

บทที่ 11

11. การตอกิ่ง (Grafting) และการติดตา (Budding)

หมายถึงการเชื่อมต่อส่วนของต้นพืชจากคนละต้นเข้าด้วยกัน และให้พืชนั้นประสานรอยต่อแล้วกลายเป็นพืชต้นเดียวกัน ส่วนของพืชที่ต่ออยู่ทางด้านบนจะกลายเป็นยอดของพืชต้นใหม่ซึ่งเรียกว่า “Scion” ส่วนของพืชที่อยู่ทางด้านล่างและทำหน้าที่เป็นรากคูดหน้าและแร้วธาตุให้ลำต้นเรียกว่า “Rootstock” หรือ “Understock”

หากส่วนของ Scion เป็นเพียงส่วนเล็ก ๆ ของเนื้อไม้ที่มีตาอยู่เพียง 1 ตา (bud) นำมาเชื่อมต่อกับ rootstock เรียกกรรมวิธีนี้ว่า “Budding” ดังนั้นวิธี Grafting กับ Budding จึงใกล้เคียงกันมาก

11.1 จุดประสงค์ของการขยายพันธุ์แบบตอกิ่งและติดตา

1. เพื่อขยาย Clone ของพืชที่ไม่สามารถขยายได้โดยวิธีอื่น เช่น การตัดชำ การตอน การแบ่งแยก พืชเหล่านี้ได้แก่ มะม่วง ยางพารา ลัก
2. เพื่อให้ได้พืชที่มีการเจริญเติบโตแบบใหม่ ทั้งนี้โดยอาศัยอิทธิพลของ Rootstock ที่มีต่อ Scion
3. แม้ว่าพืชนั้นจะเป็นพืชที่ขยายพันธุ์ได้ง่าย โดยวิธีอื่น ๆ เช่น การตัดชำ หรือ การตอน แต่ก็สามารถนำมาขยายพันธุ์โดยการติดตาตอกิ่ง ทั้งนี้เพื่ออาศัยประโยชน์หลายอย่างจาก rootstock เช่น การมีรากแก้วของ rootstock เนื่องจากปลูกลูกมาจากเมล็ด ดังนั้นจึงให้ความแข็งแรงกับพืชต้นใหม่ได้ดี ด้านทานลมดีไม่ล้มง่ายเหมือนกับพืชที่มีระบบรากฝอยที่ได้จากการขยายพันธุ์แบบตัดชำ rootstock ต้องเป็นพันธุ์ที่มีระบบรากดี ทนกับสภาพแวดล้อมของดินได้หลายชนิด มีอิทธิพลต่อความสูงและเตี้ยของพืชต้นใหม่ และยังมีอิทธิพลต่อผลผลิตด้วย

4. เพื่อได้มีการใช้ intermediate stock (interstock) Intermediate stock หมายถึง ต้นตอตัวกลางที่นำมาเชื่อมต่อระหว่างกิ่งพันธุ์ (Scion) กับต้นตอที่เป็นราก (rootstock) ทั้งนี้เนื่องจากพืชบางชนิดเมื่อทำการต่อครั้งเดียวบนต้นตอโดยตรง อาจไม่ติดหรือไม่ทำให้ได้พืชต้นใหม่ มีการเติบโตไปตามที่ต้องการ จึงจำเป็นต้องใช้ตัวเชื่อมกลาง การกระทำแบบนี้เรียกว่า double working พืชที่ต่อแบบนี้จะมี graft union อยู่ 2 แห่ง มักทำกับกุหลาบ ยางพารา หรือพืชแคระ

5. เพื่อประโยชน์ในการเปลี่ยนพันธุ์พืชที่หยุดเจริญแล้ว โดยการตัดส่วนบนทิ้งไป แล้วนำพันธุ์ใหม่ที่ต้องการมาเชื่อม เรียกว่า Top working นอกจากนั้นยังใช้ได้ดีในกรณีที่พืชมีต้นตัวผู้และต้นตัวเมียแยกกัน โดยนำกิ่งของต้นตัวผู้มาเชื่อมต่อกับต้นตัวเมีย ทำให้ได้เกษรตัวผู้โดยไม่ต้องปลูกต้นตัวผู้โดยตรง

6. ช่วยย่นระยะเวลาการออกดอกของต้นอ่อนที่ได้จากการผสมพันธุ์พืชลูกผสม ในการผสมพันธุ์พืชพวกไม้ผล ระยะเวลาที่ปลูกจากเมล็ดจนให้ผลผลิตมักกินเวลานาน ทำให้การคัดเลือกเป็นไปโดยล่าช้า หากนำต้นอ่อนของเมล็ดลูกผสมการติดเข้ากับพันธุ์พืชชนิดเดียวกันที่ต้นโตแล้ว จะทำให้ได้ผลผลิตของลูกผสมเร็ว ทำให้เป็นแนวทางในการคัดเลือกได้เร็วขึ้น หากควรพิจารณาด้วยว่า ต้นแก่อาจมีอิทธิพลต่อคุณภาพของลูกผสมนั้น ๆ

7. เพื่อซ่อมแซมต้นพืชที่ได้รับอันตรายเป็นบางส่วน เช่น การซ่อมแซม xylem และ Phloem เป็นต้น เป็นการทำการเชื่อมต่อแบบค้ำจุน หรือแบบสะพาน

8. การติดตามต่อกิ่ง สามารถเป็นวิธีการทดสอบไวรัสโดยการใช้ต้นตอที่ไม่ต้นทานต่อเชื้อไวรัส และนำกิ่งที่สงสัยว่าจะมีเชื้อไวรัสมาเชื่อมต่อกับต้นตอ หากต้นตอแสดงอาการโรคไวรัส แสดงว่ากิ่งพันธุ์นั้นมีเชื้อไวรัสสะสมอยู่

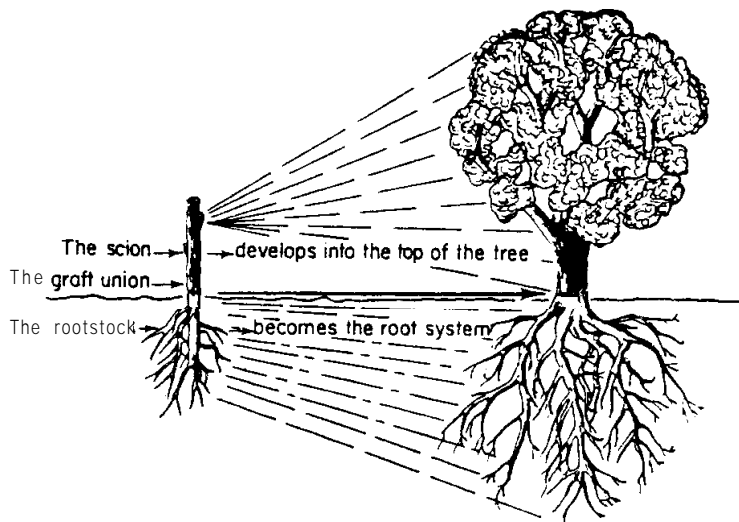
11.2 ประเภทของต้นตอ (Rootstock) ที่ใช้ในการขยายพันธุ์แบบติดตา

Rootstock ที่ใช้มี 2 ชนิดด้วยกันคือ

1. Seeding rootstock เป็นต้นตอที่ได้จากการเพาะเมล็ดต้นตอที่มีข้อดีคือ

1. กระทำได้ง่าย สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการผลิตน้อย
2. ต้นอ่อนที่ได้ ถ้ารักษาให้ดีตั้งแต่เริ่มงอก จะเป็นต้นตอที่แข็งแรง ปราศจากเชื้อโรคสะสมอยู่

อย่างไรก็ดีการใช้ต้นตอที่ได้จากการเพาะเมล็ดนี้ ก็มีข้อเสียคือ ต้นตอที่ได้จากการเพาะเมล็ดนี้มักไม่ค่อยมีความสม่ำเสมอ ในด้านการเจริญเติบโตโดยเฉพาะทางด้านส่วนสูงของลำต้น เนื่องจากพันธุกรรมแปรปรวนในหมู่เมล็ดมีมาก โดยเฉพาะเมล็ดของพืชที่เป็น



รูปที่ 36 แสดงให้เห็นถึงต้นพืชที่เจริญเติบโตจากการติดตา หรือต่อกิ่ง ระบบรากของต้นพืช นั้นจะเจริญจาก rootstock ส่วนการเจริญทางส่วนบนได้จาก scion

พวกผสมข้าม (Cross-pollination crop) ดังนั้นการใช้ต้นตอที่ได้จากการเพาะเมล็ดจึงเหมาะสม สำหรับพืชที่เป็นพวกผสมตัวเอง (Self-pollination crop) และการปฏิบัติ เพื่อที่จะให้ต้นกล้า โตสม่ำเสมอกันนั้น สามารถทำได้โดยการย้ายกล้ามาใส่ในถุงพลาสติกในขณะที่กล้ามีอายุ เท่า ๆ กัน และคัดเลือกเอาพวกที่โตหรือผิดขนาดทิ้งไปเสมอ ๆ

2. Clonal rootstock เป็นต้นตอที่ได้จากการขยายมาจากวิธี ตัดชำ ตอน ต้นตอประเภท นี้มีข้อดีคือ

1. ได้การเจริญสม่ำเสมอดีมาก
2. หากได้จากพันธุ์ต้านทานโรค ทุกต้นจะมีความต้านทานโรคเหมือนกันหมด

นอกจากนี้ยังมีอิทธิพลต่อการออกดอกของกิ่งพันธุ์ที่นำมาต่อด้วย

การสร้าง Clonal rootstock นั้นสามารถกระทำได้อีกวิธีหนึ่ง คือ การเพาะจากเมล็ด ที่เป็น Apomictic embryo แต่หากเมล็ดนั้นเป็น polyembryony ก็ทำให้ยาก ในการพิจารณาว่า embryo ใดเป็น Apomicts การใช้ต้นตอที่ได้จากการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ จะมีผลเสีย ในการสะสมโรคและแมลงในต้นตอมาก

11.3 การเชื่อมรอยต่อ (Formation of the graft union)

โดยธรรมชาติของพืช เมื่อผ่ากิ่งของพืชทั้งสองแล้วประกอบเข้าหากันตรงรอยแผล จะสามารถเชื่อมกันได้ ทำให้สองกิ่งนั้นกลายเป็นกิ่งเดียวกัน ซึ่งรอยต่อนี้เรียกว่า graft union

ขั้นตอนในการเกิดการสมานรอยต่อ นั้น มีดังนี้

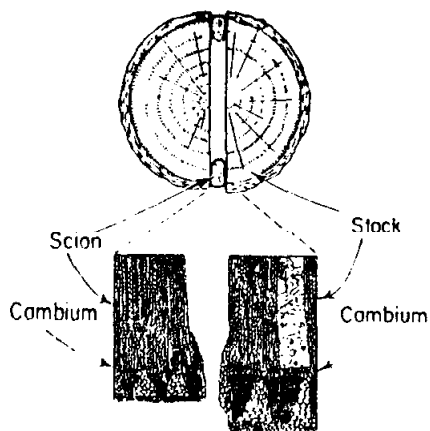
1. การจัดวางให้บริเวณเยื่อเจริญ (cambium layer) ของ rootstock และ Scion สัมผัสกันโดยใกล้ชิดที่สุด นอกจากนั้นยังต้องการสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมด้วย คือ ต้องมีอุณหภูมิประมาณ 45-90°ฟ และจะต้องมีความชื้นรอบ ๆ เยื่อเจริญ หากเยื่อเจริญกระทบความแห้งแล้ง เยื่อเจริญอาจตายได้ วิธีป้องกันความแห้งโดยการหุ้มรอยแผลไว้ด้วยพลาสติก หรือขี้ผึ้ง ทั้งนี้จะช่วยป้องกันโรคและแมลงที่จะเข้าไปทำอันตรายที่รอยแผลด้วย

2. ต่อจากขั้นที่หนึ่ง ซึ่งจะประสบผลสำเร็จขึ้นกับความชำนาญของผู้ปฏิบัติ ขั้นตอนที่สองนี้คือ บริเวณเนื้อเยื่อเจริญ (cambial region) ของทั้ง rootstock และ Scion จะสร้างเซลล์หรือแบ่งเซลล์มาประสานกัน คือ สร้างกลุ่มเซลล์ (callus) ขึ้นทั้งใน rootstock และ Scion แต่ส่วนใหญ่มักเกิดใน rootstock มากกว่า กลุ่มเซลล์นี้คือ paranchyma และจะทำหน้าที่คล้าย vascular bundle กลุ่มเซลล์นี้จะเกิดจะปิดเต็มช่องว่าง ในระยะนี้น้ำและธาตุอาหารจากต้นตอสามารถจะเคลื่อนไปยังกิ่งพันธุ์ได้บ้างแล้ว หากมีกลุ่มเซลล์ที่เจริญล้นออกมาข้างนอกก็จะเปลี่ยนไปเป็นเปลือกของกิ่ง

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

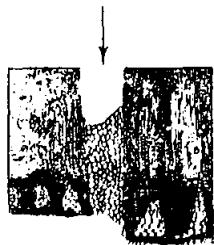
ในการติดตา (budding) การเกิด bud union นั้นจะเหมือนกับ graft union ทุกประการ ในทางธรรมชาติ หากเราทำบาดแผลขึ้นที่ต้นพืช แล้วผนึกบาดแผลนั้นมัดลงไป จะเกิดกลุ่มเซลล์ที่เป็น callus มาเชื่อมสมาน และจะมีเซลล์ในกลุ่มนั้นกลายมาเป็น cambium ที่สร้าง xylem และ phloem ขึ้นได้ ลักษณะนี้เองที่ทำให้เกิด graft union และ bud union ขึ้นได้ กล่าวคือในการทำ graft ก็คือการทำรอยแผลของต้นพืช แล้วสอดส่วนของพืช (Scion) ไว้ตรงกลางระหว่างรอยแผลนั้น



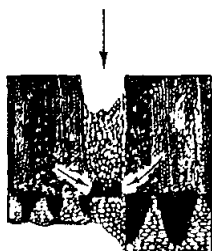
Cleft graft (tap view)
just after being made

Enlarged view of cambial
region where healing occurs

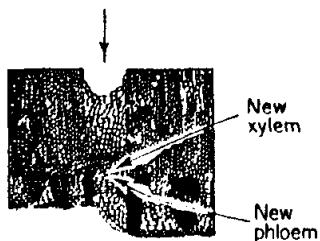
First step- production of
callus tissue (parenchymo
cells) by both graft components
(stock and scion) in the
cambium region



Second step — intermingling
and interlocking of
parenchymo cells

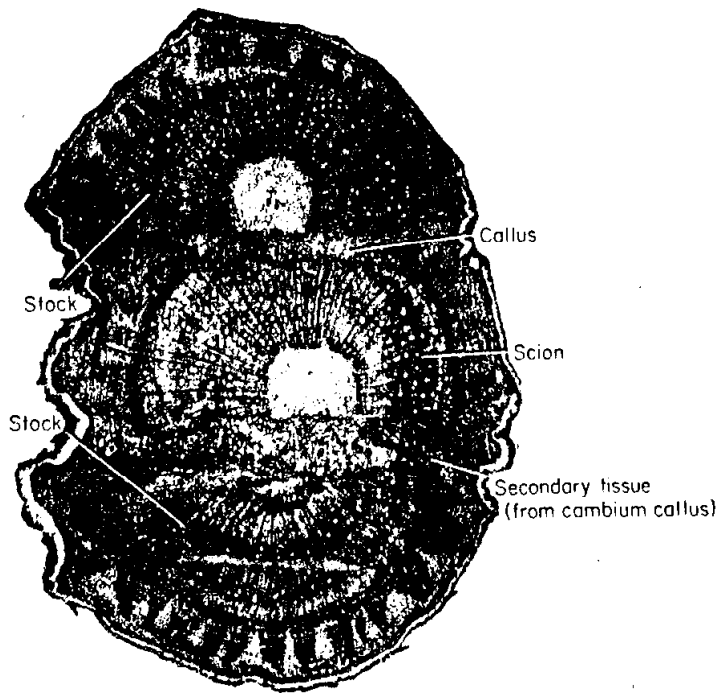


Third step-differentiation of
certain parenchymo cells of the
callus into new cambium cells
connecting with the original
cambium in the stock and scion



Fourth step—production of
new vascular tissues by the new
cambium, permitting passage
of nutrients and water between
the stock and scion

รูปที่ 37 ขั้นตอนของการเกิดการสมานรอยแผลตรงรอยเชื่อมต่อ (graft union) ที่เกิดจาก
การทำ cleft graft

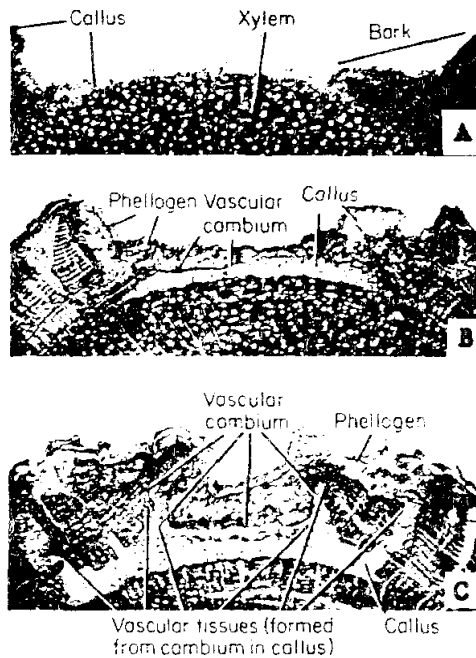


รูปที่ 38 แสดงการเกิดแคลลัสในการเชื่อมรอยแผลของการทำ wedge graft ใน *Hibiscus* การเกิดแคมเปียมในแคลลัสมีผลในการสร้างเนื้อเยื่อของ vascular เชื่อมต่อกันใน stock และ scion

11.4 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการสมานแผล (healing)

การที่จะเกิด graft union สำเร็จสมบูรณ์เพียงใดนั้น ขึ้นอยู่กับเหตุปัจจัยหลายประการ คือ

1. Incompatibility หมายถึงขั้นตอนในการเกิด graft union ล้มเหลวระยะใดระยะหนึ่ง เช่น ไม่เกิด vascular bundle ขึ้นใน callus bridge หรืออาจจะเกิดชั่วคราวหนึ่งแล้วหยุดชะงัก ไม่สำเร็จสมบูรณ์
2. ชนิดของพืช (kind of plants) พืชบางพวกอาจต่อกิ่งติดต่อกันได้ยาก ถึงแม้ว่าจะไม่มีปัญหาเกี่ยวกับ incompatibility ต้องศึกษาว่าพืชใดจะติดได้ดีกับพืชใด นอกจากนั้นยังต้องศึกษาถึงวิธีและเทคนิคที่จะต้องใช้แตกต่างกันออกไปในแต่ละพืช
3. อุณหภูมิและความชื้นของบรรยากาศ ในขณะที่รอยแผลจะเชื่อมต่อต้องมีอุณหภูมิ



รูปที่ 3๑ ขั้นตอนในการเกิดเนื้อเยื่อขึ้นมาสมานรอยแผลบนต้นพืช ทั้งในส่วนของ bark และ wood

- A เกิดแคลลัสขึ้นที่บาดแผล
- B เกิด vascular cambium ขึ้นที่แคลลัส และเชื่อมเข้ากับส่วนเดิมของพืชที่ไม่ได้เป็นบาดแผล
- C เกิด xylem และ phloem จาก vascular cambium นั้น จนกระทั่งเนื้อเยื่อส่วนที่ถูกทำลายไปนั้นเต็มขึ้นมา

ของบรรยากาศประมาณ 45-90°f จึงจะกระตุ้นให้รอยแผลสร้าง callus ได้เร็ว สำหรับอุณหภูมิที่จุดใดจะเหมาะสมที่สุดสำหรับพืชใดนั้น ต้องทำการทดลองในแต่ละพืช สำหรับในเรื่องความชื้นของบรรยากาศนั้น ในหลายพืชต้องการความชื้นในระดับอิมิตัวจะกระตุ้นให้เกิด callus ที่รอยแผลได้ดี และถ้ามีแผ่นน้ำเกาะที่ผิวของ callus ยังจะทำให้เจริญเร็วยิ่งขึ้น วิธีที่จะทำให้บริเวณรอยแผลอิมิตัวด้วยความชื้นโดยการหุ้มรอยแผลด้วยผ้าพลาสติก

4. ออกซิเจน ที่บริเวณรอยแผลนั้นเซลล์จะต้องได้รับออกซิเจนอย่างเพียงพอ จึงจะช่วยให้ขบวนการเมแทบอลิซึมเป็นไปได้อย่างรวดเร็ว

5. ความสามารถในการเจริญเติบโตของต้นตอ ต้นตอจะต้องอยู่ในช่วงที่กำลังเจริญเติบโต สังเกตได้คือ เปลือกนอกจะต้องลอกออกง่าย นอกจากนี้ดินที่ใช้ปลูกต้นตอยังต้องมีธาตุอาหารและความชื้นเพียงพอ

6. เทคนิคในการทำบาดแผลของรอยต่อ ทั้งนี้จะต้องทำให้เหมาะสมสำหรับในแต่ละพืช เช่น จะวางตำแหน่งของตาในกิ่งพันธุ์ไว้ที่ใด การฉีกแผลของต้นตอและกิ่งพันธุ์จะต้องให้มีผิวรอยเดือนที่เรียบ จึงจะทำให้เกิดการสมานแผลได้ดีและเร็ว อย่างไรก็ตามหากเทคนิคในการทำงานไม่ดี แม้ว่าจะมีการสมานรอยแผลแล้วก็ตาม ต่อมาเมื่อตาเจริญแล้วจะแคะแกรนหรือตาที่แตกออกมานั้น อาจเหี่ยวแห้งภายหลัง

7. การที่มีเชื้อไวรัส แมลง หรือเชื้อโรคอื่นสะสมอยู่ในต้นตอหรือกิ่งพันธุ์ หากมีเชื้อโรคแมลง หรือไวรัสสะสมอยู่ในส่วนของพืชที่จะทำการต่อกิ่งหรือติดตาแล้ว จะมีผลทำให้การสมานแผลและเกิดการเชื่อมต่อไม่สำเร็จ เช่น เพลี้ยแป้งจะทำให้รอยแผลสมานไม่สนิท หากกิ่งพันธุ์มีโรคสะสมมาก จะทำให้รอยแผลเน่า ดังนั้นควรป้องกันโดยการจุ่มกิ่งลงในยาฆ่าเชื้อรา และฉีดพ่นยาฆ่ารา จะทำให้เปอร์เซ็นต์การติดสูงขึ้น

8. ความสัมพันธ์ระหว่างสารที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตหรือสารเคมีอื่นที่มีผลต่อการเชื่อมรอยต่อ สารเคมีบางชนิดกระตุ้นให้มีการสร้างรอยต่อได้รวดเร็ว เช่น NAA เป็นต้น สามารถผสมในลาโนลินแล้วทาที่กิ่งพันธุ์จะทำให้เกิด Callus ได้รวดเร็ว

11.5 ทิศทางในการทำการต่อกิ่ง (Polarity in grafting)

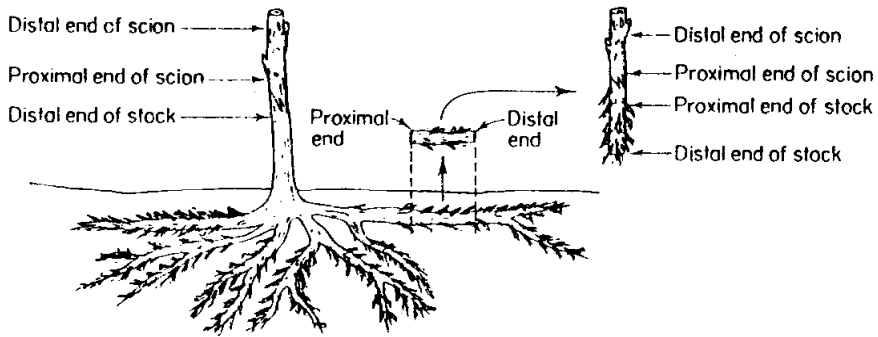
ก่อนที่จะทำความเข้าใจในการนำทิศทางของกิ่งมาต่อกัน ต้องทำความเข้าใจคำที่ใช้กับทิศทางของกิ่งพืชเสียก่อน

Proximal end หมายถึง ส่วนของรากหรือลำต้นที่อยู่ใกล้กับ stem-root junction มากที่สุด

Distal end หมายถึง ส่วนของรากหรือลำต้นที่อยู่ไกลจาก stem-root junction มากที่สุด หรือส่วนที่อยู่ใกล้กับส่วนปลายที่สุด

ดังนั้นในการทำรอยต่อจะต้องให้ด้านที่ต่อเป็นไปให้เหมือนธรรมชาติเดิมของต้นพืช ดังภาพแสดงการต่อที่ถูกวิธีข้างล่าง

แม้ว่ากิ่งพันธุ์จะถูกเสียบไว้ผิดทิศทาง ก็อาจจะติดเชื่อมรอยต่อได้แต่ตาที่เจริญขึ้นมาจะ จะโตช้า หรือไม่โตขึ้นเลย เนื่องจากการเดินทางของน้ำ และอาหารกลับข้างไม่เป็นไปทางเดียวกันตลอดลำต้น หากทิศทางถูกต้องแล้ว การเจริญเติบโตจากเกิดรอยเชื่อมต่อแล้ว จะเป็นไปตามปกติ



รูปที่ 40 แสดงทิศทางการต่อกิ่งในลำต้นและราก การต่อกิ่งในลำต้น (Top grafting) ด้าน proximal ของกิ่งพันธุ์ (scion) ต้องต่อเข้ากับด้าน distal ของต้นตอ (stock) ส่วนการต่อกิ่งในราก (Root grafting) ด้าน proximal ของกิ่งพันธุ์ต้องเชื่อมเข้ากับด้าน proximal ของต้นตอ



รูปที่ 41 พืชที่มีอายุ 5 เดือนหลังจากทำ bridge graft ปรากฏว่า scion อันกลางมีขนาดเล็กผิดปกติ เมื่อเปรียบเทียบกับสองอันด้านข้าง ทั้งนี้เพราะถูกเชื่อมต่อไว้ในลักษณะกลับทิศทาง

11.8 ขอบเขตของการตอกริ่ง (Limit of grafting)

เนื่องจากการเกิดรอยสมานแผลในการตอกริ่งนั้นขึ้นขึ้นกับการเกิดแคลลัส ใกล้เคียง ๆ กับแคมเปียม ดังนั้นการตอกริ่งจึงควรกระทำกับหมู่พืชที่เป็นพืชใบเลี้ยงคู่ หรือพืชพวก gymnosperm หากจะกระทำกับพืชใบเลี้ยงเดี่ยวก็ควรทำให้เยื่อเจริญบริเวณ intercalary tissue มาสัมผัสกัน ซึ่งเยื่อเจริญนี้จะอยู่บริเวณฐานของปล้องของลำต้น

หากพืช 2 ต้นที่จะนำมาติดต่อกันนั้นมีความใกล้เคียงกันมากในทางพฤกษศาสตร์ ก็มีโอกาที่จะเชื่อมต่อดีได้ง่าย ดังนั้นพืชที่จะติดต่อกิ่งกันได้จึงสามารถเรียงลำดับจากง่ายไปหายากได้ดังนี้

1. การตอกริ่งในพืช clone เดียวกัน (Grafting within a clone) จะเชื่อมสมานแผลได้รวดเร็ว ไม่มีปัญหาใด ๆ

2. การตอกริ่งพืชคนละ clone แต่ species เดียวกัน เช่น การทาบกิ่งมะม่วงมันกับมะม่วงแก้ว หรือมะม่วงอกร่องกับมะม่วงแก้ว เป็นต้น จะไม่พบปัญหาในการสมานรอยต่อ เพราะมะม่วงเป็นพืชอยู่ใน species เดียวกันคือ *Mangifera indica* แต่ต่าง variety กันเท่านั้น

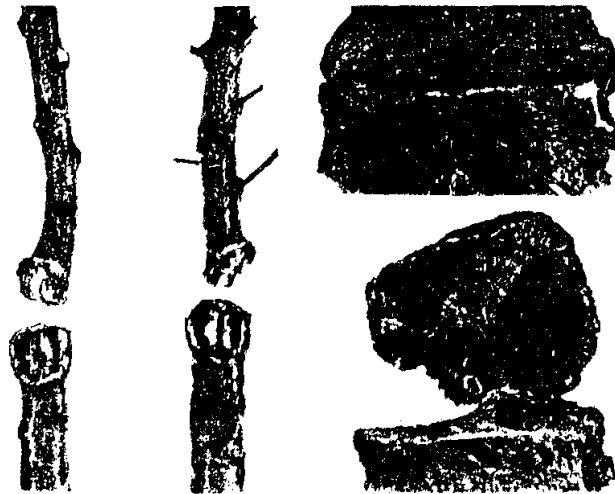
3. การตอกริ่งพืชที่เป็นคนละ species กัน แต่อยู่ใน genus เดียวกัน เราเรียกว่า inter-graft ในบางกรณีนี้อาจทำสำเร็จ บางกรณีก็สำเร็จได้ยาก พบว่าในตระกูลส้มมักทำได้ง่าย เช่น

Citrus reticulata, *Citrus sinensis*, *Citrus media*, *Citrus grandis*

หากรอยต่อกิ่งยากในทดลองกลับการใช้ต้นตอเป็นกิ่งพันธุ์ รอยต่ออาจเกิดขึ้นได้

4. การตอกริ่งพืชที่เป็นคนละ genus แต่เป็น family เดียวกัน เรียกว่า intergeneric graft รอยต่อของกรณีนี้เกิดค่อนข้างยากมาก เท่าที่ทำได้สำเร็จเป็นการค้าคือ การใช้ *Poncirus trifoliata* เป็นต้นตอ ใช้กับ *Citrus* species ต่าง ๆ ได้ผลดีคือ ทำให้สัมพันธ์ดีในการทดลองต่อต้านมะเขือเทศกับต้นตอของยาสูบ หรือมันฝรั่งก็ทำสำเร็จ หากยังไม่ได้ทำเป็นการค้า มะเขือเทศคือ *Lycopersicon esculentum* ยาสูบ คือ *Nicotiana tabacum* และมันฝรั่งคือ *Solanum tuberosum* ทั้งสามพืชนี้ อยู่ใน Family Solanaceae

5. การตอกริ่งพืชที่เป็นคนละ family กัน ทำไม่ได้ในพวกไม้ยืนต้น มีรายงานความสำเร็จน้อยมาก ส่วนใหญ่ความสำเร็จพบในพืชล้มลุก และเป็นพืชอายุสั้น เช่น การตอกริ่งโดยเอาทานตะวัน (F. Compositae) เป็นต้นตอ และนำกิ่งของ white sweet clover (F. Leguminosae) มาติด พบว่าความเกิดรอยเชื่อมของแผลและยี่ชีวิตอยู่ได้ 5 เดือนเศษ



รูปที่ 42 การหลุดออกของรอยเชื่อมต่อ (graft union) เนื่องจาก incompatibility



รูปที่ 43 การต่อกิ่งพันธุ์ของแอปเปิลเข้ากับต้นตอของแพร์ รอยต่อเชื่อมเข้ากันสนิทดี พืช
ที่ได้จะเจริญเติบโตแข็งแรงเป็นปกติ

11.7 ความล้มเหลวของการเกิดรอยเชื่อมในการต่อกิ่ง (Graft incompatibility)

พืชที่มีความสัมพันธ์ใกล้เคียงกันมาต่อกิ่งกันจะเกิดรอยเชื่อมต่อดีง่ายตามปกติ แต่ถ้าเป็นพืชที่ห่างกันจะเกิดรอยเชื่อมต่อดียาก ในบางครั้งพบว่าสามารถเกิดรอยเชื่อมต่อดีแต่ก็อยู่ไม่นาน 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 บางโอกาสจะพบว่ามีการเชื่อมต่อดีไปหมดรอบ ๆ รอยแผลที่เชื่อมต่อ หากเกิดปรากฏการณ์เช่นนี้ แม้ว่าจะหา interstock มาเชื่อมต่อก็มักไม่มีผลสำเร็จ เพราะสารที่ผลิตในกิ่งพันธุ์ไหลผ่านลงมา ทำให้เกิดการไม่ติดระหว่าง interstock กับต้นตอ สำหรับท่อน้ำ (xylem) สามารถเจริญได้เป็นปกติ แต่ท่ออาหารสร้างไม่สำเร็จ แสดงว่าสารนี้กีดขวางทำให้เซลล์พืชทั้งสองสมานกันไม่ได้

การเข้ากันไม่ได้แบบนี้บางทีมีสาเหตุมาจากการมีไวรัสในกิ่งพันธุ์ หรือต้นตอ

Localized incompatibility การที่รอยต่อระหว่างกิ่งพันธุ์กับต้นตอไม่เชื่อมกันแน่น เนื่องจากการเกิด vascular bundle นั้นไม่สมบูรณ์โดยเชื่อมกับของเดิมได้ไม่สนิท ทั้งนี้เนื่องจากลักษณะทางเนื้อเยื่อของพืชทั้งสองแตกต่างกันมากจึงสมานเข้ากันได้ยาก จะทำให้ทางเดินน้ำและธาตุอาหารไม่สะดวก ทำให้ต้นที่ได้อ่อนแอ รากขาดอาหาร หากรอยต่อถูกกระทบกระเทือนมาก ๆ รอยต่อจะหลุด เช่น หากลมแรงจะทำให้รอยต่อหลุด

อาการแสดงลักษณะของ incompatibility แม้ว่าจะเกิดรอยเชื่อมต่อระหว่างกิ่งพันธุ์กับต้นตอแล้ว หากสังเกตพืชว่ามีอาการดังต่อไปนี้ แสดงว่ารอยต่อนั้นไม่แข็งแรง อาจหลุดได้

ง่าย อาการดังกล่าวเรียงตามลำดับความรุนแรงมีดังต่อไปนี้ คือ

1. กิ่งสองกิ่งนั้นไม่ติดกันเลย

2. แม้ว่ารอยเชื่อมต่อจะติดกันแล้ว แต่ในฤดูกาลเจริญเติบโตในปีต่อมา ใบของต้นพืชใหม่จะเหลือง ใบร่วงเร็ว แตกใบอ่อนน้อย มีบางกิ่งในลำต้นเหลืองตาย

3. ต้นใหม่ที่ได้อายุสั้น จะตายไปภายใน 1-2 ปี

4. อัตราการเจริญของต้นตอกับกิ่งพันธุ์ที่ติดกันนั้นแตกต่างกันมาก

5. พบความแตกต่างของกิ่งพันธุ์และต้นตอในตอนต้นและปลายฤดูกาลเจริญเติบโต

6. เกิดจากการเจริญเติบโตอย่างผิดปกติที่เหนือหรือใต้รอยต่อ

หากเกิดอาการดังกล่าวข้างต้นข้อใดข้อหนึ่ง แสดงว่าพืชนั้นจะต้องมีการหลุดของรอยต่อภายหลังไม่ช้าก็เร็ว

Incompatability บางกรณีในการติดตอกิ่งอาจเกิดขึ้นช้ามาก เรียก “Delayed incompatability” เช่น พืชต้นที่ต่อกิ่งนั้นอาจเจริญเติบโตให้ผลผลิตได้นานถึง 15-20 ปี จึงมีปรากฏการณ์ของบริเวณเยื่อเจริญแคมเบียมและท่ออาหารตายบริเวณรอยสมานแผล อาจเริ่มจากจุดใดจุดหนึ่งแล้วขยายกว้างออกรอบด้านรอยต่อ และพบว่าเมื่อเกิดอาการเช่นนี้ที่บริเวณรอยต่อ จะมีผลกระทบกระเทือนทำให้ต้นข้างบนเหลืองตาย และต้นตอจะแตกตาขึ้น ปรากฏการณ์เช่นนี้สันนิษฐานว่าไวรัสมีส่วนเกี่ยวข้องทำให้เกิดขึ้น

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

11.8 อิทธิพลของต้นตอที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของกิ่งพันธุ์

เมื่อนำกิ่งพันธุ์มาต่อบนต้นตอ จะทำให้พืชต้นใหม่มีนิสัยเปลี่ยนไปจากกิ่งพันธุ์ได้ในลักษณะต่อไปนี้

1. จะเปลี่ยนแปลงในด้านประสิทธิภาพในการดูดน้ำและแร่ธาตุ และยังมีผลกับรูปทรงของการเจริญเติบโต

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 ในการเชื่อมต่อพืชส. ต้นที่มี genetic make up ต่างกันนั้นจะมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโต คุณภาพ ผลผลิต หรือการออกดอกนั้นจะเกี่ยวข้องกับปัจจัยดังต่อไปนี้

1. การดูดน้ำและแร่ธาตุขึ้นไป และการใช้ธาตุอาหารนั้น
2. การเคลื่อนย้ายสารละลาย และอาหารทั้งขึ้นและลงว่ามีประสิทธิภาพเพียงใด
3. การไหลเวียนของสารควบคุมการเจริญเติบโตภายในลำต้น เช่น สารฮอร์โมนที่ทำให้พืชออกดอก เป็นต้น

11.11 การแบ่งแยกประเภทของการต่อกิ่งตามวัตถุประสงค์

เนื่องจากการต่อกิ่งเป็นศิลปะของการสอดส่วนของกิ่งพืชต้นหนึ่งลงบนส่วนของพืชอีกต้นหนึ่ง เพื่อให้ส่วนทั้งสองติดกันและเจริญเป็นพืชต้นใหม่ ดังนั้นจึงมีเทคนิคมากมาย และทำเพื่อจุดประสงค์ได้หลายประการดังต่อไปนี้

1. การต่อยอด (Top working) เป็นการนำพันธุ์ดีมาต่อบนยอดของต้นตอ มีจุดประสงค์เพื่อเปลี่ยนพันธุ์ หรือรวมพืชหลาย ๆ พันธุ์ไว้ในต้นเดียวกัน ส่วนเทคนิคและวิธีการพวกนี้แยกออกได้มากมายตามรูปประกอบคำบรรยาย
2. การต่อต้นคอดิน (Crown grafting) คือ การนำเอากิ่งพันธุ์ดีมาต่อบนต้นตอระดับ

ใต้ดินเล็กน้อย เป็นวิธีที่นิยมเปลี่ยนพันธุ์องุ่นที่มีอายุมาก ๆ และมักทำการต่อแบบเสียบลิ้ม

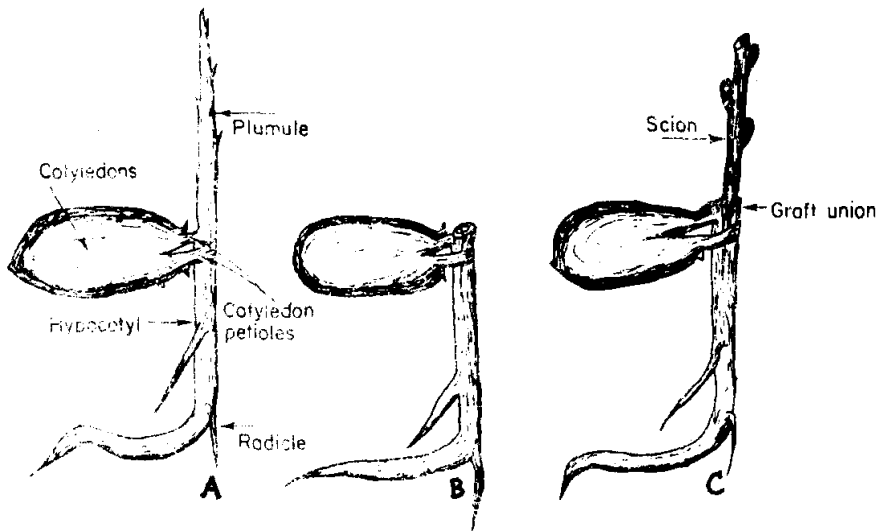
3. การต่อราก (Root grafting) คือการนำเอากิ่งพันธุ์ดีมาต่อกับรากโดยตรง ซึ่งรากที่ต่อนั้นอาจเป็นทั้งราก (whole root) หรือท่อนราก (piece root) ก็ได้ เป็นวิธีที่ใช้กันทั่วไปในการต่อผลไม้เมืองหนาว เช่น แอปเปิ้ล และแพร์ โดยทั่วไปมักนิยมใช้รากของต้นพืชที่เพาะจากเมล็ด วิธีที่ใช้ในการต่อรากก็คือ วิธีแบบเข้าลิ้น (Whip or tongue graft) และเมื่อจะทำการต่อก็มักจะขุดรากมาต่อในบ้านในฤดูหนาว ซึ่งเรียกการต่อลักษณะนี้ว่า bench grafting

4. การต่อเพื่อซ่อมแซมหรือค้ำยัน (Repair grafting or Supporting) เป็นการต่อแบบ Inarching และ Bridge grafting ซึ่งทั้ง 2 แบบนี้สามารถมีเทคนิคการทำการต่อได้หลายแบบ ดังภาพประกอบ

5. การทาบกิ่ง (Approach grafting) หมายถึงการนำต้นพืชที่ต่างก็มีทั้งรากและยอดด้วยกันมาทำให้เชื่อมติดกันและหลังจากรอยต่อเชื่อมกันสนิทดีแล้ว จึงทำการตัดยอดต้นต่อเหนือรอยต่อ และตัดกิ่งพันธุ์ดีได้รอยต่อ ก็จะได้พืชเป็นต้นเดียวกัน ในกรณีการทาบกิ่งอาจมีการตัดแปลงสภาพต้นต่อและกิ่งพันธุ์ให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม และวิธีการปฏิบัติเช่น การทาบกิ่งพันธุ์ดีที่มีตำแหน่งของกิ่งอยู่สูงมาก ๆ การเอาต้นต่อขึ้นไปทาบกิ่งมักตัดยอดต้นออกเลย เพื่อลดการระเหยน้ำ อย่างไรก็ตาม การทาบกิ่งมีเทคนิคและวิธีการทำหลายแบบหลายอย่างด้วยกัน

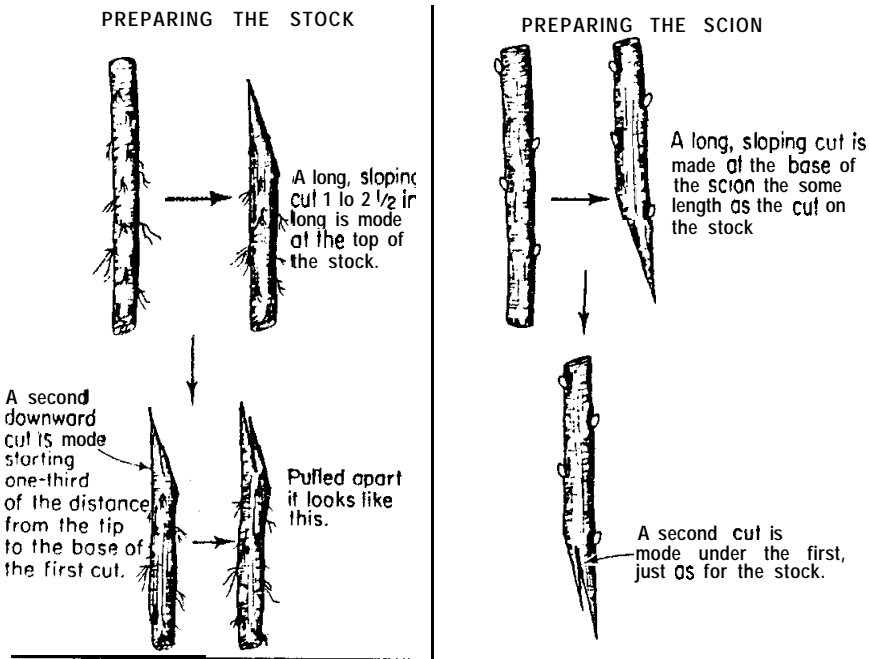


รูปที่ 44 Nurse-seed graft (root graft) ของต้นเกาลัด



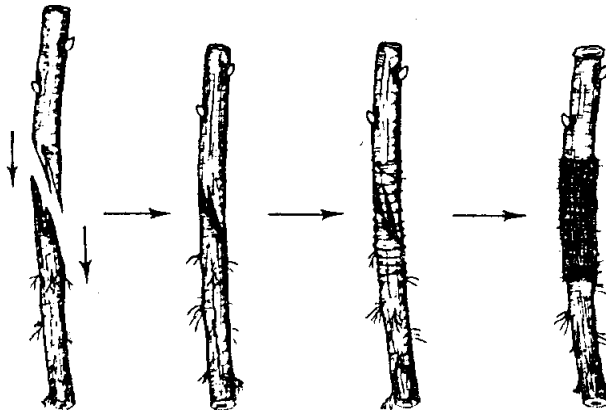
รูปที่ 45 แสดงขั้นตอนในการทำ nurse-seed graft

- A. ต้นกล้าในระยะที่พร้อมจะทำการต่อได้
- B. ตัดส่วนบนออกแล้วฝาดส่วนของ hypocotyl ลงมาพอสมควร
- C. เสียบกิ่งพันธุ์ลงบนรอยฝาด

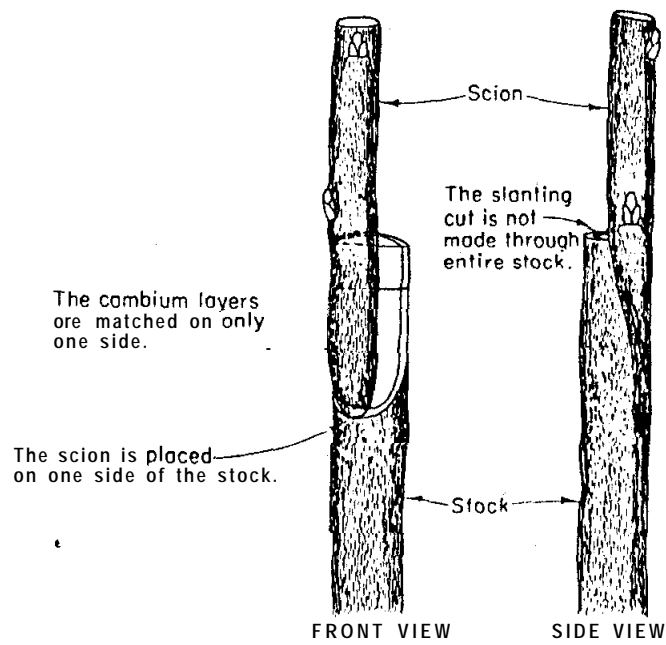


The stock and scion are slipped together, the tongues interlocking

The graft is then tied and waxed.



รูปที่ 46 แสดงขั้นตอนการทำ whip หรือ tongue graft ซึ่งเป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับพืชขนาดเล็ก และเหมาะสำหรับการทำ root graft ด้วย



รูปที่ 47 แสดงการทำ whip หรือ tongue graft เมื่อขนาดของกิ่งพันธุ์เล็กกว่าต้นตอ