

การเจริญเติบโตและการพัฒนาการของพืช

PLANT GROWTH AND DEVELOPMENT

รศ.ดร.สังคม เตชะวงศ์เสถียร

สาขาพืชสวน ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
email : suntec@kku.ac.th

ในระหว่างการดำรงชีวิตของพืช นับตั้งแต่เริ่มเกิดหรือเริ่มงอกจากเมล็ด ไปจนกระทั่งตาย หรือสิ้นสุดชีพจักร (life cycle) พืชจะมีการดำเนินขบวนการและผ่านขั้นตอนต่าง ๆ ที่สำคัญหลายอย่าง โดยขั้นตอนต่าง ๆ จะมีระยะเวลาสั้นหรือยาวแตกต่างกันไปตามชนิดและประเภทของพืช นั้น ๆ ขบวนการสำคัญ ๆ ที่เกิดขึ้นตลอดชีพจักรของพืช ได้แก่

1. การเจริญเติบโต (growth) เป็นการเพิ่มในทางปริมาณที่ไม่อาจย้อนกลับได้ (irreversible quantitative increase) ของขนาด มวล และปริมาตรของพืช ซึ่งต้องมีการเปลี่ยนแปลงร่วมกันไป จึงจะถือว่าเป็นการเจริญเติบโต การเจริญของพืช เป็นผลโดยตรงจากการแบ่งเซลล์ (cell division) และการขยายขนาดของเซลล์ (cell enlargement)

2. การพัฒนาการ (development) เป็นผลรวมของการเปลี่ยนแปลงทางคุณภาพ (differentiation) ของเซลล์และกลุ่มเซลล์ที่ทำหน้าที่เป็นเนื้อเยื่อและอวัยวะ การเปลี่ยนแปลงนี้ เนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของรูปร่าง (morphogenesis) และหน้าที่ของเซลล์ (organization)

วงจรการเจริญเติบโตและการพัฒนาการของพืช

ในการเจริญเติบโตและการพัฒนาการของพืชตลอดชีพจักรนั้น พืชจะต้องผ่านขั้นตอนต่าง ๆ นับตั้งแต่ พืชงอกจากเมล็ดไปเป็นต้นกล้า (seedling) เมื่อต้นกล้ามีอายุมากขึ้นก็จะกลายเป็นต้นพืช ต้นพืชจะมีการเจริญเติบโตและการพัฒนาการต่อไปเรื่อย ๆ ซึ่งการเจริญและพัฒนาการในช่วงแรก ๆ นี้ จะเป็นไปในทางการเพิ่มขนาดและน้ำหนักของต้นพืช เมื่อพืชมีอายุที่เหมาะสม หรือพัฒนาการมาถึงที่สุด โดยได้รับการกระตุ้นหรือชักนำจากสภาพภายนอก ก็จะออกดอก ติดผล และสร้างเมล็ดขึ้นมา จากนั้น เมล็ดก็จะพัฒนาการเป็นต้นพืชต่อไป ส่วนพืชต้นเดิมนั้น บางชนิดอาจตายไป (annual plant) แต่บางชนิดอาจมีการเจริญเติบโตและการพัฒนาการ

ต่อไป ในลักษณะเดียวกับช่วงที่ต้นพืชยังไม่ออกดอก (perennial plant) แผนภูมิแสดงการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืช คือ

ขั้นตอนต่าง ๆ ตลอดชีวิตของพืช อาจแบ่งออกได้เป็น

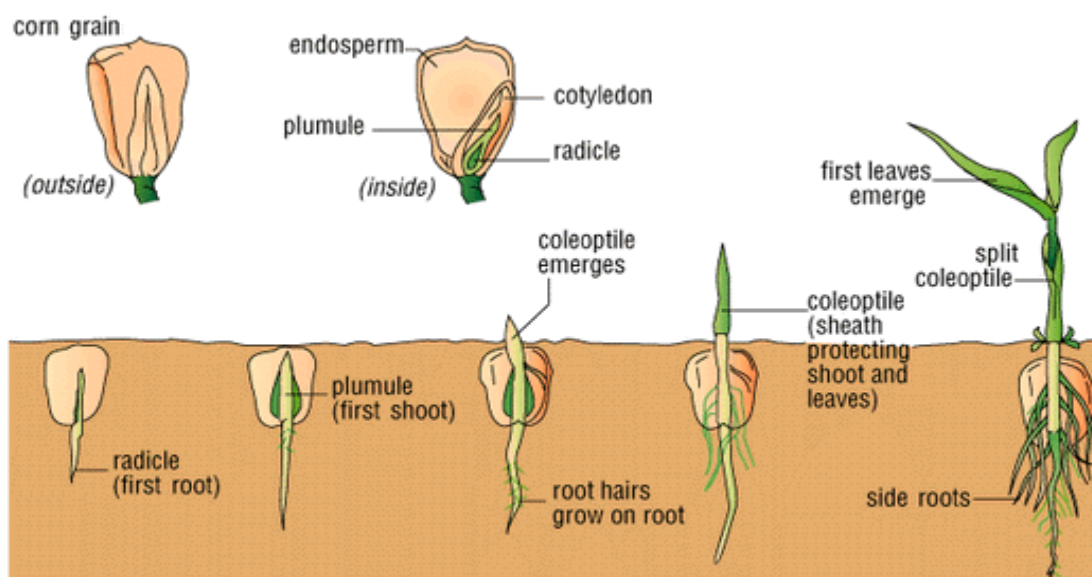
1.การเจริญทางกิ่งใบ (vegetative growth) เป็นขั้นตอนที่พืชมีการเจริญเติบโตและพัฒนาการในส่วนลำต้น ใบ และราก ขบวนการที่สำคัญในขั้นนี้ คือ การแบ่งเซลล์ การขยายขนาดของเซลล์ และช่วงต้นของการเปลี่ยนแปลงรูปร่างและหน้าที่ของกลุ่มเซลล์ ขั้นตอนนี้นับตั้งแต่พืชเริ่มงอกจากเมล็ดหรือเริ่มมีชีวิตใหม่ ไปจนถึงเริ่มมีตาดอก การเจริญเติบโตในระยะนี้ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย ๆ คือ

1.1 การงอกของเมล็ด (seed germination)

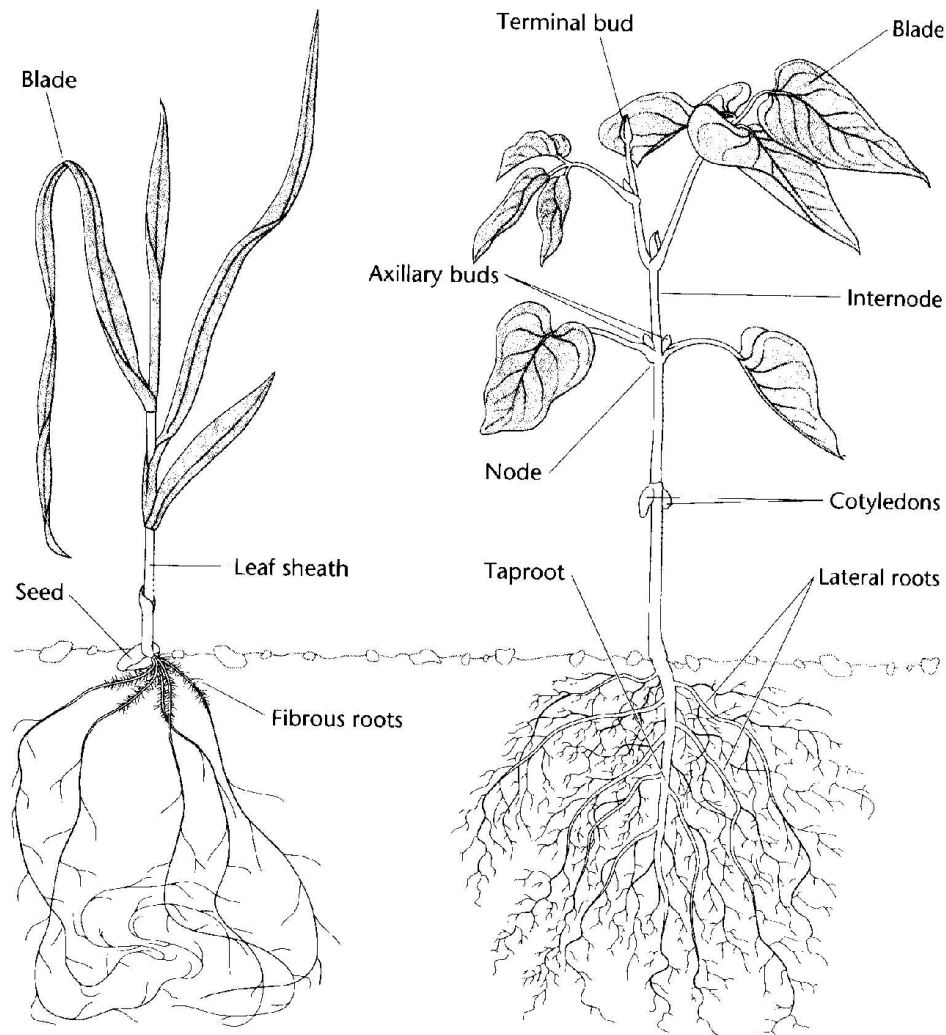
เป็นการเริ่มต้นการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืช หรือเป็นการเริ่มต้นชีวิตของพืช เมื่อเมล็ดอยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม คือ ได้รับความชื้น มีอากาศถ่ายเทสะดวก อุณหภูมิพอเหมาะ และเมล็ดพืชบางชนิดได้รับแสงตามที่ต้องการ จะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและชีวเคมี ภายในเมล็ด อาหารที่สะสมไว้ในส่วน endosperm ของเมล็ดจะถูกเปลี่ยนรูปจากรูปที่ซับซ้อน มาเป็นรูปง่าย ๆ และละลายน้ำได้ และมีการสร้างสารประกอบบางอย่าง ไปกระตุ้นให้คัพภะ (embryo) ในเมล็ด เจริญเติบโตแทงทะลุผ่านเยื่อหุ้มเมล็ดออกมา เจริญเป็นต้นกล้า (seedling)

การงอกของต้นกล้ามี 2 แบบคือ

- Epigeal germination เป็นการงอกแบบที่ใบเลี้ยงไม่โผล่พ้นวัสดุเพาะ
- Hypogeal germination เป็นการงอกแบบที่ใบเลี้ยงโผล่พ้นวัสดุเพาะขึ้นมา



การงอกของเมล็ดและต้นกล้าพืชใบเลี้ยงเดี่ยว (ข้าวโพด)



ลักษณะทั่วไปของต้นกล้าพืชใบเลี้ยงเดี่ยว (ข้าวย) และพืชใบเลี้ยงคู่ (ขาว)

1.2 การพักตัวของเมล็ด (seed dormancy)

เป็นความล้มเหลวในการงอกของเมล็ด แม้ว่าสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ในการงอกเหมาะสมก็ตาม การพักตัวของเมล็ด มี 2 แบบ คือ

ก. การพักตัวเนื่องจากสภาพทางกายภาพ (physical dormancy) เกิดขึ้นเนื่องจากสภาพภายนอกของเมล็ดไม่เหมาะสม เช่น เปลือกหุ้มเมล็ด (seed coat) หนาเกินไป หรือเยื่อหุ้มเมล็ดเหนียวหรือเป็นมัน ทำให้น้ำ และอากาศไม่อาจผ่านเข้าไปในเมล็ด การแก้ไขการพักตัว ทำโดยการทำให้เปลือกเมล็ดมีบาดแผล (Scarification) โดยการ ตัด เจาะ กะเทาะ ฝน หรือแช่ในกรด

ข. การพักตัวเนื่องจากสภาพทางสรีระ (physiological dormancy) เกิดขึ้นเนื่องจากภายในเมล็ดมีสารยับยั้งการงอกหรือมีสารยับยั้งการเจริญเติบโตอยู่มากเกินไป ซึ่งสารเหล่านี้จะไปขัดขวางกระบวนการงอกของเมล็ด นอกจากนี้ อาจเนื่องมาจากเนื้อเยื่อของเมล็ด เช่น คัพภะเจริญเติบโตหรือพัฒนาไม่เต็มที่ การแก้ไขการพักตัว ทำโดยการเก็บเมล็ดในที่เย็นและชื้น (stratification)

1.3 ความเยาว์วัยของพืช (juvenility)

เป็นช่วงระยะเวลาของการเจริญเติบโตของพืช นับตั้งแต่เริ่มงอกไปจนกระทั่งออกดอก พืชที่ยังเยาว์วัยจะมีการเจริญเติบโตทางกิ่งใบอย่างรวดเร็ว แต่ไม่สามารถออกดอกได้ จนกว่าพืชนั้นจะมีอายุมากขึ้น (adult) ระยะเวลาของความเยาว์วัยของพืชนั้น จะแตกต่างกันออกไป ตามชนิดของพืช พืชบางชนิดจะผ่านระยะเยาว์วัยภายในฤดูเดียว พืชบางชนิดอาจใช้เวลาหลายฤดู เป็นต้น ลักษณะทั่วไปของพืชที่ยังเยาว์วัย คือ

ก. ลักษณะทางสัณฐาน พืชที่ยังเยาว์วัยจะมีหนาม ใบเป็นแฉกหรือไม่เป็นแฉก ส่วนพืชที่ผ่านระยะเยาว์วัยแล้ว จะมีลักษณะตรงข้าม คือ ไม่มีหนาม ใบไม่เป็นแฉกหรือเป็นแฉกตามลำดับ

ข. ลักษณะทางสรีระ พืชที่ยังเยาว์วัย มักตอบสนองต่อแรงดึงดูดของโลก ไม่ออกดอก ไม่ผลัดใบ ส่วนพืชที่ผ่านระยะเยาว์วัยแล้ว จะมีลักษณะตรงข้าม คือ ไม่ตอบสนองต่อแรงดึงดูดของโลก ออกดอก และผลัดใบ ตามลำดับ

1.4 การพักตัวของตา (bud dormancy)

เป็นลักษณะที่ปรากฏในพืชบางชนิด โดยปกติ พืชจะมีการเจริญเติบโตจากส่วนตาไปเป็นกิ่ง ใบ หรือ ดอก แต่พืชบางชนิด ตาจะมีการพักตัว เนื่องจากสภาพภายในมีสารยับยั้งการแตกตาอยู่มาก และสภาพแวดล้อมภายนอกอาจยังไม่เหมาะสม การพักตัวของตาแบบนี้ มักพบกับพืชผลัดใบที่มีถิ่นกำเนิดในเขตอบอุ่น โดยตาจะมีการพักตัวในฤดูหนาว ถ้าพืชไม่มีการพักตัวและแตกตาออกมา กิ่ง ใบ หรือดอกจะได้รับสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต เช่น อุณหภูมิต่ำเกินไป หรือมีหิมะ (snow) มีน้ำค้างแข็ง (frost) กิ่ง ใบ ดอกที่แตกออกมาจะได้รับอันตราย โดยปกติ พืชเหล่านี้จะผ่านการพักตัวในฤดูใบไม้ผลิ หรือเมื่อสภาพอากาศอบอุ่นขึ้น

2. การเจริญทางการสืบพันธุ์ (reproductive growth) เป็นระยะที่พืชมีการสร้างตา ดอก ออกดอก ติดผล และสร้างเมล็ด เพื่อเป็นการสืบทอดและดำรงเผ่าพันธุ์ต่อไป หรือพืชบางชนิดมีการขยายตัวและการแก่ของส่วนสะสมอาหาร นี้ ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย ๆ คือ

การแก่ของพืช (maturity)

เป็นระยะที่พืชมีการเจริญเติบโตทางกิ่งใบถึงที่สุดแล้ว เมื่อพืชแก่แล้ว จะสามารถสืบพันธุ์ โดยการออกดอก ติดผลและเมล็ดได้

การออกดอกของพืช (flowering)

เป็นขั้นแรกของการสืบพันธุ์แบบมีเพศ (sexual reproduction) เมื่อพืชพร้อมจะออกดอก จะมีการเปลี่ยนแปลงเนื้อเยื่อเจริญ (meristematic tissue) ซึ่งเดิมเป็นจุดกำเนิดของกิ่งใบ ไปเป็นจุดกำเนิดของดอก เนื้อเยื่อในส่วนนี้จะมีการเปลี่ยนแปลงไปเป็นตาดอก แล้วจะมีการพัฒนาการต่อไป จนกระทั่งพืชออกดอก

การชราของพืช (senescence)

เป็นขั้นที่พืชเข้าสู่วัยที่ใกล้จะสิ้นสุดชีวิตจักร การชราของพืชอาจเกิดขึ้นกับพืชทั้งต้น (complete senescence) หรืออาจชราเพียงบางอวัยวะ (partial senescence) การชราของพืชแบ่งออกเป็น 4 ลักษณะ คือ

- การชราทั้งต้น (overall senescence) เป็นการชราที่เกิดขึ้นกับทุก ๆ ส่วนของพืช ทั้งส่วนที่อยู่เหนือดินและใต้ดิน เช่น ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ฯลฯ
- การชราเฉพาะส่วนเหนือดิน (top senescence) เป็นการชราที่เกิดขึ้นเฉพาะกับส่วนที่อยู่เหนือดิน ส่วนใต้ดินยังคงมีชีวิตอยู่ และสามารถงอกส่วนเหนือดินใหม่ได้อีกเมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสม เช่น ขิง ข่า ว่านสี่ทิศ ว่านแสงอาทิตย์ ฯลฯ
- การชราพร้อมกันของใบพืช (deciduous senescence) การชราชนิดนี้จะเกิดกับใบพืชเท่านั้น ส่วนอื่น ๆ ยังคงมีชีวิตอยู่ การชราลักษณะนี้จะเกิดกับพืชทุก ๆ ใบพร้อมกัน และใบพืชจะร่วงพร้อม ๆ กันหมดทั้งต้นในฤดูใบไม้ร่วง โดยจะพบในพืชผลัดใบ ทั้งพืชที่มีถิ่นกำเนิดในเขตอบอุ่น และพืชที่มีถิ่นกำเนิดในเขตร้อนบางชนิด เช่น น้อยหน่า ทุเรียน กาลพฤกษ์ ฯลฯ
- การชราของใบพืช (progressive senescence) เป็นการชราของใบพืชเฉพาะใบที่มีอายุมากหรือได้รับอันตราย การชราแบบนี้ ใบพืชจะทยอยร่วงตลอดทั้งปี

การตายของพืช (death)

เป็นขั้นตอนที่พืชสิ้นสุดชีวิตจักรลง อายุของพืชแต่ละชนิดจะแตกต่างกันตามประเภทของพืช นั้น ๆ การตายของพืชเกิดขึ้นเนื่องจาก อวัยวะหรือเนื้อเยื่อพืชหมดความสามารถในการดำเนินขบวนการเพื่อการดำรงชีพต่อไป เช่น การสังเคราะห์และเคลื่อนย้ายสารอาหารและสารประกอบต่าง ๆ การหายใจ เป็นต้น นอกจากนี้ สภาพแวดล้อมที่พืชนั้นเจริญอยู่ยังมีส่วนสำคัญ

การออกดอก

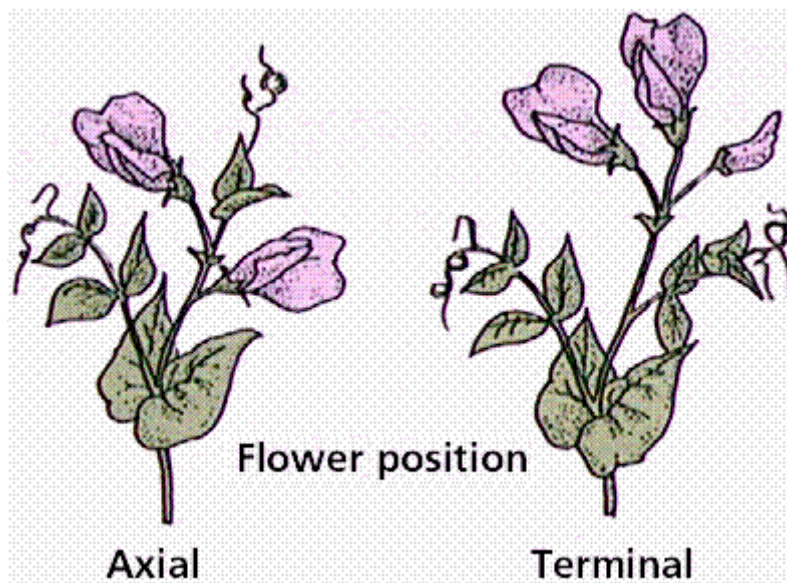
(Flowering)

การออกดอกเป็นการเปลี่ยนแปลงจากระยะการเจริญทางกิ่งใบ (vegetative phase) ไปเป็นระยะการสืบพันธุ์ (reproductive phase) การออกดอกเป็นผลเนื่องมาจากปัจจัยภายนอกและปัจจัยภายในต้นร่วมกัน ความต้องการปัจจัยดังกล่าวแตกต่างกันไปตามชนิดของพืช ตำแหน่งของการเกิดดอกของพืชแต่ละชนิดจะแตกต่างกัน พืชบางชนิด เช่น ส้ม พลับ องุ่น ออกดอกที่ปลายยอดอ่อน มะม่วง เงาะ มังคุด ลำไย ลิ้นจี่ ออกดอกที่ปลายยอดที่แก่จัด ขนุน ทุเรียน มะเดื่อ ลำสาด โกโก้ ออกดอกที่กิ่งและตามลำต้น เป็นต้น ตำแหน่งและชนิดของดอก อาจแบ่งออกได้เป็น 6 กลุ่มด้วยกัน คือ

1. ตาดอกเป็นตาเดี่ยว (simple bud) อยู่ที่ตายอด (terminal bud) ของกิ่ง
2. ตาดอกเป็นตาเดี่ยวอยู่ที่ตาข้าง (lateral bud) ของกิ่ง
3. ตาดอกเป็นตาผสม (mixed bud) ช่อดอกเกิดตรงตายอดของกิ่ง (terminal inflorescence) ดอกเกิดตรงตายอดของช่อดอก
4. ตาดอกเป็นตาผสม ช่อดอกเกิดตรงตายอดของกิ่ง ดอกเกิดตรงตาข้างของช่อดอก
5. ตาดอกเป็นตาผสม ช่อดอกเกิดตรงตาข้างของกิ่ง (lateral inflorescence) ดอกเกิดตรงตายอดของช่อ
6. ตาดอกเป็นตาผสม ช่อดอกเกิดตรงตาข้างของกิ่ง ดอกเกิดตรงตาข้างของช่อดอก

Type of flower bud	Position of bud	
	Terminal	Lateral
Simple bud	loquat, mango	peach, plum, apricot, cherry, almond, gooseberry, citrus, papaya, coconut, blueberry, currant, date palm, pecan(staminate), filbert (staminate), Walnut (staminate)
Mixed bud.	apple, pear, quince,	raspberry, blackberry,dewberry,
Flowering shoot with terminal	juneberry, pecan (pistillate), walnut	grape, cashew nut, brazil nut, some apple and pear cultivars,

Type of flower bud	Position of bud	
	Terminal	Lateral
inflorescence	(pistillate).	filbert (pistillate).
Mixed bud.	guava, olive, Eugenia spp.	persimmon, fig, jujube, avocado,
Flowering shoot with lateral inflorescence		mulberry, cranberry, chestnut



ตำแหน่งของการออกดอกของพืช

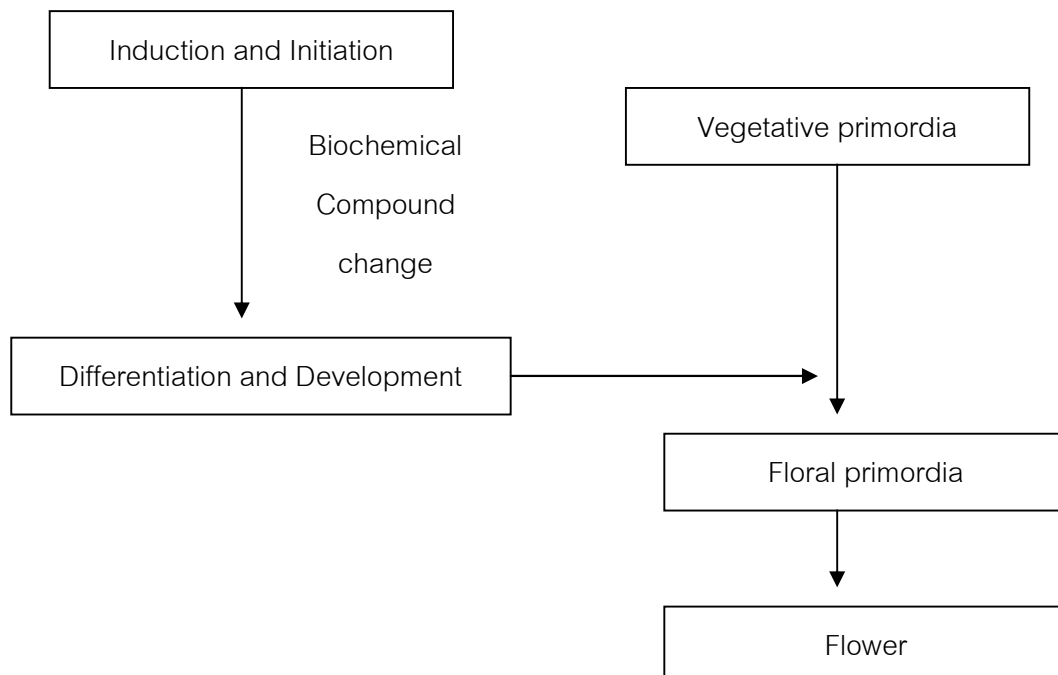
พืชต่าง ๆ จะมีฤดูกาลให้ผลที่แตกต่างกัน ซึ่งก็หมายความว่า มีเวลาในการออกดอกที่แตกต่างกันไปด้วย โดยทั่ว ๆ ไปแล้วการเกิดดอกจะมีส่วนสัมพันธ์กับลักษณะการเจริญเติบโตทางกิ่งในของต้น พืชที่ผลัดใบจะสร้างตาดอกเมื่อใบเจริญเต็มที่ และพร้อมที่จะออกดอกเมื่อการเจริญเติบโตทางกิ่งใบชะงักหรือหยุดลง แต่ตาดอกก็ยังคงพักตัวอยู่บนกิ่งจนกว่าจะถึงสภาวะที่เหมาะสม ตาดอกจึงจะเจริญออกมา ส่วนพืชที่ไม่ผลัดใบจะสร้างตาดอกเมื่อการเจริญเติบโตหยุดชะงักหรือช่วงการเปลี่ยนแปลงอัตราการเจริญเติบโตของต้น ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพฟ้าอากาศหรือการปฏิบัติงานในสวน เมื่อผ่านพ้นระยะชะงักหรือเปลี่ยนแปลงอัตราการเจริญไปแล้ว ตาดอกก็จะเจริญออกมา

สรีรวิทยาของการเกิดดอก

การออกดอกเป็นการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานของระยะการเจริญโดยไม่อาศัยเพศ (asexual phase) เป็นระยะการเจริญเติบโตโดยอาศัยเพศ (sexual phase) ซึ่งในระยะแรกก่อนมีการเปลี่ยนแปลงนี้จะมีการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีในเซลล์ ยังผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีระในเนื้อเยื่อและขั้นสุดท้ายคือ การเปลี่ยนแปลง vegetative primordia ไปเป็น floral primordia การเปลี่ยนแปลงจาก floral primordia ไปเป็นดอกมีอยู่ 4 ระยะคือ

1. floral initiation เป็นช่วงการแปรเปลี่ยนของเนื้อเยื่อตรง floral primordia
2. floral organization เป็นช่วงการแปรเปลี่ยนของเนื้อเยื่อที่จะพัฒนาเป็นส่วนของดอก
3. floral maturation เป็นช่วงพัฒนาการส่วนของดอก
4. anthesis เป็นช่วงการเจริญเต็มที่ของดอก มีการกระจายของเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียเพื่อการผสมเกสร

ทั้ง 4 ระยะนี้ ระยะ floral initiation เป็นช่วงวิกฤติของพืชที่จะเกิดดอกซึ่งมีปัจจัยเกี่ยวข้องมากมาย ทั้งปัจจัยภายนอกและภายใน ถ้าปัจจัยต่าง ๆ เหมาะสมก็จะทำให้เกิดตาดอก ความเหมาะสมของปัจจัยเหล่านี้จะแตกต่างกันไปตามชนิดของพืช



ระยะเวลาสำหรับการสร้างตาดอก และช่วงเวลาของการแทงดอก ก็จะแตกต่างกันตามชนิดและพันธุ์พืช เช่น มะม่วงพันธุ์อรุณทอง ใช้เวลาประมาณ 2 สัปดาห์ ตั้งแต่ตาเริ่มเปลี่ยนแปลงเป็นดอกจนกระทั่งแทงช่อดอก แม้กระทั่งไม้ผลพันธุ์เดียวกัน ดอกต่างเพศกันก็มีช่วงการพัฒนาที่แตกต่างกัน เช่น มะละกอพันธุ์ Line 26 Solo ดอกตัวเมียจะใช้เวลาดังแต่เริ่มเกิดตาดอกจนถึงดอกบาน 45 วัน ส่วนดอกตัวผู้และดอกสมบูรณ์เพศใช้เวลา 47 วัน แต่พันธุ์ Coorg และพันธุ์ Honey Dew ใช้เวลานานถึง 80 วัน เป็นต้น

ปัจจัยที่มีผลต่อการออกดอก

ก. อายุ

ต้นพืชจะต้องมีอายุเพียงพอจึงจะออกดอกได้ ระยะเวลาตั้งแต่เริ่มการเจริญจนถึงเริ่มออกดอกนี้เรียกว่า ระยะ juvenile ซึ่งในระยะ juvenile ต้นพืชจะมีการเจริญเติบโตทางกิ่งใบเป็นอย่างมาก หลังจากผ่านพ้นระยะนี้ไปแล้วพืชจะเข้าสู่ระยะ adult ซึ่งจะเริ่มให้ดอกผลได้ ระยะเวลาของ juvenile ของพืชแต่ละชนิดจะแตกต่างกัน เช่น ทุเรียน จะเริ่มออกดอกเมื่อมีอายุ 3 ปีขึ้นไป แต่ก็สามารถเร่งให้ช่วง juvenile สั้นลงได้โดยการบำรุงต้นและการตัดแต่ง จึงจะทำให้ทุเรียนสามารถออกดอกผลได้เมื่อมีอายุ 1 ปี ต้นลานจะออกดอกเมื่อมีอายุมากกว่า 20 ปีขึ้นไป เป็นต้น โดยทั่ว ๆ ไปแล้วพืชที่ได้จากการเพาะเมล็ดจะเริ่มออกดอกผลเมื่อมีอายุ 4-6 ปี ส่วนต้นที่ได้จากการขยายพันธุ์แบบอื่น ๆ เช่น การติดตา ต่อกิ่ง ทาบกิ่ง การตอน มักจะเริ่มให้ดอกผลตั้งแต่ปีแรก ทั้งนี้เนื่องจากต้นที่ได้จากการขยายพันธุ์โดยวิธีเหล่านี้ผ่านพ้นช่วง juvenile มาแล้ว เมื่อนำไปปลูกก็สามารถให้ดอกผลได้ทันที แต่ดอกผลเหล่านี้ควรปลิดออก เพื่อป้องกันไม่ให้พืชทรุดโทรมเร็วเกินไป

ข. การพักตัวของตา (bud dormancy)

มักพบกับพืชพวกผลัดใบ ซึ่งโดยส่วนใหญ่มีถิ่นกำเนิดในเขตนาน การพักตัวของไม้ผลพวกนี้เนื่องจากเพื่อป้องกันไม่ให้ตาแตกออกมาพบกับสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม เช่น อากาศเย็นจัด หนาว น้ำค้างแข็ง เป็นต้น

การพักตัวของตาอีกชนิดหนึ่งที่พบเสมอคือ ปรากฏการณ์ที่เรียกว่า apical dominant คือ ตายอดส่งอิทธิพลข่มไม่ให้ตาข้างแตกออกมา เชื่อกันว่าเกิดขึ้นเนื่องจากตายอดส่งสารฮอร์โมนพวกออกซิน (auxins) มายับยั้งการแตกของตาข้าง การพักตัวแบบนี้แก้ไขโดยการทำลายตายอดหรือลบล้างอิทธิพลของตายอด ด้วยการตัดยอดหรือโน้มกิ่ง ตาข้างก็จะแตกออกมาได้

ค. ปริมาณและความสมดุลย์ของธาตุอาหารภายในต้น

โดยจะเกี่ยวข้องกับสัดส่วนของคาร์โบไฮเดรต และไนโตรเจน (C/N-ratio) ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 4 กลุ่ม คือ

กลุ่ม	สัดส่วน C/N	การเจริญเติบโต	ปริมาณดอกและผล	การแก้ไขให้เหมาะสม
1.	C ต่ำ N สูง	มีใบมาก แน่นทึบ เขียวเข้ม	พุ่ม ใบมีสี ไม่มีดอก	ลดปุ๋ยไนโตรเจน และตัดแต่งกิ่ง
2.	C ปานกลาง N ปานกลาง	เหมาะสม	กิ่งใบปานกลาง ดอก มีปริมาณพอลิเมอร์มี ความแข็งแรง ผลมี การเจริญที่เหมาะสม	-
3.	C ค่อนข้างต่ำ N ปานกลาง	น้อย เขียวอ่อน ในต้นที่อยู่ร่มเงา	ใบออกสี มักพบ	ไม่มีดอก ทำให้ต้นได้รับแสงเต็มที่ โดยการทำลายร่มเงา หรือการจัดระยะปลูกให้ เหมาะสม
4.	C สูง N ต่ำ	มีใบน้อย เหลือง ต้นได้รับอันตราย จากศัตรูพืช หรือ ได้รับการตัดแต่งที่ ผิดวิธีการ หรือ ได้รับปุ๋ยไนโตรเจน น้อย	ใบออกสี มักพบใน คุณภาพต่ำ	มีดอกมาก แต่ไม่ติด ผล ผลที่ติดมักมี การเจริญที่เหมาะสม

ง. ปริมาณการติดผล

ในปีนี้ (on year) ถ้าต้นมีการติดผลมากเกินไป (overbearing) มักมีผลให้ในปีถัดไป (off year) มีการออกดอกติดผลน้อยลงหรือไม่ออกดอกเลย ลักษณะอาการเช่นนี้เรียกว่า พืชมีการออกดอกเว้นปี (alternate bearing) อาการเช่นนี้เกิดขึ้นเนื่องจาก ผลผลิตในปี on year นำเอาอาหารสะสมไปใช้ในการพัฒนาการของผล ทำให้ปริมาณอาหารสะสมในต้นลดน้อยลง และต้นสะสมอาหารให้เพียงพอต่อการสร้างตาดอกในปี off year ไม่ทัน เช่น ลำไย จะออกดอกประมาณ

เดือนมกราคม ถึงกุมภาพันธ์ และเก็บเกี่ยวได้ประมาณเดือนกรกฎาคมถึงกันยายน พันธุ์เบา เช่น พันธุ์ดอ จะสามารถเก็บเกี่ยวได้ในเดือนกรกฎาคม ในขณะที่พันธุ์หนัก เช่น พันธุ์เปี้ยวเขียวเก็บเกี่ยวได้ในเดือนกันยายน พันธุ์ดอมีเวลาในการสร้างอาหารสะสมได้นานกว่าพันธุ์เปี้ยวเขียว จึงสามารถออกดอกในปีถัดไปได้ และมักไม่เกิดการออกดอกเว้นปี วิธีนี้แก้ไขโดยการตัดแต่ง บำรุงต้นให้สมบูรณ์ และผลิตผลช่วย

จ. ช่วงแสง (photoperiod)

ผลต่อการออกดอกของพืชหลายชนิด โดยจะแบ่งพืชออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ

5.1 short day plant จะออกดอกเมื่อได้รับสภาพวันสั้นกว่าปกติ

5.2 long day plant จะออกดอกเมื่อได้รับสภาพวันยาวกว่าปกติ

5.3 day neutral plant ออกดอกเมื่อวันอยู่ในสภาพปกติ

นอกจาก 3 กลุ่มใหญ่ ๆ นี้แล้ว พืชบางชนิดยังอาจเป็น short-long-day plant คือได้รับสภาพวันสั้นและวันยาวจึงจะออกดอก หรือเป็น long-short-day plant คือได้รับสภาพวันยาวและวันสั้นจึงจะออกดอกได้ เป็นต้น

ผลของช่วงแสงที่มีต่อการออกดอก คือ ส่วนใบที่รับแสงจะสร้างสารอินทรีย์ชนิดหรือกลุ่มหนึ่ง ซึ่งเรียกว่า Florigen ขึ้น เมื่อได้รับช่วงแสงที่เหมาะสมแล้ว florigen นี้จะเคลื่อนย้ายไปยังตา ทำให้ตาแตกออกมา ในปัจจุบันนี้ยังไม่สามารถบอกได้ว่าสาร florigen เป็นสารอะไร

โดยทั่ว ๆ ไปแล้ว ไม้ผลมักไม่ตอบสนองต่อช่วงแสง แต่จะตอบสนองต่อปัจจัยอื่น ๆ มากกว่า ช่วงแสงอาจมีผลมากในสตรอเบอรี่ คือ เมื่อสตรอเบอรี่ได้รับสภาพวันสั้น (10-11 ชั่วโมงแสง) และสภาพกลางวันที่มีอุณหภูมิต่ำ จะมีการสร้างตาออกมากขึ้น

ฉ. อุณหภูมิ

เป็นปัจจัยที่นับว่ามีผลมากกับการออกดอกของไม้ผล อุณหภูมิต่ำจะทำให้ไม้ผลชะงักหรือเปลี่ยนแปลงการเจริญเติบโต และเกิดการสร้างตาออก เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นตาดอกก็แตกออกมาได้

ผลของอุณหภูมิต่อการออกดอกนี้ อาจเนื่องมาจากอุณหภูมิต่ำ ทำให้ปริมาณสารยับยั้งการแตกตาดลดลง และสารเร่งการแตกตาดสูงขึ้น เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ตาก็แตกออกมา หรืออาจเนื่องมาจากอุณหภูมิต่ำ มีผลให้ไม้ผลสร้างสารอินทรีย์บางอย่างที่เรียกว่า Vernalin แล้วเคลื่อนย้ายไปยังตา ทำให้เกิดการสร้างตาออก และออกดอกได้ การใช้อุณหภูมิต่ำเพื่อช่วยในการออกดอกนั้นเรียกว่า Vernalization

วิธีการปฏิบัติงานเพื่อให้ต้นพืชออกดอก

1) การควั่นกิ่ง (girdling or ringing)

เป็นการตัดทาลำเลียงอาหาร (phloem) ที่จะเคลื่อนย้ายอาหารไปยังราก ทำให้เหนือรอยควั่นมีการสะสมอาหารมากขึ้น

2) การโน้มกิ่ง (bending)

เป็นการทำให้อาหารสะสมเคลื่อนย้ายไปยังรากไม่สะดวก คล้ายกับการควั่นกิ่ง นอกจากนี้วิธีการนี้ยังเป็นการทำลาย apical dominant ด้วยการใช้วิธีโน้มกิ่ง ทำให้ประเทศอินโดนีเซียสามารถปลูกแอปเปิ้ลได้ผลดี แม้ว่าจะอยู่บริเวณเส้นศูนย์สูตร

3) การปรับเปลี่ยนสัดส่วนของคาร์โบไฮเดรตและไนโตรเจน

โดยลดปริมาณปุ๋ยไนโตรเจน เพื่อให้สัดส่วนของคาร์โบไฮเดรตต่อไนโตรเจนสูงขึ้น

4) เพิ่มปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัส

เพื่อให้พืชนำไปใช้ในการสร้างตาดอก

5) การให้น้ำ (irrigation)

พืชบางชนิด เช่น มะม่วง ส้ม เงาะ ทุเรียน มังคุด ลำไย ลิ้นจี่ จะต้องผ่านสภาพแห้งแล้งระยะหนึ่งก่อนจึงจะออกดอก สารควบคุมการให้น้ำโดยการงดน้ำจะทำให้เกิดความเครียดของน้ำ (water stress) ภายในดินและในลำต้น ทำให้เกิดการสร้างตาดอกขึ้น ช่วงเวลาที่เหมาะสมและระยะเวลาของการงดน้ำขึ้นกับปัจจัยหลายอย่าง ทั้งสภาพแวดล้อมและการสังเกต การงดน้ำเร็วและนานเกินไปอาจมีผลทำให้ต้นเกิดการขาดน้ำได้ง่าย ส่วนการให้น้ำที่เร็วเกินไปหรือปริมาณมากเกินไป อาจทำให้ดอกที่แตกออกมาไม่สมบูรณ์หรือเปลี่ยนเป็นตาใบ เช่น มีใบแทรกปนกับช่อดอก ซึ่งมักพบเสมอในมะม่วง เป็นต้น

ผลของการงดน้ำนี้ นอกจากทำให้เกิดความเครียดของน้ำแล้ว ยังทำให้ปริมาณไนโตรเจนที่ละลายไปกับน้ำและพืชดูดเอาไปใช้ลดน้อยลง สัดส่วนของคาร์โบไฮเดรตต่อไนโตรเจนก็จะสูงขึ้น

6) การกำจัดวัชพืช

เพื่อให้หน้าดินสัมผัสกับแสงแดดโดยตรง มีผลให้เกิดความเครียดของน้ำในดินด้วย

7) การตัดแต่งกิ่ง

เป็นวิธีการที่ใช้ได้ผลมากในการทำให้พืชบางชนิดออกดอกได้ดีขึ้น เช่น องุ่น น้อยหน่า ต้องมีการตัดแต่งกิ่งจึงจะออกดอก ในมะม่วงพบว่า การตัดแต่งกิ่งหลังจากเก็บผล จะช่วยให้ในปีถัดไปมีการออกดอกดีขึ้น นอกจากนี้การตัดแต่งกิ่งที่ไม่มีประโยชน์ออกไปทำให้กิ่งที่เหลืออยู่ใช้อาหารสะสมได้มากขึ้น และอีกประการหนึ่งคือ การตัดแต่งกิ่งทำให้พุ่มโปร่งขึ้น ใบได้รับแสงเต็มที่และทั่วถึงกัน ประสิทธิภาพของการสังเคราะห์แสงก็ดีขึ้น

8) การปลิดใบ

เพื่อลดปริมาณสารยับยั้งการแตกตา และเพื่อช่วยให้ต้นไม้พักตัว ซึ่งจะช่วยให้ต้นไม้มีการออกดอกดีขึ้นวิธีการนี้ใช้ได้ผลดีในไม้ผลเขตหนาว

9) การใช้สารเคมี

สารเคมีบางชนิดมีผลช่วยให้พืชมีการออกดอกได้ดีขึ้น แต่การใช้สารเคมีต้องระมัดระวังมาก ทั้งในเรื่องความเข้มข้นของสารและเวลาที่ใช้ การใช้สารเคมีชนิดความเข้มข้นและเวลาที่ไม่เหมาะสม จะทำให้พืชได้รับอันตรายได้ (phytotoxic)

วิธีการปฏิบัติต่าง ๆ เหล่านี้ จะต้องใช้ร่วม ๆ กัน จึงจะได้ผลดี แต่ทั้งนี้ สำคัญที่สุดคือ พืชจะต้องมีความอุดมสมบูรณ์และแข็งแรง จึงจะใช้วิธีการเหล่านี้ได้ผล และไม่เป็นอันตรายต่อพืช

การถ่ายละอองเกสร และการปฏิสนธิ

(Pollination and Fertilization)

การถ่ายละอองเกสรหรือการผสมเกสร (pollination) คือการที่ละอองเกสร (pollen) ไปตกลงบน stigma ของเกสรตัวเมีย หลังจากนั้น pollen จะงอก pollen tube เข้าไปตาม style เพื่อการผสมเกสรเกิดการปฏิสนธิ (fertilization) การถ่ายละอองเกสรอาจเกิดขึ้นโดยแมลง ลม ความโน้มถ่วง หรือมนุษย์ การถ่ายละอองเกสรมี 2 แบบ คือ

1. การผสมตัวเอง (self pollination) มี 2 ความหมาย

ทางพฤกษศาสตร์ หมายถึง การถ่ายละอองเกสรเกิดขึ้นในดอกเดียวกัน

ทางพืชสวน หมายถึง การถ่ายละอองเกสรเกิดขึ้นในดอกเดียวกันหรือต่างดอกในต้นเดียวกัน หรือต่างต้นในพันธุ์เดียวกัน

2. การผสมข้าม (cross pollination) การถ่ายละอองเกสรเกิดขึ้นต่างพันธุ์กัน

ขั้นสุดท้ายของการถ่ายละอองเกสรคือ การปฏิสนธิ (fertilization) ซึ่งจะเกิดขึ้นหรือไม่ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง ทั้งสภาพแวดล้อมและปัจจัยอื่นเนื่องมาจากสภาพทางสรีระ ทางสัณฐาน และทางพันธุกรรมของต้นพืช พืชที่เป็น cross pollination จะต้องได้รับละอองเกสรจากพันธุ์ที่ต่างกัน จึงจะเกิดการผสมเกสรได้ พวกที่เป็น incompatible กัน ละอองเกสรมักตายก่อนที่จะ pollen tube งอกเข้าไปจนถึงไข่ เป็นต้น นอกจากนี้สภาพทางพันธุกรรมยังกำหนดช่วงเวลาที่การผสมเกสรจะเกิดขึ้น ซึ่งเรียกว่า anthesis ระยะนี้เป็นระยะที่เกสรตัวเมียพร้อมที่จะผสมกัน ระยะที่เกสร

ตัวผู้พร้อมที่จะผสม และเกิดการถ่ายละอองเกสร เรียกว่า pollen shed ส่วนระยะที่เกสรตัวเมียพร้อมที่จะรับการผสม เรียกว่า ระยะ stigma receptive ในระยะนี้ตรงปลาย stigma จะมีของเหลวเหนียว ๆ ที่เรียกว่า stigma fluid เกิดขึ้นเพื่อรับเกสรตัวผู้ ในระยะ anthesis นี้ ถ้าเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียพร้อมที่จะผสมได้พร้อมกัน (pollen shed พร้อมกัน stigma receptive) จะเรียกว่าพืชนั้น ๆ เป็น homogamy ต่อกัน แต่ถ้าไม่พร้อมกันจะเรียกว่า dichogamy พวก dichogamy มีอยู่ 2 แบบด้วยกันคือ พวกที่เกสรตัวผู้เกิดการ pollen shed ก่อน stigma receptive จะเรียกว่าเป็นพวก protandry ส่วนพวกที่ stigma receptive ก่อน pollen shed จะเรียกว่าเป็นพวก protogyny ในพวก dichogamy นี้จะต้องมีพืชอย่างน้อย 2 พันธุ์ เพื่อให้มีละอองเกสรในการผสม เช่น

Strain	เข้า	บ่าย
A: protandry	pollen shed	stigma receptive
B: protogyny	stigma receptive	pollen shed

ในกรณีเช่นนี้ ทั้ง strain A และ B ต่างก็เป็นผู้ให้ละอองเกสร (pollinizer) ต่อกัน ผลที่ได้จะมาจากการ cross pollination

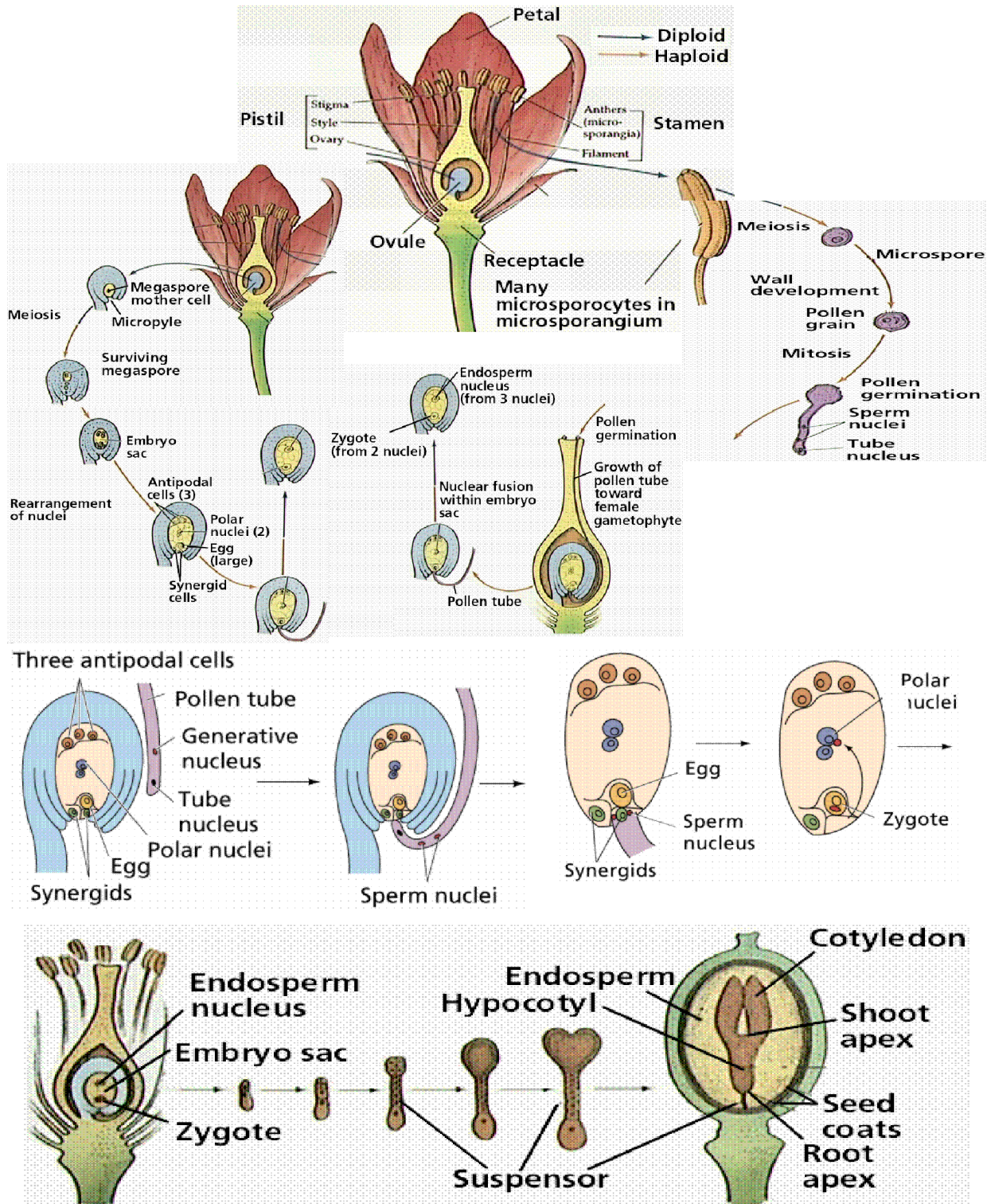
การปฏิสนธิ (fertilization)

เกิดขึ้นเมื่อหลังจากละอองเกสรไปตกลงบน stigma แล้ว จะงอก pollen tube ไปตาม style ของเกสรตัวเมีย เข้าไปใน ovule ผสมกับ egg cell ใน embryo sac เกิดเป็นคัพภะ (embryo) ขณะที่ละอองเกสรงอก pollen tube นั้น nucleus ของละอองเกสรจะเกิดการแบ่งตัวออกเป็น 2 nucleus เรียกว่า generative nucleus และ tube nucleus เคลื่อนที่ไปตาม pollen tube ซึ่งสร้าง pectin digestion enzyme เพื่อทำลาย pectin ในชั้น middle lamella ทำให้ pollen tube แทรกเข้าไปใน embryo sac ได้หลังจากนั้นจะเกิดการปฏิสนธิโดย

ก. 1 sperm nucleus (n) ผสมกับ egg cell (n) ได้เป็น zygote (2n) ซึ่งจะพัฒนาต่อไปเป็น proembryo และ embryo (2n) ตามลำดับ

ข. อีก 1 sperm nucleus (n) ผสมกับ 2 polar nuclein (n+n) กลายเป็น endosperm mother cell (3n) ซึ่งต่อมาจะแบ่งตัวเจริญเป็น endosperm (3n) และส่งอิทธิพลให้ antipodal และ synergids สลายตัวไป

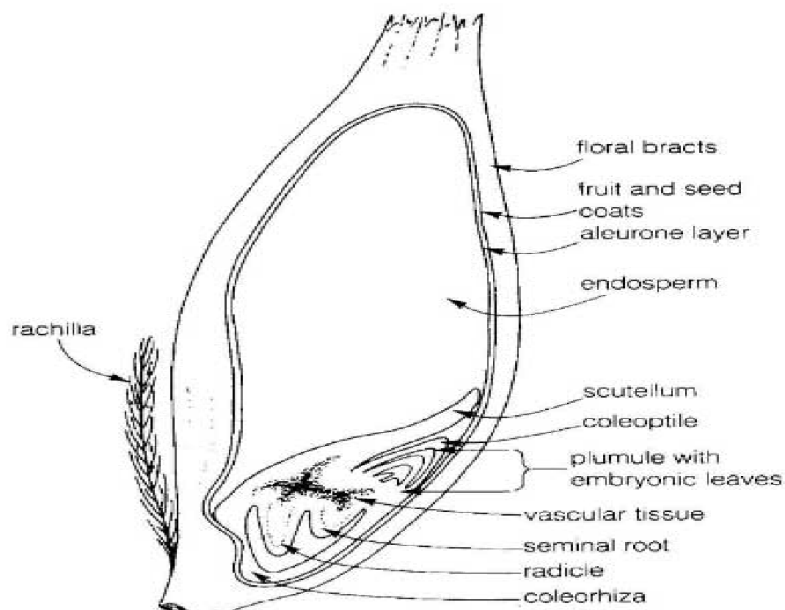
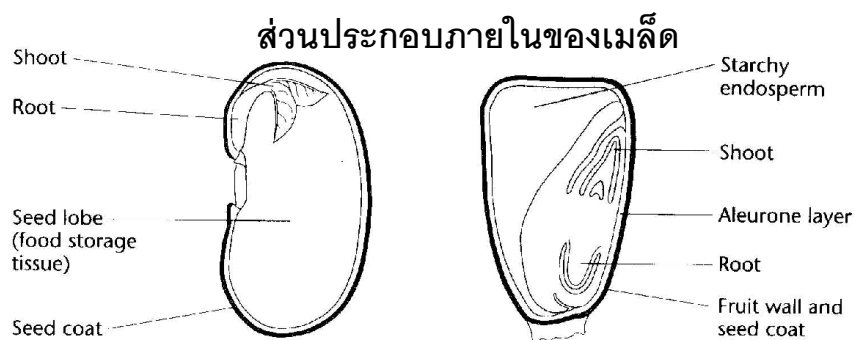
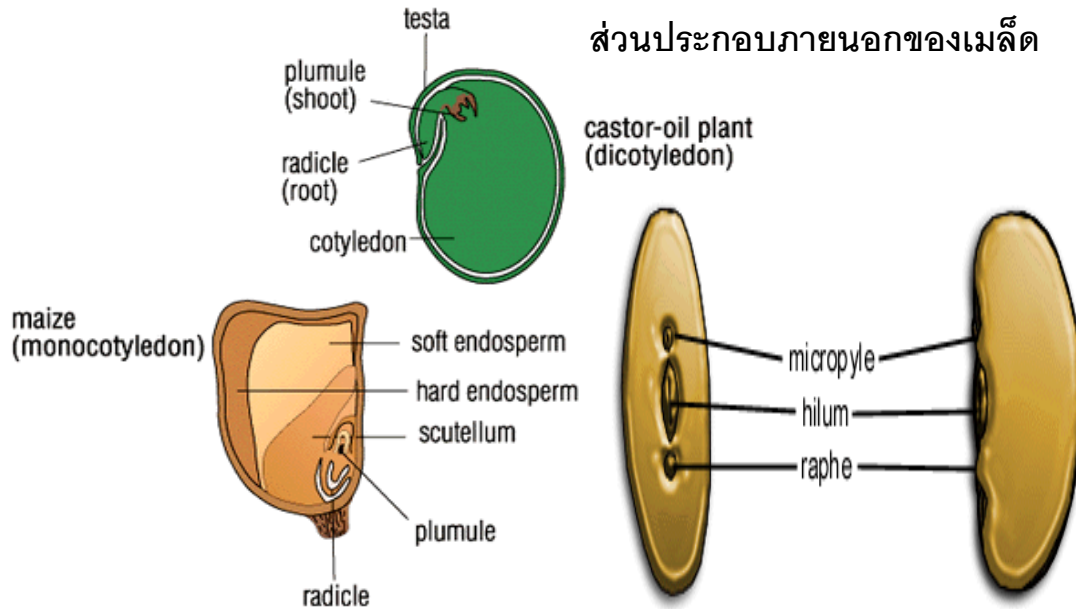
การที่มีการผสมหรือปฏิสนธิ 2 ครั้ง นี้เรียกว่า double fertilization ซึ่งจะเกิดขึ้นในพืชพวก Angiospermae ส่วนพืชพวก Gymnospermae จะเกิดการผสมเพียงครั้งเดียว (Single fertilization)



การถ่ายละอองเกสร และการปฏิสนธิของพืช

หลังจากเกิดการปฏิสนธิแล้ว ovule จะมีการเปลี่ยนแปลงคือ

ovule	เจริญไปเป็น seed
integument	เจริญไปเป็น seed coat or testa
ovary wall	เจริญไปเป็น pericarp



ในพืชบางอย่าง เช่น ลิ้นจี่ ลำไย ทุเรียน กระท้อน มังคุด ลางสาด ส่วนของเนื้อที่ใช้กินนั้น เจริญมาจากเนื้อเยื่อรอบ ๆ funiculus เจริญขึ้นไปหุ้มเมล็ด เรียกชั้นของเนื้อเยื่อนี้ว่า aril และเรียกผลแบบนี้ว่า aril fruit

หลังจากการปฏิสนธิแล้ว เนื้อเยื่อบางส่วนยังหลงเหลืออยู่ เช่น nucellus ซึ่งสามารถให้กำเนิดคัพภะได้ด้วย โดยเจริญเข้าไปใน embryo sac เจริญเป็นคัพภะ คัพภะชนิดนี้เรียกว่า nucellar embryo คัพภะชนิดนี้จะมีลักษณะทางพันธุกรรมเหมือนต้นแม่ทุกประการ เพราะไม่ได้รับการปฏิสนธิ ลักษณะเช่นนี้ทำให้เมล็ดมีคัพภะมากกว่า 1 (polyembryo) เช่น ในมะม่วง ส้ม ในพืชบางอย่าง ชั้น nucellus ที่หลงเหลืออยู่ ทำหน้าที่เก็บสะสมอาหารโดยเรียกชั้นนี้ว่า perisperm เมล็ดที่มีชั้นเก็บสะสมอาหาร (endosperm or perisperm) จะเรียกว่า albuminous seed ส่วนเมล็ดที่ไม่มีชั้นเก็บสะสมอาหารจะเรียกว่า exalbuminous seed

ในการถ่ายละอองเกสรและการปฏิสนธินั้น ในบางครั้งอาจเกิดลักษณะเด่นบางประการขึ้น เนื่องมาจากการถ่ายละอองเกสร เช่น

ลักษณะ xenic or xenia

คือ การที่ลักษณะเด่นของต้นพ่อไปแสดงออกที่ส่วน endosperm ของต้นแม่ ในช่วงที่ผสมกัน แต่ไม่ใช่ในช่วงลูกผสมชั่วแรก (F1) เช่น การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ใกล้ ๆ กับแปลงข้าวโพดหวาน จะปรากฏเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในฝักข้าวโพดหวาน เป็นต้น

ลักษณะ metaxenic or metaxenia

คือ การที่ลักษณะเด่นของต้นพ่อไปแสดงออกที่เนื้อเยื่อของต้นแม่ที่ส่วนอื่น ๆ นอกเหนือจาก embryo และ endosperm เช่นในส่วน pericarp ลักษณะเช่นนี้ปรากฏชัดในน้อยหน่าและทุเรียน คือ ในทุเรียน ละอองเกสรของพันธุ์ชะนีไปรบกวน pericarp ของพันธุ์กำป่วน ทำให้ผลทุเรียนมีลักษณะเป็นพันธุ์ชะนี แต่มีรสชาติเป็นพันธุ์กำป่วน ในน้อยหน่า น้อยหน่าครั้ง เมื่อผสมกับน้อยหน่าหนึ่ง ทำให้ผิวของน้อยหน่าหนึ่งเกิดเป็นสีม่วง

ลักษณะ apomixis

คือ การที่พืชอาศัยเครื่องเพศเป็นทางผ่านในการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ มี 3 แบบ คือ

- ก. parthenogenesis คือลักษณะที่ egg cell สามารถเจริญได้โดยไม่มีการปฏิสนธิ
- ข. apogamy คือ เซลล์ภายใน embryo sac เจริญไปเป็นคัพภะ ที่มีโอกาสมากที่สุด คือ synergids

ค. apospory คือ เซลล์ที่อยู่นอก embryo sac เช่น nucellus, integument เจริญเข้าไปใน embryo sac เกิดเป็น embryo ลักษณะเช่นนี้ทำให้เกิดลักษณะที่เรียกว่า polyembryony ซึ่งเมล็ดที่เป็น polyembryony นี้จะมีคัพภะ 2 ชนิด คือ

- zygotic embryo เป็นคัพภะที่เจริญมาจาก gamete มีอยู่ 1 embryo
- nucellar embryo เป็นคัพภะอื่น ๆ ที่เหลือภายในเมล็ด

การติดผล

(Fruit setting)

หลังจากรังไข่ (ovary) ได้รับการปฏิสนธิแล้ว ส่วนต่าง ๆ ของดอก เช่น กลีบดอก เกสร มักจะร่วงไป ส่วนของรังไข่และฐานรองดอกมีการพัฒนาการเจริญขึ้นเป็นผลโดยทั่ว ๆ ไปแล้ว การติดผลของพืชจะเกิดขึ้นได้ เมื่อรังไข่ได้รับการผสมเท่านั้น แต่ทั้งนี้ยกเว้นพืชพวกที่เป็น apomixis แบบ parthenocarpy ซึ่งสามารถติดผลได้เองโดยไม่ต้องได้รับการผสม และพืชพวกที่ได้รับการสารเคมีที่เหมาะสมในการช่วยการติดผล การเกิด parthenocarpy มีอยู่ 2 แบบคือ

1. vegetative parthenocarpy ในพวกนี้รังไข่สามารถเจริญได้เอง เช่น สับปะรด ส้มพันธุ์ Washington Navel กัลยพันธุ์ปลูก พลับจีน สาลี่บางพันธุ์ และมะเดื่อ ฝรั่งบางพันธุ์

2. stimulative parthenocarpy พวกนี้รังไข่จะต้องได้รับการกระตุ้นจากละอองเกสรตัวผู้ แต่ไม่เกิดการปฏิสนธิ จึงจะเกิดได้เอง เช่น องุ่นพันธุ์ Black Corinth

ในการติดผลนั้น ปัจจัยที่มีความสำคัญทั้งพวก non-parthenocarpy และพวก parthenocarpy คือ เรื่องของปริมาณออกซิเจนภายในรังไข่ ซึ่งจะเป็นเครื่องกำหนดว่าการติดผลนั้น ๆ มีลักษณะอย่างไร

1. vegetative parthenocarpy ในพวกนี้รังไข่มีออกซินในปริมาณมากเพียงพออยู่แล้ว รังไข่จึงสามารถเจริญขึ้นเองได้

2. stimulative parthenocarpy พวกนี้รังไข่มีออกซินในปริมาณน้อย แต่มีสารประกอบที่เป็นสารตั้งต้นของออกซิน (auxin precursor) อยู่มาก เช่น tryptophan เมื่อละอองเกสรออก pollen tube เข้ามาใน style หรือเมื่อเกิดการถ่ายละอองเกสร ละอองเกสรจะกระตุ้นให้ auxin precursor เปลี่ยนไปอยู่ในรูปออกซิน ทำให้ปริมาณออกซินสูงขึ้น รังไข่ก็สามารถเจริญได้

3. seeded variety ในพวกนี้ต้องได้รับการผสมจึงจะติดผล เนื่องจากในรังไข่มีออกซินและ auxin precursor อยู่ต่ำ จะต้องได้รับออกซินจากละอองเกสรหรือจากการปฏิสนธิ รังไข่จึงจะเจริญได้

ปัจจัยที่มีผลต่อการติดผล

➤ ปัจจัยภายใน

1. สภาพดอก (Flower factors)

- ความสมบูรณ์ทางเพศของดอก ถ้าพืชเป็น dioecious จะทำให้การผสมเกสรลำบากขึ้น หรือแม้แต่ดอกสมบูรณ์เพศ เช่น มังคุด ซึ่งเกสรตัวผู้ไม่ทำงานก็เป็นปัญหาหนึ่ง แต่มังคุดไม่เกิดปัญหานี้เพราะเป็นพวก parthenocarpy

- ความไม่พอดีของส่วนต่าง ๆ ของดอก เช่น เกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียยาวไม่พอดีกัน เช่น style สั้น filament ยาว หรือ style ยาว filament สั้น ซึ่งเรียกลักษณะเช่นนี้ว่า 1heterostyle ทำให้โอกาสที่จะผสมกันเองมีน้อยลง ลักษณะของดอกพวก gamosepalous flower ก็เป็นการป้องกันการผสมตัวเอง หรือดอกที่ห้อยลงเช่นในทุเรียน ก็ทำให้การผสมตัวเองมีน้อยลง

- เวลาของการ anthesis ถ้าเป็นพวก dichogamy จะต้องมีการมี pollinizer ที่เหมาะสม

- การแท้ง (abortion) หรือการฝ่อของเกสร ในพืชบางชนิด เช่น ส้มพันธุ์ Washington Nevel เกิด male abortion ตั้งแต่ระยะ PMC พลับเกิด pistil abortion ประมาณ 2-25% มะม่วงเกิด pistil abortion 2-20%

- ความแข็งแรงของละอองเกสร (pollen viability) ไม่ผลบางชนิดมีละอองเกสรน้อย และไม่แข็งแรง ละอองเกสรมักตายก่อนเกิดการผสมเกสร พวกที่มี pollen viability ต่ำ เช่น องุ่นพันธุ์ Muscadine ลิ้นจี่ ส้ม มะละกอ

- อับละอองเกสรตัวผู้ไม่แตก เนื่องจากรอยแตกบนผนังอับละอองเกสรมีความแข็งแรงมาก เป็นต้น

2. สภาพทางพันธุกรรม (genetic factor)

พืชบางชนิดมีลักษณะทางพันธุกรรมการผสมตัวเองไม่ติดหรือให้ผลไม่ดก หรือเป็นพวกที่เป็นหมัน (sterile) มักพบมากในพืชที่มีโครโมโซม 3n หรือพวกลูกผสมข้ามชนิด (interspecific) ข้ามสกุล (intergeneric) เช่น 3n ได้แก่ แอปเปิ้ลพันธุ์ Baldwin, Gravenstein, Winesap, มะนาวฝรั่งพันธุ์ Bearss

intergeneric ได้แก่ citrange ซึ่งเป็นลูกผสมของ sweet orange x trifoliate orange

interspecific ได้แก่ tangelo ซึ่งเป็นลูกผสมของ tangerine x grapefruit

3. อิทธิพลทางสรีระของพืช (Physiological factors)

- pollen tube เจริญช้า ดอกร่วงก่อนการผสม
- ผสมก่อนหรือหลังเกสรตัวเมีย receptive แม้ว่าจะงอก pollen tube เข้าไปถึง ovule แล้วก็ตาม แต่ก็ไม่สามารถผสมได้
- ความแข็งแรงของต้นพืช ต้นพืชมีอาหารสะสมน้อย ละอองเกสรก็ไม่แข็งแรงหรือแห้งไปก่อนการผสม และเกสรตัวเมื่อก็เจริญไม่เป็นปกติ

➤ ข.ปัจจัยภายนอก

1. น้ำและธาตุอาหาร

หลังจากเริ่มติดผลอ่อน พืชต้องการน้ำในปริมาณที่เพียงพอต่อการเจริญ ถ้าขาดน้ำก็จะสลัดผลอ่อนทิ้งไป แต่ถ้าน้ำมากเกินไปก็จะสลัดผลทิ้งเช่นกัน เช่น ทุเรียนระยะนี้ในระยะเริ่มดอก ดอกบานจนถึงช่วงผลอ่อน ถ้าได้รับน้ำมากเกินไปหรือฝนตก ก็จะสลัดดอก ผลทิ้งไป ที่ชาวสวนเรียกว่า ชะนีขึ้นเขา สำหรับแร่ธาตุอาหารนั้นพืชต้องการเพื่อใช้ในการสร้างส่วนต่าง ๆ แต่ถ้าใช้ปุ๋ยไนโตรเจนมากเกินไป ขั้วผลจะอ่อนแอและร่วงง่าย

2. สภาพฟ้าอากาศ

□ อุณหภูมิ มีผลโดยตรงต่อการงอกของ pollen tube อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการงอกอยู่ระหว่าง 15-21°C ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่าปกติ pollen tube จะงอกช้าหรือไม่งอกเลย และยังทำให้อัตราการทำงานของแมลงช่วยผสมเกสรลดต่ำลง อุณหภูมิที่สูงเกินไป (มากกว่า 26°C) ละอองเกสรจะตาย และทำให้ดอกมีการคายน้ำเร็วขึ้น ช่วงเวลาที่จะใช้ในการผสมก็สั้นลง

□ แสง มีผลต่อการบานของดอกและการสร้างสารประกอบบางอย่างในพืช นอกจากนี้ยังมีผลต่อการเกิดดอกด้วย มะม่วง ลิ้นจี่ ลำไย กิ่งที่เจริญในพุ่มหรือไม่ได้รับแสงแดดมักไม่ออกดอกหรือออกดอกแต่ไม่ติดผล อีกประการหนึ่งคือ แมลงช่วยผสมเกสรโดยเฉพาะผึ้ง ใช้แสงแดดเป็นตัวกำหนดทิศทาง หากแสงไม่เพียงพอ ผึ้งก็จะทำงานน้อยลง

□ ลม มีผลค่อนข้างมาก ถ้าลมแรง ลมแห้ง stigma fluid ก็แห้งเร็ว นอกจากนี้ในบางเขต ลมร้อนที่พัดผ่านขณะที่ดอกกำลังบานจะทำให้ดอกร่วง ความแรงของลมมีผลต่อการบินของแมลงช่วยผสมเกสรด้วย ถ้าลมแรงมาก แมลงก็บินด้านไม่ไหว ความเร็วลมที่เหมาะสมจะช่วยให้การผสมเกสรของพืชพวก wind pollination เช่น ทุเรียน

□ ความชื้น ถ้าความชื้นในอากาศมากจะทำให้ stigma fluid แห้งช้า แต่อับละอองเกสรแตกยาก ถ้าความชื้นในอากาศต่ำ อับละอองเกสร (anther) จะแตกง่าย แต่ stigma fluid จะแห้งง่าย และ stigma เฝียวง่ายด้วย

□ ฝน ไม้ผลทุกชนิดมักกลัวฝนในช่วงดอกบานจนถึงติดผล เพราะจะทำให้ดอกได้รับอันตราย อับละอองเกสรแตกยากขึ้น และยังเป็นอุปสรรคต่อการบินของแมลงช่วยผสมเกสรด้วย

□ โรคและแมลง เช่น โรคแอนแทรคโนส สามารถเข้าทำลายมะม่วงได้ทุกระยะของการเจริญ ตั้งแต่ ใบอ่อน ผลอ่อน กิ่งอ่อน ทำให้มีการติดผลน้อยลง แมลงพวกเพลี้ย เช่น เพลี้ยจักจั่นดูดน้ำจากใบอ่อน ช่อดอกของมะม่วง ทำให้เกิดราดำบริเวณช่อดอก จึงมักไม่ติดผล

การใช้สารเคมี ในระยะดอกบานไม่ควรใช้สารเคมีพริกากำจัดศัตรูพืชใด ๆ ทั้งสิ้น เพราะอาจมีผลต่อแมลงช่วยผสมเกสร ควรใช้ในช่วงก่อนดอกบาน หรือหลังติดผลแล้ว สารเคมีพวก plant growth regulator บางชนิด จะช่วยให้พืชมีการติดผลดีขึ้น เช่น การใช้ NAA 500 ppm สเปรย์ช่อดอกเงาะขณะที่ยังเล็กอยู่ จะทำให้ช่อดอกมีดอกสมบูรณ์เพศที่ทำหน้าที่เป็นดอกตัวเมียกลายเป็นดอกตัวผู้มากขึ้น ทำให้ติดผลดีขึ้น แต่ถ้าสเปรย์ทั้งต้น จะได้ช่อดอกที่มีแต่ดอกตัวผู้ ถ้าใช้ความเข้มข้นสูงเกินไป จนถึง 1,250 ppm จะทำให้ดอกร่วง (เงาะชี้ครอก ป็นผลเงาะที่มีขนาดเล็กไม่มีเมล็ด เกิดจาก parthenocarpy pericarp เจริญแต่ aril ไม่เจริญ จึงไม่มีเนื้อ)

การเจริญของผล

(Fruit Growth)

หลังจากติดผลแล้ว ผลยังมีขนาดเล็กอยู่ และจะมีพัฒนาการต่อไป ซึ่งมีปัจจัยหลายอย่างที่มีอิทธิพลต่อพัฒนาการของผล พัฒนาการด้านการเจริญของผล จะเกิดขึ้นทางด้านการเพิ่มจำนวนเซลล์ และการขยายขนาดของเซลล์ ทำให้ผลมีการเจริญมากขึ้น ซึ่งสามารถวัดได้จากขนาดผล ปริมาตร น้ำหนักสด หรือน้ำหนักแห้ง ในด้านการเพิ่มจำนวนเซลล์นั้น ผลจะมีการแบ่งเซลล์มาตั้งแต่ยังเป็นดอกอยู่ ส่วนระยะเวลาของการเพิ่มจำนวนเซลล์จะแตกต่างกันไปตามชนิดของไม้ผล เช่น ไม้ผลในสกุล Rubus และ Ribes จะหยุดการเพิ่มจำนวนเซลล์ ตั้งแต่ระยะ anthesis tart cherry จะหยุดเพิ่มจำนวนเซลล์ประมาณ 2 สัปดาห์ หลังจาก anthesis ท้อและพลับประมาณ 4 สัปดาห์ แอปเปิ้ล 4-5 สัปดาห์และสาลี่ 7-9 สัปดาห์ หลังจาก anthesis ส่วนอะโวคาโดและสตอเบอรี่นั้น จะมีการเพิ่มจำนวนเซลล์เรื่อยไปจนกระทั่งผลแก่ ซึ่งโดยทั่ว ๆ ไปแล้วหลังจากการหยุดการเพิ่มจำนวนเซลล์แล้วจะเป็นพัฒนาการทางขยายขนาดของเซลล์ แต่ในบางครั้งขณะที่มีการเพิ่มจำนวนเซลล์ ก็มีการขยายขนาดของเซลล์ควบคู่ไปตาม เป็นผลให้มีผลการเจริญมากขึ้น การเจริญของผลแยกออกเป็นส่วนประกอบที่สำคัญได้ 2 ส่วนคือ

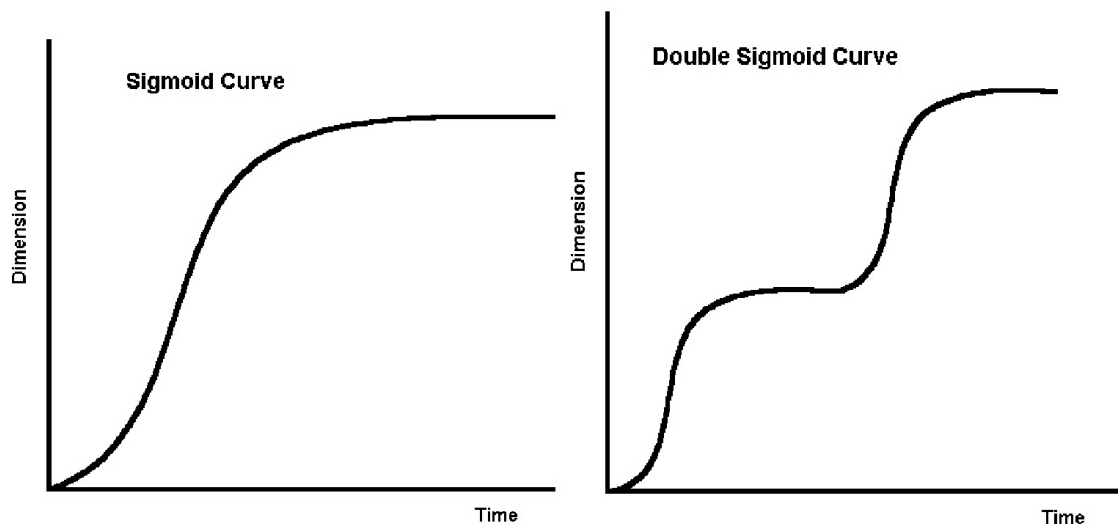
1. การเจริญของชั้น pericarp และเนื้อเยื่อที่ห่อหุ้ม pericarp

2. การเจริญของเนื้อเยื่อที่เกิดจากการผสมของ pollen nuclei และ embryo sac nuclei

ในแต่ละการเจริญนี้ อาจรวมไปถึงส่วนย่อย ๆ อื่น ๆ ด้วย เช่น การเจริญของ endosperm, embryo, endocarp, mesocarp เป็นต้น ซึ่งการเจริญของส่วนต่าง ๆ เหล่านี้มีอัตราและช่วงการเจริญที่แตกต่างกัน ซึ่งพอจะแยกการเจริญเติบโตของผลออกได้เป็น 2 แบบ คือ

- Sigmoid or S-shape การเจริญแบบนี้มีลักษณะเป็น exponential คือ ในระยะแรกผลมีอัตราการเจริญอย่างมาก อันเนื่องมาจากการเพิ่มจำนวนเซลล์ หลังจากนั้นอัตราการเจริญจะลดลงในช่วงนี้ การเจริญจะเป็นไปในทางพัฒนาการด้านขนาดของเซลล์ให้มีขนาดใหญ่ขึ้น ผลไม้ที่มีการเจริญแบบนี้ได้แก่ แอปเปิล สาลี่ สับปะรด สตรอเบอร์รี่ มะม่วง เงาะ มะเขือเทศ ถั่วแขก เป็นต้น

- Double Sigmoid การเจริญแบบนี้จะแบ่งออกเป็นช่วง คือ ในช่วงแรกเป็นการเจริญของ pericarp ในส่วน exocarp และ mesocarp ในช่วงนี้การเจริญของ endosperm และ embryo มีน้อย ช่วงที่ 2 เป็นการเจริญของชั้น endocarp มีการสร้างและเพิ่มจำนวนของ lignin หรือ stone cell ทำให้ชั้นของ endocarp มีความแข็ง ช่วงนี้อาจเรียกว่าเป็นช่วง pit hardening ก็ได้ ซึ่งในช่วงนี้ endosperm และ embryo จะมีการเจริญด้วย ในช่วงสุดท้ายเป็นการเจริญของชั้น mesocarp ผลไม้ที่มีการเจริญแบบนี้ได้แก่ มะเดื่อฝรั่ง องุ่น เคอร์แรนท์ และพวก stone fruit ยกเว้น มะม่วง เช่น ท้อ แอปริคอต เชอร์รี่ พลัม เป็นต้น



รูปแบบการเจริญของผลแบบ Sigmoid (ซ้าย) และ Double sigmoid (ขวา)

การเจริญของผลทั้ง 2 แบบนี้ มีความสัมพันธ์ที่ไม่เด่นชัดนักกับลักษณะทางสัณฐานของผล เช่น ผลพวก berry มักมีการเจริญแบบ sigmoid แต่องุ่นกลับมีการเจริญแบบ double

sigmoid โดยในช่วง pit hardening จะมีการสร้างความแข็งให้กับเมล็ด แล้วจึงขยายขนาดผล ส่วนมะม่วงซึ่งเป็นพวก stone fruit กลับมีการเจริญแบบ sigmoid โดยการเจริญของผลเป็นไปพร้อม ๆ กับการสร้างความแข็งให้กับ endocarp

ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญของผล

1. เมล็ด เป็นแหล่งที่สำคัญในการสังเคราะห์ฮอร์โมนที่ช่วยในการเจริญของผล เช่น ออกซิน ไซโตไคนิน ซึ่งฮอร์โมนทั้ง 2 ชนิดนี้ มีผลทางสรีระที่แตกต่างกัน ออกซินจะช่วยในด้านการขยายขนาดของเซลล์ ส่วนไซโตไคนิน ซึ่งเกิดขึ้นในช่วงการแบ่งเซลล์ จะมีคุณสมบัติในการดึงเอาธาตุอาหารต่าง ๆ เข้ามาเลี้ยงผลให้ผลเจริญ ดอกที่ไม่ได้รับการผสมมักจะไม่มีติดผล หรือผลที่เมล็ดตายในช่วงแรกมักจะร่วงหรือมีการเจริญที่ผิดปกติไป เพราะขาดฮอร์โมน 2 ชนิดนี้ ในแอปเปิ้ล พบว่าถ้าผลมีเมล็ดเพียงต้นเดียว ด้านที่มีเมล็ดจะเจริญได้ตามปกติ ส่วนด้านที่ไม่มีเมล็ดจะไม่เจริญ ทำให้รูปร่างของผลผิดปกติไป แต่เมล็ดก็มีความสำคัญเฉพาะในช่วงแรกของการเจริญเท่านั้น สำหรับไม้ผลที่เป็น parthenocarp หรือพวก seedless นั้น การที่ผลเจริญได้ก็เนื่องมาจากได้รับสารฮอร์โมนที่จำเป็นจากส่วนอื่น ๆ ของต้นเช่น ฐานรองดอก ใบปริมาณที่เพียงพออยู่แล้ว จึงไม่ต้องอาศัยฮอร์โมนที่สังเคราะห์จากเมล็ด

2. ธาตุอาหาร ในช่วงผลอ่อน ไม่ควรให้ต้นพืชได้รับปุ๋ยไนโตรเจนมากเกินไป เพราะจะทำให้ผลเจริญเร็วเกินไป แต่ขาดความแข็งแรงชั่วผลอ่อน ซึ่งจะทำให้ผลร่วงได้ง่าย ควรจะใช้ปุ๋ยโปแตสเซียมควบคู่ไปกับปุ๋ยไนโตรเจน เพื่อให้ผลมีการเจริญที่รวดเร็วแข็งแรงและมีคุณภาพดี

3. น้ำ ในระยะผลอ่อนต้องให้น้ำในปริมาณเพียงพออย่างสม่ำเสมอ ถ้าขาดน้ำผลจะร่วง แต่ถ้าน้ำมากเกินไป ผลก็ร่วงเช่นกัน ซึ่งมักพบในทุเรียนพันธุ์ชะนี การให้น้ำควรให้อย่างสม่ำเสมอ ถ้าผลขาดน้ำไประยะหนึ่งแล้ว ได้รับน้ำในปริมาณมาก จะทำให้ผลแตกได้ กรณีนี้พบเสมอใน เงาะ ลิ้นจี่

4. สภาพฟ้าอากาศ ถ้าอากาศร้อนแห้งแล้ง และผลได้รับน้ำไม่เพียงพอ ผลก็อาจร่วงหรือแคะแกร็นได้

5. การใช้สารเคมี การใช้สารเคมีพวก gibberellin, auxin จะช่วยให้ผลมีการเจริญดีขึ้น แต่ต้องใช้ให้ถูกต้อง เพราะอาจเป็นอันตรายต่อผลได้

การร่วงของดอกและผล (Flowers and Fruits Drop)

การร่วงของดอกและผล เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติ หรือมีสิ่งแวดล้อมกระตุ้นให้เกิดการร่วง เช่น ลมแรง พายุ ฝน เป็นต้น การที่ต้นพืชต้องมีการปล่อยให้ดอกผลร่วงนั้น ก็เพื่อรักษาให้ดอกผลส่วนใหญ่มีการเจริญเติบโตที่ดีและแข็งแรง เป็นการลดภาระที่ต้นต้องคอยเลี้ยงดอกผลที่ไม่แข็งแรงลง อัตราการร่วงของดอกและผลของพืชแต่ละชนิดจะแตกต่างกัน เช่น มะม่วงมีการร่วงของดอกและผลมากกว่า 99% การร่วงของดอกและผลโดยธรรมชาติเกิดขึ้น 2 แห่งด้วยกันคือ

1. รอยต่อระหว่าง peduncle กับ pedicel เกิดขึ้นกับผลที่ยังไม่แก่
2. รอยต่อระหว่าง pedicel กับ fruit เกิดกับผลที่แก่แล้ว

ตำแหน่งที่เกิดการร่วงทั้ง 2 แห่งนี้ ก่อนเกิดการร่วงเซลล์บริเวณนี้จะต้องสร้างชั้น abscission layer ก่อนเสมอ ดอกผลจึงจะร่วงได้

จากการศึกษาในพลัม เชอร์รี่ และแอปเปิ้ล พบว่าการร่วงของดอกและผลจะเกิดขึ้น 4 ระยะคือ

Phase 1. First drop มักเกิดขึ้นในขณะที่ดอกใกล้จะบาน เกิดจากการที่ดอกไม่สมบูรณ์ การร่วงจะเกิดบริเวณ pedicel base

Phase 2. Second drop เกิดขึ้นหลังจากดอกบานประมาณ 2 สัปดาห์ เกิดจากการที่ดอกไม่สมบูรณ์หรือไม่ได้รับการผสม หรือสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม การร่วงเกิดบริเวณ pedicel base และ ovary base

Phase 3. June drop การร่วงในช่วงนี้มีความสำคัญต่อผลผลิตมาก ในระยะนี้การร่วงอาจเกิดขึ้นเนื่องจาก รังไข่มีคัพภะไม่สมบูรณ์หรือคัพภะตาย การที่คัพภะตายอาจเนื่องจากต้นมีการติดผลมากเกินไป อาหารไม่เพียงพอที่จะไปเลี้ยงทุก ๆ ผล ในช่วงนี้อาหารและสภาพแวดล้อมมีความสำคัญมาก

Phase 4. Preharvest drop เป็นการร่วงก่อนเก็บเกี่ยว เกิดขึ้นเนื่องจากสภาพทางสรีระภายในต้นพืช เชื่อกันว่าเกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ของฮอร์โมน เช่น เมล็ด มีการสร้างออกซินน้อยเกินไป หรือผลมีการคายเอทิลีนออกมามากเกินไปจึงทำให้ผลร่วง

ในช่วง preharvest drop นี้สามารถป้องกันได้โดยการใช้สารเคมีบางชนิดช่วย เช่น สัม ใช้ 2,4-D ความเข้มข้น 2-24 ppm ขึ้นกับพันธุ์ แอปเปิ้ลใช้ NAA หรือ 2,4,5-T เข้มข้น 20

ppm สาลีใช้ NAA 100 ppm แอปริคอต ใช้ 2,4,5-T 15-20 ppm เป็นต้น แต่ในบางครั้งพืชบางชนิดมีการติดผลมากและไม่สลัดผลทิ้ง เช่น กาแฟ อโวคาโด ซึ่งจะมีผลทำให้ผลมีคุณภาพไม่ดี ต้นโทรมง่าย และอาจถึงตายได้ จึงควรมีการปลดผลออกเสียบ้าง ให้มีความเหมาะสมที่ต้นจะเลี้ยงไว้ได้

การปลิดดอกและผล

(Flowers and Fruits Thinning)

การปลิดดอกและผลออกมาบางส่วน มีความมุ่งหมายเพื่อให้ต้นสามารถเลี้ยงดอกผลได้อย่างเต็มที่ ผลผลิตที่ได้มีคุณภาพดีทั้งทางด้านขนาด รูปร่าง และรสชาติ ช่วยให้ต้นมีอายุการตกผลที่ยืนนานขึ้น และยังช่วยลดปัญหาการออกดอกติดผลเว้นปีอีกด้วย หลักการของการปลิดดอกผลคือ การปลิดเอาดอกผลที่ไม่แข็งแรงหรือไม่สมบูรณ์ออก ซึ่งสามารถทำได้ 2 ระยะ คือ

1. การปลิดดอก ในระยะนี้ทำได้ง่าย แต่มีความเสี่ยงมาก เนื่องจากไม่ทราบว่าดอกที่เหลือไว้นั้นจะให้ผลที่สมบูรณ์
2. การปลิดผลในระยะนี้จะลดความเสี่ยงลง การปลิดผลสามารถปลิดได้ทั้งระยะผลอ่อนและระยะผลโตแล้ว แต่การปลิดระยะผลอ่อนจะให้ผลดีกว่า เพราะจะเป็นการลดการแก่งแย่งอาหารกัน ผลที่เหลือไว้สามารถใช้อาหารได้เต็มที่

การปลิดดอกผลมี 3 วิธีคือ

1. Hand Thinning เป็นการปลิดโดยใช้แรงงาน วิธีนี้ให้ผลที่ค่อนข้างแน่นอน เพราะสามารถเลือกปลิดและจัดระยะห่างของผลได้
2. Mechanical Thinning เป็นการปลิดโดยใช้วิธีกล เช่น ใช้น้ำฉีด ใช้เครื่องเขย่าต้น ดอกผลที่ไม่แข็งแรงก็จะร่วงไป ข้อดีของวิธีนี้คือ ลดค่าใช้จ่ายทางด้านแรงงาน แต่ข้อเสียคือ ดอกผลจะมีการร่วงมาก โดยเฉพาะผลขนาดใหญ่จะร่วงมากกว่าผลขนาดเล็ก
3. Chemical Thinning โดยการใช้สารเคมี สารเคมีที่นิยมใช้คือ DNOC, 3-CPA, NAA, NAAm (NAD), ethephon เป็นต้น การใช้สารเคมีในการปลิดดอกผลนั้น จะช่วยลดค่าใช้จ่ายทางด้านแรงงาน และสามารถทำได้สะดวกรวดเร็ว แต่การใช้นั้นต้องคำนึงถึงความเข้มข้นและเวลาที่เหมาะสมกับชนิดพืช มิฉะนั้นผลที่ได้อาจไม่คุ้มค่า เช่น การใช้ ethephon จะทำ

ให้ดอกผลร่วงมาก นอกจากนี้การใช้สารเคมีในบางครั้งทำให้เกิด phytotoxic ต่อพืชด้วย เช่น เกิดใบไหม้ ใบร่วง ยับยั้งการแตกตาในปีถัดไป เป็นต้น

การใช้สารเคมีในการปลิดดอกผลจะให้ผลดีเมื่อ

1. ต้นพืชยังมีอายุน้อย
2. มีฝนตก
3. ความชื้นสูง
4. อุณหภูมิสูงสุด สูงมาก
5. สภาพอากาศค่อนข้างเย็น ไม่มีลม
6. ใช้สารเคมีความเข้มข้นสูง
7. พืชมีความแข็งแรงไม่มาก
8. ใช้ระยะปลูกชิด
9. มีการตัดแต่งน้อย
10. มีการออกดอกมาก
11. การผสมเกสรไม่สมบูรณ์
12. มีการใช้สารจับใบ
13. ในปีที่ผ่านมาต้นให้ผลผลิตมาก