการย้ายกล้ามาใส่ในถุงพลาสติกในขณะที่กล้ามีอายุเท่าๆ กัน และคัดเลือกเอาพวกที่โตหรือผิดขนาดทิ้งไปเสมอๆ

2. Clonal rootstock เป็นต้นตอที่ได้จากการขยายมาจากวิธี ตัดชำ ตอน ต้นตอประเภทนี้มีข้อดี คือ

1. ได้การเจริญสม่ำเสมอดีมาก
2. หากได้จากพันธุ์ต้านทานโรค ทุกต้นจะมีความต้านทานโรคเหมือนกันหมด

นอกจากนี้ยังมีอิทธิพลต่อการออกดอกของกิ่งพันธุ์ที่นำมาต่อด้วย

การสร้าง Clonal rootstock นั้นสามารถกระทำได้อีกวิธีหนึ่ง คือ การเพาะจากเมล็ดที่เป็น Apomictic embryo แต่หากเมล็ดนั้นเป็น polyembryony ก็ทำให้ยาก ในการพิจารณาว่า embryo ใดเป็น Apomictics การใช้ต้นตอที่ได้จากการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ จะมีผลเสียในการสะสมโรคและแมลงในต้นตอมาก

### 11.3 การเชื่อมรอยต่อ (Formation of the graft union)

โดยธรรมชาติของพืช เมื่อผ่ากิ่งทั้งสองแล้วประกอบเข้าหากันตรงรอยแผลจะสามารถเชื่อมกันได้ ทำให้ทั้งสองกิ่งนั้นกลายเป็นกิ่งเดียวกัน ซึ่งรอยต่อนี้เรียกว่า graft union

#### ขั้นตอนการสมานรอยต่อนั้น มีดังนี้

1. การจัดวางให้บริเวณเยื่อเจริญ (cambium layer) ของ rootstock และ Scion สัมผัสกันโดยใกล้ชิดที่สุด นอกจากนั้นยังต้องการสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมด้วย คือ ต้องมีอุณหภูมิประมาณ 45 –90 องศาฟา และจะต้องมีความชื้นรอบๆ เยื่อเจริญ หากเยื่อเจริญกระทบความแห้งแล้งเยื่อเจริญอาจตายได้ วิธีป้องกันความแห้งโดยการหุ้มรอยแผลไว้ด้วยพลาสติกหรือซีฟิ่ง ทั้งนี้จะช่วยป้องกันโรคและแมลงที่จะเข้าไปทำอันตรายที่รอยแผลด้วย

2. ต่อจากขั้นที่หนึ่ง ซึ่งจะประสบผลสำเร็จขึ้นอยู่กับความชำนาญของผู้ปฏิบัติ ขั้นตอนที่สองนี้คือ บริเวณเนื้อเยื่อเจริญ (cambium region) ทั้งของ rootstock และ Scion จะสร้างเซลล์หรือแบ่งเซลล์มาประสานกัน คือ สร้างกลุ่มเซลล์ (callus) ขึ้นทั้งใน rootstock และ Scion แต่ส่วนใหญ่มักเกิดใน rootstock มากกว่า กลุ่มเซลล์นี้คือ paranchvma และจะทำหน้าที่คล้าย vascular bundle กลุ่มเซลล์นี้จะเกิดจะปิดเต็มช่องว่าง ในระยะนี้ให้น้ำและธาตุอาหารจากต้นตอสามารถจะเคลื่อนไปยังกิ่งพันธุ์ได้บ้างแล้ว หากมีกลุ่มเซลล์ที่เจริญล้นออกมาข้างนอกก็จะเปลี่ยนเป็นเปลือกของกิ่ง

3. การเกิด cambium ใหม่ ระหว่างต้นตอและกิ่งพันธุ์ และ cambium ใหม่นี้จะเชื่อมต่อกับ cambium เดิมด้วย

4. การเกิด xylem และ phloem ขึ้นจาก cambium ใหม่ หมายถึงการเกิด vascular bundle ขึ้น การเกิดขึ้นนี้จะต้องเกิดก่อนที่กิ่ง Scion จะแตกตาต้นนั้นจึงสมบูรณ์ เนื่องจากพืชจะต้องมีระบบการส่งน้ำอย่างมีประสิทธิภาพก่อนแตกใบ มิฉะนั้นหากแตกใบก่อนจะทำให้อัตราการคายน้ำมีมากเกินไป ทำให้ตายไป

ในการติดตา (budding) การเกิด bud union นั้นจะเหมือนกับการ graft union ทุกประการในทางธรรมชาติ หากเราทำบาดแผลขึ้นที่ต้นพืช แล้วผนึกบาดแผลนั้นมัดลงไปจะเกิดกลุ่มเซลล์ที่เป็น callus มาเชื่อมสมาน และจะมีเซลล์ในกลุ่มนั้นกลายมาเป็น cambium ที่สร้าง xylem และ phloem ขึ้นได้ ลักษณะนี้เองที่ทำให้เกิด graft union และ bud union ขึ้นได้ กล่าวคือในการทำ graft คือการทำรอยแผลของต้นพืช แล้วสอดส่วนของพืช (Scion) ไว้ตรงกลางระหว่างรอยแผลนั้น

#### 11.4 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการสมานแผล (healing)

การที่จะเกิด graft union สำเร็จสมบูรณ์เพียงใดนั้น ขึ้นอยู่กับเหตุปัจจัยหลายประการคือ

1. Incompatibility หมายถึงขั้นตอนในการเกิด graft union ล้มเหลวระยะใดระยะหนึ่ง เช่น ไม่เกิด vascular bundle ขึ้นใน callus bridge หรืออาจจะเกิดชั่วคราวหนึ่งแล้วหยุดชะงักไม่สำเร็จสมบูรณ์

2. ชนิดของพืช (kind of plants) พืชบางพวกอาจต่อกิ่งติดตาได้ยาก ถึงแม้ว่าจะไม่มีปัญหาเกี่ยวกับ Incompatibility ต้องศึกษาว่าพืชใดจะติดได้ดีกับพืชใด นอกจากนั้นยังต้องศึกษาถึงวิธีและเทคนิคที่จะต้องใช้อย่างแตกต่างกันออกไปในแต่ละพืช

3. อุณหภูมิและความชื้นของบรรยากาศ ในขณะที่รอยแผลจะเชื่อมต่อต้องมีอุณหภูมิของบรรยากาศประมาณ 45-90° ฟ จึงกระตุ้นให้รอยแผลสร้าง callus ได้เร็ว สำหรับอุณหภูมิที่จุดใดจะเหมาะสมที่สุดสำหรับพืชใดนั้น ต้องทำการทดลองในแต่ละพืช สำหรับในเรื่องความชื้นของบรรยากาศนั้น ในหลายพืชต้องการความชื้นในระดับอ้อมตัวจะกระตุ้นให้เกิด callus ที่รอยแผลได้ดี และถ้ามีแผ่นน้ำเกาะที่ผิวของ callus ยังจะทำให้เจริญเร็วยิ่งขึ้น วิธีที่จะทำให้บริเวณรอยแผลอ้อมตัวด้วยความชื้นโดยการหุ้มรอยแผลด้วยผ้าพลาสติก



4. ออกซิเจน ที่บริเวณรอยแผลนั้นเซลล์จะต้องได้รับออกซิเจนอย่างเพียงพอ จึงจะทำให้กระบวนการแบ่งเซลล์เป็นไปได้อย่างรวดเร็ว

5. ความสามารถในการเจริญเติบโตของต้นตอ ต้นตอจะต้องอยู่ในช่วงที่กำลังเจริญเติบโต สังเกตได้คือ เปลือกนอกจะต้องลอกออกง่าย นอกจากนี้ดินที่ใช้ปลูกต้นตอยังต้องมีธาตุอาหารและความชื้นเพียงพอ

6. เทคนิคในการทำบาดแผลของรอยต่อ ทั้งนี้จะต้องทำให้เหมาะสมสำหรับในแต่ละพืช เช่น จะวางตำแหน่งของตาในกิ่งพันธุ์ไว้ที่ใด การฉีกแผลของต้นตอและกิ่งพันธุ์จะต้องให้มีผิวรอยเย็บที่เรียบ จึงจะทำให้เกิดการสมานแผลได้ดีและเร็ว อย่างไรก็ตามหากเทคนิคในการทำงานไม่ดี แม้ว่าจะมีการสมานรอยแผลแล้วก็ตาม ต่อมาเมื่อตาเจริญแล้วจะแคระแกรน หรือตาที่แตกออกมานั้น อาจเหี่ยวแห้งภายหลัง

7. การที่มีเชื้อไวรัส แมลง หรือเชื้อโรคอื่นสะสมอยู่ในต้นตอหรือกิ่งพันธุ์ หากมีเชื้อโรคแมลง หรือไวรัสสะสมอยู่ในส่วนของพืชที่ทำการต่อกิ่งหรือติดตาแล้ว จะมีผลทำให้การสมานแผลและเกิดการเชื่อมต่อไม่สำเร็จ เช่น เพลี้ยแป้งจะทำให้รอยแผลสมานไม่สนิท หากกิ่งพันธุ์มีโรคสะสมมาก จะทำให้รอยแผลเน่า ดังนั้นควรป้องกันโดยการจุ่มกิ่งลงในยาฆ่าเชื้อรา และฉีดพ่นยาฆ่ารา จะทำให้เปอร์เซ็นต์การติดสูง

8. ความสัมพันธ์ระหว่างสารที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตหรือสารเคมีอื่นที่มีผลต่อการเชื่อมรอยต่อ สารเคมีบางชนิดกระตุ้นให้มีการสร้างรอยต่อได้รวดเร็ว เช่น NAA เป็นต้นสามารถผสมในลาโนลินแล้วทาที่กิ่งพันธุ์จะทำให้เกิด Callus ได้รวดเร็ว

### 11.5 ทิศทางในการทำการต่อกิ่ง (Polarity in grafting)

ก่อนที่จะทำความเข้าใจในการนำทิศทางของกิ่งมาต่อกัน ต้องทำความเข้าใจที่ใช้กับทิศทางของกิ่งพืชเสียก่อน

Proximal end หมายถึง ส่วนของรากหรือลำต้นที่อยู่ใกล้กับ stem-root junction มากที่สุด

Distal end หมายถึง ส่วนของรากหรือลำต้นที่อยู่ไกลจาก stem-root junction มากที่สุดหรือส่วนที่อยู่ใกล้กับส่วนปลายที่สุด

ดังนั้นในการทำรอยต่อจะต้องให้ด้านที่ต่อเป็นไปให้เหมือนธรรมชาติเดิมของต้นพืชดังภาพแสดงการต่อที่ถูกต้องวิธีข้างล่าง

แม้ว่ากิ่งพันธุ์จะถูกเสียบไว้ผิดทิศทาง ก็อาจจะติดเชื่อมรอยต่อได้แต่ตาที่เจริญขึ้นมาจะ โตช้า หรือไม่โตขึ้นเลย เนื่องจากการเดินทางของน้ำ และอาหารกลับข้างไม่เป็นไปทางเดียวกัน ตลอดลำต้น หากทิศทางถูกต้องแล้ว การเจริญเติบโตจากเกิดรอยเชื่อมต่อแล้ว จะเป็นไปตามปกติ

### 11.6 ขอบเขตของการตอกิ่ง (Limit of grafting)

เนื่องจากการเกิดรอยสมานแผลในการตอกิ่งนั้นขึ้นขึ้นกับการเกิดแคลลัส ไกลๆ กับแคม เบียม ดังนั้นการตอกิ่งจึงควรกระทำกับหมู่พืชที่เป็นพืชใบเลี้ยงคู่ หรือ พืชพวก gymnosperm หากจะทำการตอกิ่งใบเลี้ยงเดี่ยวก็ควรทำให้เนื้อเยื่อเจริญบริเวณ intercalary tissue มาสัมผัสกัน ซึ่งเยื่อเจริญนี้จะอยู่บริเวณฐานของปล้องของลำต้น

หากพืช 2 ต้นที่จะนำมาติดตอกันนั้น มีความใกล้ชิดกันมากในทางพฤกษศาสตร์ ก็มี โอกาสจะเชื่อมต่อดีง่าย ดังนั้นพืชที่จะติดตอตอกิ่งกันได้จึงสามารถเรียงลำดับจากง่ายไปหา ยากดังนี้

1. การตอกิ่งในพืช clone เดียวกัน (Grafting within a clone) จะเชื่อมสมานแผลได้ รวดเร็วไม่มีปัญหาใดๆ
2. การตอกิ่งพืชคนละ clone แต่ species เดียวกัน เช่น การทาบกิ่งมะม่วงมันกับ มะม่วงแก้ว หรือมะม่วงอกร่องกับมะม่วงแก้ว เป็นต้น จะไม่พบปัญหาในการสมานรอยต่อ เพราะมะม่วงเป็นพืชอยู่ใน species เดียวกันคือ *Magnifera indica* แต่ต่าง variety กันเท่านั้น
3. การตอกิ่งพืชที่เป็นคนละ species กัน แต่อยู่ใน genus เดียวกัน เราเรียกว่า inter graft ในบางกรณีอาจทำสำเร็จ บางกรณีก็สำเร็จได้ยาก พบว่าในตระกูลส้มมักทำได้ง่าย เช่น *Citrus reticulata*, *Citrus sinensis*, *Citrus media*, *Citrus grandis* หากรอยต่อเกิดยากใน ทดลองกลับการใช้ต้นตอเป็นกิ่งพันธุ์ รอยต่ออาจเกิดขึ้นได้
4. การตอกิ่งพืชที่เป็นคนละ genus แต่เป็น family เดียวกัน เรียกว่า intergeneric graft รอยต่อของกรณีนี้เกิดค่อนข้างยากมาก เท่าที่ทำสำเร็จเป็นการค้าคือ การใช้ *Poncirus trifoliata* เป็นต้นตอ ใช้กับ *Citrus* species ต่างๆ ได้ผลดีคือ ทำให้สัมพันธ์เดียวในการทดลองต่อต้นมะเขือเทศกับต้นตอของยาสูบ หรือมันฝรั่งก็ทำสำเร็จ หากยังไม่ได้ทำเป็นการค้า มะเขือเทศคือ *Lycopersicon esculentum* ยาสูบ คือ *Nicotiana tabacum* และมันฝรั่งคือ *Solanum tuberosum* ทั้งสามพืชนี้อยู่ใน Family Solanaceae

5. การต่อกิ่งพืชที่เป็นคนละ family กัน ทำไม่ได้ในพวกไม้ยืนต้น มีรายงานความสำเร็จน้อยมาก ส่วนใหญ่ความสำเร็จพบในพืชล้มลุก และเป็นพืชอายุสั้น เช่น การต่อกิ่งโดย เอาทานตะวัน (F. Compositae) เป็นต้นตอ และนำกิ่งของ white sweet clover (F. Leguminosae) มาต่อ ปรากฏว่าเกิดรอยเชื่อมของแผลและมีชีวิตอยู่ได้ 5 เดือนเศษ

### 11.7 ความล้มเหลวของการเกิดรอยเชื่อมในการต่อกิ่ง (Graft incompatibility)

พืชที่มีความสัมพันธ์ใกล้เคียงกันมาต่อกิ่งกันจะเกิดรอยเชื่อมต่อได้ง่ายตามปกติ แต่ถ้าเป็นพืชที่ห่างกันจะเกิดรอยเชื่อมต่อได้ยาก ในบางครั้งพบว่าสามารถเกิดรอยเชื่อมต่อแต่ก็อยู่ไม่นาน รอยต่อนั้นจะหลุดเมื่อกระทบกระเทือน เช่น ลมแรง และการหลุดออกนั้นจะหลุดตามรอยบาดแผลที่ทำไว้ ทำให้รอยที่ขาดออกจากกันนั้น เป็นรอยเรียบผิดจากรอยที่เกิดจากกิ่งไม้หัก ในบางกรณีแม้ว่ารอยเชื่อมต่อนั้นจะติดกันได้ แต่พบว่าต้นที่ได้จะไม่แข็งแรง แคระแกรน ยอดมีอาการเหลืองและในไม้ซ้ารอยเชื่อมนั้นก็หลุดออกจากกัน

**ประเภทของ graft incompatibility** สามารถจำแนกออกได้เป็น 2 แบบ คือ

1. Translocated incompatibility
2. Localized incompatibility

Translocated incompatibility เกิดขึ้นเพราะท่อทางเดินอาหาร (phloem) ไม่สามารถจะพัฒนาจนสมบูรณ์ได้ เนื่องจากเกิดสารบางอย่างที่ผลิตขึ้นในกิ่งพันธุ์ และสารนี้เคลื่อนย้ายถึงกันได้ แคลลัสที่เกิดมักผิดปกติ อาการมักปรากฏมีรอยสีน้ำตาลและเกิดการเหลืองไหม้ที่เปลือกนอก เกิดการสะสมอาหารข้างบนมาก เนื่องจากไม่สามารถไหลลงมาข้างล่างได้ ดังนั้นส่วนล่างจึงขาดน้ำตาล หากเปลี่ยนเอากิ่งพันธุ์มาทำเป็นต้นตอ สามารถทำสำเร็จได้ในบางกรณี บางโอกาสจะพบว่ามีการแตกเต็มไปหมดรอบๆ รอยแผลที่เชื่อมต่อ หากเกิดปรากฏการณ์เช่นนี้แม้ว่าจะหา interstock มาเชื่อมต่อก็มักไม่มีผลสำเร็จ เพราะสารที่ผลิตในกิ่งพันธุ์ไหลผ่านลงมาทำให้เกิดการไม่ติดระหว่าง interstock กับต้นตอ สำหรับท่อน้ำ (xylem) สามารถเจริญได้เป็นปกติ แต่ท่ออาหารสร้างไม่สำเร็จ แสดงว่าสารนี้กีดขวางทำให้เซลล์ของพืชทั้งสองสมานกันไม่ได้

การเข้ากันไม่ได้แบบนี้บางทีมีสาเหตุมาจากการมีไวรัสในกิ่งพันธุ์ หรือต้นตอ

**Localized incompatibility** การที่รอยต่อระหว่างกิ่งพันธุ์กับต้นตอไม่เชื่อมกันแน่น

เนื่องจากการเกิด vascular bundle นั้นไม่สมบูรณ์ โดยเชื่อมกับของเดิมไม่ได้ไม่ติดกัน ทั้งนี้เนื่องจากลักษณะทางเนื้อเยื่อของพืชทั้งสองแตกต่างกันมากจึงสมานเข้ากันได้ยาก จะทำให้ทางเดินน้ำและธาตุอาหารไม่สะดวก ทำให้ต้นที่ได้อ่อนแอ รากขาดอาหาร หากรอยต่อถูกกระทบกระเทือนมากๆ รอยต่อจะหลุด เช่น หากลมแรงจะทำให้รอยต่อหลุด

อาการแสดงลักษณะของ incompatibility แม้ว่าจะเกิดรอยเชื่อมต่อระหว่างกิ่งพันธุ์กับต้นต่อแล้ว หากสังเกตว่าพืชมีอาการดังต่อไปนี้ แสดงว่ารอยต่อนั้นไม่แข็งแรง อาจหลุดได้ง่าย อาการดังกล่าวดังกล่าว เรียงตามลำดับความรุนแรงมีดังต่อไปนี้

1. กิ่งสองกิ่งนั้นไม่ติดกันเลย
2. แม้ว่ารอยเชื่อมต่อจะติดกันแล้ว แต่ในฤดูกาลเจริญเติบโตในปีต่อมา ใบของต้นพืชใหม่จะเหลือง ใบร่วงเร็ว แตกใบอ่อนน้อย มีบางกิ่งในลำต้นเหลืองตาย
3. ต้นใหม่ที่ได้อายุสั้น จะตายไปภายใน 1-2 ปี
4. อัตราการเจริญของต้นต่อกับกิ่งพันธุ์ที่ติดกันนั้นแตกต่างกันมาก
5. พบความแตกต่างของกิ่งพันธุ์และต้นต่อในตอนต้นและปลายฤดูกาลเจริญเติบโต
6. เกิดจากการเจริญเติบโตอย่างผิดปกติที่เหนือหรือใต้รอยต่อ

หากเกิดอาการดังกล่าวข้างต้นข้อใดข้อหนึ่ง แสดงว่าพืชนั้นจะต้องมีการหลุดของรอยต่อภายหลังไม่ช้าก็เร็ว

Incompatibility บางกรณีในการติดต่อกิ่งอาจเกิดขึ้นช้ามาก เรียก “Delayed incompatibility” เช่น พืชต้นที่ต่อกิ่งนั้นอาจเจริญเติบโตให้ผลผลิตได้นานถึง 15-20 ปี จึงมีปรากฏการณ์ของบริเวณเยื่อเจริญแคมเบียมและท่ออาหารตายบริเวณรอยสมานแผล อาจเริ่มจากจุดใดจุดหนึ่งแล้วขยายกว้างออกรอบด้านรอยต่อ และพบว่าเมื่อเกิดอาการเช่นนี้ที่บริเวณรอยต่อ จะมีผลกระทบกระเทือนทำให้ต้นข้างบนเหลืองตาย และต้นต่อจะแตกตาขึ้น ปรากฏการณ์เช่นนี้สันนิษฐานว่าไวรัสมีส่วนเกี่ยวข้องทำให้เกิดขึ้น

การแก้ไข incompatibility หากพบอาการที่แสดงออกว่าต้นที่ได้ อาจมีการแตกหรือหลุดที่รอยสมานแผล อาการดังกล่าวหากสังเกตได้เร็ว สามารถแก้ไขได้โดยการทำ bridge grafting หรือในกรณีที่เกิด delayed incompatibility หากพบได้ก่อนแก้ไขได้ทันโดยการทำ inarching

### 11.8 อิทธิพลของต้นตอที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของกิ่งพันธุ์

เมื่อนำกิ่งพันธุ์มาต่อบนต้นตอ จะทำให้พืชต้นใหม่มีนิสัยเปลี่ยนไปจากกิ่งพันธุ์ได้ในลักษณะต่อไปนี้

1. จะเปลี่ยนแปลงในด้านประสิทธิภาพในการดูดน้ำและแร่ธาตุ และยังมีผลกับรูปทรงของ

การเจริญเติบโต

2. พืชต้นใหม่จะให้ดอกให้ผลเร็ว
3. อาจมีผลต่อขนาดของผล คุณภาพของผล สี และระยะเวลาที่ใช้ในการแก่ของผล เป็นไปในทางที่ดีขึ้นหรือเลวลง
4. พืชต้นใหม่อาจต้านทานโรค ทนทานต่อความแห้งแล้ง

11.9 อิทธิพลของกิ่งพันธุ์ที่มีผลต่อต้นตอ ทำนองเดียวกัน หลังจากต่อกิ่งแล้ว พืชต้นใหม่ อาจผิดไปจากลักษณะต้นตอเดิมในแง่ต่อไปนี้

1. ความแข็งแรงของต้นตออาจมีเพิ่มมากขึ้นหากได้ต่อกิ่งกับกิ่งพันธุ์ที่แข็งแรงกว่า ในทางตรงกันข้ามหากกิ่งพันธุ์อ่อนแอ ก็อาจทำให้ต้นตออ่อนแอไปด้วย
2. หากกิ่งพันธุ์เป็นพวกที่ทนทานต่อสภาพแวดล้อมไม่ดีได้สูง ก็จะทำให้ต้นตอทนทานไปด้วย

11.10 อิทธิพลของ intermediate stock ที่มีผลต่อกิ่งพันธุ์และต้นตอ intermediate stock จะมีผลต่อพืชต้นใหม่ดังต่อไปนี้

1. อาจทำให้พืชต้นใหม่เตี้ยหรือสูง
2. มีสารที่เคลื่อนย้ายขึ้นลงติดต่อกันตลอดทั้ง 3 ช่วง สารนั้นได้แก่พวกสารประกอบอินทรีย์เคมี และสารควบคุมการเจริญเติบโต
3. การสมานรอยแผลที่ทำการต่อกิ่ง

โดยสรุป ในการเชื่อมต่อพืชสองต้นที่มี genetic makeup ต่างกันนั้นจะมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโต คุณภาพ ผลผลิต หรือการออกดอกนั้นจะเกี่ยวข้องกับปัจจัยดังต่อไปนี้

1. การดูดน้ำและแร่ธาตุขึ้นไป และการใช้ธาตุอาหารนั้น

2. การเคลื่อนย้ายสารละลาย และอาหารทั้งขึ้นและลง ว่ามีประสิทธิภาพเพียงใด
3. การไหลเวียนของสารควบคุมการเจริญเติบโตภายในลำต้น เช่น สารฮอร์โมนที่ทำให้พืชออกดอก เป็นต้น

### 11.11 การแบ่งแยกประเภทของการตอกิ่งตามวัตถุประสงค์

เนื่องจากการตอกิ่งเป็นศิลปะของการสอดส่วนของกิ่งพืชต้นหนึ่งลงบนส่วนของพืชอีกต้นหนึ่ง เพื่อให้ส่วนทั้งสองติดกันและเจริญเป็นพืชต้นใหม่ ดังนั้นจึงมีเทคนิคมากมาย และทำเพื่อจุดประสงค์ได้หลายประการดังต่อไปนี้

1. การตอยอด (Top working) เป็นการนำพันธุ์ดีมาต่อบนยอดของต้นตอพืชและมีจุดประสงค์เพื่อเปลี่ยนพันธุ์ หรือรวมพืชหลายๆ พันธุ์ไว้ต้นเดียวกัน ส่วนเทคนิคและวิธีการพวกนี้แยกออกได้มากมายตามรูปประกอบคำบรรยาย
2. การตอดันคอติง (Crown grafting) คือ การนำเอากิ่งพันธุ์ดีมาต่อบนต้นตอระดับให้ดินเล็กน้อยเป็นวิธีการที่นิยมเปลี่ยนพันธุ์อุนที่มีอายุมากๆ และมักทำการต่อแบบเสียบลิ้ม
3. การตอราก (Root grafting) คือการนำเอากิ่งพันธุ์ดีมาต่อกับรากโดยตรง ซึ่งรากที่ต่อนั้นอาจเป็นทั้งราก (whole root) หรือ ท่อนราก (piece root) ก็ได้ เป็นวิธีที่ใช้กันทั่วไปในการต่อผลไม้เมืองหนาว เช่น แอปเปิล และแพร์ โดยทั่วไปมักนิยมใช้รากของต้นพืชที่เพาะจากเมล็ด วิธีที่ใช้ในการตอรากก็คือ วิธีแบบเข่าลิ้น (Whip or tongue graft) และเมื่อจะทำการต่อก็มักจะขุดรากมาต่อในบ้านในฤดูหนาว ซึ่งเรียกการต่อลักษณะนี้ว่า bench grafting
4. การต่อเพื่อซ่อมแซมหรือค้ำยัน (Repair grafting or supporting) เป็นการต่อแบบ Inarching และ Bridge grafting ซึ่งทั้ง 2 แบบนี้สามารถมีเทคนิคการทำการต่อได้หลายแบบดังภาพประกอบ
5. การทาบกิ่ง (Approach grafting) หมายถึงการนำต้นพืชที่ต่างก็มีทั้งรากและยอดด้วยกันมาทำให้เชื่อมติดกันและหลังจากรอยต่อเชื่อมกันสนิทดีแล้ว จึงทำการตัดยอดต้นตอเหนือรอยต่อ และตัดกิ่งพันธุ์ดีใต้อรอยต่อ ก็จะได้พืชเป็นต้นเดียวกัน ในกรณีการทาบกิ่งอาจมีการตัดแปลงสภาพต้นตอและกิ่งพันธุ์ให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม และวิธีการปฏิบัติเช่น การทาบกิ่งพันธุ์ดีที่มีตำแหน่งของกิ่งอยู่สูงมากๆ การเอาต้นตอขึ้นไปทาบกิ่งตัดยอดต้นนอกเลย เพื่อลดการระเหยน้ำ อย่างไรก็ตาม การทาบกิ่งมีเทคนิคและวิธีการทำหลายแบบหลายอย่างด้วยกัน

## บทที่ 12

### การขยายพันธุ์พืชโดยใช้ระบบปราศจากเชื้อ

การที่เนื้อเยื่อเล็กๆ แยกออกจากส่วนใดส่วนหนึ่งของพืช เจริญเติบโตขึ้นต่อไปได้เรื่อยๆ และสามารถจะสร้างส่วนของรากและลำต้นจนกลายเป็นพืชต้นใหม่ขึ้นมาได้นั้น ต้องใช้วิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อนั้นแบบพิเศษ คือ จะต้องทำในที่ๆปราศจากเชื้อโรค เรียกว่า Aseptic method of micropropagation วิธีการนี้ได้ทำขึ้นตั้งแต่ ค.ศ.1902 ในประเทศเยอรมันนี้ และต่อมาได้ทดลองทำกันในหลายประเทศ ทำสำเร็จในพืชหลายชนิด ซึ่งแต่ละชนิดก็จำเป็นต้องใช้วิธีการและเทคนิคที่แตกต่างกันออกไป

การขยายพันธุ์แบบนี้สามารถนำไปใช้ได้ทั้งการขยายพันธุ์แบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับจะเอาเนื้อเยื่อส่วนใดมาทำการเพาะเลี้ยง

การใช้เทคนิคของ micropropagation มาทำการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศนั้น โดยการนำเอาต้นอ่อน (embryo) ในการเติบโตระยะใดระยะหนึ่งมาเลี้ยงในวุ้นอาหารให้เจริญเติบโตเป็นต้นกล้าได้ ในกรณีนี้ทำให้พืชที่เป็นลูกผสมระหว่าง species หรือ genus (Interspecific hybrid or intergenomic hybrid) ซึ่งพืชพวกนี้มักมีเมล็ดที่สร้างต้นอ่อนไม่ได้สมบูรณ์ (aborted embryo) เนื่องจากเมล็ดขาดสารอาหารสะสมที่จะนำมาเลี้ยงต้นอ่อน ตัวอย่างที่ทำกันเช่น ในเมล็ดกล้วยไม้หลายชนิด เป็นการเพาะฝักอ่อน หรือฝักแก่

สำหรับเทคนิคที่นำมาใช้ในการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศนั้น ก็โดยการใช้เนื้อเยื่อของพืชส่วนต่างๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องกับต้นอ่อนไปเพาะเลี้ยง เช่น เนื้อเยื่อของราก ยอดอ่อน ใบ กิ่ง เป็นต้น

#### 12.1 ปัจจัยที่จำเป็นในการขยายพันธุ์แบบปราศจากเชื้อ

เนื่องจากการขยายพันธุ์แบบนี้ มีเทคนิคและวิธีที่พิเศษออกไปจากแบบอื่น ดังที่ได้กล่าวแล้ว จึงจำเป็นต้องทราบถึงสภาพและเครื่องมือที่ใช้ในการทำงาน

1. Asepsis คือสภาพที่ปราศจากเชื้อโรค ทุกอย่างที่เกี่ยวข้องกับการขยายพันธุ์แบบนี้ ต้องปราศจากเชื้อ (Aseptic condition) เนื่องจากการทำงานต้องใช้อาหารวันนำมาเลี้ยงเนื้อเยื่อที่จะขยายและอาหารก็เป็นอาหารที่ดีในการเจริญเติบโตของเชื้อต่างๆ ดังนั้นไม่ว่าเครื่องมือที่ใช้เนื้อเยื่อที่จะทำการขยายพันธุ์จะต้องปราศจากเชื้อ

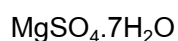
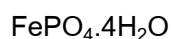
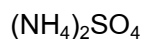
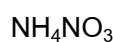
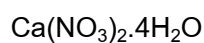
2. ห้องที่ใช้ทำงาน จะต้องเป็นห้องที่สะอาดปราศจากฝุ่นละออง และต้องไม่พลุกพล่าน อันจะเป็นทางนำเอาสปอร์ของเชื้อโรคเข้ามา ในห้องจะติดตั้งหลอดอุลตราไวโอเลต เปิดไว้ในระหว่างที่ไม่ได้ทำงานทั้งนี้เพื่อการฆ่าเชื้อ นอกจากนี้ในห้องยังต้องมีตู้ (chamber) ที่จะใช้ทำงานในตู้ต้องมีอุปกรณ์ในการฆ่าเชื้อ เช่น คลอโรกซ์ แอลกอฮอล์ ตะเกียง หลอดแสงอุลตราไวโอเลต และระบบกรองอากาศเข้าตู้แบบ micro-filter เป็นตัวพัดเป่าไล่อากาศออกจากตู้ตลอดเวลา

3. เครื่องมือและภาชนะ เช่น ปากคีบ เข็ม มีด ต้องจุ่มลงในแอลกอฮอล์ แล้วลนไฟ แล้วทำให้เย็นก่อน ใช้จุกและจานรอง ควรต้องเข้าอบในเตาที่ 120° ซ ก่อนทุกครั้ง

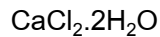
4. อาหาร (Media) หรือเครื่องปลูกที่จะเป็นวัตถุที่ใช้เพาะหรือเลี้ยงต้องประกอบไปด้วยสิ่งต่อไปนี้

1. Inorganic element เป็นแร่ธาตุสำหรับทุกพืชที่ต้องการ คือ N P K Ca Mg S และ micro element โดยใช้แหล่งที่มา ดังนี้

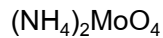
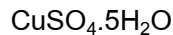
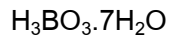
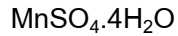
1.1 แหล่งที่มาของแร่ธาตุหลัก คือ







1.2 แหล่งที่มาของแร่ธาตุรอง



2. น้ำตาล เป็นแหล่งพลังงานใช้ได้ทั้งกลูโคสและซูโครส
3. ไวตามินและสารอื่นๆ เช่น ไออะมีน นิโคตินิก แอซิด และ ไพริดอกซีน
4. สารควบคุมการเจริญเติบโต เช่น ออกซิน ไซโตไคนิน ตัวอย่างคือ NAA, 2, 4-D หรือ ไคนิติน
5. สารประกอบอินทรีย์อื่นๆ เช่น น้ำมะพร้าว น้ำต้มมันฝรั่ง อมิโนแอซิด
6. วัุ้น ใสเพื่อให้อาหารนั้นแข็งตัว

## 12.2 วิธีการสำหรับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อประเภทต่าง ๆ ของพืช

1. การเพาะเลี้ยงต้นอ่อน (Embryo culture) หากพืชที่ไม่สามารถผลิตต้นอ่อนในเมล็ดจนโตสมบูรณ์ได้ วิธีการนี้จะช่วยให้พืชนั้นขยายพันธุ์โดยเมล็ดสำเร็จ คือ นำเอาต้นอ่อนออกจากเมล็ด ในขณะที่เมล็ดนั้นยังอ่อน มักทำในพืชที่เป็นลูกผสมระหว่าง genus หรือลูกผสมระหว่าง species นำต้นอ่อนเลี้ยงในอาหาร โดยใช้เทคนิคของการปราศจากเชื้อโรค นอกจากนี้วิธีนี้ยังมีผลสำหรับเมล็ดพืชที่มีการพักตัวของต้นอ่อนนาน ทำการเพาะเลี้ยงต้นอ่อนในพืชตระกูล Orchidaceae และ Rosaceae มาก

ในการทดลองพบว่าหากต้นอ่อนอยู่ในระยะเล็กหรือเริ่มพัฒนาจากใหม่ๆ ทำสำเร็จได้ยาก ยิ่งพัฒนาขึ้นระยะสูงหรือใกล้ จะแก่เท่าใดก็ยิ่งทำได้ง่ายขึ้น หากต้นอ่อนอ่อนเกินไป ต้องใช้อาหารที่มีส่วนผสมหลายอย่าง หากต้นอ่อนมีระยะที่เริ่มแก่ วัุ้นอาหารนั้นสูตรธรรมดาาก็ใช้ได้ อาจไม่ต้องใส่น้ำตาล

วิธีการสกัดเอาต้นอ่อนออกจากเมล็ดโดยปราศจากเชื้อ

มีวิธีการสกัดเอาต้นอ่อนออกจากผล 2 วิธี คือ

1. ทำความสะอาดผลด้วยยาฆ่าเชื้อ เช่น คาร์โบลิค แอซิด 5% เป็นเวลา 5 นาที หรือ อาจใช้แอลกอฮอล์ หรือ โซเดียม ไฮโปคลอไรต์ หลังจากนั้นตัดผลและเอาเมล็ดออกมา อาจใช้ มีดที่ฆ่าเชื้อแล้ว เอาปากคีบ ๆ ออกมาก แล้วจึงผ่าเมล็ดแล้วนำเอาต้นอ่อนในเมล็ดออกมาใส่ลงในอาหาร การทำต้องทำในตู้ (chamber)

2. ผ่าผลเอาเมล็ดออกมาแล้วแช่ในแคลเซียมไฮโปคลอไรต์ 5-20 นาที เขย่านานๆครั้ง แล้วเอาขึ้นปลูกในอาหารวิธีนี้ใช้สำหรับพวกที่มีเมล็ดเล็กๆ

3. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ (Tissue culture) หมายถึง การเอาเนื้อเยื่อส่วนใดส่วนหนึ่งของพืชมาเลี้ยงในอาหารให้เนื้อเยื่อนั้นเจริญกลายเป็นกลุ่มของเซลล์หลายๆ (callus) ซึ่งเป็นพวก พาราไคมาเซลล์ เซลล์เหล่านี้แบ่งตัวเร็วมาก ตรวจจับที่มีอาหารพอ เซลล์เหล่านี้จะแบ่งตัวไปเรื่อยๆ ต่อมากลุ่มของเซลล์นี้จะเจริญเป็นต้นโดยที่มีการเจริญเหมือนเจริญจาก zygote มาเป็น embryo ดังนั้น จึงเรียกกลุ่มเซลล์ที่จะเจริญเป็นต้นอ่อนว่า embryoid วิธีนี้เป็น การขยายพันธุ์พืชแบบ clonal propagation จะต้องทำในสภาพที่ปราศจากเชื้อตลอดเวลา และในบางครั้งจะได้ต้นอ่อนที่เป็น Polyploidy และข้อดีคือ ต้นอ่อนที่ได้จะเป็นพืชที่แข็งแรง ปราศจากเชื้อโรคและไวรัส การที่ได้ Polyploidy ของต้นใหม่ เช่น tetraploid (4N) จะทำให้พืช ต้นดังกล่าวแก่ช้าออกดอกออกผลช้า ต้นหนา ใบใหญ่หนา ดอกทน ดังนั้นวิธีนี้จึงเป็นการสร้าง พันธุ์ใหม่จากการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซม

### 12.3 เทคนิคในการทำการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

เนื้อเยื่อของพืชที่จะนำมาเลี้ยงให้ประสบผลสำเร็จนั้น มักจะต้องนำมาจากส่วนที่กำลังมีการเจริญเติบโต มีประสิทธิภาพในการแบ่งเซลล์มาก เช่น บริเวณมดท่อน้ำท่ออาหารของราก หรือลำต้น ปลายยอด ปลายราก หรือบริเวณข้อ ปล้อง นอกจากนี้ยังพบว่าอาหารสะสม ละออง เกสรนั้น สามารถนำมาเลี้ยงให้เจริญขึ้นได้ไม่ว่าจะเลือกเอาส่วนใดของเนื้อเยื่อมา สิ่งที่สำคัญคือ จะต้องนำเนื้อเยื่อส่วนนั้นไปล้างให้ปราศจากเชื้อโรค แล้วจึงนำเนื้อเยื่อนั้นใส่ในอาหารหรืออาหารเหลว

ต่อไปนี้เป็นตัวอย่างการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนต่างๆ

1. รากสดของแครอท โดยใช้เนื้อเยื่อบริเวณ cork แล้วนำไปเลี้ยงในอาหารแข็ง

2. เนื้อเยื่อลำต้นของยาสูบ โดยตัดลำต้นยาว 15 ซม. เอาใบออกเช็ดล้างด้วย

แอลกอฮอล์ 95% แล้วตัดท่อนละ 5 ซม. แล้วจึงตัดเฉพาะเนื้อเยื่อส่วนในของลำต้นเลี้ยงในอาหาร

3. ลำต้นอ่อนของพืชยืนต้น โดยการตัดเป็นท่อนๆ ยาว 10-15 ม.ม. แช่ฆ่าเชื้อโรคในคลอโรกซ์ ในอัตราส่วนกับน้ำ 1 : 9 นาน 15-20 นาที แล้วล้างด้วยน้ำกลั่น แล้วตัดหัวท้ายทิ้งไป นำส่วนที่เหลือมาตัดเป็นช่วงสั้นๆ แล้วใส่ลงในวุ้นอาหาร

4. Bark หรือบริเวณเยื่อเจริญของแคมเบียมของพืชยืนต้น นำกิ่งแก่มาล้างด้วยแอลกอฮอล์เสียก่อนแล้วจึงสะกัดเนื้อเยื่อส่วนที่ต้องการใส่ในอาหาร

5. ต้นอ่อนที่กำลังเจริญเติบโต เมล็ดที่กำลังงอกหรือยอดอ่อน การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเหล่านี้ต้องใช้อาหารที่มีสูตรตัดแปลงต่างๆ เช่น เพิ่มหรือน้ำมะพร้าวและออกซิเจน เนื้อเยื่อจะเจริญได้แม้ในที่มืด แต่ขณะที่เนื้อเยื่อนั้นจะเปลี่ยน (differentiation) เป็นต้น ต้องการแสง อุณหภูมิที่เหมาะสม สำหรับการเจริญ คือ 25° ซ หากต้องการต้นจำนวนมาก ทิ้งให้ callus เพิ่มจำนวนมากต้องคอยเปลี่ยนอาหาร (transflask) บ่อยๆ

**การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเจริญ (Shoot tip or meristem Culture)** จุดมุ่งหมายเพื่อให้พืชต้นใหม่ที่ปราศจากเชื้อโรคเป็นการเพิ่มจำนวนอย่างมีประสิทธิภาพในพืชหลายชนิด เช่น คาร์เนชั่น เบญจมาศ มันฝรั่ง สตรอเบอรี่ รักเร่ แกลดิโอลัส และกล้วยไม้

วิธีการโดยการตัดหน่อหรือต้นอ่อนที่กำลังเจริญเติบโต ลอกใบที่อยู่ภายนอกทิ้งไปแล้วแช่หน่อในสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ และนำมาลอกจนกระทั่งยอดอ่อนบริเวณเยื่อเจริญพ้นออกมา จึงตัดเยื่อเจริญบริเวณนั้นเป็นชิ้นเล็กขนาด 2-3 มม. ใส่ลงในอาหาร เพื่อให้เนื้อเยื่อเจริญได้ แคลลัส เป็นจำนวนมากแล้ว จึงย้ายใส่ในอาหารที่มีออกซิเจนมาก เพื่อเร่งให้พัฒนาราก ต่อมาเมื่อจะให้พัฒนาเป็นต้นก็ย้ายมาใส่ในอาหารที่มีไซโตคินินสูง เมื่อได้รากและต้นสมบูรณ์แล้วก็ย้ายลงปลูกในดินได้

ในขวดหรือภาชนะอาหารที่เลี้ยงเนื้อเยื่อต้องนำไปไว้ในห้องที่อุณหภูมิประมาณ 25° ซ และมีแสงสว่างที่เข้มจากหลอด ห้ามนำไปปรับแสงแดดโดยตรงและห้ามนำไปไว้ในที่อุณหภูมิสูง

#### 12.4 การพัฒนาให้เกิดรากและลำต้นจากแคลลัส

การขยายพันธุ์แบบนี้ จะได้จำนวนต้นพืชมากในเวลาจำกัด ก็ต่อเมื่อเนื้อเยื่อนั้นสามารถเจริญเป็นแคลลัสได้รวดเร็ว และแคลลัสนั้นเติบโตเพิ่มขนาดออกไปอย่างรวดเร็วด้วย ระยะที่เนื้อเยื่อเจริญ เป็นแคลลัสนี้เรียกว่า proliferation จากนั้นเมื่อเพียงพอแล้วแคลลัสนั้นจะต้องมีความสามารถพัฒนาเป็นต้นอ่อน (embryoid) จำนวนมาก คือ พัฒนา (differentiation) เป็นรากและลำต้น การขยายพันธุ์แบบนี้จึงจะมีประสิทธิภาพสมบูรณ์ ในการที่แคลลัสพัฒนา

เป็นรากและต้นนั้นความสมดุลย์ ของออกซินและไคนิตินมีผลต่อแคลลัสมาก แคลลัสควรพัฒนา ให้เกิดรากก่อนลำต้น อาหารควรมี IAA สูง เมื่อเกิดราก รากจะดูดอาหารต่อมาควรพัฒนาให้ เกิด ต้นในระยะนี้ควรอยู่ในอาหารที่มีไคนิติน หรืออะดิซีนสูง ส่วนระดับเท่าใดจะเหมาะสมนั้น ต้องทดลองในแต่ละพืช

มีพืชหลายชนิดที่ไม่สามารถทำจำนวนได้มากจากการขยายพันธุ์วิธีนี้เพราะ proiferation ดีแต่ไม่มี differentiation อย่างไรก็ดี แม้ว่าจะผลิตได้จำนวนไม่มาก แต่หากทำ สำเร็จก็สามารถสร้างสายพันธุ์พืชที่ปราศจากเชื้อโรคได้

\*\*\*\*\*

ภาพแสดงการทาบกิ่งมะขามเปรี้ยว



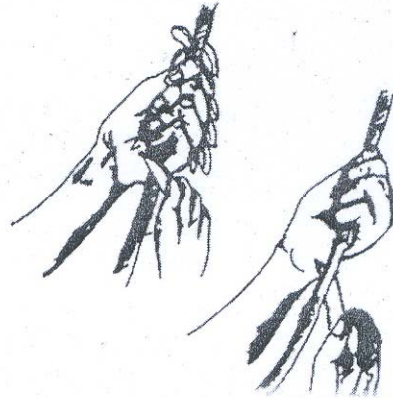
1. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทาบกิ่ง



2. ผูกต้นตอกับกิ่งมะขามพันธุ์ดี



5. รอยแผลของกิ่งพันธุ์ดีและต้นตอ



3.,4. การปาดกิ่งพันธุ์ดีโดยเริ่มจากโคน มีดแล้วดึงให้สุดปลายมีด

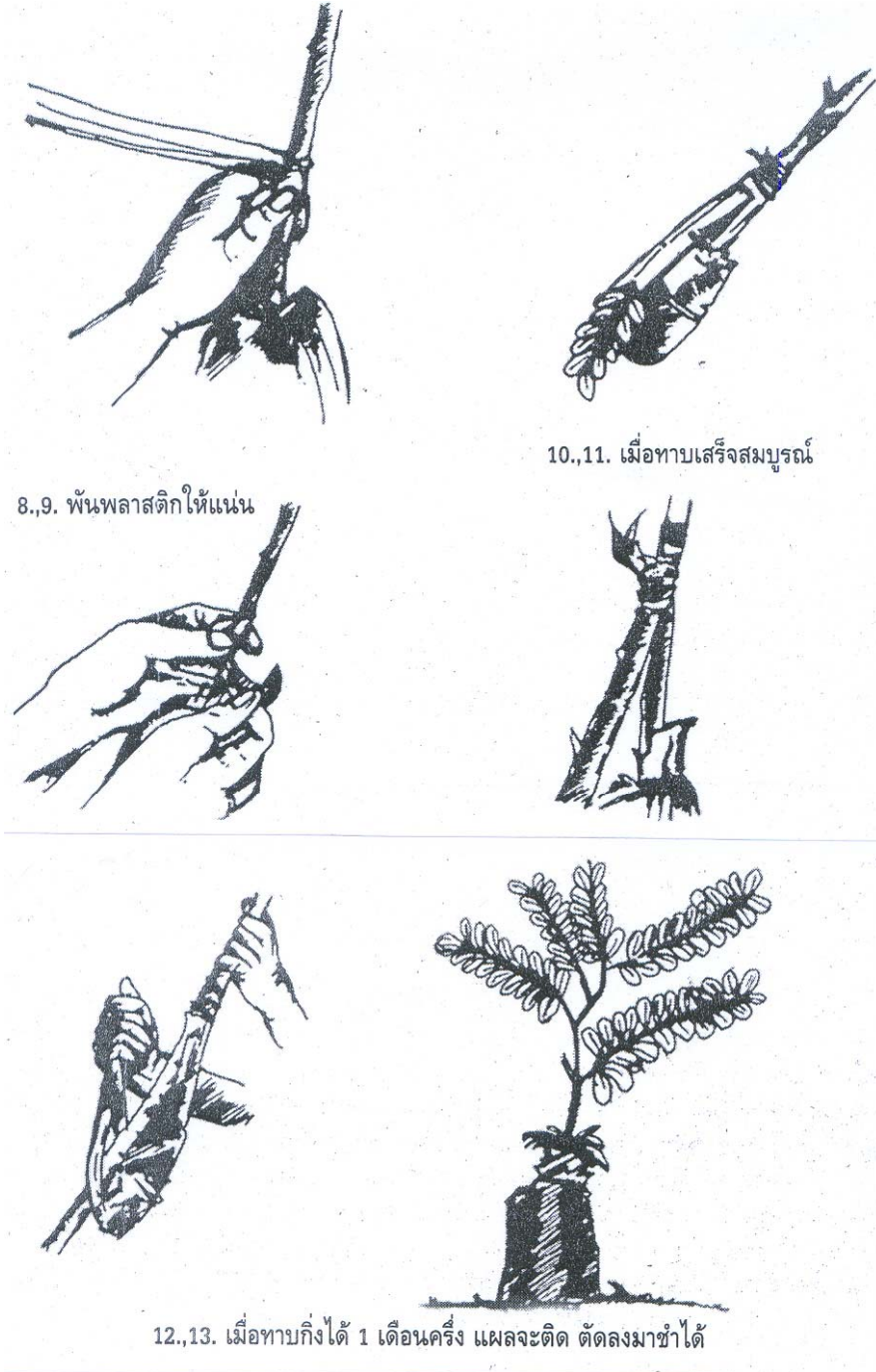


6. กัดต้นตอให้รอยแผล ทาบกันสนิทกับกิ่งพันธุ์ดี



7. แสดงการพันแผล รอยทาบกิ่งด้วยพลาสติก

ภาพที่ 1 แสดงการทาบกิ่งมะขามเปรี้ยว

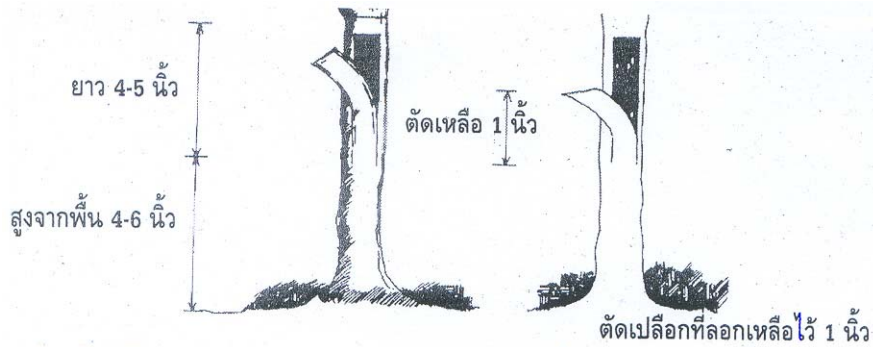


8.,9. พันพลาสติกให้แน่น

10.,11. เมื่อทาบเสร็จสมบูรณ์

12.,13. เมื่อทาบกิ่งได้ 1 เดือนครึ่ง แผลจะติด ตัดลงมาชำได้

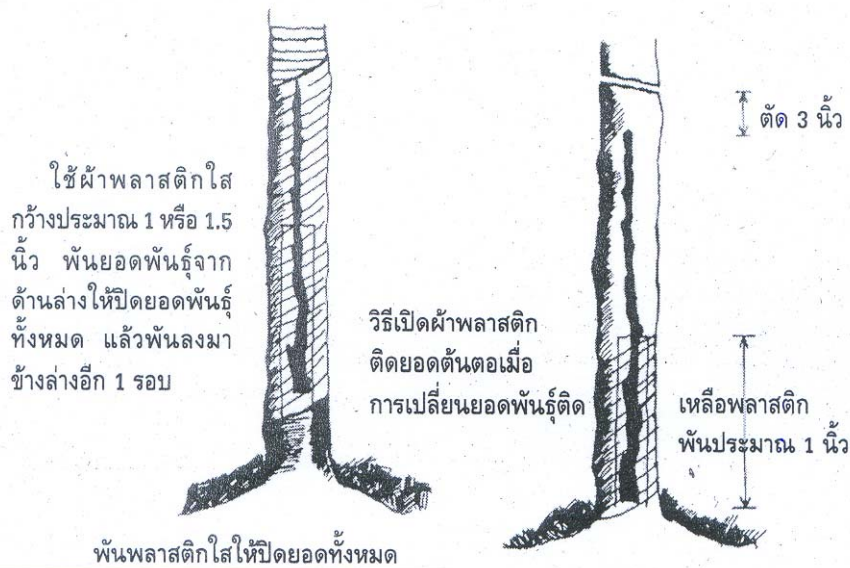
ภาพที่ 2 แสดงการทาบกิ่งมะขามเปรี้ยว (ต่อ)



กรีดเปลือกต้นตอสองรอย กว้างประมาณ 1 ซม. ยาว 4-5 นิ้ว สูงประมาณ 4-5 นิ้ว สูงประมาณ 4-6 นิ้ว ตัดรอยกรีด ด้านบนตามขวางและเปลือกลงมา



เนื้อยอดพันธุ์เป็นรูปปากฉลาม จากปลายกิ่งใบหาโคน (ตามรูป) ให้ยาวเท่ากับแผลที่เตรียมต้นตอแล้วสอดยอดพันธุ์ลงบนแผลที่เตรียมไว้



ภาพที่ 3 แสดงการเสียบยอดมะขามเปรี้ยว

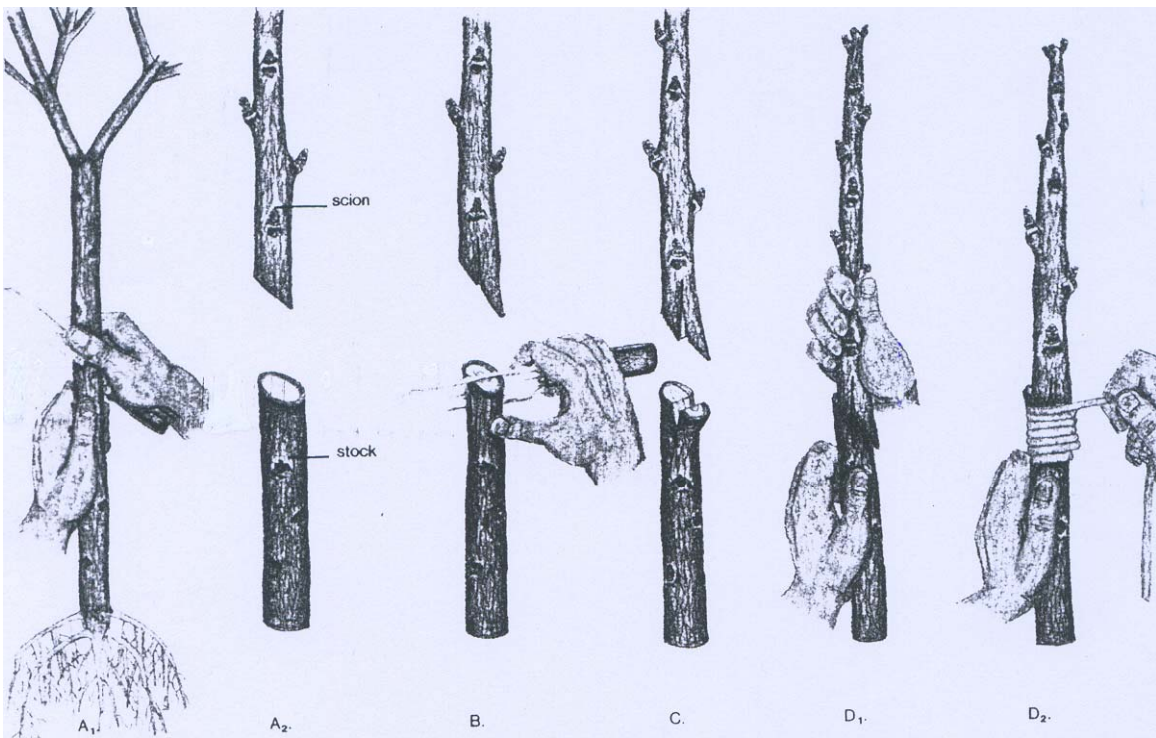


FIGURE A4.4 Stages in whip, or tongue, grafting. *A*. A smooth tangential cut is made at the bottom of the scion and at the top of the stock. *B*. Vertical cuts are made back into the centers of the stock and scion. *C*. The cuts are slightly widened to form a little tongue on each portion. *D*. The scion is inserted into the stock as tightly as possible without forcing a split. The graft then is bound with rubber strips and sealed with grafting wax.

ภาพที่ 4 แสดงขั้นตอนการเสียบยอดพืช



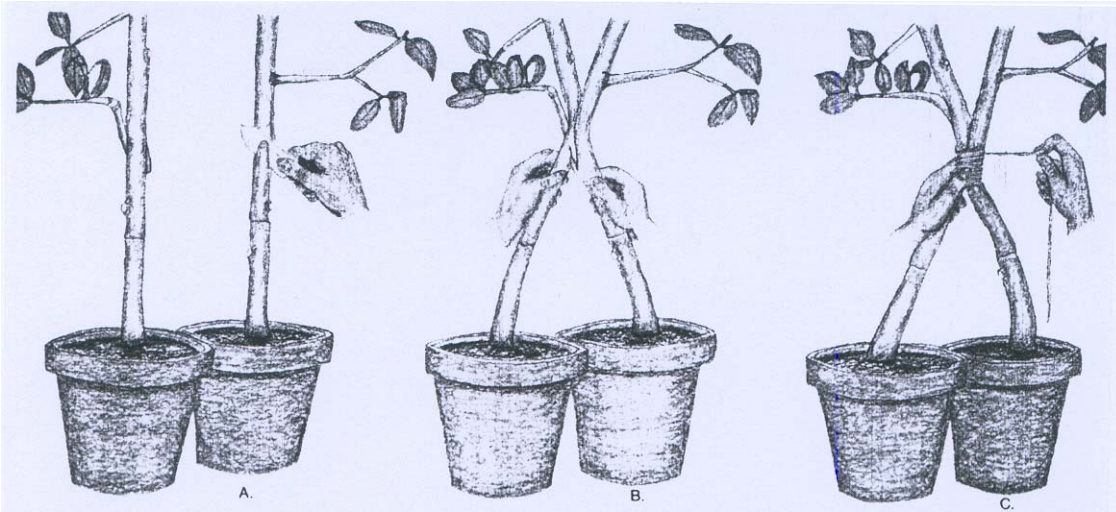


FIGURE A4.8 An approach graft. Two independently growing plants are prepared and grafted together as shown. *A.* Smooth slanting vertical cuts identical in length and depth and at the same height are made on both stems; the cuts, however, go in opposite directions. *B.* The two parts are wedged together. *C.* The united area is tied and sealed.

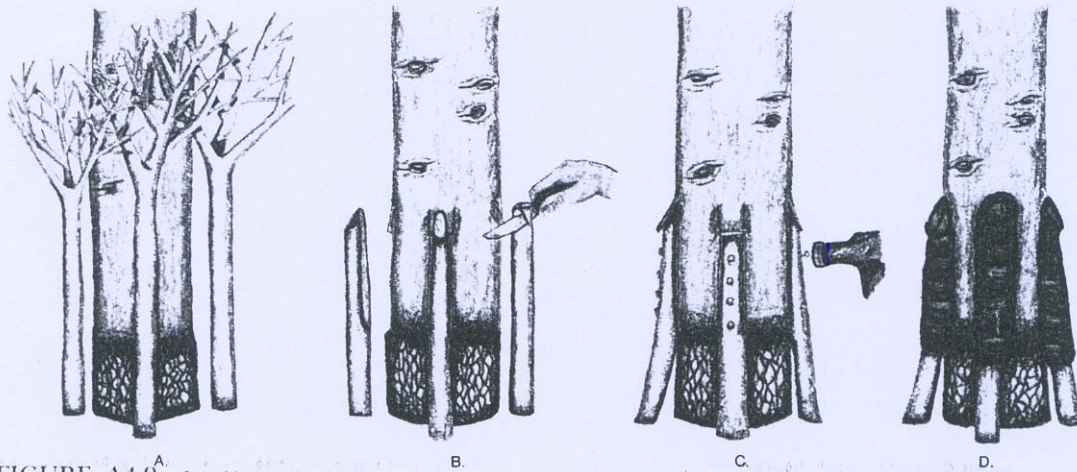
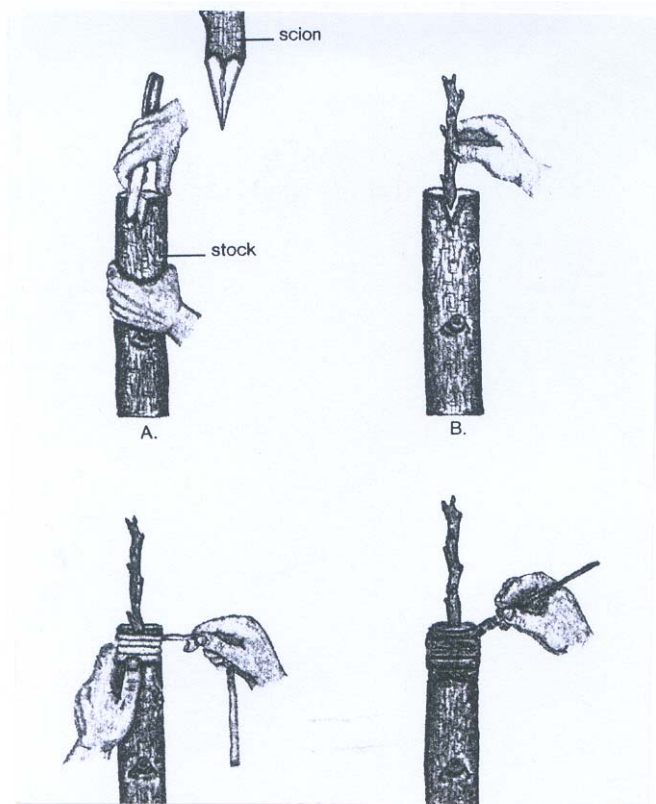
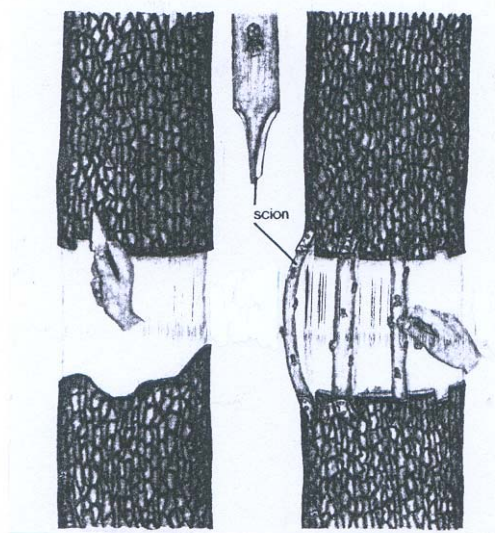


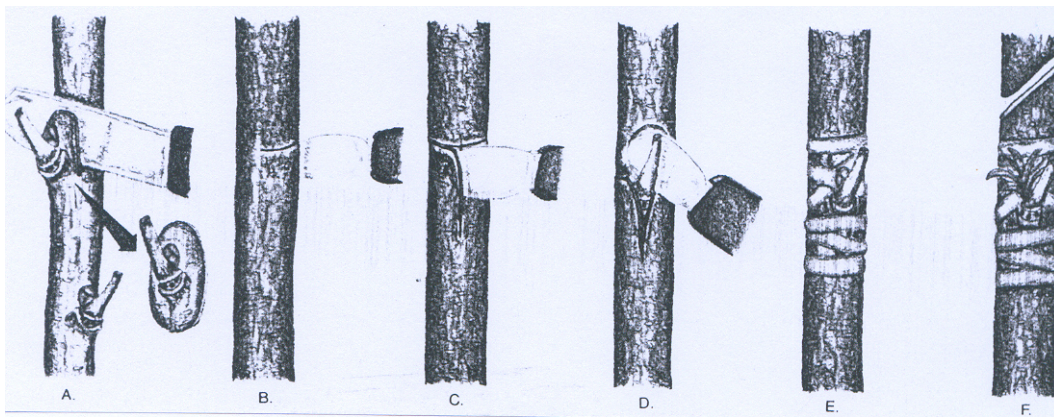
FIGURE A4.9<sup>A</sup> Inarching. *A.* Established seedlings, which had previously been planted around the base of the tree, are cut vertically at their tips. Vertical slits of similar length are made in the tree adjacent to the seedling tips. *B.* The seedling tips are nailed into the slots. *C.* Growth of the seedling bases may be very rapid if the inarching is successful.

ภาพที่ 5 ขั้นตอนการทาบกิ่งพืช



ภาพที่ 6.1 แสดงการทำ whip or tongue graft ที่ต้นตอกับกิ่งพันธุ์ขนาดต่างกัน





ภาพที่ 7 วิธีการติดตา A. เชื้อนตาพีชรูปรีเตรียมติดตา

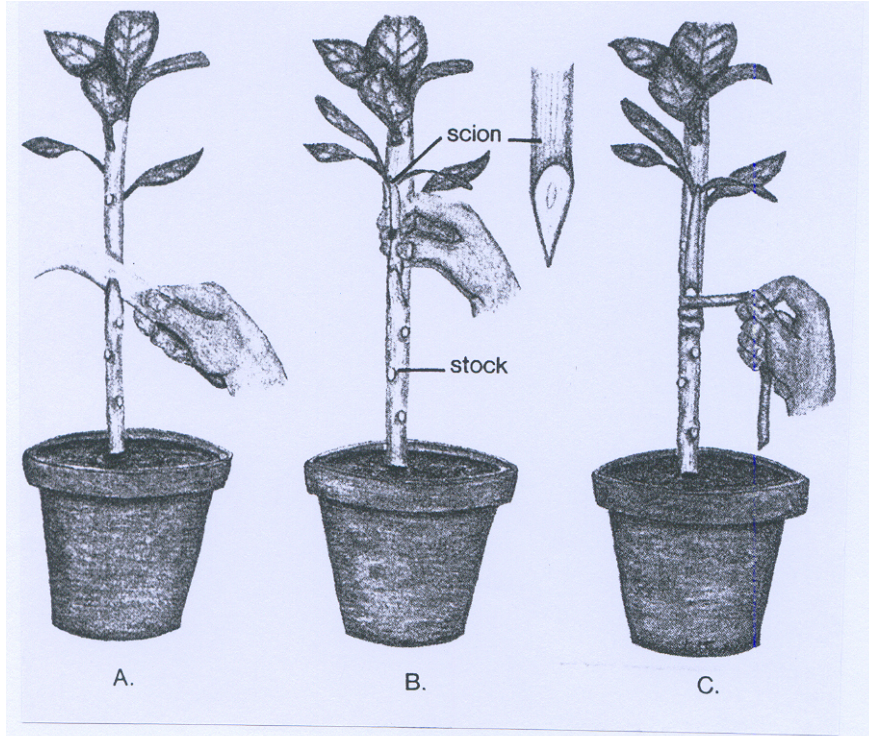
B. บากต้นตอให้เป็นรูปตัวที (T)

C. แปะเปลือกไม้เป็นมุม

D. นำตาที่เตรียมไว้ใส่เข้าไปที่ช่องรูปตัวที

E. พันผ้าพลาสติกโดยเว้นตาพีชให้โผล่ออก

F. เมื่อตาเจริญแล้วตัดต้นตอด้านบนทิ้งไป



ภาพที่ 8 ขั้นตอนการทาบกิ่งในพืชที่เจริญในกระถาง

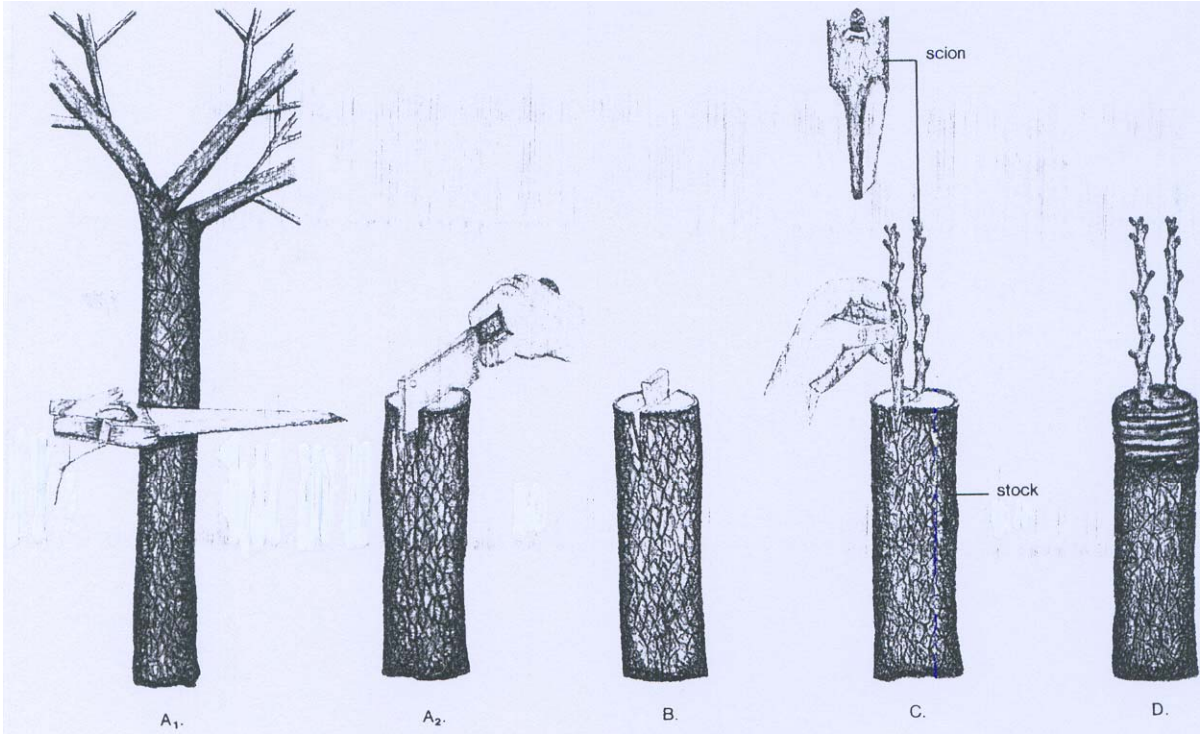
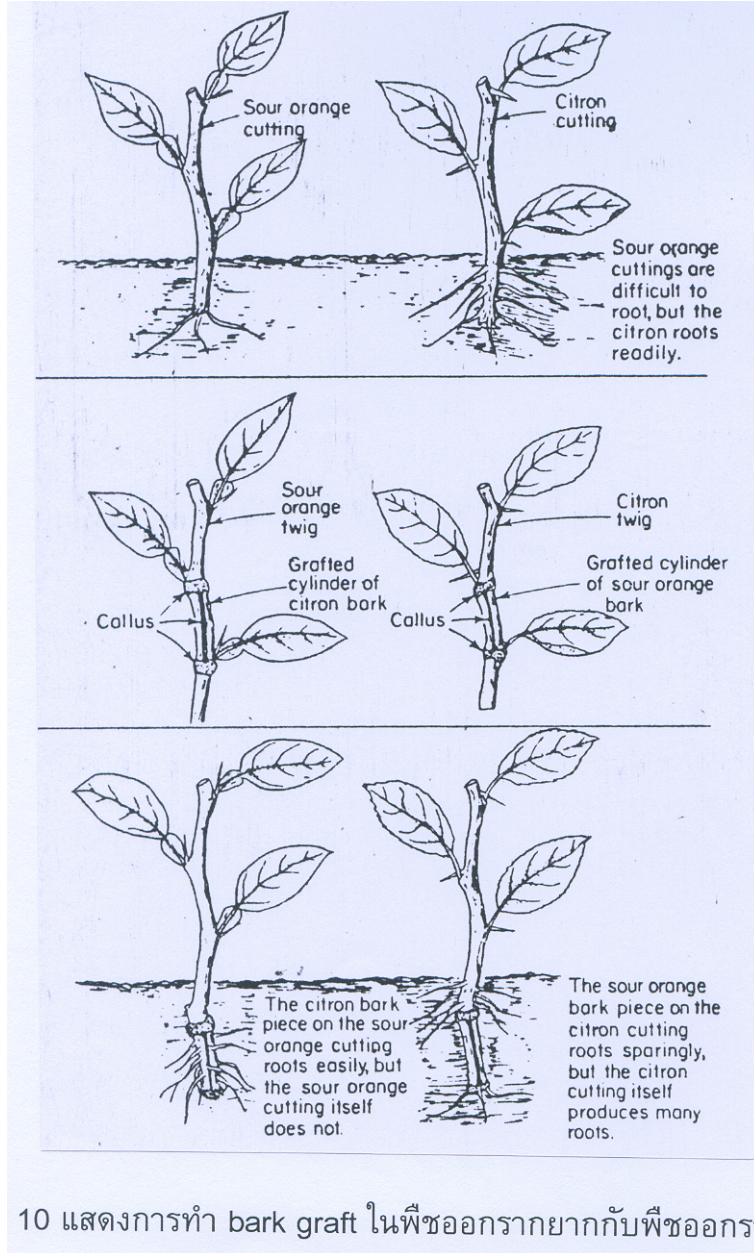
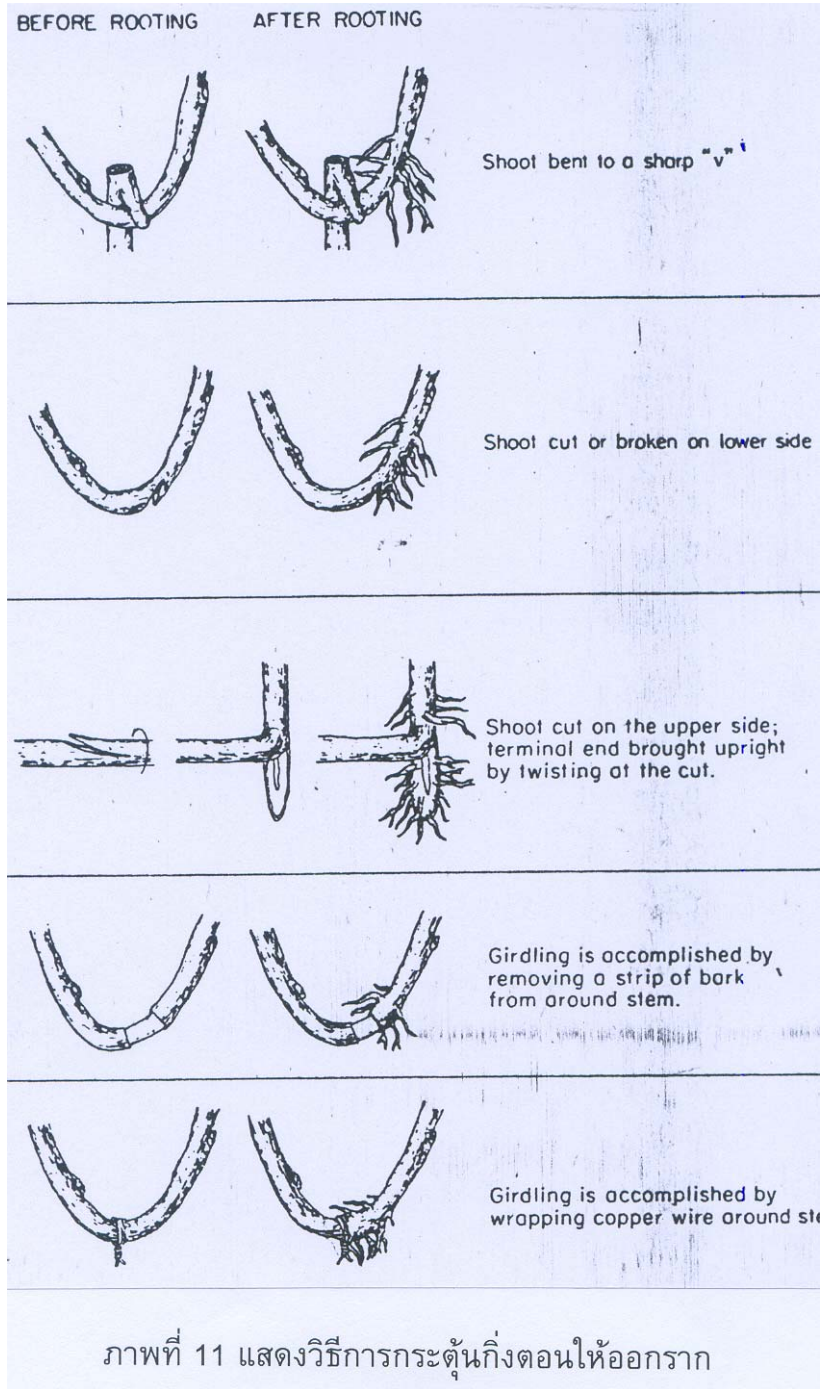
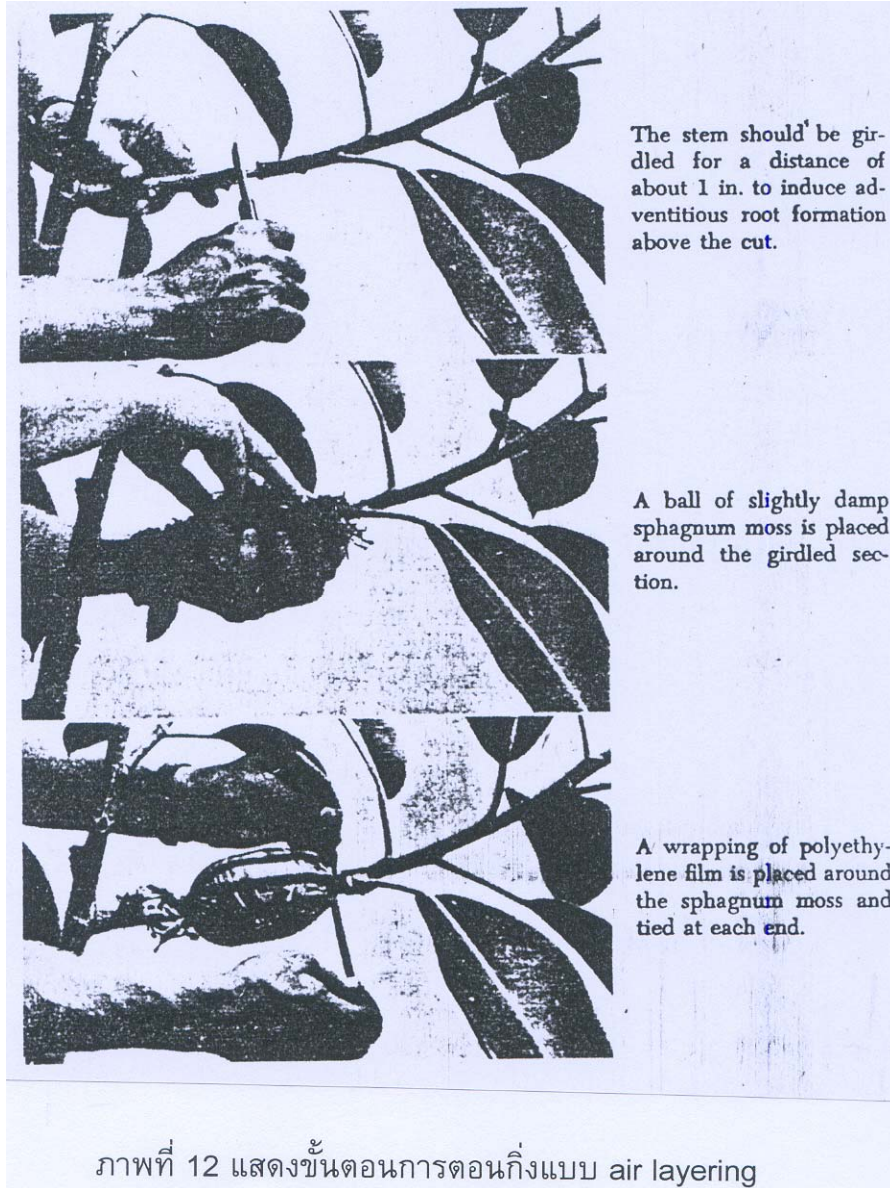


FIGURE A4.6 Stages in cleft grafting. *A*. The stock is cut transversely and a meat cleaver or heavy knife is driven into the wood to make a vertical cut or split. *B*. A wedge is temporarily inserted into the vertical cut to keep it open. *C*. Scions are inserted into the cut in vicinity of the cambium, and the wedge is removed. *D*. The exposed surfaces are sealed with grafting wax.

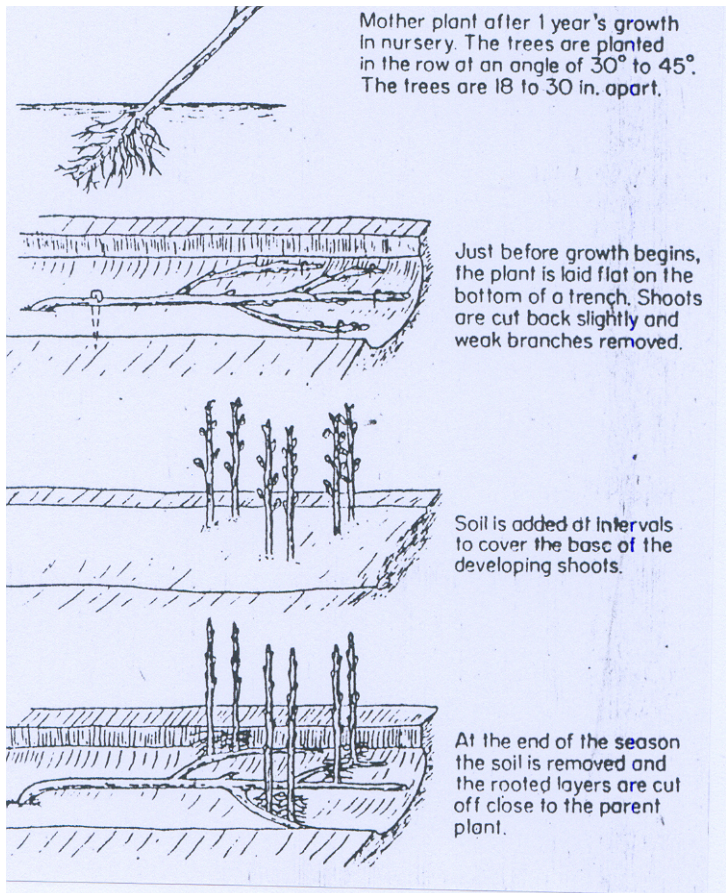
ภาพที่ 9 แสดงขั้นตอนการทำ Cleft grafting



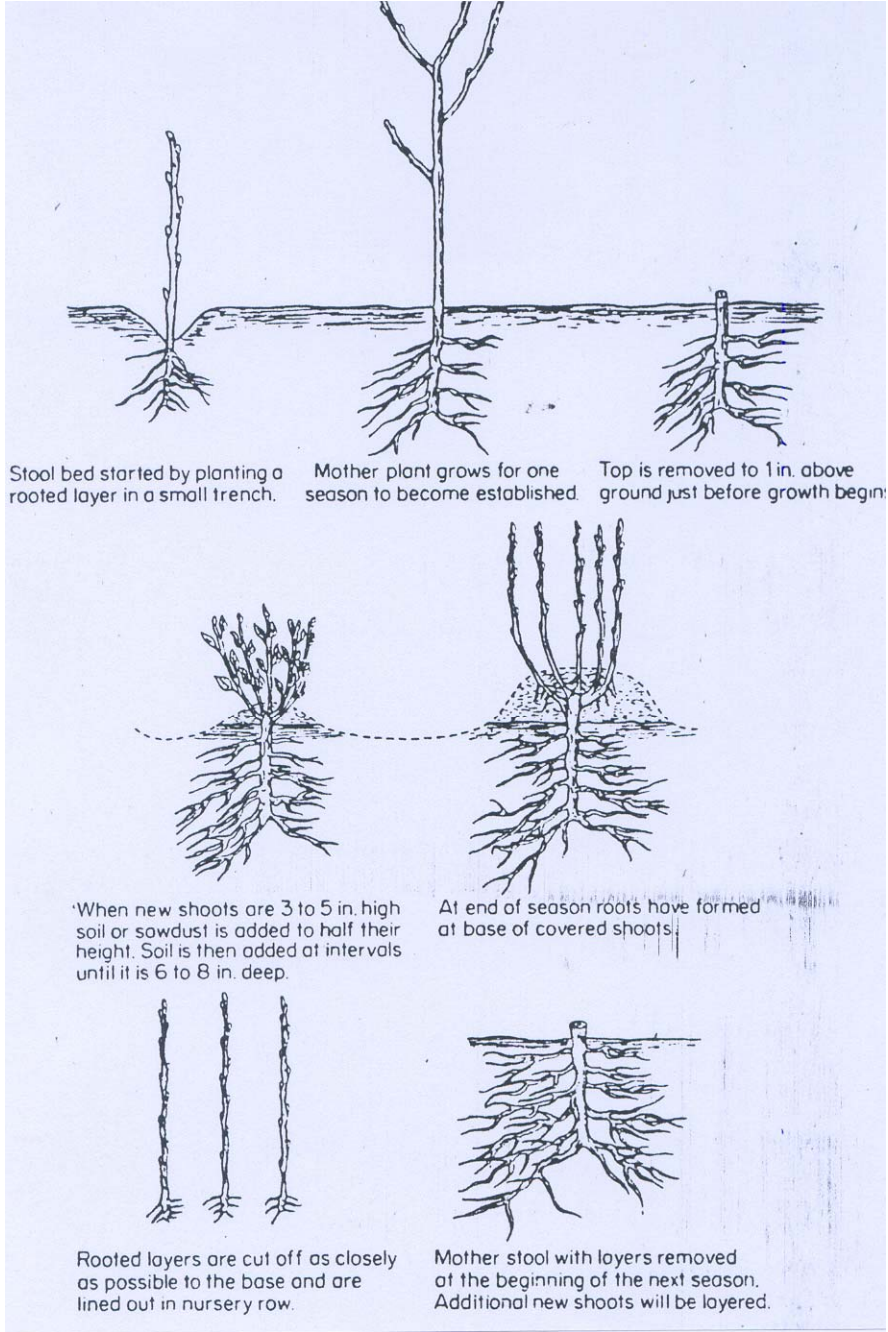




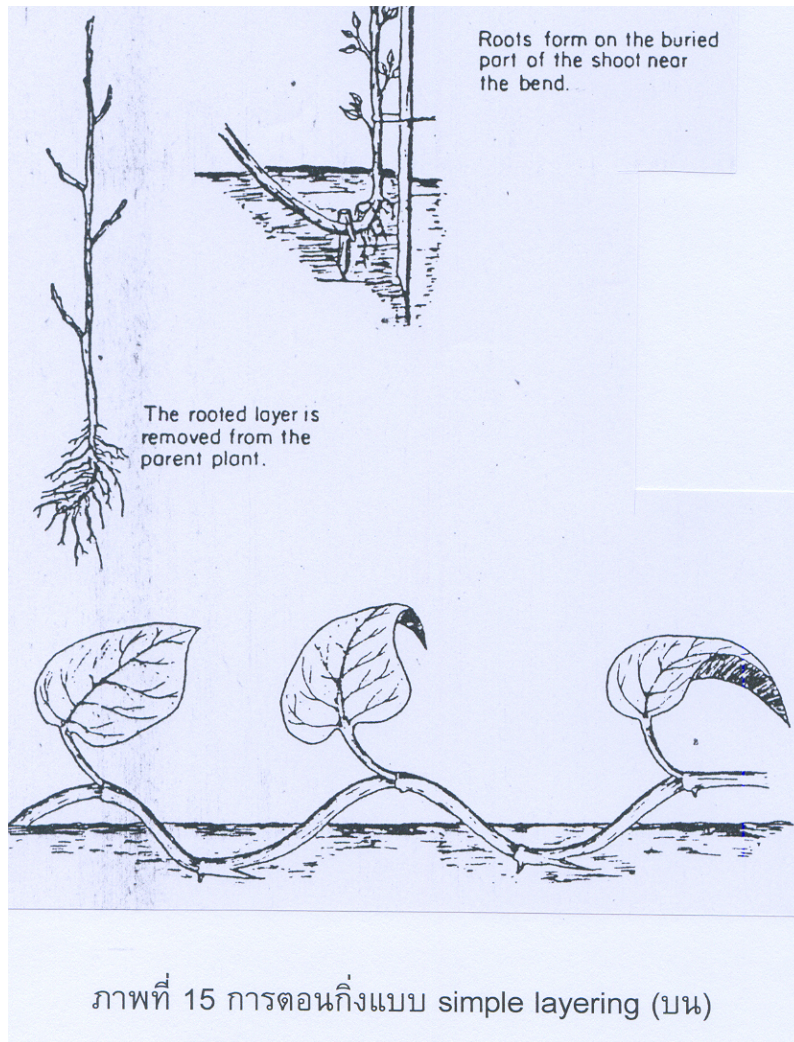


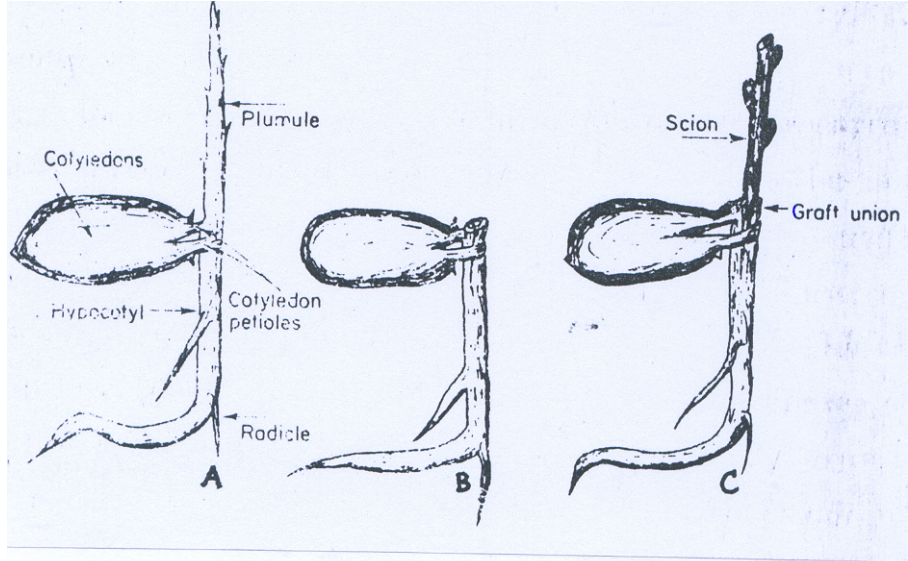


ภาพที่ 13 แสดงการตอนกิ่งแบบ trench layering

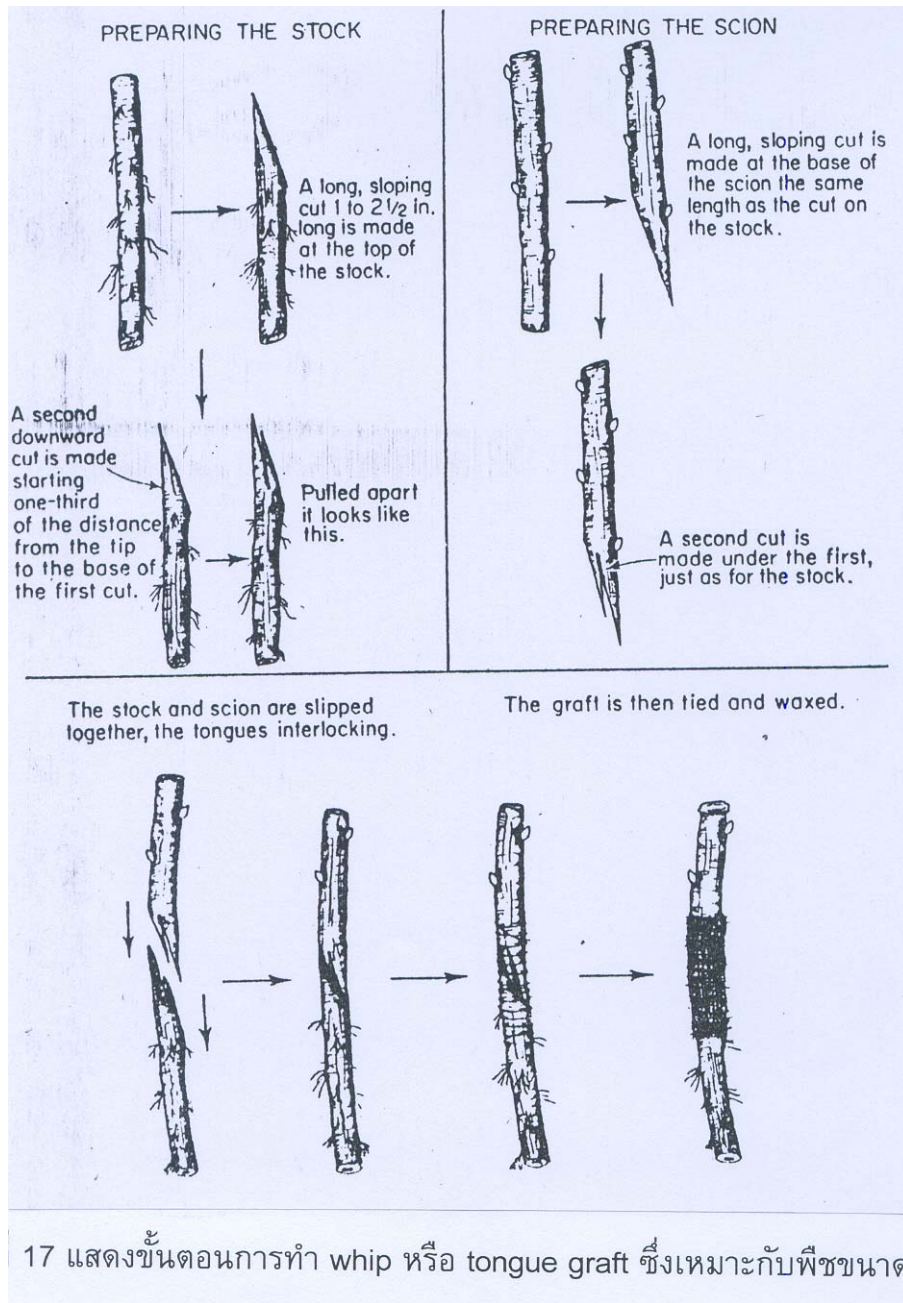


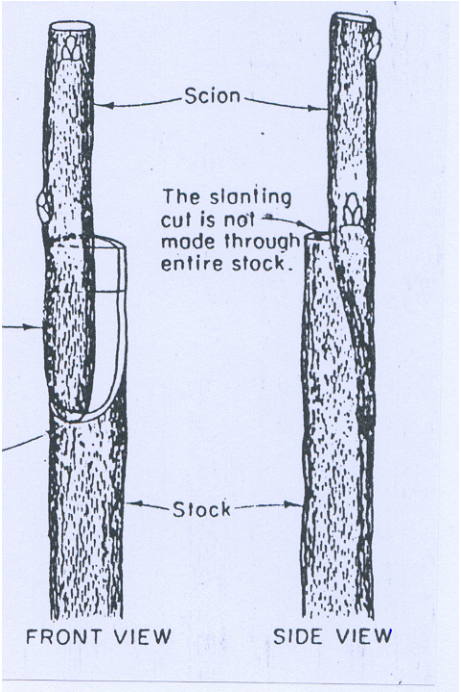
ภาพที่ 14 การตอนกิ่งแบบ mound (stool) layering

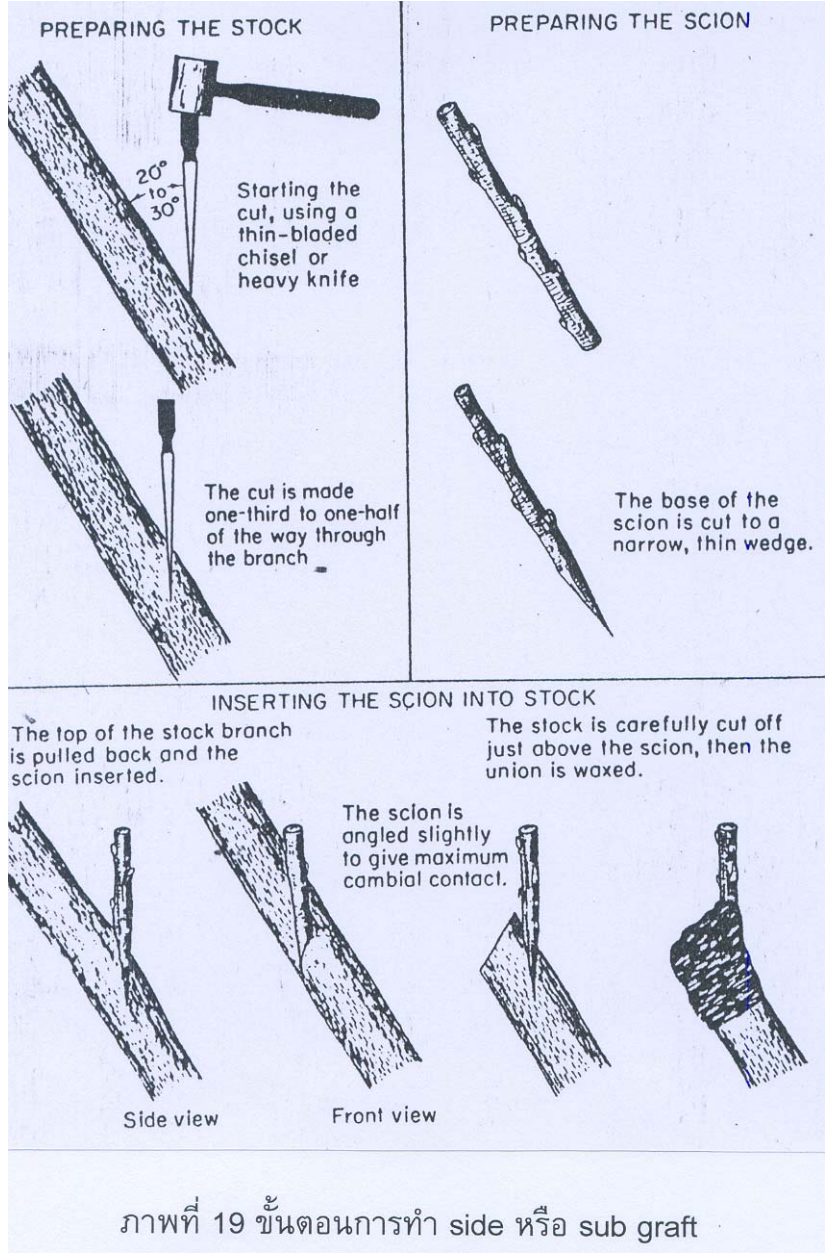


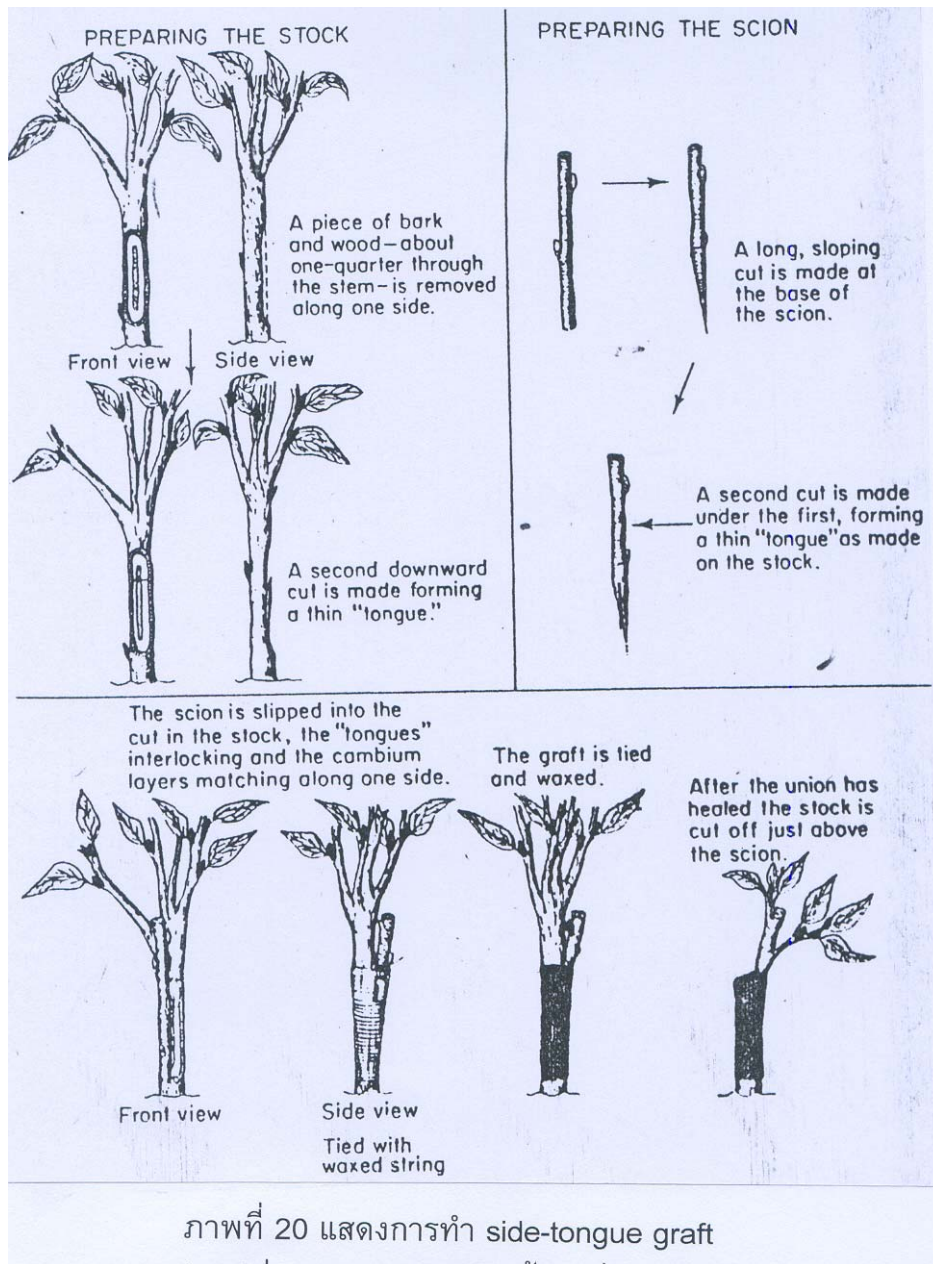


ภาพที่ 16 แสดงการทำ nurse seed graft

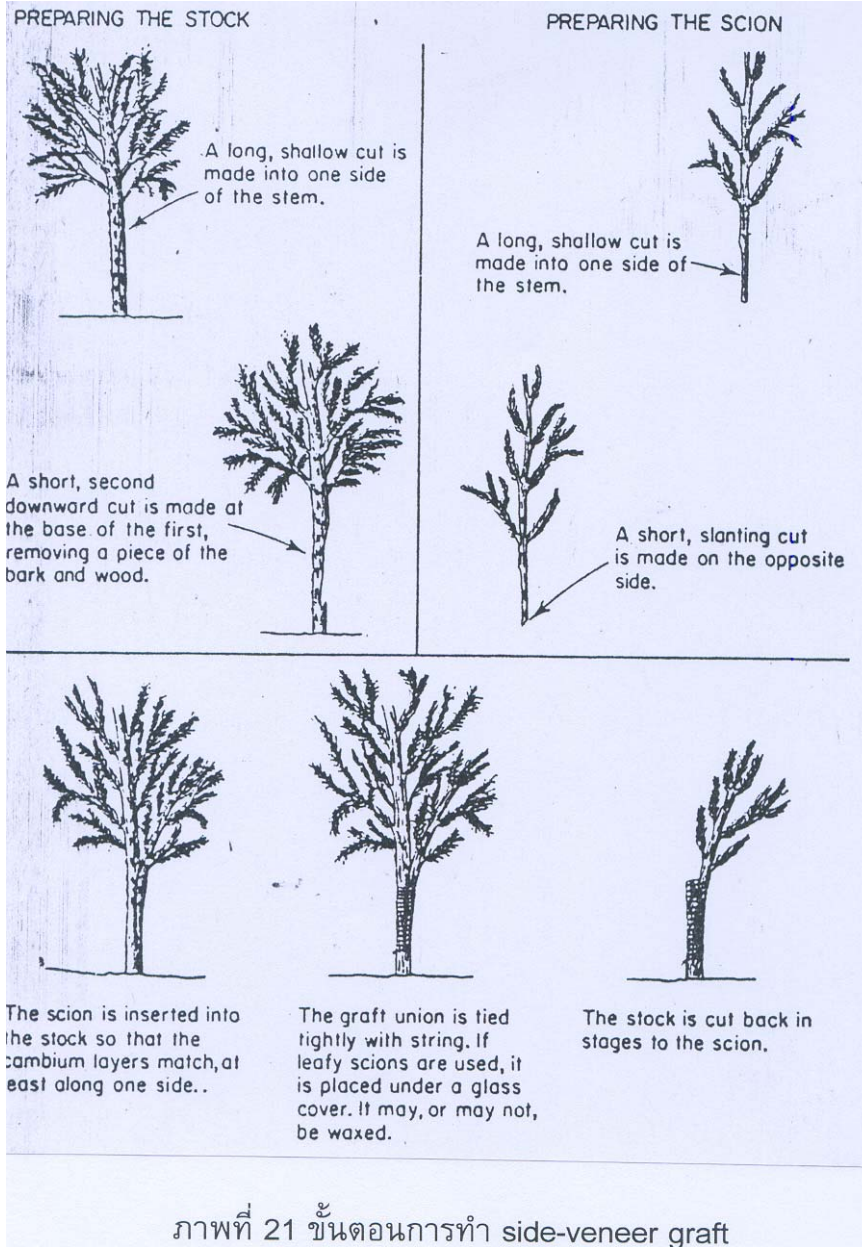


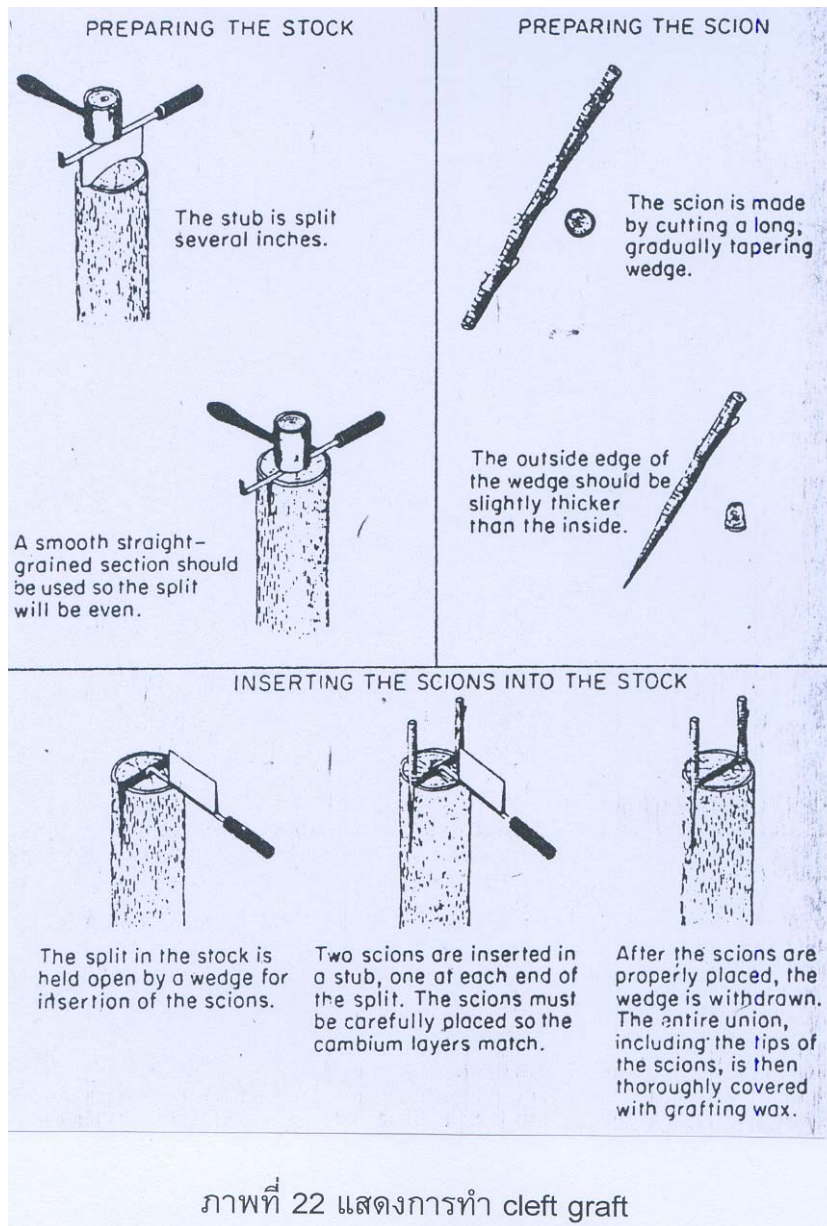


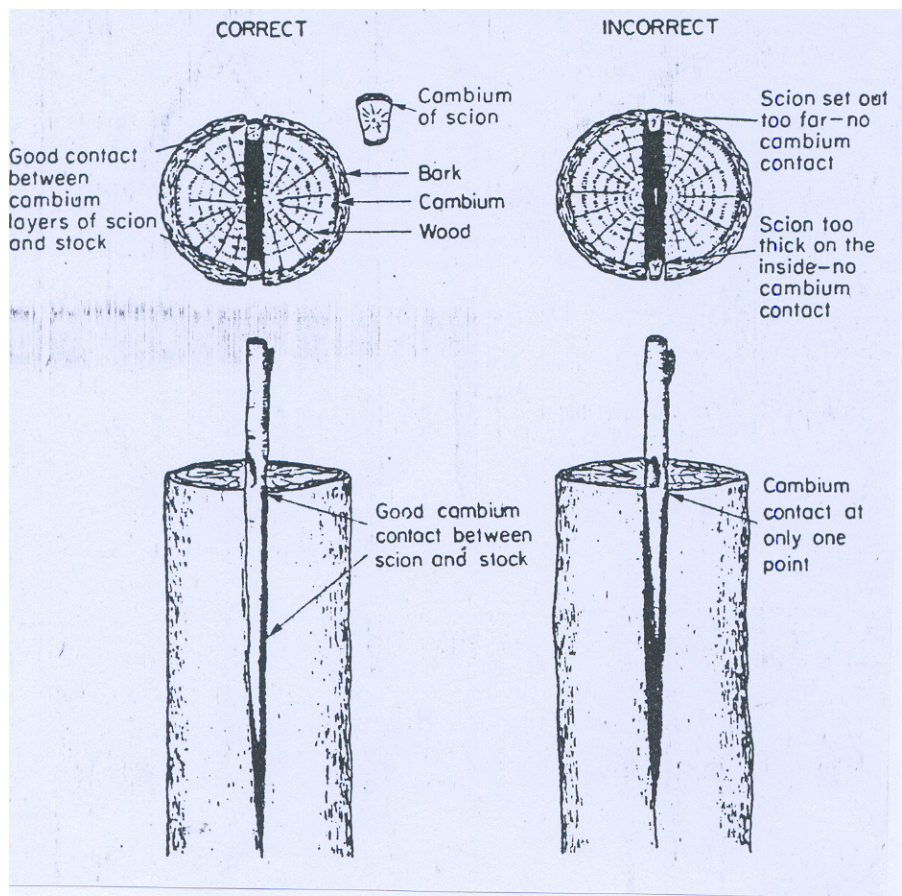




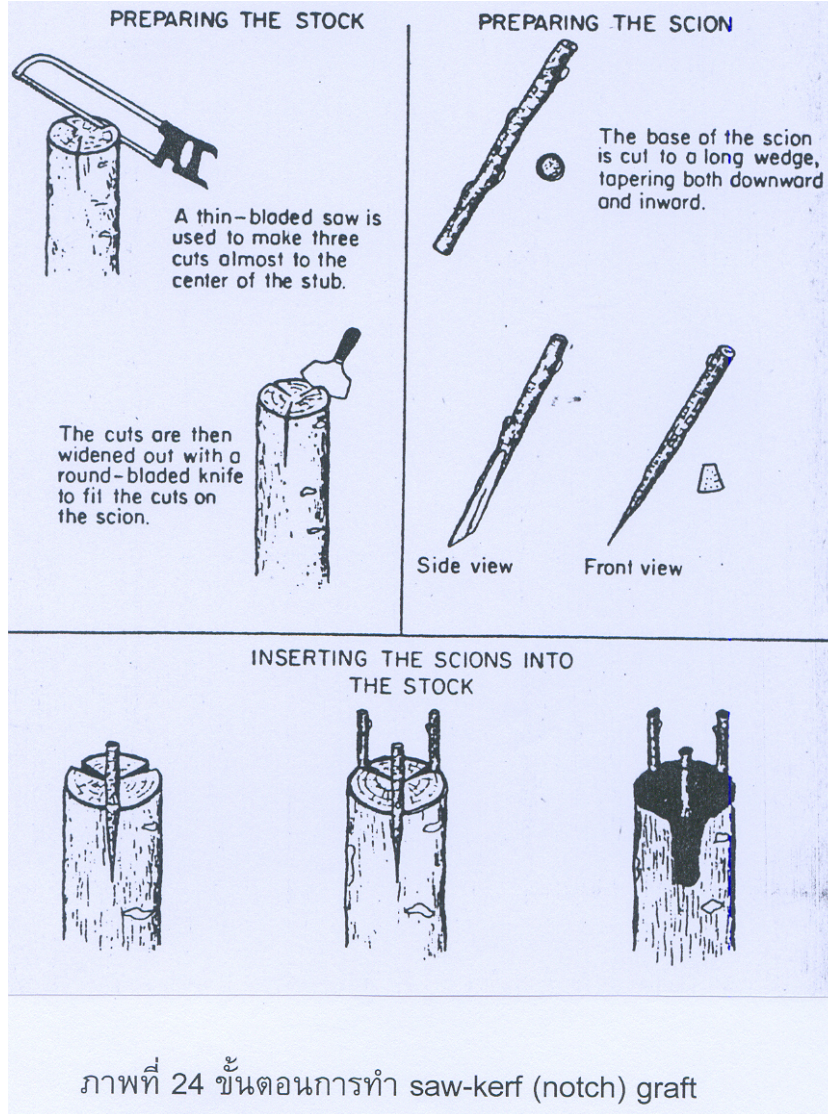


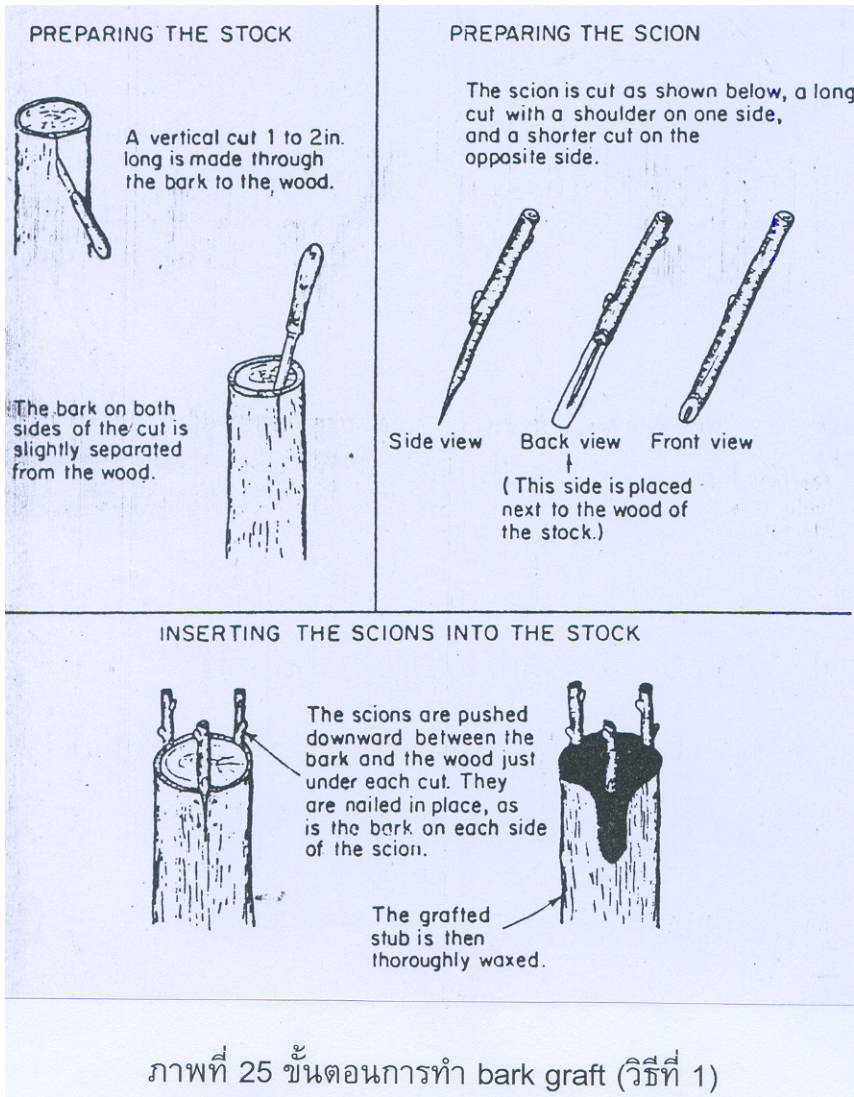


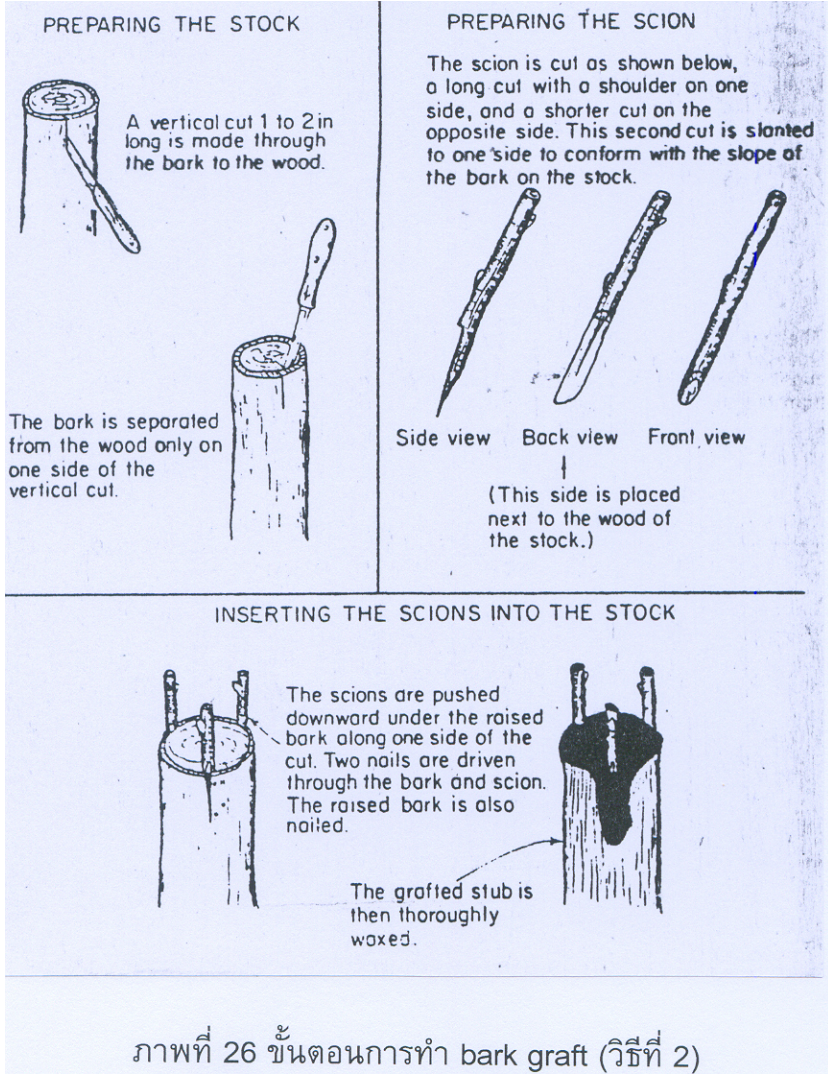




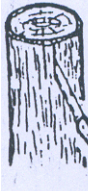
ภาพที่ 23 แสดงการทำ cleft graft ที่ถูกต้อง (ซ้าย)







### PREPARING THE STOCK



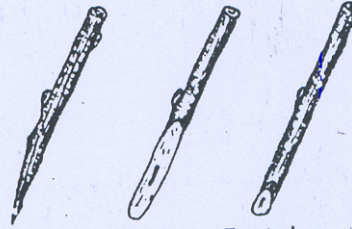
Two parallel, vertical cuts 1 to 2 in. long are made through the bark to the wood. The distance between the cuts should equal the width of the scion.

A horizontal cut is made between the two vertical cuts and most of the piece of bark is removed. A small flap is left at the bottom.



### PREPARING THE SCION

The scions are made with a long sloping cut on one side and a shorter cut on the opposite side.



Side view    Back view    Front view

(This side is placed next to the wood of the stock.)

### INSERTING THE SCION INTO THE STOCK

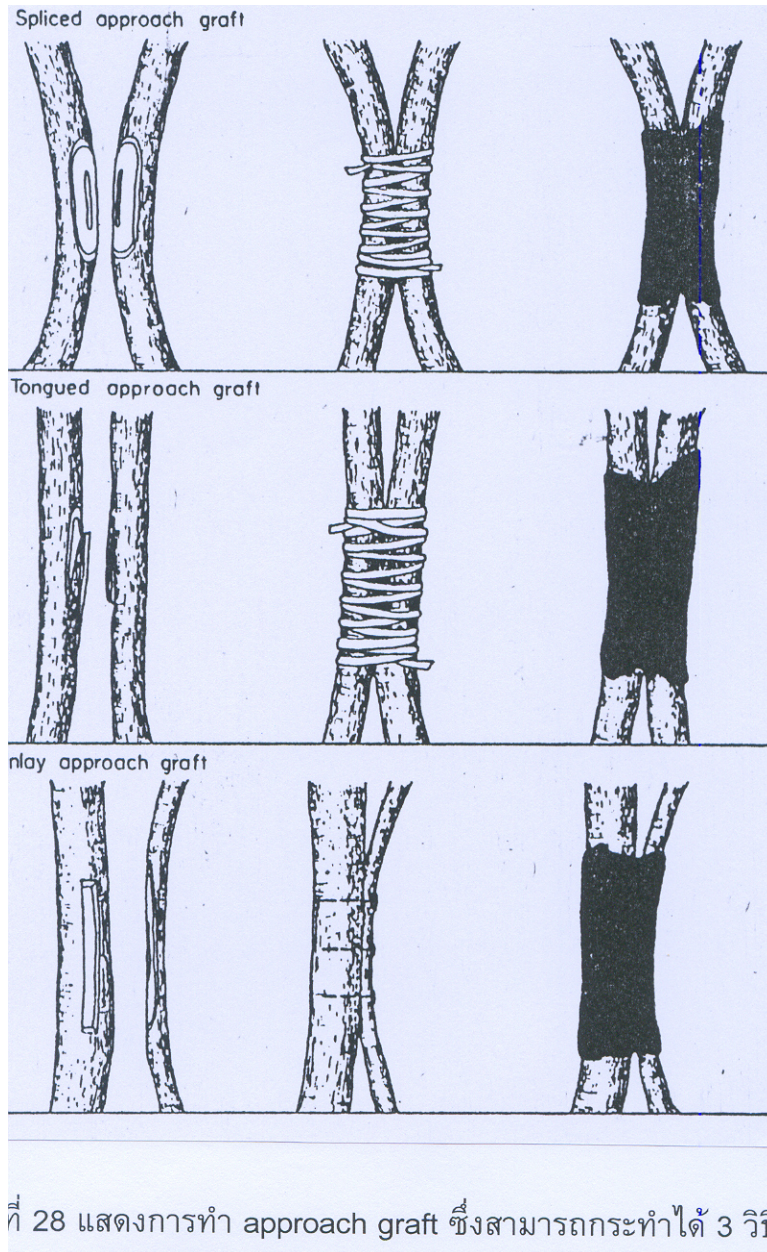


The scions are inserted into the slot made by the removal of the bark. The end of the scion is slipped under the raised flap of bark. Two nails are driven through the scion, one going through the flap.

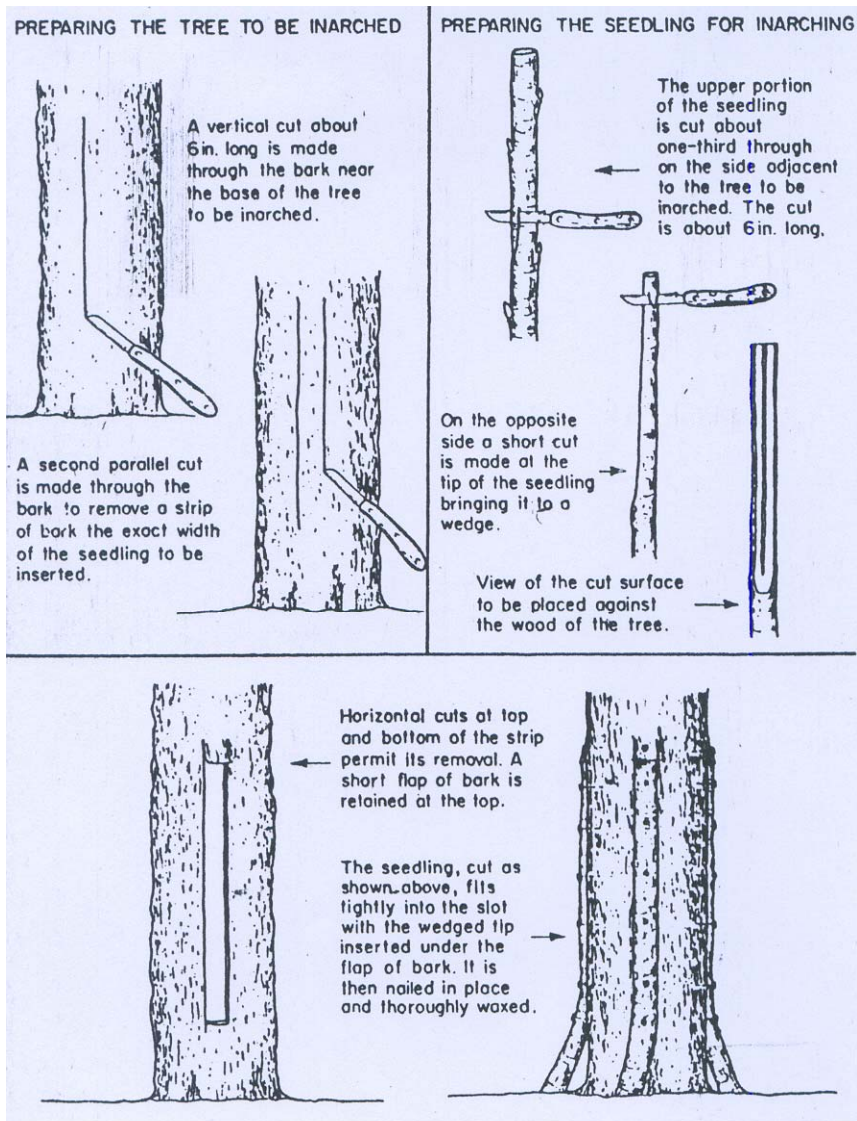


The grafted stub is then thoroughly waxed.

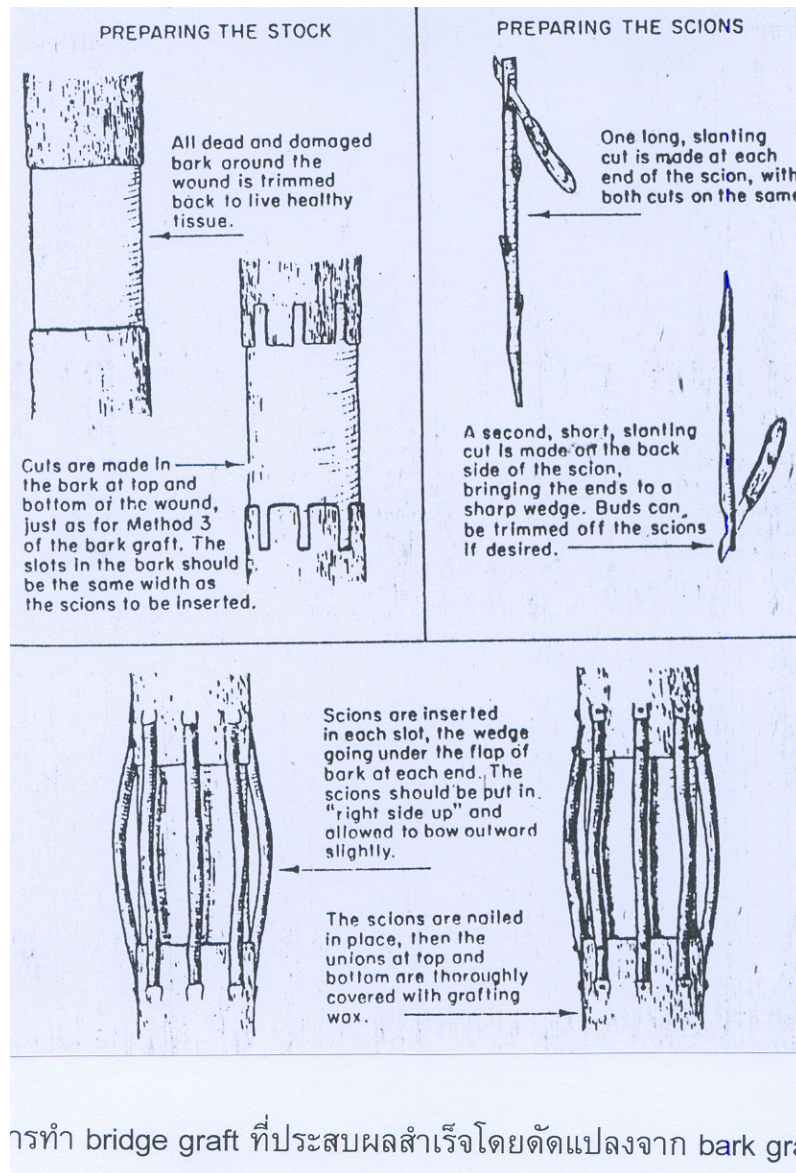
ภาพที่ 27 ขั้นตอนการทำ bark graft (วิธีที่ 3)

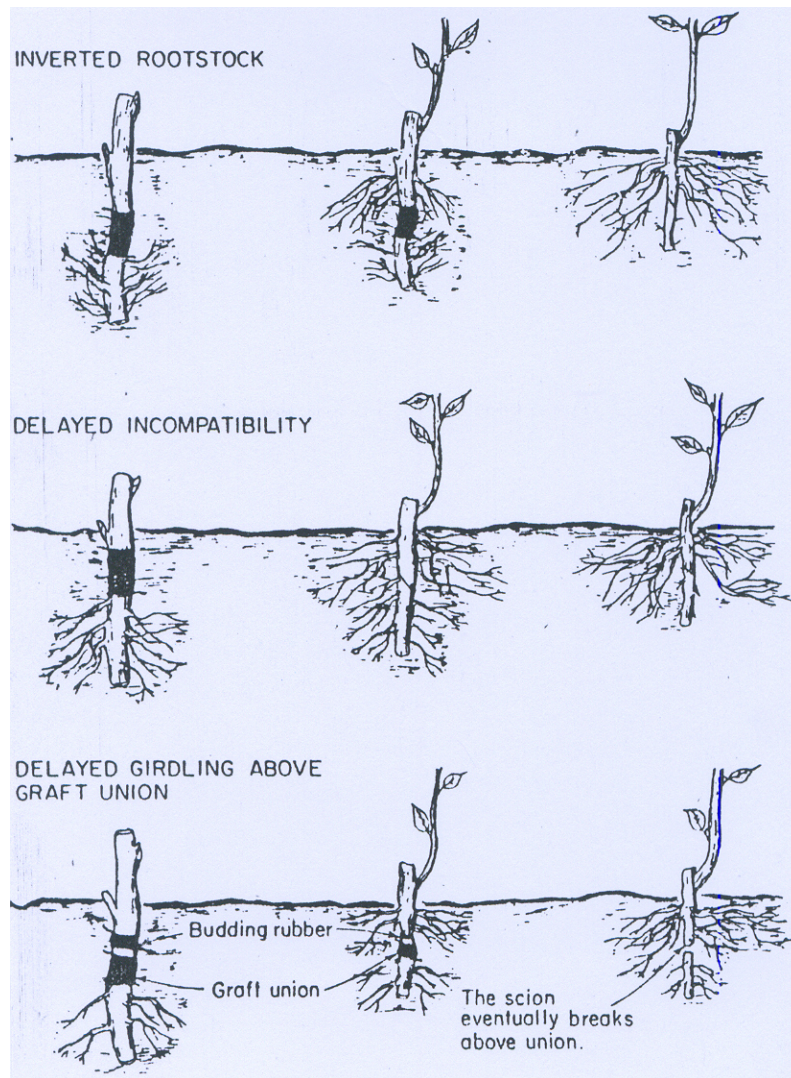




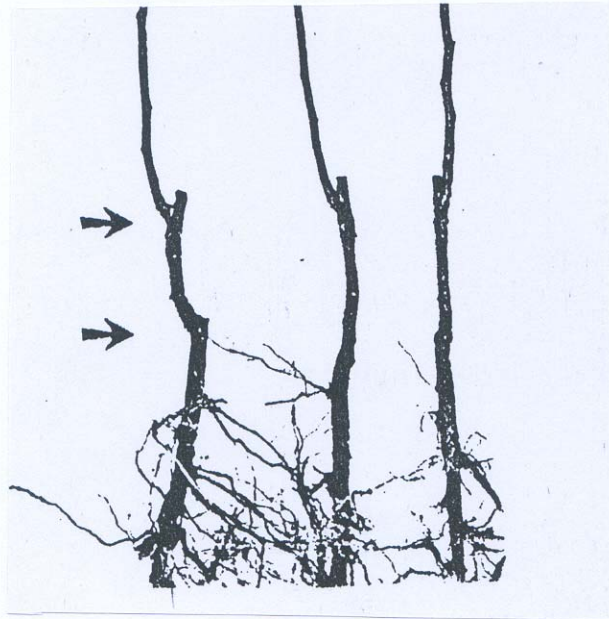
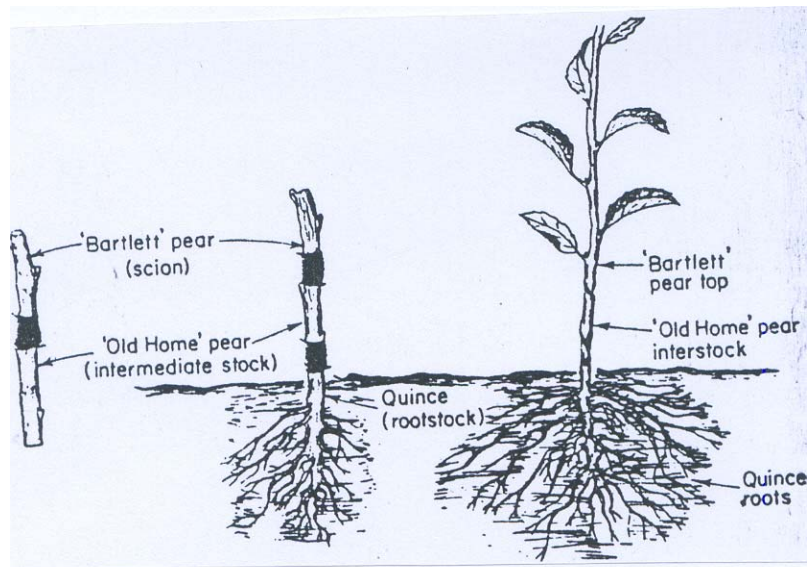


พที่ 29 การค้ำจุนลำต้นพืชใหญ่ด้วยพืชต้นเล็กโดยการทำ inarching

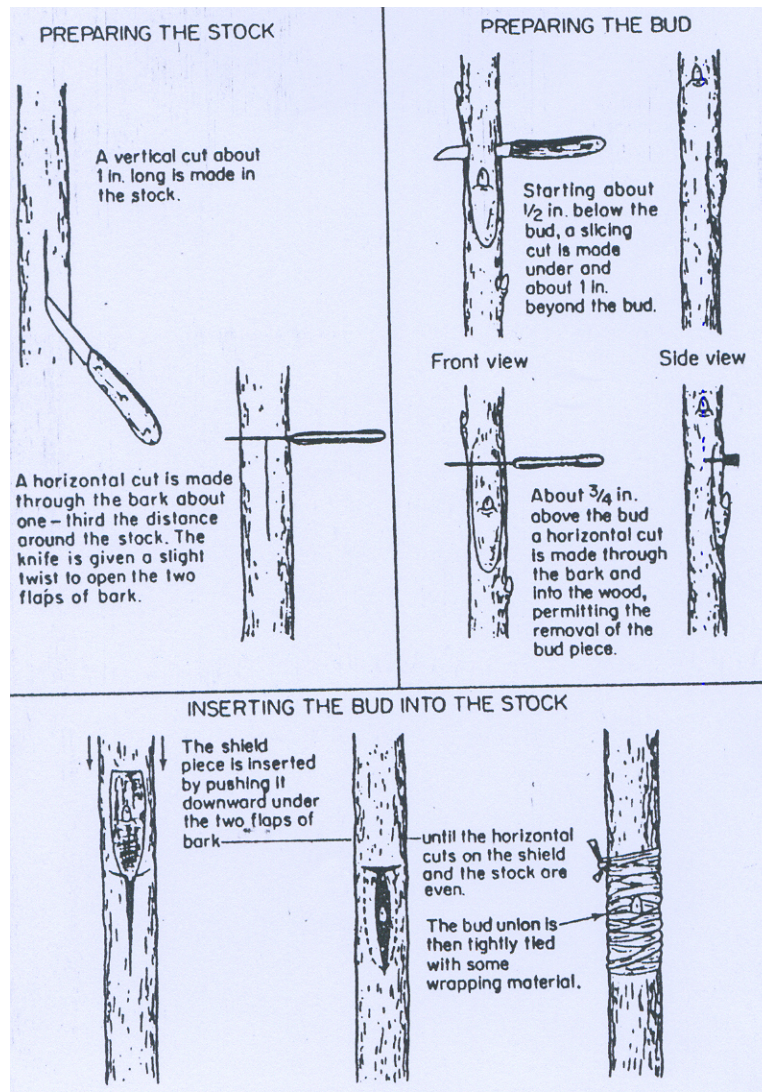




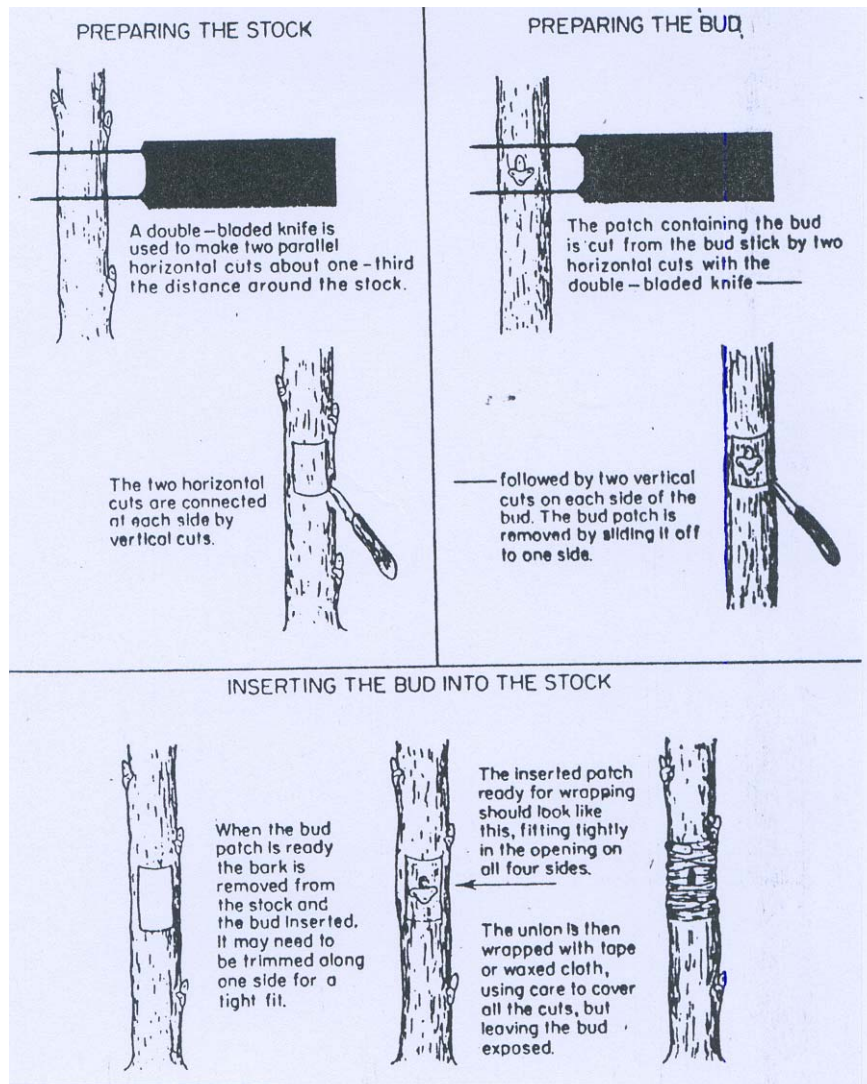
ที่ 31 การทำ nurse-root graft สำหรับกิ่งที่ออกรากช้าในการตัดข



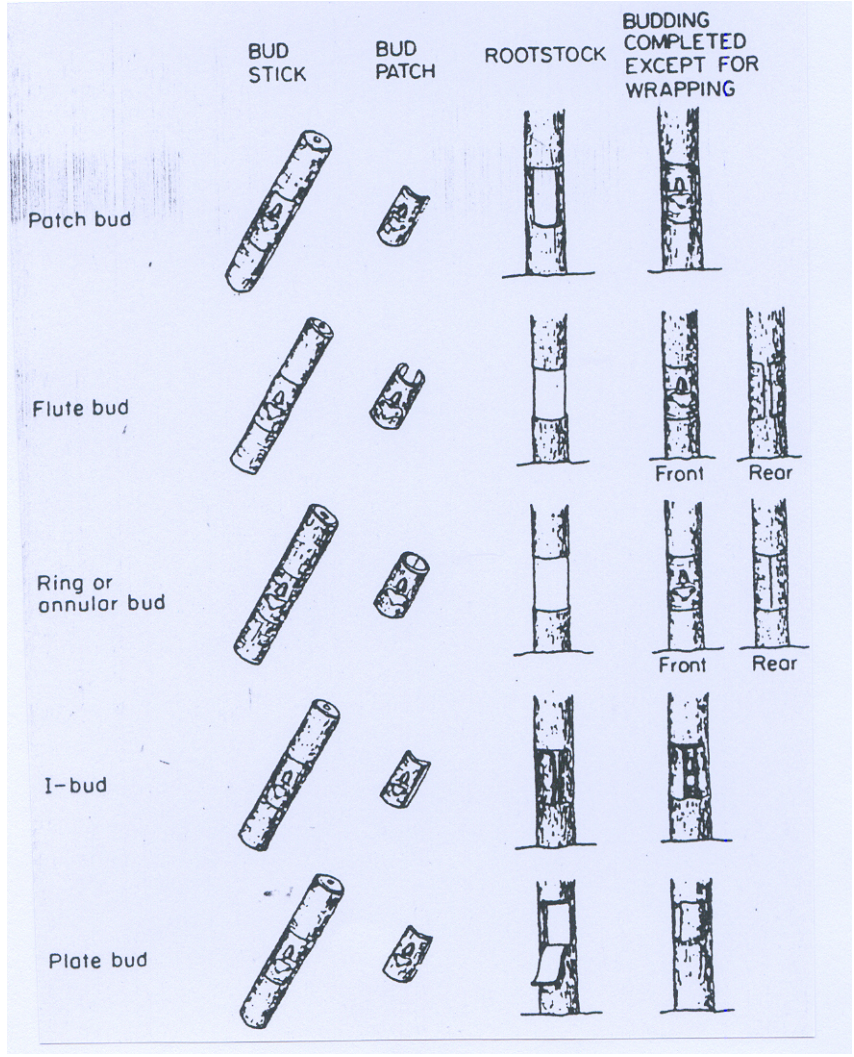
ภาพที่ 32 แสดงการตอกกิ่ง 2 ครั้ง (double working) (บน)

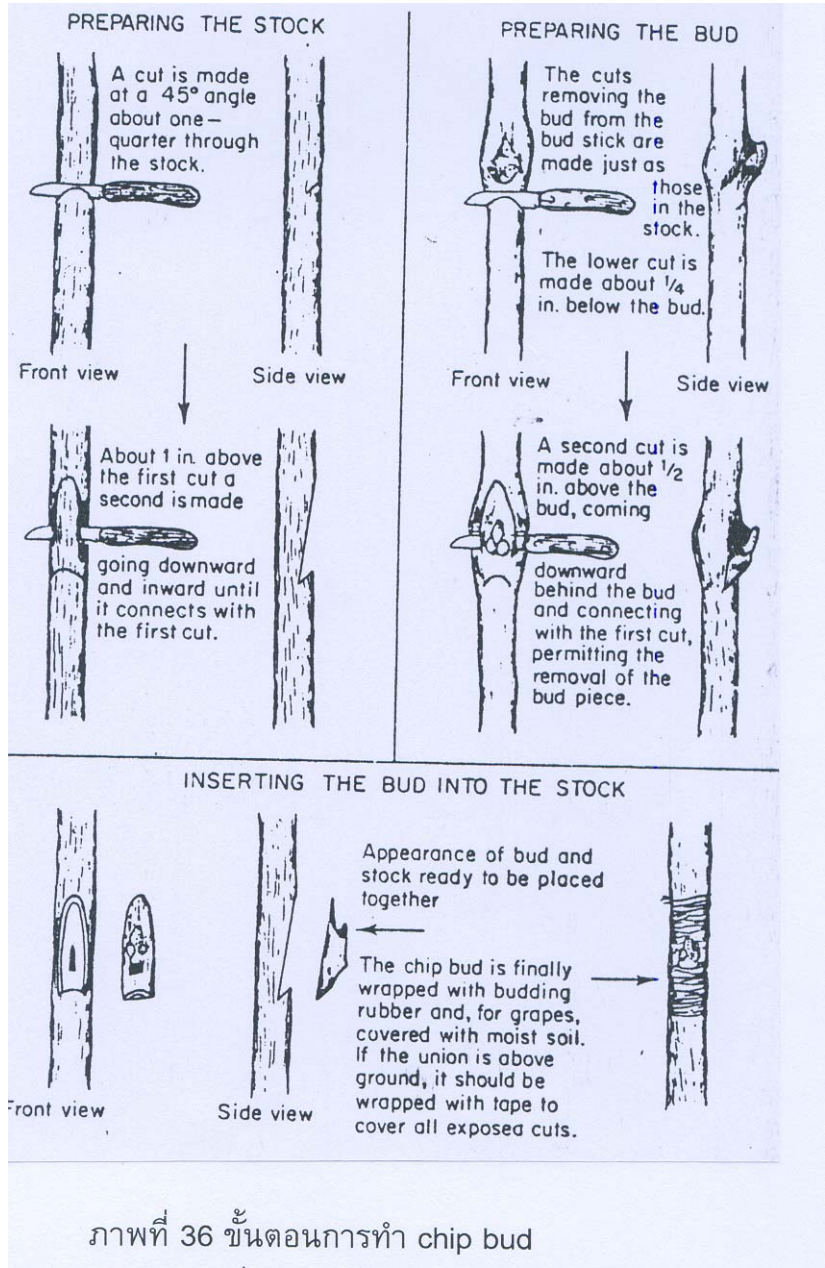


ภาพที่ 33 แสดงการทำ T-bud (shield bud) ซึ่งทำได้หลายวิธี

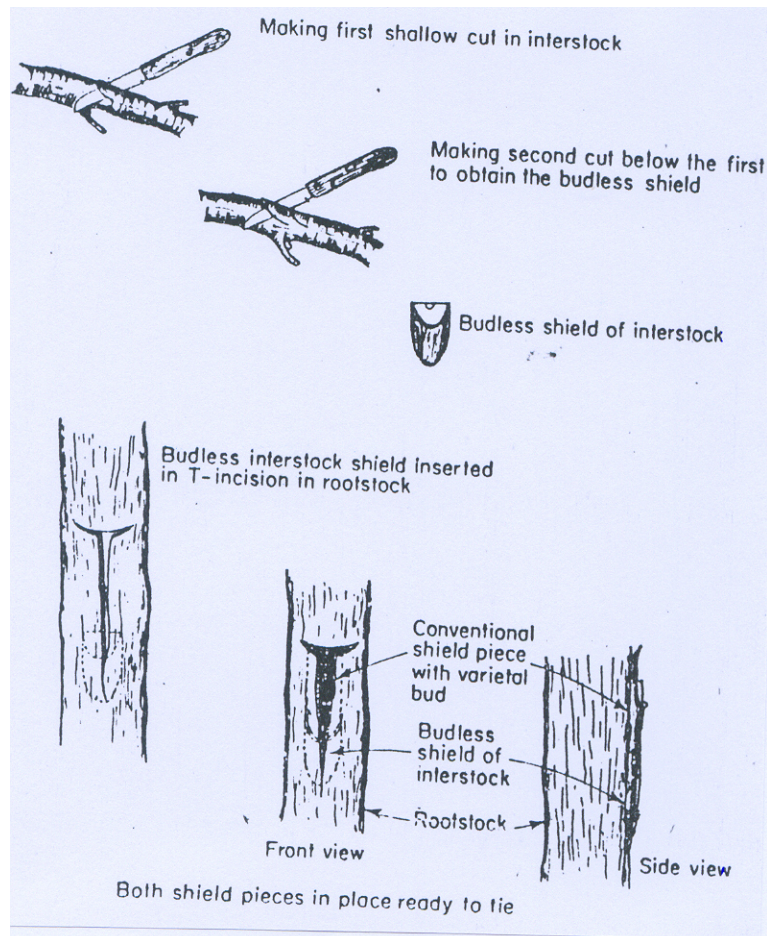


ที่ 34 ขั้นตอนการทำ patch bud เหมาะกับพืชที่มีเปลือกลำต้นหนา

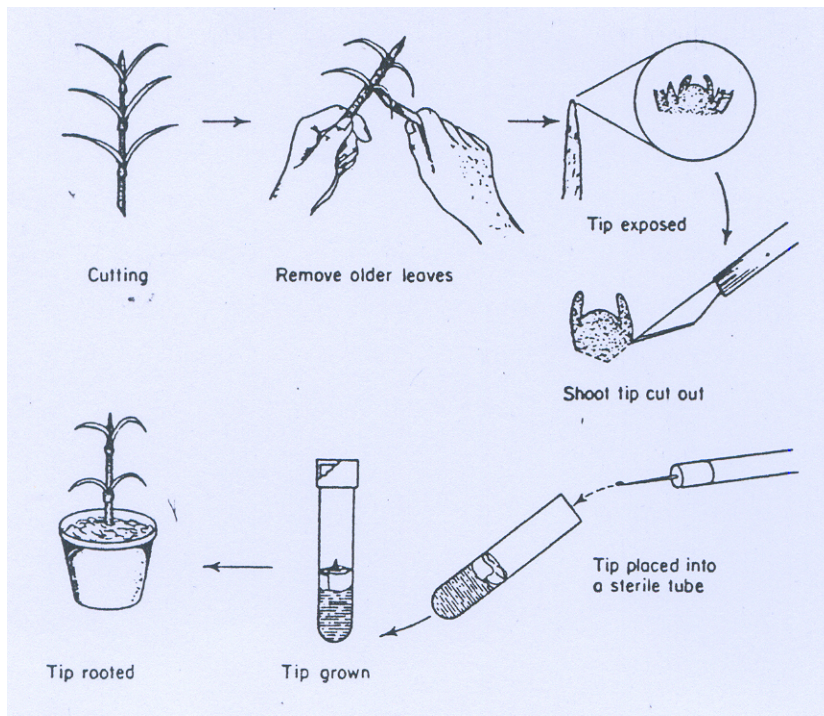








ภาพที่ 37 แสดงการติดตา 2 ครั้ง (double-shield budding)



ภาพที่ 38 ขั้นตอนการทำ shoot tip culture ของต้นคาร์เนชั่น