บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

มะม่วงนับเป็นผลไม้รับประทานมากสุดที่ชาวตะวันออกนิยม สำหรับชาวเอเชียมะม่วงจัดเป็นผลไม้ที่มีความสำคัญมากที่สุดเท่าเทียมกับแอปเปิลที่มีความสำคัญต่อชาวอเมริกันและยุโรป ชาวอินเดียถือว่ามะม่วงเป็นไม้ผลที่มีการเพาะปลูกเก่าแก่ที่สุดไม่น้อยกว่า 4,000 ปี (เกศิณี, 2530) ในปัจจุบันยังคงใช้มะม่วงในพิธีกรรมทางศาสนาฮินดู ตลอดจนพิธีกรรมทางขนบธรรมเนียมประเพณีไทย

สำหรับประเทศไทยได้มีการปลูกมะม่วงมานาน จนกระทั่งมีความรู้สึกว่ามะม่วงเป็นผลไม้พื้นเมืองของไทยไปแล้ว การแพร่กระจายของมะม่วงเข้ามาในประเทศไทยนั้น ไม่มีหลักฐานปรากฏแน่ชัด นอกจากที่ปรากฏบนแผ่นศิลาจารึกของพ่อขุนรามคำแหง เชื่อว่าคงมีการปลูกมะม่วงมานาน ก่อนหน้านี้การนำเข้ามาปลูกในประเทศไทยนั้นสันนิษฐานว่าเป็นไปได้ 2 ทาง จากการที่ประเทศไทยและประเทศอินเดียมีการติดต่อและค้าขายพร้อมรับเอาวัฒนธรรมของอินเดียเข้ามาเผยแพร่ ดังนั้น จึงอาจเป็นไปได้ที่จะมีการนำผลไม้ต่างๆ จากประเทศอินเดียเข้ามาด้วย หรือไม่อีกทางหนึ่งก็คือ มะม่วงเข้ามาในระยะเดียวกับการเผยแพร่พระพุทธศาสนาจากประเทศอินเดียสู่ประเทศไทย (ภูวนาท, มปป)

มะม่วงเป็นพืชในวงศ์มะม่วงหิมพานต์ (Anacardiaceae; cashew family) มีสมาชิก 80-85 สกุล และ 600 ชนิด กระจายอยู่ในบริเวณเขตร้อน และเขตอบอุ่นทั้งซีกโลกเหนือและใต้ แต่ส่วนใหญ่อยู่ในเขตร้อน ในมาเลเซียมีสมาชิกของพืชวงศ์นี้อยู่ถึง 15 สกุล สกุลที่ใหญ่ที่สุด คือ มะเหลี่ยมหิน (sumac: *Rhus* spp.) มีสมาชิก 250 ชนิด (Wikipedia, 2007)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ราก

มะม่วงเป็นไม้ยืนต้นจึงมีระบบรากเป็นรากแก้ว รากสามารถชอนไชลงสู่ดินได้ลึกพอสมควร ซึ่งอาจลึกได้ถึง 6 เมตร สำหรับรากดูดอาหารนั้นอยู่หนาแน่นในบริเวณผิวดิน โดยลึกประมาณ 30-60 เซนติเมตร และแผ่กว้างออกเป็นรัศมีประมาณ 750 เซนติเมตร โดยรอบต้นบางครั้งอาจเห็นรากมะม่วงเจริญโผล่ขึ้นมาบนดินให้เห็น หากขาดการพรวนดินพูนโคนเป็นเวลานาน (ประเสริฐ, 2548)

ลำต้น

ลักษณะลำต้นตรง สูงประมาณ 10-14 เมตร มีสีน้ำตาลเทา หรือเกือบดำ ขนาดของลำต้นขึ้นอยู่กับพันธุ์ และอายุของต้นมะม่วง ส่วนเปลือกแข็ง ขรุขระ และมีเกล็ดมาก โดยเปลือกอ่อนมีสีเขียว แต่เมื่อแก่จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล สำหรับเนื้อไม้เมื่ออายุน้อยจะมีสีเขียว และเมื่อแก่จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลแกมแดง ซึ่งสามารถนำมาแปรรูปใช้ในการก่อสร้างได้เป็นอย่างดี โดยเฉพาะเครื่องเรือนที่อยู่ในร่ม (ประเสริฐ, 2548) มีกิ่งก้านสาขาใหญ่ และแข็งแรง ลักษณะทรงพุ่มเป็นรูปครึ่งวงกลมหรือรูปไข่ หรือรูปไข่ค่อนข้างยาว (เกศิณี, 2528)

ใบ

ใบมะม่วงเป็นแบบใบเดี่ยวเรียงตัวสลับกัน ทำให้มีลักษณะใบเรียงตัวเป็นเกลียว ที่บริเวณปลายกิ่งมักจะมีใบเกิดถี่ ใบไม่มีขน ไม่มีหูใบ ผลิใบออกมาเป็นระยะๆ ใบอ่อนมักมีสีออกแดง เมื่อใบแก่จะเปลี่ยนเป็นสีเขียวเข้ม ผิวใบเป็นมัน ก้านใบยาว 1-10 เซนติเมตร แผ่นใบยาว 8-40 เซนติเมตร กว้าง 2-10 เซนติเมตร ใบมีรูปร่างแบบรูปโล่ รูปหอก รูปไข่ และเรียวยาว ฐานใบค่อยๆ กว้างออกคล้ายรูปลิ่มแหลม ปลายใบแหลม ขอบใบมักจะเป็นคลื่น (ประเสริฐ, 2548)

ช่อดอก

เป็นแบบช่อแยกแขนง (panicle) อาจมีรูปทรงแบบพีระมิด หรือรูปทรงกรวยคว่ำ (วิจิตร, 2529) ก้านช่อดอกยาว 10-16 เซนติเมตร จำนวนดอกในช่อหนึ่งประมาณ 1,000-6,000 ดอก (เกศิณี, 2546) ก้านช่อดอกมักจะเจือสีแดง และมีขน ในแต่ละช่อดอกประกอบด้วยดอก 2 ประเภท คือ ดอกสมบูรณ์เพศหรือดอกกะเทย ซึ่งจะมีทั้งเพศผู้ และเพศเมียอยู่ภายในดอกเดียวกัน และสามารถเจริญเติบโตกลายเป็นผลได้เมื่อได้รับการผสมเกสร ส่วนดอกอีกประเภทหนึ่ง คือ ดอกเพศผู้ซึ่งเป็นดอกที่ไม่สามารถเจริญเป็นผลได้ (ประเสริฐ, 2548) ปกติจะมีดอกสมบูรณ์เพศเพียง 1-30 % ของจำนวนดอกทั้งหมด (เกศิณี, 2530)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ดอก

เกิดบนช่อดอกย่อยแบบช่อกระจุก ก้านดอกสั้นมาก เส้นผ่าศูนย์กลางดอก 5-8 มิลลิเมตร มีดอกเพศผู้ และดอกสมบูรณ์เพศแยกกัน แต่อยู่ร่วมช่อดอก กลีบเลี้ยง 5 กลีบแยกกัน สีเขียวปนเหลือง กลีบดอก 5 กลีบแยกกัน สีครีม มีร่องสีเหลืองเข้มที่ผิวด้านใน ต่อมากลีบดอกเปลี่ยนเป็นสีครีมปนชมพู กลีบดอกยาวเป็น 2 เท่าของกลีบเลี้ยง ระหว่างวงกลีบดอก และวงเกสรเพศผู้มีแผ่นจานกลมคั่นอยู่ เกสรเพศผู้แทรกอยู่ที่ขอบนอกของแผ่นจานกลม ดอกเพศผู้มีเกสรเพศผู้ 5 อัน มี 2

อันที่ทำหน้าที่ ยาว 2 มิลลิเมตร เมื่อแก่อับเรณูเปลี่ยนจากสีชมพูเป็นสีม่วง ส่วนเกสรเพศเมียฝ่อ ดอกสมบูรณ์เพศมีเกสรเพศผู้ 2-5 อัน แต่ทำหน้าที่เพียงอันเดียว เกสรเพศเมียประกอบด้วยรังไข่อันเดียว และมีช่องเดียว รังไข่เบี้ยว ก้านเกสรเพศเมียเอียงไปข้างหนึ่ง ยอดเกสรเพศเมียมีขนาดเล็กความยาวเท่ากับเกสรเพศผู้ที่ทำหน้าที่ ออวุลมีอันเดียว และคว่ำ (เกศิณี, 2546)

ผล

ผลเป็นแบบ fleshy drupe มีความแตกต่างกันมากในเรื่องของขนาด รูปร่าง สี ปริมาณเสี้ยน รสชาติ และกลิ่น ขนาดความยาวของผลมีตั้งแต่ 2.5-30 เซนติเมตร ความกว้างตั้งแต่ 1.5-10 เซนติเมตร (เกศิณี, 2528) รูปร่างมีตั้งแต่กลมไปจนถึงค่อนข้างยาว ผลมักแบนด้านข้าง รูปร่างของผลอาจแตกต่างกันในส่วนของแก้ม (sinus) ไหล่ (shoulder) หลัง (back) ปลาย (apex) คาง (nak) และจะงอยปาก (beak) สีของผลประกอบไปด้วยส่วนผสมของสีต่างๆ คือ เขียว เหลืองและแดง อาจมีเสี้ยนหรือไม่มี รสชาติและกลิ่นมีตั้งแต่หวานและฉ่ำน้ำมากไปจนถึงมีกลิ่น และค่อนข้างแข็ง ผลมะม่วงมีผนังผล 3 ชั้น คือ ผนังผลชั้นนอก (exocarp) หนาและมีต่อมเกิดเป็นจุดๆ ผนังผลชั้นกลาง (mesocarp) เป็นเนื้อที่รับประทานได้ ความหวานของเนื้อมากน้อยขึ้นอยู่กับชนิด พันธุ์ และผนังผลชั้นใน (endocarp) มีลักษณะเป็นเสี้ยน แข็ง คล้ายไม้ เปลือกชั้นในอาจล่อนหรือมีเสี้ยนยึดติดกับผนังผลชั้นกลางก็ได้ (เกศิณี, 2530)

เมล็ด

เมล็ดอยู่ถัดจากผนังผลชั้นในเข้าไป ขนาดแตกต่างกันตั้งแต่ขนาดใหญ่ไปจนถึงเกือบไม่มีเมล็ด (หรือเมล็ดลีบ) เปลือกหุ้มเมล็ดมีเยื่อหุ้ม 2 ชั้น คือ ชั้นนอก (testa) และชั้นใน (tegmen) ใบเลี้ยงมี 2 อัน อาหารเลี้ยงเอ็มบริโอไม่อยู่ในใบเลี้ยง เมล็ดบางชนิดเป็น monoembryony ประกอบไปด้วย zygotic embryo เพียงอย่างเดียว (มีพบบ้างว่าเป็น apomictic embryo แต่น้อยมาก) ส่วนเมล็ดบางชนิดเป็น polyembryony ประกอบด้วยเอ็มบริโอ (embryo) จำนวน 2–12 อัน เมล็ดแบบหลังนี้มี apomictic embryo เกิดจากผิวของเนื้อเยื่อ nucellus และลักษณะเด่นอีกอย่างของมะม่วงก็คือ มีน้ำยาง (resinous sap) อยู่ทุกส่วนของพืช (เกศิณี, 2530)

มะม่วงน้ำดอกไม้

เป็นมะม่วงรับประทานสุก เป็นพันธุ์เบา ออกดอกง่าย ออกดอกติดผลทุกปีไม่ค่อยเว้นแต่ไม่ค่อยดก บังคับให้ออกนอกฤดูได้ดี ต้นเป็นพุ่มค่อนข้างเล็ก ใบค่อนข้างใหญ่ ยาว ขอบใบเป็นคลื่น การเรียงตัวของใบเป็นระเบียบ (วิจิตร, 2529) ผลโตปานกลาง ขนาดผลเฉลี่ยยาว 16 เซนติเมตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กว้าง 7.2 เซนติเมตร และหนา 6.9 เซนติเมตร ทรงผลรูปไข่ยาว ด้านขั้วผลอูม ค่อยๆ สอบเข้าสู่ปลายผล ปลายผลแหลม ไหล่ผลด้านท้องมน ไหล่ผลด้านหลังลาดลง จะงอยผลเล็กมาก ไซนัส (sinus) ตื้นมากจนถึงไม่มี ผิวผลเรียบ ผลแกมีสีเขียวอ่อน มีนวล สีจางกว่าหนังกลางวัน เห็นท่อน้ำยางบริเวณผิวชัด ผลสุกผิวสีเหลืองอมเขียวจนถึงเหลือง เปลือกบาง นุ่ม เนื้อผลละเอียด หนา เนื้อแน่น สีเหลืองส้ม ฉ่ำน้ำ เมล็ดบางมากไม่มีเส้นใย รสหวานไม่จัด กลิ่นหอม อร่อยมาก คุณภาพดีเยี่ยม ความหวานประมาณ 19 องศาบริกซ์ (วิจิตร, 2529) ใช้เวลาตั้งแต่ออกดอกจนถึงผลแก่นานประมาณ 115 วัน (ประทีป, 2532) น้ำหนักผล 280-300 กรัม เมื่ออายุ 9-10 ปี จะให้ผลผลิต 300 ผลต่อต้น (เกศิณี, 2546) เนื่องจาก มะม่วงน้ำดอกไม้มีหลายสายพันธุ์ที่ผ่านมามะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์ 4 เป็นสายพันธุ์ที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในสายพันธุ์น้ำดอกไม้ด้วยกัน เนื่องจากเป็นพันธุ์ที่ออกดอกง่าย สามารถตอบสนองต่อการบังคับให้ออกดอกก่อนฤดูได้เป็นอย่างดี (วิจิตร, 2543) แต่ปัจจุบันน้ำดอกไม้สีทองได้รับความนิยมมากกว่า เนื่องจากเป็นพันธุ์ที่มีลักษณะตรงตามความต้องการของตลาดต่างประเทศ (ทวีศักดิ์, 2551)

มะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง

เป็นมะม่วงรับประทานผลสุก กลายจากพันธุ์น้ำดอกไม้เป็นพันธุ์เบา สีผิวเหลืองนวลสวยตั้งแต่ยังไม่สุกจัด เมื่อนำไปบ่มจะมีสีเหลืองสดใสมาก (ธวัชชัยและศิวาพร, 2542) ผลดิบรสชาติเปรี้ยว เมื่อสุกรสชาติหวานหอม เนื้อมาก มีสีเหลืองอมส้ม เมล็ดบาง เนื้อไม่มีเสี้ยน ความหวานสูง น้ำหนักต่อผลประมาณ 300-400 กรัม (ธนวิตต, มปป) มีข้อดีคือ เปลือกหนากว่าน้ำดอกไม้ธรรมดา บ่มง่าย ทนต่อแมลงวันทองและการขนส่ง (พานิชย์, 2544) มีระยะการวางจำหน่ายหลังสุกยาวนาน ส่วนข้อเสียคือ เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำดอกไม้ธรรมดาแล้วรสชาติอาจไม่หวานจัดเท่า (พานิชย์, 2539) ให้ผลผลิตเฉลี่ย 300 ผลต่อต้น อายุการเก็บเกี่ยว 115 วัน นับตั้งแต่ออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ หรือ 93 วันหลังจากติดผล เหมาะสำหรับการส่งออกจำหน่ายต่างประเทศ ปลูกได้คุณภาพดีในดินร่วนเหนียวและดินร่วนปนทราย (กรมวิชาการเกษตร, 2545)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กระบวนการออกดอกของพืชทั่วไป

การออกดอกเป็นการเปลี่ยนจาก vegetative phase เป็น reproductive phase โดยจะมีการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีในพืชในระยะแรกที่เรียกว่า floral initiation เป็นช่วงวิกฤตของพืชที่จะเกิดดอก ซึ่งจะมีปัจจัยเข้ามาเกี่ยวข้องมากมาย ทั้งปัจจัยภายนอกและปัจจัยภายใน ถ้าปัจจัยต่างๆ

เหมาะสมก็จะทำให้เกิดตาดอกขึ้น (Chacko, 1991) การออกดอกของพืชอาจเป็นสัญญาณว่าพืชได้เข้าสู่ระยะเสื่อมตามอายุ (senescence) แล้วเพราะพืชบางชนิดโดยเฉพาะพืชล้มลุก และพืชที่ออกดอกครั้งเดียว จะตายภายหลังการเจริญของส่วนที่ใช้สืบพันธุ์เนื่องจากครบวงจรชีวิตแล้ว แต่พืชบางชนิดหลังจากออกดอกแล้วยังกลับมีการเจริญของ ลำต้น กิ่ง ใบ ได้อีก เพราะการชราเกิดเฉพาะบางโครงสร้างเท่านั้น ได้แก่ ไม้ผลยืนต้นทั้งหลาย เช่น มะม่วง เป็นต้น (Bernier *et al*., 1981)

ดอกเป็นอวัยวะที่ใช้ในการสืบพันธุ์ของพืชมีดอก (angiosperm) เปลี่ยนแปลงมาจากกิ่งทั้งกิ่งแต่มีขอบเขตของการเจริญจำกัด ดอกเกิดตาดอก (floral bud) หรือตาผสม (mixed bud) ซึ่งเป็นเนื้อเยื่อเจริญส่วนปลาย (apical meristem) โดยเปลี่ยนจากเนื้อเยื่อไม่เกี่ยวกับเพศ (vegetative meristem) ไปเป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวกับการสืบพันธุ์ (reproductive meristem) (ภูวดล, 2545)

การเกิดดอกของพืชต้องอาศัยกระบวนการต่างๆ ทางสรีรวิทยาที่สลับซับซ้อน โดยมีปัจจัยทั้งทางด้านสภาพแวดล้อมภายนอก ตลอดทั้งเกิดจากอิทธิพลภายในต้นพืชเองเข้ามาเกี่ยวข้องในการเปลี่ยนแปลงเนื้อเยื่อเจริญ (meristem) จากระยะวัฒนภาคไปเป็นระยะเจริญพันธุ์ โดยทั่วๆ ไป กระบวนการเกิด และพัฒนาของดอกแบ่งออกเป็นระยะต่างๆ ดังนี้ (สมบุญ, 2548)

1. ระยะการเจริญเต็มวัย (maturation stage) พืชทั่วไปจะออกดอกได้เมื่อมีการเจริญเต็มวัย (mature) นั่นคือ ความพร้อมของอายุนอกเหนือจากอาหารสะสมและสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม พืชจึงตอบสนองต่อปัจจัยที่กระตุ้นให้เกิดดอกได้ ระยะที่พืชโตเต็มวัยจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับชนิดของพืช พันธุ์พืช ฤดูกาล และสภาพแวดล้อม ในพืชล้มลุก ไม้ดอก หรือพืชผัก จะมีช่วงอายุก่อนการออกดอกค่อนข้างคงที่ในระยะเวลาสั้น เช่น ถั่วเขียวจะออกดอกเมื่อมีอายุ 5 สัปดาห์ สับปะรดจะออกดอกเมื่อมีอายุได้ไม่น้อยกว่า 8 เดือน ภายหลังปลูกด้วยหน่อ ส่วนไม้ยืนต้นซึ่งมีการเจริญเติบโตทางกิ่งใบสลับกับการออกดอก มักมีระยะเวลานานก่อนการออกดอก เช่น มะม่วงจะออกดอกหลังปลูกด้วยเมล็ด 3-5 ปี

2. ระยะชักนำ (induction stage) เป็นการเปลี่ยนแปลงขั้นแรกในการเกิดดอก พืชเริ่มมีการตอบสนองต่อการกระตุ้นหรือชักนำจากปัจจัยต่างๆ ที่จะทำให้ระยะวัฒนภาคเปลี่ยนเป็นระยะเจริญพันธุ์ เช่น แสง อุณหภูมิ อายุ ความสมบูรณ์ของต้น เป็นระยะที่พืชมีการเปลี่ยนแปลงกระบวนการสร้างสารเมแทบอไลท์ต่างๆ ภายในเซลล์ เพื่อสังเคราะห์สารที่กระตุ้นการออกดอก และลำเลียงฮอร์โมนนี้ไปยังส่วนเนื้อเยื่อที่ตาหรือยอดเพื่อเปลี่ยนเป็นตาดอก

3. ระยะการเกิดตาดอก (initiation of floral primordia) เป็นระยะที่เราเริ่มเห็นการเปลี่ยนแปลงของตาที่เจริญเป็นดอก (floral primordia) โดยเซลล์เนื้อเยื่อเจริญเริ่มขยายตัว ทำให้มีการพองตัวของตาดอก (floral bud)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4. ระยะการพัฒนาของดอก (floral development หรือ organogenesis) เป็นระยะที่มีการเกิดส่วนอื่นๆ ที่ประกอบกันขึ้นเป็นดอก โดยตาดอกจะสร้างกลีบเลี้ยง กลีบดอก เกสรเพศผู้ เกสรเพศเมีย และฐานรองดอก โดยทั่วไปชั้นของกลีบเลี้ยง (calyx) จะเจริญขึ้นมาก่อนส่วนอื่น ตามด้วยชั้นของกลีบดอก (corolla) ชั้นเกสรเพศผู้ (endroecium) และชั้นเกสรเพศเมีย (gynoecium)

ส่วนประกอบต่างๆ ของดอกจะมีการเจริญและพัฒนาขึ้นมาจนถึงระยะดอกบาน (anthesis) ถือเป็นขั้นสุดท้ายของการพัฒนาของดอกในพืช

ปัจจัยควบคุมการออกดอก

การออกดอกเป็นกระบวนการทางสรีรวิทยาซึ่งถูกควบคุมโดยสารพันธุกรรม พืชบางชนิดสามารถออกดอกได้เมื่อถึงระยะที่มีความพร้อมทางสรีรวิทยา แต่พืชอีกหลายชนิดไม่สามารถออกดอกได้แม้ว่าจะถึงระยะเวลาดังกล่าวแล้วก็ตาม ทั้งนี้เป็นเพราะว่านอกจากจะถูกควบคุมโดยสารพันธุกรรมแล้วพืชยังตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมบางอย่างก่อน พืชเหล่านี้จึงสามารถออกดอกได้ ปัจจัยทางด้านพันธุกรรมและสภาพแวดล้อมของพืชมีผลควบคุมการออกดอกของไม้ผลดังนี้

1. การเจริญเต็มวัยหรือมีอายุตามกำหนด เป็นตัวบ่งชี้สิ่งต่อไปนี้ (ทัศนีย์, 2549)

1.1 ขนาดของต้นพืช (minimum size) เนื่องจากอายุมีความสัมพันธ์กับขนาดของต้นและจะบ่งบอกถึงปริมาณอาหารและการสังเคราะห์อาหาร ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่ใช้ในการออกดอก ดังนั้นเมื่อไม้ผลโตถึงขั้นที่เหมาะสมแล้วสามารถสะสมอาหารเพียงพอสำหรับการออกดอกได้

1.2 สารฮอร์โมน (hormone status) อายุเป็นตัวตัดสินว่าพืชอยู่ในสภาพที่พร้อมจะสร้างฮอร์โมน หรือสารกระตุ้นการออกดอกหรือไม่

1.3 การรับรู้ของเนื้อเยื่อส่วนยอด (capacity of apical meristem) ไม้ผลที่โตเต็มวัยจะสามารถรับรู้ และตอบสนองต่อการกระตุ้นที่ส่งไปควบคุมได้

2. ความชื้น (moisture) พืชมักต้องการความชื้นในดินต่ำเพื่อกระตุ้นการออกดอก โดยปกติสภาวะการขาดน้ำ (water stress) จะมีผลต่อการออกดอกของพืช 2 ระยะ คือ

2.1 ระยะก่อนการเปลี่ยนแปลงของตายอดเป็นตาดอก การขาดน้ำจะเป็นตัวชักนำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเข้าสู่ระยะการออกดอกได้ พบว่า ส้มที่ปลูกในพื้นที่แห้งสามารถควบคุมการออกดอกโดยการระงับการให้น้ำชลประทานในช่วงกระตุ้นให้เกิดดอก

2.2 ระยะการเปลี่ยนแปลงของยอดเป็นตาดอก การขาดน้ำในระยะนี้เป็นการห้ามการออกดอก หรือทำให้ตาดอกไม่สามารถเจริญต่อไปได้ ซึ่งเราสามารถใช้ปัจจัยนี้ควบคุมเพื่อชะลอหรือเร่งการออกดอกได้ โดยการควบคุมปริมาณน้ำที่พืชได้รับ การงดการให้น้ำพืชที่อยู่ในระยะ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สร้างตาดอกจะทำให้การสร้างตาดอกช้าลง หรือกระบวนการสร้างตาดอกชะงักจนกว่าจะถึงฤดูฝน หรือมีการให้น้ำพืชก่อนฤดูฝน พืชจะออกดอกได้เร็วขึ้นซึ่งจะมีผลต่อการควบคุมการผลิตผลไม้นอกฤดูกาลได้ เช่น มะนาว ส้ม

3. อุณหภูมิ (temperature) อุณหภูมิสูงจะนำไปสู่การกระตุ้นการเจริญเติบโตทางด้านลำต้น และทำให้ทรงพุ่มแน่นทึบ เป็นสาเหตุให้เกิดความเข้มของแสงต่ำซึ่งมีผลต่อการลดการออกดอก (Jackson and Looney, 1999) นอกจากนี้อุณหภูมิสูงยังอาจทำให้เกิดสารเคมีบางอย่างที่ทำให้การสังเคราะห์แสงลดลงอันมีผลต่อการเกิดดอกได้ เช่น ทุเรียน ลิ้นจี่ ลำไย และถ้าอุณหภูมิต่ำจะช่วยกระตุ้นให้เกิดดอกมากขึ้นทั้งนี้อาจเป็นเพราะความเย็นไปกระตุ้นให้สารฟลอริเจนหรือสารอื่นๆ ที่ช่วยในการออกดอก พืชบางชนิดความเย็นจะลดการเจริญทางกิ่ง ใบ และมีการสะสมคาร์โบไฮเดรทมากขึ้น ทำให้เกิดดอกได้ในระยะนั้นหรือหลังจากนั้นเล็กน้อย (สัมฤทธิ์, 2537)

พืชหลายชนิดโดยเฉพาะพืชในเขตอบอุ่น ในวงจรชีวิตต้องการช่วงอุณหภูมิต่ำในการชักนำการออกดอก ถ้าพืชไม่ได้รับอุณหภูมิต่ำจะมีการเจริญเติบโตทางลำต้น ใบ และราก แต่ส่วนตาหดไปโดยที่ไม่มีการออกดอก หรือออกดอกได้ล่าช้าผิดปกติ ซึ่งพฤติกรรมการตอบสนองต่ออุณหภูมิต่ำในการชักนำการออกดอกดังกล่าว เรียกว่า เวอร์นาไลเซชั่น (vernalization) ถ้าหากพืชได้รับอุณหภูมิต่ำแล้วมาได้รับอุณหภูมิสูงประมาณ 30 องศาเซลเซียส โดยทันทีจะสูญเสียการรับรู้ เรียกว่า ดีเวอร์นาไลเซชั่น (devernalization)

ความต้องการช่วงอุณหภูมิต่ำยาวนานเท่าใดและอุณหภูมิต่ำเท่าใด ซึ่งจะขึ้นอยู่กับชนิด และพันธุ์พืช โดยมากอุณหภูมิต่ำอยู่ในช่วง 0-10 องศาเซลเซียส

4. ช่วงแสง (daylength) อิทธิพลของช่วงแสงในแต่ละฤดูกาลของปีจะควบคุมการออกดอกของพืช ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า โฟโตเพอริโอดิซึม (photoperiodism) จากปรากฏการณ์นี้ทำให้สามารถแบ่งพืชที่ตอบสนองต่อช่วงแสงเป็น 2 พวก คือ พืชวันสั้น (short-day plants) พืชพวกนี้จะออกดอกเมื่อได้รับความยาวของช่วงแสงสั้นกว่าช่วงแสงวิกฤต และพืชวันยาว (long-day plants) พืชพวกนี้จะออกดอกเมื่อได้รับความยาวของช่วงแสงยาวกว่าช่วงแสงวิกฤต

ช่วงแสงวิกฤต (critical daylength) หมายถึง จำนวนชั่วโมงที่ได้รับแสงยาวที่สุดสำหรับพืชวันสั้น และจำนวนชั่วโมงที่ได้รับแสงสั้นที่สุดสำหรับพืชวันยาวจะออกดอกได้ ซึ่งช่วงแสงวิกฤตนี้จะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดและพันธุ์พืช สำหรับพืชที่ไม่ตอบสนองต่อช่วงแสงนี้มักเป็นพืชที่มีถิ่นกำเนิดอยู่ในเขตศูนย์สูตร ซึ่งมีความยาวของกลางวันและกลางคืนไม่แตกต่างกันมากนัก (เกศิณี, 2546)

5. ความเข้มแสง (light intensity) คาร์โบไฮเดรตซึ่งเป็นผลผลิตจากการสังเคราะห์แสงต้องมีเพียงพอต่อการกระตุ้นให้เกิดการออกดอก และการพัฒนาของดอก เมื่อความเข้มของแสงต่ำส่วน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ด้านล่างของทรงพุ่ม และภายในทรงพุ่มมีการออกดอกลดลง และเมื่อความเข้มของแสงเพิ่มขึ้นจะมีผลต่อไม้ผล ดังนี้ (ทัศนีย์, 2549)

5.1 ลดระยะเยาว์วัยให้สั้นลง ทำให้พืชเจริญเติบโตเร็วและออกดอกเร็วขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากความเข้มของแสงมีผลต่อการสะสมปริมาณสารอาหารในลำต้นให้มากและรวดเร็วขึ้น

5.2 การเจริญเติบโตของพืชดีขึ้น ในช่วงระยะการรับรู้ต่อการกระตุ้น (inductive stage) จะได้ผลดียิ่งขึ้น ถ้าหลังจากที่พืชได้รับการชักนำโดยแสง หรืออุณหภูมิแล้วพืชได้รับความเข้มของแสงสูงแต่ถ้าความเข้มของแสงไม่เพียงพอพืชจะไม่สามารถสร้างตาดอกได้

5.3 ทำให้เกิดตาดอกมากขึ้น และจำนวนดอกขึ้นอยู่กับความเข้มของแสงที่พืชได้รับ

6. ความสมดุลธาตุอาหารพืช (nutrient balance) ในช่วงการเจริญทางการสืบพันธุ์มีกระบวนการต่างๆ เกิดขึ้นมากมาย ซึ่งแต่ละกระบวนการเหล่านั้นส่วนมากมีความต้องการปริมาณสารประกอบคาร์โบไฮเดรตจำพวกแป้ง และน้ำตาลเป็นจำนวนมาก แสดงว่าสารประกอบคาร์โบไฮเดรตที่ถูกใช้ไปในการสร้างลำต้น ใบ และราก ยังคงเหลืออยู่ส่วนหนึ่ง เพื่อใช้ในการเจริญและพัฒนาของดอก ผล เมล็ด หรือส่วนโครงสร้างสะสมอาหาร

เมื่อพืชมีการเจริญเติบโตและการพัฒนาทางลำต้น กิ่ง ใบ และรากมากกว่าทางสืบพันธุ์ แสดงว่าสารประกอบคาร์โบไฮเดรตได้ถูกใช้ไปในการสร้างส่วนลำต้นให้อวบน้ำ ใบกว้าง ใหญ่ แต่บาง เนื่องจากสารขี้ผึ้งหุ้มผิวน้อย การออกดอกและติดผลลดลง ผนังเซลล์บาง ความยืดหยุ่นของเซลล์มีน้อย กรณีเช่นนี้เกิดขึ้นเมื่อพืชมีอัตราการสังเคราะห์แสงสูง เนื่องจากอุณหภูมิเหมาะสมต่ออัตราการแบ่งเซลล์ และปริมาณน้ำ แร่ธาตุมีมาก ทำให้ปริมาณสารคาร์โบไฮเดรตจำนวนมากรวมตัวกับสารประกอบไนโตรเจน และถูกนำไปใช้ในการสร้างโพรโตพลาสซึมเพื่อสร้างจุดเจริญเติบโตของลำต้น และราก ผลอันนี้จึงทำให้พืชอยู่ในระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น กิ่ง ใบ และราก มากกว่าเจริญทางด้านการสืบพันธุ์

ปกติไม้ผลที่มีการสะสมสารอาหารมากจะช่วยในการออกดอก ซึ่งธาตุไนโตรเจนเป็นธาตุที่มีความสำคัญต่อการเกิดตาดอกของไม้ผล แอปเปิล และไม้ผลหลายชนิดเมื่อได้รับธาตุไนโตรเจนมากทำให้มีการเจริญเติบโตทางลำต้น กิ่ง ใบ และราก ซึ่งเป็นการเพิ่มร่มเงาในทรงพุ่มทำให้การออกดอกลดลง (Jackson and Looney, 1999) ดังนั้น การปลูกไม้ผลภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการสังเคราะห์แสง ถ้ามีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนมากพืชจะมีการเจริญเติบโตทางลำต้น กิ่ง ใบ และราก ทำให้การออกดอกลดลง การให้ปุ๋ยไนโตรเจนลดลงในขณะที่การสังเคราะห์แสงยังสูงอยู่ การเจริญเติบโตทางลำต้น กิ่ง ใบ และรากลดลง แต่การออกดอกเพิ่มขึ้น ส่วนในสภาพที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ไนโตรเจนต่ำและการสังเคราะห์แสงต่ำด้วยจะทำให้การเจริญเติบโตทางด้านลำต้น กิ่ง ใบ และราก รวมถึงการออกดอกลดลงด้วย

จากการศึกษาของนักวิทยาศาสตร์หลายท่าน พบว่า จุดกำเนิดของดอกถูกควบคุมโดยอัตราส่วนระหว่างสารประกอบคาร์โบไฮเดรตกับสารประกอบไนโตรเจน ถ้าในต้นไม้ผลมีคาร์โบไฮเดรตมากและมีไนโตรเจนปานกลางทำให้ไม้ผลออกดอก แต่ถ้ามีไนโตรเจนมากกว่าคาร์โบไฮเดรตไม้ผลจะเจริญทางลำต้น จากการทดลองของ Kraus and Kraybill (1918) อ้างในทัศนีย์ (2549) แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบของพืชกับการเกิดดอก ผล โดยทดลองกับแอปเปิล 4 กลุ่ม โดยอาศัยปริมาณคาร์โบไฮเดรตและไนโตรเจนที่มีต่อการเจริญเติบโตและการออกดอก คือ (1) กลุ่มที่ได้รับไนโตรเจนมากเมื่อเปรียบเทียบกับคาร์โบไฮเดรตจะมีการเจริญเติบโตทางลำต้นเท่านั้นไม่มีจุดกำเนิดดอก (2) กลุ่มที่มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตค่อยๆ เพิ่มขึ้นแต่ยังมีจำนวนจำกัด และปริมาณไนโตรเจนลดน้อยลง ไม้ผลจะมีการเจริญเติบโตทางลำต้นสูงสุด จุดกำเนิดดอกยังไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง ทางแก้ไขที่จะทำให้เกิดดอกและติดผลดีที่สุดโดยการตัดแต่งกิ่ง และใบอย่างเบาบาง และลดการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (3) กลุ่มที่มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตเพิ่มสูงขึ้นและมีไนโตรเจนมากปานกลาง การเจริญเติบโตทางลำต้นลดลงอย่างเห็นได้ชัด อัตราส่วนของคาร์โบไฮเดรตต่อไนโตรเจนเพียงพอที่จะทำให้ไม้ผลเกิดดอกและติดผลดี การตัดแต่งกิ่งเพียงเบาบางและลดการให้ปุ๋ยไนโตรเจนจะช่วยให้ติดผลดีขึ้น (4) กลุ่มที่คาร์โบไฮเดรตสูงขึ้นเรื่อยๆ และมีไนโตรเจนลดลงจนถึงขาดแคลน จะทำให้การเจริญเติบโตทางลำต้นลดลง ในระยะแรกไม้ผลในกลุ่มนี้มีการออกดอกติดผลดี แต่เมื่อคาร์โบไฮเดรตเพิ่มสูงขึ้นจนมีสัดส่วนไม่พอดีกับไนโตรเจน การออกดอกจะยังมีอยู่อีกระยะหนึ่ง แต่การติดผลหยุด และการเจริญเติบโตทางลำต้นลดลงจนหยุด

จากการศึกษาและทดลองดังกล่าวข้างต้น ทำให้ผลของอัตราส่วนระหว่างสารประกอบคาร์โบไฮเดรตกับสารประกอบไนโตรเจน ที่มีผลต่อการออกดอกของไม้ผลได้ 3 ลักษณะ คือ

6.1 ไม้ผลจะออกดอกได้ ภายใต้สภาพที่มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตสูงและมีไนโตรเจนปานกลาง

6.2 ไม้ผลที่ได้รับไนโตรเจนมากเมื่อเปรียบเทียบเทียบกับคาร์โบไฮเดรต จะมีการเจริญเติบโตทางลำต้นเท่านั้น

6.3 ไม้ผลที่มีคาร์โบไฮเดรตมากเมื่อเปรียบเทียบกับไนโตรเจน จะทำให้ออกดอกได้ดีแต่การติดผลมีน้อยหรือไม่มีเลย

7. การใช้สารเคมี (chemical control) ปริมาณสารฮอร์โมนภายในต้นพืชเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการออกดอก พบว่าการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโต (plant growth regulators) ที่มีผลทำให้การเจริญเติบโตทางลำต้น กิ่งใบช้าลง เช่น เอทธีฟอน (ethephon) ดามิโนไซด์ (daminozide: SADH) และ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

พาโคลบิวทราโซล (paclobutrazol) ซึ่งจะยับยั้งผลของจิบเบอเรลลินในการส่งเสริมการยืดของยอดในต้นไม้ผลหลายชนิด ปัจจุบันมีการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตในการควบคุมการออกดอกของไม้ผลหลายชนิด โดยเฉพาะการใช้สารยับยั้งการเจริญเติบโต (growth retardant) ในการกระตุ้นการออกดอกของไม้ผลหลายชนิด เช่น เอทธีฟอน พาโคลบิวทราโซล ไทโอยูเรีย โพแทสเซียมคลอเรต เอ็นเอเอ (Naphthalene acetic acid: NAA) ดามิโนไซด์ (daminozide) (ทัศนีย์, 2549)

การออกดอกของมะม่วง

มะม่วงที่ปลูกจากเมล็ดจะออกดอกผลช้ากว่ามะม่วงที่ปลูกจากกิ่งทาบหรือติดตา ต้นที่ปลูกจากเมล็ดจะให้ดอกและผลได้ในปีที่ 5-6 ขึ้นไป ในขณะที่ต้นมะม่วงที่ปลูกจากกิ่งทาบหรือติดตาจะให้ดอกและผลได้ในปีที่ 3-4 เท่านั้น (ประเสริฐ, 2548) ดอกในปีแรกนี้ควรปลิดทิ้งไป เพราะจะทำให้ต้นโทรม และไม่เจริญเท่าที่ควร (เกศิณี, 2528)

ปกติมะม่วงจะแทงช่อดอกในเดือนธันวาคมถึงกุมภาพันธ์ ในระยะนี้มะม่วงต้องผ่านความแห้งแล้งมา 45-60 วัน มะม่วงจะแทงช่อดอกจากยอดที่มีใบแก่จัด ใบที่ยอดมีสีเขียวเข้มมีการสะสมคาร์โบไฮเดรตไว้มากเพียงพอ ยอดต้องได้รับแสงสม่ำเสมอเต็มที่เมื่อได้รับอุณหภูมิต่ำเพียงเล็กน้อย คือ 15-20 องศาเซลเซียส ติดต่อกันนาน 5 วัน ก็สามารถแทงช่อดอกได้ (ฉลองชัย, 2542) การพัฒนาการออกดอกของมะม่วงเริ่มจากหลังตัดแต่งกิ่ง ซึ่งโดยทั่วไปมะม่วงที่ออกดอกติดผลตามธรรมชาติจะเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ในช่วงฤดูร้อนประมาณเดือนมีนาคม-พฤษภาคม หลังจากเก็บเกี่ยวเสร็จทำการตัดแต่งกิ่ง และใส่ปุ๋ย ซึ่งช่วงนี้เป็นช่วงที่เริ่มมีฝนตก มะม่วงเริ่มแตกใบอ่อนและพัฒนาเป็นใบแก่ และพร้อมแตกใบอ่อนครั้งต่อไปเพื่อพัฒนาไปจนถึงการสร้างตาดอก

ลักษณะการเกิดดอกของมะม่วงโดยปกติจะเกิดตาดอกขึ้นบนปลายกิ่งภายหลังจากต้นมีการพักตัวระยะหนึ่งโดยเฉพาะกิ่งที่เป็นใบแก่ ซึ่งความแห้งแล้งและความหนาวเย็นช่วยชักนำให้มีการพักตัวดังกล่าวในสภาพธรรมชาติได้ แต่อย่างไรก็ตามลักษณะนิสัยการเจริญเติบโตทางกิ่งและใบ เช่น จำนวนครั้งของการแตกใบอ่อนจนถึงใบแก่ซึ่งจะแตกต่างกันไปในแต่ละพันธุ์ และมีผลต่อการออกดอกของมะม่วง สำหรับช่วงเวลาการออกดอกของมะม่วงจะแตกต่างกัน ไปตามสภาพภูมิอากาศและพันธุ์ (ประเสริฐ, 2548) ทั้งนี้การออกดอกของมะม่วงขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ความสมบูรณ์ของต้น พันธุ์มะม่วง ใบมะม่วงต้องอยู่ในสภาพแก่จัดก่อนออกดอก และยังเกี่ยวข้องกับสภาพอากาศอีกด้วย โดยจะเห็นว่าถ้าปีใดอากาศหนาวเย็นมาก มะม่วงจะออกดอกมาก (วัฒนา, 2527)

ระยะเวลาจากเริ่มแทงช่อดอกจนถึงดอกบานเต็มที่ใช้เวลาประมาณ 20 วัน ระยะที่ดอกบานเต็มที่นั้นสามารถทราบได้โดยพบว่า บริเวณต้นมะม่วงที่ออกดอกจะมีกลิ่นหอมอบอวลซึ่งจะดึงดูด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แมลงเข้ามาไต่ตอม และช่วยในการถ่ายเรณู แมลงที่เป็นพาหะนั้นมีอยู่หลายชนิดรวมทั้งแมลงวันและมดด้วย แมลงเหล่านี้มีประโยชน์อย่างมากในการถ่ายเรณู ทำให้เกิดการปฏิสนธิหรือมีการผสมพันธุ์เกิดขึ้น ถือได้ว่าเป็นจุดสำคัญที่สุดในการติดผลของมะม่วง (ภูวนาท, มปป.)

ปัจจัยที่มีผลต่อการออกดอก

การออกดอกและการติดผลเป็นปัญหาสำคัญในการปลูกมะม่วง ในบางปีมะม่วงออกดอกมากแต่ในปีถัดมาออกดอกน้อยหรือไม่ออกดอกเลย และเมื่อออกดอกแล้วมีการติดผลน้อย ซึ่งปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกดอกของมะม่วงประกอบด้วยปัจจัยภายในต้นพืช เช่น ลักษณะของพันธุ์ อายุของต้น ความสมบูรณ์ของต้น และระดับของฮอร์โมนภายในต้น และปัจจัยสภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ ความแห้งแล้ง และแสง

1. พันธุ์ การออกดอกของมะม่วงในฤดูกาลปกติของแต่ละพันธุ์จะแตกต่างกันออกไปซึ่งจะเป็นลักษณะประจำพันธุ์ของมะม่วงพันธุ์นั้นๆ เช่น มะม่วงพันธุ์ฟ้าลั่นจะออกดอกก่อนพันธุ์เขียวเสวย พันธุ์น้ำดอกไม้ออกดอกต้นฤดูแต่พันธุ์หนังกลางวันออกดอกช้ากว่าเนื่องจากเป็นพันธุ์หนัก ในขณะที่พันธุ์โชคอนันต์เป็นพันธุ์ทะวาย

2. อายุและความสมบูรณ์ของต้น มะม่วงที่ปลูกด้วยกิ่งทาบจะสามารถออกดอกออกผลได้เมื่ออายุ 3-4 ปี (ประเสริฐ, 2548) ขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของต้น อย่างไรก็ตามถ้ามีการปฏิบัติดูแลรักษาเป็นอย่างดีโดยการใส่ปุ๋ยและน้ำสม่ำเสมอให้ต้นมีความสมบูรณ์ เมื่อต้นมะม่วงมีความสมบูรณ์เต็มที่ก็สามารถออกดอกติดผลได้ง่ายและเร็วกว่าต้นที่ไม่ค่อยสมบูรณ์แข็งแรง โดยทั่วไปแล้วควรปลิดดอกชุดแรกทิ้ง เพื่อเก็บสะสมอาหารของต้นไว้ใช้ในการเจริญเติบโตทางกิ่งและใบต่อไป

3. ระดับฮอร์โมนภายในต้น ระดับฮอร์โมนภายในต้นพืชเป็นปัจจัยหนึ่งในการควบคุมการออกดอกของมะม่วงนอกเหนือจากปัจจัยอื่นๆ เช่น สภาพฟ้าอากาศ ความสมบูรณ์ของต้น การสะสมอาหารอย่างเหมาะสม การปฏิบัติดูแลรักษาที่เหมาะสมและปริมาณความชื้นภายในดิน สังเกตจากพฤติกรรมการออกดอกของมะม่วงที่ปลูกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและในเขตที่ราบลุ่มภาคกลาง มีลักษณะการออกดอกที่แตกต่างกันคือ มะม่วงที่ปลูกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเมื่อสภาพต้นสมบูรณ์มะม่วงจะออกดอกได้เมื่อได้รับอุณหภูมิต่ำ 15-20 องศาเซลเซียส นาน 10-15 วัน และสภาพดินปลูกต้องแห้ง รวมถึงการใช้เอทธีฟอนฉีดพ่นที่ใบในระดับความเข้มข้น 800 มิลลิกรัมต่อลิตร (ของสารออกฤทธิ์) จำนวน 2 ครั้ง ห่างกันครั้งละ 10 วัน ในระยะต้นฤดูหนาว (ประเสริฐ, 2548)

สำหรับมะม่วงที่ปลูกในที่ราบลุ่มภาคกลางซึ่งมีระดับน้ำใต้ดินสูง การปลูกทำโดยการยกร่องทำให้ระดับความชื้นในดินสูงด้วย ดังนั้นการใช้สารเอทธีฟอนเพื่อกระตุ้นให้เกิดการออกดอก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จึงไม่ประสบความสำเร็จ แต่การใช้สารยั้งการเจริญเติบโตของพืชโดยเฉพาะสารพาโคลบิวทราโซล ซึ่งเป็นสารที่ยั้งการสร้างและการทำงานของฮอร์โมนจิบเบอเรลลินสามารถชักนำให้มะม่วงเกิดการออกดอกได้ แม้ว่าระดับความชื้นในดินมีอยู่สูงก็ตาม

4. อุณหภูมิ ระดับอุณหภูมิมีผลต่อขบวนการทางสรีรวิทยาต่างๆ เช่น การสังเคราะห์แสง การดูดน้ำและธาตุอาหาร การสังเคราะห์และลำเลียงฮอร์โมนพืช ในการออกดอกของมะม่วงถ้าอุณหภูมิต่ำและมีระยะเวลานานพอจะทำให้มีการออกดอกดี ระดับอุณหภูมิที่จะทำให้มะม่วงออกดอกอยู่ในช่วงระหว่าง15-19 องศาเซลเซียส

นอกจากนี้อุณหภูมิและความชื้นเป็นปัจจัยที่ช่วยให้การผสมเกสรได้ผลดี อุณหภูมิในช่วงดอกบานควรอยู่ระหว่าง 16-44 องศาเซลเซียส เนื่องจาก อุณหภูมิต่ำกว่า 16 องศาเซลเซียส หรือสูงกว่า 44 องศาเซลเซียส มีผลทำให้ละอองเรณูตาย ไม่สามารถผสมกับเกสรเพศเมียให้พัฒนาเป็นผลมะม่วงต่อไปได้ (ประเสริฐ, 2548)

5. สภาวะการขาดน้ำของต้นมะม่วง แม้ว่าสภาพแห้งแล้งตามธรรมชาติอาจจะมีผลกระทบต่อผลผลิตของพืชบางชนิด แต่สภาพแห้งแล้งของดินซึ่งส่งผลให้ต้นมะม่วงขาดน้ำที่ระดับหนึ่งในช่วงก่อนออกดอกเป็นสภาพที่เหมาะสมในการชักนำให้เกิดการสร้างตาดอก เพราะถ้าดินมีความชื้นต่ำจะช่วยให้การเจริญเติบโตของมะม่วงทางกิ่งและใบหยุดชะงักลง ทำให้เกิดการพักตัว ซึ่งเป็นระยะที่มะม่วงต้องการก่อนการออกดอก มะม่วงต้องการสภาวะขาดน้ำช่วงก่อนออกดอกเพื่อให้ตาที่แตกออกมานั้นเป็นตาดอก ช่วงที่มีการแปรรูปของตาดอกจะสัมพันธ์กับการสะสมคาร์โบไฮเดรตในเนื้อเยื่อของมะม่วง ขณะที่ต้นมะม่วงกำลังเจริญทางกิ่งและใบ การสะสมคาร์โบไฮเดรตจะน้อยมากหรือไม่มีเลย จึงควรทำให้เกิดสภาวะขาดน้ำช่วงก่อนออกดอก เพื่อให้เกิดการพักตัวและสะสมอาหารไว้ และตาที่แตกออกมาเจริญเป็นตาดอก แต่ถ้ามะม่วงไม่มีสภาวะขาดน้ำช่วงก่อนออกดอกตาที่แตกออกมาจะเจริญไปเป็นยอดหรือใบ

6. แสง ไม้ผลโดยทั่วๆ ไปจะออกดอกติดผลดีในสภาพต้นที่ได้รับแสงเต็มที่ ต้นที่มีกิ่งบังหรือซ้อนทับกันโดยเฉพาะในสวนมะม่วงเก่าซึ่งมีอายุมาก มีลักษณะทรงพุ่มใหญ่และชนกันดอกออกน้อยลง อาจมีสาเหตุมาจากอัตราการสังเคราะห์แสงที่ลดลง

นอกจากนี้แสงยังมีผลต่อการแตกของอับละอองเกสร โดยปกติดอกมะม่วงจะบานในตอนกลางคืนในช่วงเวลาใกล้สว่างที่สุด เมื่อดอกบานเกสรเพศเมียก็พร้อมที่จะรับการผสมเกสร และหลังจากดอกบานแล้วเมื่อได้รับแสง 24 ชั่วโมงอับละอองเรณูจะแตกทำให้เกิดการผสมเกสรขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การหลุดร่วงของดอก

ดอกมะม่วงจะแห้งเหี่ยว และหลุดร่วงไปก่อนที่จะมีโอกาสติดผล มีปัจจัยหลายอย่างที่ทำให้ดอกร่วงตัวการสำคัญ ได้แก่ ราแอนแทรคโนส ราแป้ง และเพลี้ยจักจั่นมะม่วง เชื้อราแอนแทรคโนสเมื่อเข้าทำลายช่อดอกจะทำให้ดอกแห้งเหี่ยว สีดำ และดอกจะร่วงโดยมีก้านดอกติดอยู่ ถ้าร่วงตามธรรมชาติ โดยการขาดฮอร์โมน ดอกจะร่วงโดยไม่มีก้านดอก ส่วนดอกร่วงที่เกิดจากเชื้อราแป้ง จะสังเกตมีเส้นใยสีขาวๆ สำหรับแมลงพวกเพลี้ยจักจั่นมะม่วงกับโรคราดำนั้น ควบคู่กัน คือ เพลี้ยจักจั่นทำลายดอกมะม่วงโดยการดูดน้ำเลี้ยงของช่อดอกมะม่วง ทำให้ดอกมะม่วงขาดน้ำเลี้ยง ไม่สามารถเจริญต่อไปเป็นผลมะม่วงได้ ดอกจะร่วงหล่นในที่สุด ในขณะเดียวกันเพลี้ยจักจั่นก็จะขับถ่ายออกมา ซึ่งเป็นของเหลวมีรสหวาน ของเหลวที่ขับถ่ายออกมานี้เป็นอาหารของเชื้อราดำ จึงทำให้ราดำเจริญได้ดีตามช่อมะม่วง ทำให้เห็นช่อมะม่วงเป็นสีดำ (โครงการหนังสือเกษตรชุมชน, มปป)

การติดผล

ในทางพืชสวน คำว่า การติดผล (fruit set) คือดอกได้รับการถ่ายเรณูและปฏิสนธิแล้วต่อไปส่วนของรังไข่และส่วนประกอบอื่นๆ ของดอกสามารถเจริญเติบโตเป็นผลได้ (Jackson and Looney, 1999) สำหรับในทางพฤกษศาสตร์ การติดผล คือ การเปลี่ยนแปลงและเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของรังไข่หลังจากที่มีการถ่ายเรณูและปฏิสนธิ

ส่วนของดอกที่เจริญเป็นส่วนของผล โดยทั่วๆ ไปการติดผลจะถูกจำกัดอยู่ในช่วงฤดูกาลใดฤดูกาลหนึ่งเท่านั้น ตั้งแต่การเปลี่ยนแปลงตาใบเป็นตาดอก การบานของดอกไปจนกระทั่งเกิดการผสมเกสรและการพัฒนาของรังไข่ที่ผสมแล้วไปจนถึงผลแก่เต็มที่ พบว่า การเจริญเป็นผลจะมีส่วนต่างๆ ของดอกเปลี่ยนแปลงไป ได้แก่ รังไข่ ผลหลายชนิดยังมีส่วนของฐานรองดอกด้วย ดังรายละเอียดต่อไปนี้ (สัมฤทธิ์, 2537)

1. ผนังรังไข่ (ovary wall) จะเจริญเป็นเปลือกผล ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ชั้น คือ เปลือกผลชั้นนอก (exocarp) เปลือกผลชั้นกลาง (mesocarp) เปลือกผลชั้นใน (endocarp) เปลือกผลอาจมีชั้นต่างๆ เหล่านี้แยกกันอย่างเห็นได้ชัด หรืออาจเชื่อมติดกันจนแยกไม่ออก เปลือกผลแต่ละชั้นอาจหนาหรือบางก็ได้แล้วแต่ชนิดของผลไม้

2. ออวุล (ovule) จะเจริญไปเป็นเมล็ด (seed) และผนังออวุล (integument) ทั้ง 2 ชั้นจะเจริญเป็นเปลือกหุ้มเมล็ด (seed coat) ในผลไม้บางชนิด ก้านออวุล (funiculus) หรือผนังออวุลจะเจริญเป็นเนื้อผล ที่เรียกว่า เยื่อหุ้มเมล็ด (aril) เช่น เงาะ ทุเรียน ลำไย ลิ้นจี่ เป็นต้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3. นิวเซลลัส (nucellus) จะเจริญเป็นเพริสเปิร์ม (perisperm) ทำหน้าที่เก็บอาหารสำรองในรังไข่ที่ได้รับการปฏิสนธิ โพลาร์นิวคลีไอ (polar nuclei) 2 เซลล์ จะรวมตัวกับเชื้อเพศผู้ (sperm nucleus) 1 เซลล์กลายเป็นเอนโดสเปิร์ม (endosperm) มีโครโมโซม 3 ชุด (3n) ซึ่งจะเจริญเป็นอาหารเลี้ยงต้นอ่อนต่อไป ส่วนเชื้อเพศผู้อีก 1 เซลล์รวมตัวกับเชื้อเพศเมีย (egg nucleus) กลายเป็นเอ็มบริโอ (embryo)

4. ฐานรองดอก (receptacle) จะสร้างขึ้นไปหุ้มรังไข่และมีการขยายขนาดใหญ่ ส่วนของผนังรังไข่ไม่ขยายใหญ่ เช่น ผลแบบแอปเปิ้ล ได้แก่ ฝรั่ง ชมพู่ สาลี่ แอปเปิล เป็นต้น ไม้ผลบางชนิดส่วนฐานรองดอกเจริญเติบโตมีขนาดใหญ่เป็นส่วนที่เราใช้รับประทาน เรียกว่า ผลเทียม (false fruit) แต่ส่วนของรังไข่มีการเจริญเป็นผลที่มีขนาดเล็ก เช่น มะม่วงหิมพานต์ สตรอเบอรี่ สับปะรด

ปัจจัยที่มีผลต่อการติดผล

หลังจากที่พืชมีการถ่ายเรณูและปฏิสนธิเรียบร้อยแล้ว ผู้ปลูกไม้ผลจำเป็นต้องสอดส่องดูแลอย่างใกล้ชิดและพิจารณาว่าจะทำอย่างไรให้มีการติดผล ชาวสวนมักจะพบปัญหาเกี่ยวกับการติดผลอยู่เสมอ เช่น พบว่าไม้ผลบางชนิดอาจมีการออกดอกจำนวนมากแต่การติดผลน้อย และการติดผลจะถูกจำกัดอยู่ในช่วงฤดูกาลใดฤดูกาลหนึ่งเท่านั้น

ตั้งแต่เกิดการเปลี่ยนแปลงของตาใบเป็นตาดอก การบานของดอก การผสมเกสรและการพัฒนาของรังไข่ที่ปฏิสนธิแล้ว ไปจนกระทั่งผลแก่เต็มที่ ขึ้นอยู่กับปัจจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

1. อุณหภูมิ ความสำคัญของอุณหภูมิที่มีผลต่อการติดผล เป็นเรื่องที่ทำการศึกษากันมาก พบว่า ช่วงเวลาที่มีอากาศเย็นจะชักนำให้เกิดตาดอก การปฏิสนธิและการติดผลที่ดีกว่า ตามปกติอุณหภูมิจะมีผลต่อการสร้างตาดอกและส่วนต่างๆ ของดอกมากกว่าการติดผล แต่ถ้าอุณหภูมิต่ำมากการปฏิสนธิจะไม่ดี ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียส (ถึง-2 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่านี้) ถ้าเป็นช่วงที่บานดอกจะทำให้เกสรเพศเมียตาย เมื่ออุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็งจะมีผลกระทบต่อการติดผล โดยจะลดการทำงานของผึ้ง และส่งผลถึงการถ่ายเรณู ผึ้งจะไม่สามารถทำงานได้จนกว่าอุณหภูมิจะสูงถึง 15 องศาเซลเซียส ดังนั้น อุณหภูมิต่ำจึงทำให้การถ่ายเรณูลดลงและทำให้การติดผลลดลงเนื่องจากไม่สามารถเกิดการงอกของเรณูหรือการงอกของหลอดเรณูช้า (ทัศนีย์, 2549)

2. แสง เป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการแตกของอับเรณูและการสังเคราะห์แสง โดยปกติดอกมะม่วงจะบานในตอนกลางคืนช่วงเวลาใกล้สว่างมากที่สุด เมื่อดอกเริ่มบานเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมเกสร และหลังจากดอกบานแล้วเมื่อได้รับแสง 2-4 ชั่วโมง อับเรณูแตกทำให้เกิดการผสม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เกสรขึ้น มะม่วงที่ได้รับแสงเต็มที่มีโอกาสในการติดผลดีกว่ามะม่วงที่ได้รับแสงน้อย (ประเสริฐ, 2548)

3. อาหารและน้ำ ปริมาณอาหารและน้ำมีผลกระทบต่อการติดผล รวมทั้งการไม่ติดผล การขาดธาตุอาหารทำให้ผลเจริญเติบโตผิดปกติ ระยะที่ไม้ผลมีการติดดอกออกผลต้องการธาตุอาหารมากเพื่อการเจริญเติบโตของดอกและผล การให้น้ำและปุ๋ยจึงควรกระทำก่อนการออกดอกติดผล เนื่องจากการแบ่งเซลล์เกิดขึ้นเรียบร้อยแล้วในระยะที่ดอกกำลังเจริญหรือหลังจากผสมเกสรเล็กน้อย ระยะการสร้างดอกและการถ่ายเรณูรวมทั้งการปฏิสนธิเป็นระยะที่ไวต่อการขาดน้ำมากที่สุด ถ้าเกิดการขาดน้ำด้วยสาเหตุใดก็ตามมักทำให้เกิดดอกและผลร่วงก่อนกำหนด อัตราส่วนระหว่างสารประกอบคาร์โบไฮเดรตกับสารประกอบไนโตรเจน อาจมีผลต่อการร่วงของดอกหรือผลที่กำลังเจริญเติบโตได้ แต่จะมีผลน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการขาดน้ำ ทั้งนี้เพราะน้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญกว่าไนโตรเจนในการเพิ่มผลผลิตและการเจริญเติบโตของผล ไนโตรเจนจะมีผลต่อการเพิ่มผลผลิตต่อเมื่อให้กับไม้ผลในระยะต้นๆ ของการออกดอกติดผลเท่านั้น แต่ไม่มีผลเมื่อให้เมื่อเกิดการติดผลแล้ว

4. ลมและฝน ฝนเป็นปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีความสำคัญเป็นผลกระทบทางอ้อมของการติดผล เพราะว่าปริมาณน้ำฝนจะมีผลต่อกระบวนการถ่ายเรณู การงอกของเรณูและแม้แต่การปฏิสนธิ ลมเป็นปัจจัยสำคัญในการควบคุมการถ่ายเรณู เพราะลมเป็นตัวช่วยให้เกิดการถ่ายเรณูเมื่อไม่มีแสง แต่บางครั้งลมจะทำให้เกิดการแห้งของยอดเกสรเพศเมียทำให้ไม่เกิดการงอกของเรณู (ทัศนีย์, 2549) สำหรับมะม่วงฝนเกี่ยวกับความชื้นในอากาศถ้าความชื้นในอากาศสูงเกินไปอับเรณูจะไม่แตกและงอกไม่ดี เรณูงอกได้ดีเมื่อความชื้นสัมพัทธ์อยู่ในช่วง 57-70 เปอร์เซ็นต์ แต่ถ้าความชื้นอยู่ในช่วง 50-56 เปอร์เซ็นต์ กลีบดอกจะเหี่ยวและหลุดร่วงลมเป็นปัจจัยของสภาพแวดล้อมที่อาจเอื้ออำนวยต่อการผสมเกสร เมื่อเรณูแตกลมจะช่วยพัดพาเอาเรณูไปตกที่ยอดเกสรเพศเมีย แต่ดอกของมะม่วงไม่ค่อยอำนวยให้เกิดการผสมเกสรด้วยลมมากนัก (ประเสริฐ, 2548)

5. การปฏิบัติดูแลรักษา การช่วยให้การติดผลดีขึ้นโดยการปฏิบัติดูแลและรักษา เช่น การใช้สารช่วยให้การพักตัวสิ้นสุดลงหลังจากผ่านฤดูหนาว การช่วยให้ต้นที่สมบูรณ์เกินไปมีความแข็งแรง ด้วยการงดให้ไนโตรเจน และน้ำ การควั่น การสับต้นหรือกิ่ง เพื่อเพิ่มปริมาณธาตุอาหาร (ทัศนีย์, 2549)

6. อายุ ไม้ผลที่มีอายุน้อยจะตอบสนองต่อการชักนำให้เกิดการติดผลได้น้อยกว่าไม้ผลที่มีอายุมากเช่นเดียวกับในมะม่วงเมื่อยังไม่ถึงวัยที่จะออกดอก เมื่อออกดอกแล้วจะไม่ติดผล เพราะต้นยังไม่แข็งแรงสมบูรณ์พอ อายุที่ต้นมะม่วงควรออกดอกคือถ้าปลูกด้วยกิ่งทาบหรือติดตาควรมีอายุประมาณ 3-4 ปีจึงจะออกดอกติดผลได้ ถ้าปลูกด้วยเมล็ดควรมีอายุประมาณ 5-6 ปี (ประเสริฐ, 2548)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

7. ตำแหน่งที่ตั้งและฤดูกาล เนื่องจากตำแหน่งที่ตั้งและฤดูกาลที่เปลี่ยนแปลงไปทำให้เกิดความแตกต่างของ อุณหภูมิ แสง ลม ฝน โรค และแมลง ซึ่งเป็นเรื่องที่เกิดขึ้นได้ทั่วๆ ไป (ทัศนีย์, 2549)

8. โรคและแมลง โรคหลายชนิดมีอิทธิพลต่อการติดผลทำให้เกิดความเสียหายกับดอก เช่น โรคเน่าสีน้ำตาล (brown rot) ทำความเสียหายกับดอกเอพริคอท เชอรี่ ส่วนแมลงพวก เพลี้ย ไร ทำอันตรายกับส่วนยอดเกสรเพศเมียและเกสรเพศผู้ (ทัศนีย์, 2549) ส่วนในมะม่วงโรคที่สำคัญคือ โรคแอนแทรคโนส ราแป้งขาว และราดำบนผิวผล (ประเสริฐ, 2548)

การติดผลของมะม่วง

มะม่วงส่วนใหญ่เป็นพืชผสมข้าม ดังนั้นเปอร์เซ็นต์การติดผลจึงค่อนข้างต่ำ (เกศิณี, 2528) แม้ว่าการออกดอกของมะม่วงในแต่ละครั้งนั้นจะมีจำนวนมากมาย แต่จะติดเป็นผลเพียงไม่กี่ผลต่อช่อเท่านั้น ทั้งนี้เป็นเพราะสาเหตุหลานประการ เช่น สภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม ลักษณะของดอกมะม่วง ซึ่งส่วนใหญ่เป็นดอกที่ไม่สมบูรณ์ ไม่สามารถเจริญเป็นผลได้ และปัญหาที่พบอยู่เสมอคือการเกิดราดำที่ดอก ทำให้ดอกร่วงหล่นเสียเป็นส่วนมากหรือหมดทั้งต้น เนื่องจากดอกมะม่วงมีต่อมน้ำต้อยที่ผลิตหยดน้ำรสชาติหวาน ทำให้แมลงต่างๆ มาดูดกิน โดยเฉพาะพวกเพลี้ยจักจั่น ซึ่งระบาดมากในช่วงมะม่วงออกดอก เพลี้ยจักจั่นนอกจากจะดูดกินน้ำต้อยและน้ำเลี้ยงที่ดอกทำให้ดอกร่วงหล่นแล้ว ยังถ่ายมูลออกมาเป็นอาหารของราดำอีกด้วย ทำให้ราดำซึ่งมีอยู่แล้วตามใบและในอากาศเจริญอย่างรวดเร็ว ในช่วงที่มะม่วงออกดอกอากาศมักจะหนาวเย็นและมีหมอกในตอนเช้า เมื่อหมอกจับตัวกันเป็นละอองน้ำตามช่อดอกและใบ ราดำก็เจริญได้ดียิ่งขึ้น ทำให้ดอกร่วงหล่นจนหมดได้ (ธนาธิป, 2544)

การพัฒนาของผลมะม่วง

ระยะเวลาในการพัฒนาผลหลังจากการปฏิสนธิ (fertilization) จนกระทั่งผลโตเต็มที่ (mature) แตกต่างกันไปแล้วแต่พันธุ์ มะม่วงพันธุ์เบา (early variety) อาจใช้เวลาเพียง 2 เดือน มะม่วงพันธุ์กลาง (midseason variety) อาจใช้เวลา 3 เดือน หรือ 3 เดือนครึ่ง และมะม่วงพันธุ์หนัก (late variety) อาจใช้เวลานานถึง 4 เดือน (วิจิตร, 2529) การเจริญเติบโตของผลมะม่วงจัดเป็นซิงเกิลซิกมอยด์ เคิร์ฟ (single sigmoid curve) (วิจิตร, 2529) คือ ผลมะม่วงจะมีอัตราการเจริญของผล ทั้งทางด้านน้ำหนัก ปริมาตร ความยาวและความกว้างของผลจะมีการเจริญเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามอายุของผล และจะลดน้อยลงเมื่อผลเริ่มแก่จนกระทั่งผลอยู่ในระยะเก็บเกี่ยวจะมีอัตราการเจริญคงที่ (เกศิณี, 2528)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การเปลี่ยนแปลงทางการเผาผลาญ (metabolic) ในผลมะม่วงที่กำลังพัฒนาและการพัฒนาของผล ตั้งแต่ติดผลจนกระทั่งผลแก่เต็มที่ สามารถแบ่งออกเป็น 4 ขั้นดังนี้ (วิจิตร, 2529)

1. ระยะเยาว์วัย (juvenile) ขั้นนี้ใช้เวลาประมาณ 21 วันหลังจากไข่ได้รับการปฏิสนธิ การเจริญเติบโตของเซลล์รังไข่จะเป็นไปอย่างรวดเร็ว มีการหายใจสูง อัตราการเจริญเติบโตสูง มีปริมาณน้ำในเนื้อเยื่อสูงที่สุด ปริมาณคาร์โบไฮเดรต ไนโตรเจน และกรดเพิ่มขึ้นอย่างคงที่ อัตราส่วนของคาร์โบไฮเดรตต่อไนโตรเจนต่ำ ผนังผลชั้นนอก (exocarp) มีสีเขียวและติดแน่นอยู่กับผล

2. อะโดเลสเซนท์ (adolescent) ขั้นนี้กินเวลาตั้งแต่ 21-49 วัน หลังการผสมพันธุ์หรือการปฏิสนธิ ขนาดของผลจะขยายออกโตเต็มที่ มีการสร้างกลิ่นและรสชาติ อัตราการหายใจมีปานกลาง อัตราการเจริญเติบโตเริ่มลดลง แรงดัน (osmotic pressure) เพิ่มขึ้นและปริมาณน้ำลดลง ปริมาณเปอร์เซ็นต์กลูโคสลดลงอย่างรวดเร็ว น้ำตาลซูโครสเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว แป้ง (starch) ยังคงระดับอยู่สูง ปริมาณกรดและไนโตรเจนยังมีค่าสูงและอัตราส่วนของคาร์โบไฮเดรตต่อไนโตรเจนเพิ่มขึ้น ในขั้นนี้ผลมะม่วงจะมีสีเขียวแก่

3. ไคลแม็กเทอริค (climacteric) ขั้นนี้เป็นขั้นวิกฤตในการเจริญเติบโตของผล กินเวลาตั้งแต่วันที่ 49-77 หลังการปฏิสนธิ การหายใจต่ำสุดและแป้ง (starch) จะถูกไฮโดรไลส์ (hydrolyse) ไปเป็นน้ำตาลอย่างคงที่และปริมาณกรดลดลง ขั้นนี้มีเปอร์เซ็นต์ซูโครสสูงที่สุด ปริมาณไนโตรเจนจะลดต่ำลงและอัตราส่วนของคาร์โบไฮเดรตต่อไนโตรเจนสูงขึ้น เมื่อถึงจุดที่เรียกว่า ไคลแม็กเทอริค พีค (climacteric peak) ผลมะม่วงจะมีคุณภาพในการรับประทานสูงสุด เลยจากจุดนี้ไปผลไม้จะเริ่มเข้าสู่ขั้นสุกงอมหรือเสื่อมตามอายุ (senescence) และสีของผลจะเปลี่ยนแปลงจากสีเขียวแก่เป็นสีเขียวอมเหลือง

4. การเสื่อมตามอายุ (senescence) ขั้นนี้ใช้เวลาตั้งแต่วันที่ 77 หลังการปฏิสนธิเป็นต้นไป จะใช้เวลามากน้อยขึ้นอยู่กับพันธุ์มะม่วง อัตราการหายใจของผลจะสูงแล้วตามด้วยการลดลงของการหายใจ การเจริญเติบโตของผลไม่เด่นชัด แรงดัน (osmotic pressure) เพิ่มขึ้นและปริมาณน้ำลดลงจนถึงระดับต่ำสุด น้ำตาลกลูโคสเพิ่มขึ้นและลดลงตามจังหวะการเพิ่มและลดของการหายใจ (respiratory intensity) ขณะที่ซูโครสและแป้งลดลงอย่างเห็นได้ชัด กรดในผลลดลง ปริมาณไนโตรเจนลดลง และอัตราส่วนของคาร์โบไฮเดรตต่อไนโตรเจนเพิ่มขึ้น ผนังผลชั้นนอกเปลี่ยนเป็นสีเหลืองอย่างเห็นได้ชัด ผลจะค่อยๆ อ่อนตัวลง เนื้อเยื่อภายในเริ่มสลายตัวและในที่สุดเซลล์จะเน่าตายไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีต่อการเจริญเติบโตของผล

1. แสง โดยทั่วไปแล้วพบว่ากิ่งที่เจริญอยู่ในทรงพุ่มมักไม่ออกดอก หรือถ้ามีดอกก็ไม่ติดผล ความเข้มของแสงที่ต่ำจะมีผลทำให้ดอกเจริญผิดปกติ ไม่เกิดการผสมเกสร หรือทำให้เปอร์เซ็นต์การผสมเกสรลดลง ดอกที่เจริญมักมีขนาดเล็กและร่วงง่าย ส่วนแสงแดงไกล (far red) จะยับยั้งการเพิ่มขนาดของผล

2. อุณหภูมิ อุณหภูมิที่สูงหรือต่ำเกินไปจะทำให้การติดผลลดลง อุณหภูมิที่สูงเกินไปมีผลทำให้การเจริญของดอกผิดปกติ การงอกของเรณูลดลง หรืออาจทำให้เรณูตายได้ ส่วนอุณหภูมิที่ต่ำเกินไปจะยับยั้งการงอกของเรณู มีผลต่อการปฏิสนธิและการติดผล นอกจากนี้อุณหภูมิที่สูงหรือต่ำเกินไปยังมีผลต่อการทำงานของแมลงพาหะถ่ายเรณูลดลง การติดผลก็ลดลงด้วย อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการทำงานของแมลงอยู่ในช่วง 10-25 องศาเซลเซียส (สมบุญ, 2548)

3. อาหาร การขาดแร่ธาตุอาหารทำให้การเจริญของผลผิดปกติ ธาตุอาหารหลายชนิดเช่น โบรอน แคลเซียม แมกนีเซียม โพแทสเซียม และไนเทรต จำเป็นต่อการเจริญของดอกและผล นอกจากนี้ ยังเป็นองค์ประกอบของอาหารเหลวที่พบบนยอดเกสรเพศเมียของดอกและละอองเรณูใช้เพื่อช่วยในการงอกของเรณูในการปฏิสนธิ ส่วนอาหารที่ได้จากการสังเคราะห์แสงจากใบจำเป็นต่อการติดผล และการพัฒนาของผล

4. สัดส่วนของเพศดอก สัดส่วนเพศดอกที่ต่างกันมากจะส่งผลถึงเปอร์เซ็นต์การติดผลด้วย

5. อากาศและฤดูกาล สภาพพื้นที่ซึ่งต่างกันมากจะส่งผลถึงเปอร์เซ็นต์การติดผลด้วย จึงมีผลกระทบต่อการออกดอกและติดผลของพืช

การหลุดร่วงของผล

ในช่วงการติดผลระยะแรกนั้น ผลที่มีขนาดเล็กเป็นจำนวนมาก ไม่สามารถคงอยู่หรือติดอยู่จนผลโตได้ทั้งหมด (โครงการหนังสือเกษตรชุมชน, มปป) นพดล (2536) พบว่า การหลุดร่วงของอวัยวะพืช เช่นใบ ดอก และผล เกิดขึ้นเนื่องจากฮอร์โมนพืชเอทธิลีน และ ABA (abscisic acid) แต่ไม่แสดงบทบาทที่ชัดเจน เนื่องจากถูกควบคุมโดยออกซิน (auxin) ซึ่งมีหน้าที่ยับยั้งการเกิดรอยแยกของเนื้อเยื่อในบริเวณขั้วผล หรืออาจกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าออกซินยับยั้งการทำงานของ เอทธิลีนและ ABA ดังนั้น ถ้าผลขาดออกซินจะทำให้รอยแยกนั้นเกิดขึ้นได้ และผลจะหลุดร่วง ปริมาณออกซินในผลจะลดน้อยลงเมื่อผลแก่จัด ซึ่งในระยะนี้จะพบว่ามีการร่วงหล่นของผลตามธรรมชาติ แต่กรณีที่เกิดการร่วงของผลก่อนเก็บเกี่ยวหรือผลยังไม่แก่จัดนั้น เกิดขึ้นจากการที่ปริมาณออกซินภายในผล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ไม่สามารถเคลื่อนที่ไปยังขั้วผลได้เพียงพอ ฉลองชัย (2533) พบว่า การร่วงหล่นของผลอาจมีสาเหตุมาจากหลายสาเหตุ อาทิเช่น การถ่ายเรณูและการปฏิสนธิไม่สมบูรณ์ การขาดน้ำ น้ำมากจนดินขาดอากาศ อาหารไม่เพียงพอ โรคเข้าทำลาย แมลงศัตรูพืชทำลาย โดนลมกรรโชก และการพ่นปุ๋ยสารเคมีเกษตร สารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ เป็นละอองฝอย จะไม่ทำให้ผลร่วงเหมือนการพ่นเป็นลำ และละอองสารเคมีเกษตร สารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ จะเปียกทั่วถึง ใบ ช่อดอก ผล ดีกว่าพ่นเป็นลำ

การร่วงของผลจะเกิดเป็นระลอกในช่วงการเจริญเติบโตในระยะต่างๆ จำนวนระลอกของการร่วงจะต่างกันไปตามชนิดของพันธุ์ แหล่งปลูก โดยทั่วๆ ไปการร่วงของดอกแบ่งออกเป็น 3 ช่วง คือ

1. ขณะผลอ่อนขนาดเมล็ดถั่วเขียว ทั้งผลมีการปฏิสนธิสมบูรณ์และไม่สมบูรณ์ สาเหตุจากการแย่งอาหาร ฮอร์โมน โรค และแมลงศัตรูพืชเข้าทำลาย ลักษณะของผลที่ร่วงจะไม่มีเมล็ดภายในบริเวณร่องอกจะเว้าเข้า ซึ่งแสดงว่าผลที่ร่วงเป็นผลที่ไม่สมบูรณ์

2. ขณะที่ผลมีขนาดตั้งแต่ 4 – 35 มม. ส่วนมากแล้วจะเป็นผลที่มีการปฏิสนธิสมบูรณ์ แต่เกิดการขาดธาตุอาหาร ฮอร์โมน โรคหรือแมลงเข้าทำลาย ผลจึงเกิดการร่วง

3. ขณะผลมีขนาด 16 – 35 มม. การร่วงในครั้งนี้จะต่ำกว่า 2 ครั้งที่ผ่านมา คือจะมีการร่วงเป็นครั้งคราว ซึ่งเกิดจากสาเหตุขาดธาตุอาหาร ฮอร์โมน หรือมีลมร้อนพัดผ่านมา ผลที่หลุดร่วงนั้นจะมีลักษณะที่สมบูรณ์

อาจกล่าวได้ว่า การร่วงของผลมะม่วงนั้นเป็นปรากฏการณ์ปกติธรรมชาติอย่างหนึ่ง ซึ่งการหลุดร่วงนั้นอาจเกิดมาจากการให้น้ำน้อยเกินไป ให้น้ำมากเกินไป หรือมะม่วงติดผลดกเกินไป (ภูวนาท, มปป)

ความสำคัญของการหลุดร่วง

การหลุดร่วงเป็นกระบวนการที่ส่วนของพืชหลุดออกจากต้น พบได้ทั้งในใบ ดอก ส่วนต่างๆ ของดอก ผล เปลือกตา รวมทั้งเปลือกไม้ด้วย ในใบ มักพบว่าใบไม้ร่วงหลุดจากต้นในสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมหรือเกิดความเครียดขึ้น ได้แก่ เมื่อเข้าฤดูแล้งในเขตร้อน เข้าฤดูใบไม้ร่วงในเขตอบอุ่น ในสภาพที่พืชขาดน้ำ น้ำท่วม ในสภาพดินเค็ม อุณหภูมิต่ำหรือสูงเกินไป ในสภาพที่ความเข้มแสงต่ำหรือไม่มีแสง หรือเมื่อมีโรคหรือแมลงศัตรูพืชเข้ารบกวน ตลอดจนการขาดธาตุอาหาร นอกจากนั้น การหลุดร่วงของใบยังเกิดขึ้นได้เมื่อพืชเข้าสู่ระยะชราภาพ โดยเฉพาะในพืชล้มลุกหลายชนิด ใบจะหลุดร่วงพร้อมกับการตายของพืชทั้งต้น ในดอก การหลุดร่วงของส่วนต่างๆ ของดอกมักเกิดขึ้นเมื่อการถ่ายเรณูและการปฏิสนธิเกิดขึ้นแล้ว ดอกไม้หลายชนิดดอกจะหลุด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ร่วงไปหากไม่มีการปฏิสนธิ ในขณะที่ดอกที่มีการปฏิสนธิจะพัฒนาต่อไปเป็นผล แต่ส่วนอื่นๆ ได้แก่ กลีบเลี้ยง กลีบดอก ก้านชูเกสรเพศผู้และเพศเมียจะหลุดร่วงไป นอกจากนั้นการหลุดร่วงของดอกอาจเกิดขึ้นได้ในสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมหรือเกิดความเครียด อาหารสะสมภายในดอกก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ดอกร่วงเร็วหรือช้า หากมีอาหารสะสมอยู่มากดอกก็อยู่ได้นานขึ้น ในผลมักพบว่ามีการร่วง 3 ระยะ (จริงแท้, 2550) คือ ระยะแรกภายหลังการปฏิสนธิและพัฒนามาได้ระยะหนึ่ง มักมีจำนวนผลบนต้นมาก ต้นไม้ไม่สามารถส่งอาหารให้ได้เพียงพอก็จะหลุดร่วงไป ระยะที่ 2 เป็นช่วงที่ผลพัฒนามาประมาณครึ่งทางก็เกิดการหลุดร่วงขึ้น เช่น ที่พบในแอปเปิลและสาลี่ กระบวนการหลุดร่วงเกิดขึ้นในบริเวณที่เรียกว่า บริเวณการร่วง (abscission zone) ซึ่งมักเป็นรอยต่อระหว่างส่วนของพืช เช่น ระหว่างใบกับกิ่งหรือต้น ระหว่างกลีบดอกกับฐานรองดอก ระหว่างดอกกับก้านช่อดอก ระหว่างก้านช่อดอกกับกิ่งหรือต้น

การหลุดร่วงเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นเพื่อให้พืชอยู่รอดได้ ภายใต้สภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่างๆ ได้ หรือเกิดขึ้นเพื่อการขยายพันธุ์ ตลอดจนเพื่อกำจัดส่วนที่ไม่เป็นประโยชน์ออกไปจากต้น มีการเคลื่อนย้ายเอาอาหาร เช่น คาร์โบไฮเดรตและโปรตีนกลับเข้าสู่ต้น เป็นขั้นตอนหนึ่งของวัฏจักรทางนิเวศน์ที่คาร์บอนและไนโตรเจน ซึ่งเป็นองค์ประกอบของพืชจะถูกหมุนเวียนกลับเข้าสู่สภาพเดิมเป็นแก๊สไนโตรเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ และเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นได้ตั้งแต่การงอกออกจากเมล็ดไปจนถึงเมื่อต้นพืชตาย

ในทางการเกษตร การหลุดร่วงบางครั้งก็เป็นประโยชน์ บางครั้งก็เป็นโทษ เช่น การร่วงของใบฝ้าย จะช่วยให้การเก็บเกี่ยวดอกฝ้ายทำได้ง่ายขึ้นและฝ้ายมีคุณภาพดี การหลุดร่วงของผลเปลือกแข็งเมล็ดเดี่ยว (nut) ชนิดต่างๆ ช่วยให้การเก็บเกี่ยวง่ายขึ้น แต่ส่วนใหญ่การหลุดร่วงของใบและส่วนอื่นๆ มักทำให้ผลผลิตลดลง เพราะสูญเสียส่วนของพืชที่ใช้ในการสังเคราะห์แสงหรือสูญเสียส่วนที่ขายได้ไป นอกจากนั้น ภายหลังการเก็บเกี่ยวการหลุดร่วงของใบและกลีบดอกทำให้อายุการทำงานของดอกไม้หลายชนิดลดลง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ปัจจัยภายนอกที่กระตุ้นการหลุดร่วง

1. แสง สภาพที่มีความเข้มแสงต่ำหรือไม่มีแสงมักมีผลชักนำให้เกิดการหลุดร่วง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะในสภาพที่มีแสงน้อยทำให้มีการวิเคราะห์แสงต่ำลง จึงมีอาหารไม่เพียงพอต่อการเจริญของส่วนต่างๆ ของพืช ทำให้เกิดสภาพเครียด และสร้างเอทธิลีนขึ้นมากระตุ้นให้เกิดการหลุดร่วง เช่น ที่พบในดอกพริกยักษ์ (bell pepper) การทดลองให้ออกซินในสภาพความเข้มแสงต่ำช่วยลดการหลุดร่วงของดอกพริกได้

ในแต่ละวันที่มีความยาวของกลางวันและกลางคืนแตกต่างกัน เป็นปัจจัยสำคัญอีกปัจจัยหนึ่งที่กระตุ้นให้ใบของพืชหลุดร่วง โดยเฉพาะพืชในเขตอบอุ่นเมื่อช่วงเวลากลางวันสั้นลงในฤดูใบไม้ร่วง ทั้งนี้เพื่อให้พืชได้มีเวลาย่อยสลายและขนย้ายอาหารออกจากใบกลับไปในลำต้นหรือกิ่งก่อนที่สภาพอากาศเย็นเกินไปจะทำให้ใบตายและสูญเสียธาตุอาหารในใบไปโดยเปล่าประโยชน์ พืชอาศัย phytochrome (จริงแท้, 2550) เป็นตัวรับสัญญาณที่เกี่ยวข้องกับช่วงแสงแล้วตอบสนองโดยการกระตุ้นการสร้างเอทธิลีนมากขึ้น แล้วไปกระตุ้นการหลุดร่วงอีกทอดหนึ่ง

2. ความเครียดจากการขาดน้ำ การที่อุณหภูมิสูงหรือต่ำเกินไปสามารถกระตุ้นการหลุดร่วงได้ เพราะสภาพความเครียดดังกล่าว ไปกระตุ้นให้มีการสร้างเอทธิลีนและกรดแอบซิสสิก (ABA) มากขึ้น ในขณะที่การสร้างกรดจิบเบอเรลลิก ไซโทไคนิน และออกซินลดลง แต่บางกรณีก็พบว่าการหลุดร่วงจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อพืชได้รับน้ำเข้าไปอีกหลังจากตกอยู่ในสภาพความเครียดจากการขาดน้ำ ทั้งนี้พบว่า ในระหว่างสภาพขาดน้ำนั้น รากพืชถูกกระตุ้นให้เริ่มกระบวนการสังเคราะห์จนได้สารตั้งต้นของเอทธิลีน คือ ACC สะสมอยู่ในราก ต่อเมื่อพืชได้รับน้ำ ACC เหล่านี้จึงถูกลำเลียงขึ้นมาสู่ต้นและใบ และเปลี่ยนไปเป็นเอทธิลีนโดยการทำงานของ ACC oxidase และออกซิเจนในอากาศแล้วกระตุ้นให้ใบพืชเกิดการหลุดร่วงในที่สุด

3. การเกิดบาดแผลและการเข้าทำลายของเชื้อโรค เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ก่อให้เกิดการหลุดร่วงของใบ ดอก และผลออกจากต้น ทั้งการเกิดบาดแผลและการเข้าทำลายของเชื้อโรคมักเกิดเกี่ยวเนื่องกัน เพราะการเกิดบาดแผลทำให้เกิดช่องเปิดให้เชื้อโรคเข้าเจริญเติบโตภายในพืชได้ง่าย ดังนั้นในสภาพดังกล่าว พืชมักตอบสนองด้วยการซ่อมแซมส่วนที่เกิดบาดแผล พืชจะมีการสร้างสารเคมีหรือเอนไซม์ต่อต้านการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์

การชักนำให้เกิดการหลุดร่วง

อาจปฏิบัติได้หลายวิธี ดังนี้

1. การปลิดด้วยมือ เป็นวิธีที่เสียค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง และต้องใช้เวลามากโดยเฉพาะถ้ามีผลดกจำเป็นต้องใช้แรงงานจากผู้มีประสบการณ์จำนวนมาก และการกำกับดูและอย่างทั่วถึงในระยะเวลาอันสั้น เช่น การปลิดผลท้อ ผู้ที่มีประสบการณ์ใช้เวลาในการปลิดผลจากต้นที่มีจำนวน 10,000 ผลให้เหลือต้นละ 1,200 ผล เพื่อให้ได้ขนาดที่ตลาดต้องการ โดยใช้เวลาเพียง 15-20 นาที เมื่อไม้ผลมีขนาดต้นใหญ่จำเป็นต้องใช้บันไดและเพิ่มจำนวนคนปีนขึ้นบันได หรืออาจใช้ไม้ยาวช่วยในการปลิดผลแต่อาจทำให้เกิดกิ่งหักและผลที่เหลือมีรอยขีดข่วน (Schneider and Scarborough, 1960) จากการทดลองของ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Issarakraisila and Considine (1991) พบว่า เมื่อปลิดช่อดอกมะม่วงพันธุ์ Kensington Pride ด้วยมือ สามารถเลื่อนระยะการบานของดอกออกไป 5-6 สัปดาห์

2. การปลิดด้วยเครื่องจักร เครื่องเขย่ากิ่ง ปกตินำมาใช้กับการปลิดผลท้อและพลับ แรงของเครื่องเขย่าจะทำให้กิ่งสะเทือนแต่ผลอยู่กับที่ แรงสั่นทำให้ผลที่มีน้ำหนักและผลที่อยู่ใกล้จุดที่กระทบหลุดจากกิ่ง ผลที่เหลืออยู่ไม่กระจายยิ่งถ้าผู้ใช้เครื่องเขย่าไม่มีความชำนาญหรือเครื่องเขย่าออกแบบมาไม่ดี กิ่งจะอยู่ในสภาพแกว่งไกวไปมาทำให้เกิดความเสียหายขึ้นกับผลโดยเฉพาะในพันธุ์ที่มีขั้วผลยาว นอกจากนี้แรงเขย่าที่มากเกินไปจะทำให้เปลือกแยกออกจากเนื้อไม้เกิดเป็นแผลขนาดใหญ่ ซึ่งจะเป็นจุดที่เชื้อจุลินทรีย์เข้าทำลายได้ (Schneider and Scarborough, 1960)

3. การปลิดด้วยสารเคมี เป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถทำให้เกิดการหลุดร่วงได้เช่นกัน สารเคมีที่ขึ้นทะเบียนการค้าไว้ใช้ในการปลิดดอกและผลได้ดี และมีการนำไปใช้กับไม้ผลหลายชนิด เช่น dinitro-ortho-cresol (DNOC: Elgetol), naphthaleneacetic acid (NAA), 3-Chlorophenoxypropionic acid (3-CPA), 1-Naphthyl, 1-naphthyl methylcarbamate (carbaryl: Sevin) และ naphthalene acetamide (NAAm) เป็นต้น สารเคมีดังกล่าวส่วนใหญ่เป็นพวกออกซินจะเคลื่อนย้ายในพืชโดยทางท่ออาหาร ทำให้การขนย้ายอาหารและฮอร์โมนที่ได้จากการสังเคราะห์แสงหยุดชะงักลง สำหรับสารออกซินจะต้องมีการดูดซับที่จุดสัมผัส หรือเคลื่อนที่ไปยังจุดที่มีกิจกรรมจึงจะเกิดผลให้ชั้นเซลล์แยกเกิดการหลุดร่วงของดอกและผล แต่ผลกระทบข้างเคียงอาจเกิดขึ้นจากการใช้ NAA และ NAAm ไม่ถูกเวลา อาจทำให้ขนาดของผลลดลงและเกิดผลแคระแกน ส่วน carbaryl อาจจะชักนำให้เกิดสีน้ำตาลปนแดง ส่วนการพ่น 3-CPA ทำให้เกิดการเหี่ยวเฉาหรือแสดงอาการใบห่อหรือใบม้วน ถ้าอัตราความเข้มข้นสูงจะทำให้ขอบใบไหม้หรือเกิดปุ่มปม (Schneider and Scarborough, 1960) จากการทดลองใช้ NAA พ่นทำลายดอกและผลของมะนาว เพื่อกำจัดผลมะนาวชุดในฤดูกาลที่มีจำนวนมาก ซึ่งมีราคาต่ำไม่คุ้มค่าในการปฏิบัติจัดการสวนและการเก็บเกี่ยว พบว่าที่ความเข้มข้น 2,000 สตล. สามารถทำให้ดอกและผลหลุดร่วงได้ โดยเลือกพ่นบริเวณช่อดอก และผลอ่อน ที่ออกหนาแน่น (ศูนย์วิจัยพืชสวนพิจิตร, 2548) และมีรายงานว่าการใช้เอทธีฟอนสามารถทำให้เกิดการหลุดร่วงได้ การทดลองของบัณฑิต และรวี (2547) ใช้เอทธีฟอน ความเข้มข้น 100 สตล. หรือ 200 สตล. (ศูนย์วิจัยพืชสวนพิจิตร, 2548) ทำให้เกิดการหลุดร่วงของช่อดอกและผลอ่อนในมะนาวพันธุ์แป้นได้ดีที่สุด ในขณะที่การใช้ที่ความเข้มข้น 800 สตล. และ 1,600 สตล. สามารถทำให้ช่อดอกมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์หลุดร่วงและมีการผลิช่อดอกใหม่เกิดขึ้นตามมา (วีรชัย, 2538)

Rahemi and A. Ramezanian. (2007) รายงานว่า การฉีดพ่นเอทธีฟอน 100 และ 200 สตล.มีการหลุดร่วงของผล pistachio ได้ดีกว่าและมีผลแตกต่างกันทางสถิติกับ NAA 125 และ250 mgl^{-1} และยูเรีย 2.5 และ 5%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Byers (1993) รายงานว่า การใช้เอทธีฟอน ความเข้มข้น 1,000-1,500 สตล. พ่นที่ 12 -26 วัน หลังดอกบานไม่ยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นแอปเปิ้ล แต่เป็นสาเหตุให้เกิดการหลุดร่วงของผลแอปเปิลได้

เอทธิลีน

เอทธิลีน (C_2H_4, $H_2C=CH_2$) เป็นฮอร์โมนพืชตัวเดียวที่อยู่ในรูปแก๊ส เดิมไม่คิดว่าเป็นฮอร์โมน แต่เป็นสารที่เกิดจากการที่พืชถูกจุลินทรีย์เข้าทำลายหรือจากการผิดปกติของพืชผล อาจเป็นเพราะเอทธิลีนมักเกิดขึ้นในสภาพที่พืชผลมีลักษณะเสียหาย เช่นผลไม้ที่ถูกแมลงเจาะ เน่าเสีย หรือผลที่สุกงอม ปัจจุบันเป็นที่ทราบกันแล้วว่าเอทธิลีนเป็นฮอร์โมนที่พืชสร้างขึ้นเพื่อใช้ควบคุมการเจริญเติบโตและพัฒนาการต่างๆ (ปรารถนา และคณะ, มปป.)

เอทธิลีนเป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชตั้งแต่ระยะการเจริญเติบโต การพัฒนาการแก่ การสุก และการเสื่อมสภาพ ในดอกไม้และไม้ผลขณะเจริญเติบโตในช่วงการแบ่งเซลล์จะมีอัตราการสังเคราะห์เอทธิลีนสูงมาก (ดนัย, 2540) ทั้งนี้เพราะเอทธิลีนสามารถกระตุ้นเนื้อเยื่อทุกชนิดให้มีอัตราการหายใจสูงขึ้นได้ ในใบพืชเอทธิลีนสามารถกระตุ้นให้เกิดการหลุดร่วงของใบ ในดอกเอทธิลีนทำให้ดอกไม้หลายชนิดเหี่ยวเร็วขึ้น หรือไม่บาน ส่วนในไม้ผลเอทธิลีนกระตุ้นให้เกิดการสุกได้เร็วขึ้น และจากการศึกษาในไม้ผลพบว่า กระบวนการสุกจะเกิดขึ้นไม่ได้ หากไม่มีเอทธิลีน และระหว่างการสุกก็จำเป็นต้องมีเอทธิลีน มิฉะนั้นแล้วการสุกจะเกิดได้ไม่สมบูรณ์ การตอบสนองของผลไม้ต่อเอทธิลีนนี้พบว่า เนื้อเยื่อที่ยังอ่อนอยู่มีการตอบสนองไม่ดีเท่าเนื้อเยื่อที่สมบูรณ์แล้ว (จริงแท้, 2544)

การสังเคราะห์เอทธิลีน

สารเริ่มต้นที่พืชใช้ในการสังเคราะห์เอทธิลีน คือ เมทไธโอนีน (methionine) ซึ่งเป็นกรดอะมิโนชนิดหนึ่ง พืชชั้นสูงทั้งหมดและเชื้อราบางชนิดสามารถสังเคราะห์เอทธิลีนได้ ในต้นอ่อนนั้นยอดอ่อนเป็นส่วนสำคัญที่สังเคราะห์เอทธิลีน ทั้งนี้เพราะมีออกซินอยู่ในปริมาณสูงและเพราะออกซินสามารถกระตุ้นให้เนื้อเยื่อสังเคราะห์เอทธิลีนได้ รากสามารถสังเคราะห์เอทธิลีนได้บ้าง แต่ในปริมาณไม่มากนักแต่หากให้ออกซินกับรากจะทำให้รากสังเคราะห์เอทธิลีนได้มากขึ้น ใบแก่และกำลังจะตายจะสร้างเอทธิลีนได้มาก ส่วนดอกก็สร้างเอทธิลีนได้และเอทธิลีนมีผลทำให้ดอกไม้บางชนิดไม่บานหรือเหี่ยวและกลีบร่วง ผลไม้สุกสามารถสังเคราะห์เอทธิลีนได้มากกว่าผลไม้ที่ไม่สุก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การสังเคราะห์เอทธิลีนเกิดโดยที่เมทไธโอนีนจะเปลี่ยนไปเป็น SAM (S-adenosyl methionine) แล้วเปลี่ยนต่อไปเป็น ACC (1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid) แล้วจึงเปลี่ยนเป็นเอทธิลีน โดยที่คาร์บอนอะตอมที่ 3 และ 4 ของเมทไธโอนีนจะกลายเป็นคาร์บอนของเอทธิลีน ในการสังเคราะห์นี้จะให้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาด้วย การสังเคราะห์เอทธิลีนจะหยุดชะงักเมื่ออากาศขาดออกซิเจน นอกจากนี้ยังมีสารระงับการสังเคราะห์เอทธิลีนชนิดอื่นๆ อีก เช่น AVG (Aminoethoxy vinyl glycine) (ดนัย, 2540)

ผลของเอทธิลีนต่อกระบวนการทางสรีรวิทยา การเจริญเติบโตของพืชและการนำมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตร

1. การสุก เอทธิลีนมีบทบาทที่สำคัญต่อการสุกของผลไม้ climacteric ซึ่งหมายถึงผลไม้ซึ่งการสุกแก่จะตอบสนองต่อเอทธิลีน (ปรารถนา และคณะ, มปป.) ในมะเขือเทศ อะโวกาโด และกล้วย ที่อยู่ในระยะ pre climacteric ซึ่งยังดิบอยู่นั้น ปริมาณของ ACC จะต่ำมากน้อยกว่า 0.1 µmol/g (ดนัย, 2540) เอทธิลีนปริมาณน้อยมากที่กระตุ้นการสุกของผล ในขณะที่พวก non-climacteric สร้างเอทธิลีนน้อยมาก และไม่ชักนำให้เกิดการสุกแก่ การสร้างเอทธิลีนจะลดลงอย่างมากในต้นมะเขือเทศที่ตัดแต่งยีน (transgenic tomato plants) โดยการแสดงออกของ antisense gene ที่สังเคราะห์ ACC oxidase หรือ ACC synthase และโดย sense gene ที่สร้าง ACC deaminase ซึ่งทำให้การสุกของผลช้าลง (ปรารถนา และคณะ, มปป) การบ่มผลไม้โดยใช้แก๊สเอทธิลีนโดยตรงมักจะทำได้ยาก เนื่องจากต้องสร้างห้องบ่มที่ปิดสนิทป้องกันอากาศถ่ายเท ซึ่งต้องมีการลงทุนสูง ชาวสวนในประเทศไทยนิยมใช้ถ่านแก๊ส ในการบ่มผลไม้แทนแก๊สเอทธิลีน โดยการใช้ถ่านแก๊สห่อกระดาษแล้ววางไว้กลางเข่งที่บรรจุผลไม้ ผลไม้ที่บ่มด้วยแก๊สชนิดนี้และได้ผลดีคือ มะม่วง กล้วย ละมุด เป็นต้น นอกจากเอทธิลีนจะเร่งการสุกของผลไม้แล้วยังมีผลเร่งการแก่ของผลไม้บนต้นได้ เช่น การใช้ ethephon กับเงาะ องุ่น ลองกอง มะเขือเทศ ในระยะที่ผลแก่จัดแต่ยังไม่เปลี่ยนสี จะทำให้ผลเปลี่ยนสีได้เร็วขึ้น และสม่ำเสมอมากขึ้น สามารถเก็บเกี่ยวได้พร้อมๆ กัน (พีรเดช, 2537)

2. เร่งการเกิดดอก เอทธิลีนสามารถเร่งการเกิดดอกของพืชบางชนิดได้ (พีรเดช, 2537) มีรายงานระยะแรกๆ ว่าควันไฟเร่งการออกดอกในสับปะรดและมะม่วง ต่อมาพบว่าในควันไฟมีเอทธิลีนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่เร่งการออกดอก (ปรารถนาและคณะ, มปป)

3. การหลุดร่วง เป็นการแยกตัวของอวัยวะหรือส่วนของพืชออกไปจากต้นแม่ กระบวนการนี้สำคัญมากในทางการเกษตร เนื่องจาก การหลุดร่วงและไม่หลุดร่วงของผล ดอก และใบ จะเกี่ยวข้องกับผลผลิต และประสิทธิภาพในการเก็บเกี่ยว คาดว่าเอทธีลีนมีหน้าที่โดยธรรมชาติในการควบคุมอัตราการหลุดร่วง มีเหตุผล 3 ประการ ที่สนับสนุนบทบาทของเอทธีลีนต่อการหลุดร่วง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.1 มีการสร้างเอทธิลีนเพิ่มมากขึ้นก่อนการหลุดร่วงของอวัยวะของพืชที่กำลังจะหลุดร่วงหลายชนิด

3.2 การทดลองใช้เอทธิลีนหรือสารปลดปล่อยเอทธิลีนแก่พืชหลายชนิด พบว่า จะมีการกระตุ้นการหลุดร่วง

3.3 สารยับยั้งการสังเคราะห์เอทธิลีน จะยับยั้งการเกิดการหลุดร่วง (ปรารถนา และคณะ, มปป) ในดอก พบการตอบสนองต่อเอทธิลีนเช่นกัน เมื่อให้เอทธิลีนจากภายนอกสามารถกระตุ้นให้ดอกไม้หลายชนิดหลุดร่วง เมื่อวิเคราะห์ปริมาณความเข้มข้นของเอทธิลีนภายในเนื้อเยื่อของกลีบดอก พบว่ามีปริมาณเพิ่มขึ้นก่อนการหลุดร่วงของดอก เมื่อให้ silver thiosulfate (STS) หรือ 1-methylcyclopropene (1-MCP) ซึ่งเป็นสารยับยั้งการทำงานของเอทธิลีน ช่วยลดการหลุดร่วงของดอกไม้หลายชนิด นอกจากนั้น AOA และ AVG ซึ่งเป็นสารยับยั้งการสร้างเอทธิลีนจาก SAM และ ACC ก็สามารถลดการหลุดร่วงของดอกไม้ได้เช่นกัน ภายใต้สภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมหลายอย่าง เช่น สภาพการขาดน้ำ สภาพอุณหภูมิสูงหรือต่ำเกินไป พบว่า ดอกสร้างเอทธิลีนเพิ่มมากขึ้นและการหลุดร่วงเกิดมากขึ้นตามไปด้วย แต่ถ้าให้ STS พบว่า การสร้างเอทธิลีนและการหลุดร่วงของดอกกลับลดน้อยลง สำหรับในก้านเกสรเพศผู้และเพศเมีย พบว่า เมื่อให้ AVG สามารถชะลอการหลุดร่วงได้เช่นเดียวกัน (จริงแท้, 2550)

4. การปลิดผล เอทธิลีนมีผลต่อการหลุดร่วงของผล ดอก และใบ ดังนั้นจึงอาจใช้ประโยชน์ข้อนี้ในการปลิดผลไม้บางชนิด ในกรณีที่ติดผลมากเกินไป โดยใช้สาร ethephon พ่นไปยังต้นในขณะที่ผลยังอ่อนอยู่ แต่การปลิดผลโดยใช้สาร ethephon อาจเกิดผลเสียได้ง่าย เนื่องจาก ผลที่เราต้องการเก็บไว้อาจหลุดร่วงได้เช่นกัน การใช้ ethephon กับเงาะพันธุ์สีชมพูในระยะที่แก่จัดพร้อมที่จะเก็บเกี่ยว จะทำให้ผลร่วงได้ภายหลังใช้สาร 2-3 วัน โดยไม่ต้องใช้เครื่องมือเก็บเกี่ยว นอกจากนี้ยังลดความเหนียวของขั้วผลในผลไม้หลายชนิด เช่น ส้ม เชอรี่ แอปเปิล ทำให้เก็บเกี่ยวได้ง่าย (พีรเดช, 2537)

5. การเสื่อมตามอายุ เป็นความล้มเหลวของปฏิกิริยาที่เกี่ยวกับการสังเคราะห์สารต่างๆ และส่งผลให้เซลล์ตาย เห็นได้โดยการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ หรือ RNA และปัจจัยอื่นๆ

จากการศึกษาในใบและดอกพบว่า การให้เอทธิลีนจากภายนอกจะเพิ่มกระบวนการเสื่อมตามอายุ และพบว่ามีการสร้างเอทธิลีนเพิ่มมากขึ้นในระหว่างการเร่งอายุ (aging) แต่ก็ไม่ใช่ว่าเฉพาะแต่เอทธิลีนเท่านั้นที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเสื่อมตามอายุ มีรายงานว่าใบของ Arabidopsis พวกผ่าเหล่าที่ไม่ตอบสนองต่อเอทธิลีน (ethylene insensitive) ก็เกิดการเสื่อมตามอายุแต่เกิดในอัตราที่ช้ากว่าในต้นปกติ แสดงว่าไม่ใช่มีแต่เอทธิลีนที่เข้ามาเกี่ยวข้อง (ปรารถนาและคณะ, มปป)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารในกลุ่มเอทธิลีน

Ethephon (2-chloroethyl phosphonic acid) เป็นสารที่สามารถปลดปล่อยแก๊สเอทธิลีนออกมาได้ ethephon บริสุทธิ์มีลักษณะเป็นสารกึ่งแข็งคล้ายขี้ผึ้ง สีขาว ละลายได้ทั้งในน้ำและแอลกอฮอล์ เป็นสารที่ไม่ระเหยและไม่ติดไฟ สารที่ผลิตออกมามีทั้งรูปสารละลาย และรูปครีม โดยมีความเข้มข้นต่างๆกันไป การให้สาร ethephon กับพืชในรูปสารละลายทำได้โดยการพ่นให้ทั่วต้นหรือพ่นเฉพาะจุดที่ต้องการ สารสามารถแทรกซึมและเคลื่อนย้ายไปในพืชได้โดยผ่านทางท่ออาหาร จึงสามารถเคลื่อนที่จากใบแก่ไปยัง ยอดอ่อน ดอก และผลได้ การให้สาร ethephon ในรูปครีมซึ่งใช้เฉพาะเร่งการไหลของน้ำยาง ethephon ใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางในการเร่งดอกสับปะรดให้ออกพร้อมๆ กัน เพื่อความสะดวกในการเก็บเกี่ยวผลและดูแลรักษา นอกจากนี้ใช้เร่งสีและเร่งการแก่ของผลมะเขือเทศสำหรับแปรรูปเพื่อความสะดวกในการเก็บเกี่ยวเช่นกัน เกษตรกรหลายรายในประเทศไทยใช้สาร ethephon ในการบ่มผลไม้ เช่น กล้วย ละมุด ซึ่งทำให้ผลสุกเร็วขึ้นและสุกพร้อมกันทั้งหมด

Ethephon จัดว่าเป็นสารมีพิษระดับปานกลาง จะคงตัวอยู่ได้โดยไม่สลายเมื่ออยู่ในสภาพกรดจัด และจะเริ่มสลายตัวให้แก๊สเอทธิลีนเมื่อมีความเป็นด่างมากขึ้น ดังนั้นสารที่ผลิตออกมาจำหน่ายจึงใช้กรดเข้มข้นเป็นตัวทำละลาย ซึ่งถ้านำมาผสมน้ำจะทำให้ความเป็นด่างเพิ่มขึ้นและเริ่มสลายตัวอย่างรวดเร็ว จึงไม่ควรนำ ethephon มาผสมน้ำทิ้งไว้นานเกิน 24 ชั่วโมง การใช้ ethephon จะต้องทำด้วยความระมัดระวังเป็นพิเศษ อย่าให้สารละลายเข้มข้นสัมผัสกับผิวหนังหรือตา เนื่องจากกรดที่ใช้เป็นตัวทำละลายสามารถก่อให้เกิดอันตรายได้ กรดดังกล่าวยังมีผลในการกัดกร่อนภาชนะโลหะที่ใช้พ่นสาร (ถังพ่นยา) ดังนั้นเพื่อหลีกเลี่ยงความเสียหายดังกล่าว จึงควรใช้ภาชนะชนิดอื่นแทนโลหะ (พีรเดช, 2537)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ออกซิน

สารในกลุ่มนี้มีทั้งที่พืชสร้างขึ้นเอง (ฮอร์โมน) และสารสังเคราะห์ มีหน้าที่ควบคุมการขยายเซลล์ การเจริญเติบโตทางใบ การติดผล การเกิดราก และเกี่ยวข้องกับกระบวนการอื่นๆ อีกมากมาย (สุเมษ, 2537)

สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่จัดอยู่ในกลุ่มออกซิน มีอยู่หลายชนิดและเป็นที่รู้จักกันดีสำหรับเกษตรกรในประเทศไทย สารสังเคราะห์ต่างๆ ที่มีคุณสมบัติคล้ายออกซินที่นิยม

นำมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตร ได้แก่ IAA (indole-3-acetic acid), IBA (indole-3-acid butyric acid), 2,4-D (2,4-dichlorophenoxyacetic acid), 4-CPA (4-chlorophenoxyacetic acid) และ NAA (1-naphthaleneacetic acid) (สุเมษ, 2537)

NAA (1-naphthaleneacetic acid) เป็นสารที่ใช้กันค่อนข้างกว้างขวางในประเทศไทย เช่นใช้เร่งการเกิดราก กระตุ้นการเจริญเติบโตดี ป้องกันการร่วงของไม้ผลในหลายชนิด เปลี่ยนเพศดอกเงาะ ใช้ทารอยแผลหลังตัดแต่งกิ่งเพื่อป้องกันการแตกหน่อ NAA เป็นสารที่มีราคาค่อนข้างต่ำ ถ้าเป็นสารบริสุทธิ์จะเป็นผลึกสีขาว ละลายได้ดีในแอลกอฮอล์ แต่ละลายได้น้อยมากในน้ำ สาร NAA ที่นำมาใช้มากในทางการเกษตร มักจะอยู่ในรูปเกลือโซเดียม (sodium naphthylacetate) ซึ่งสามารถละลายน้ำได้ดี การใช้สาร NAA แก่พืชส่วนใหญ่มักใช้วิธีฉีดพ่นให้ทางใบ หรือให้สัมผัสกับดอกและผลโดยตรง NAA สามารถซึมผ่านเข้าไปในเนื้อเยื่อ ใบ ดอกและผลได้ดี และสามารถเคลื่อนย้ายเข้าไปภายในท่ออาหาร ซึ่งจะมีการเคลื่อนที่ผ่านไปยังส่วนต่างๆ ได้พร้อมกับอาหารที่พืชสร้างขึ้นในสภาพที่มีอากาศชื้นและอุณหภูมิสูงจะช่วยส่งเสริมการดูดซึมและการเคลื่อนย้ายภายในพืช

ถึงแม้ว่า NAA จะเป็น PGRs ชนิดหนึ่งแต่ก็จัดว่าเป็นสารพิษเช่นกัน ความเป็นพิษของ NAA ที่มีผลต่อคนหรือสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมจัดว่าอยู่ในระดับมีพิษปานกลาง ดังนั้น การใช้สาร NAA ควรทำด้วยความระมัดระวังโดยยึดหลักความปลอดภัย เช่นเดียวกับการใช้สารฆ่าแมลง (พีรเดช, 2537)

การนำ NAA มาใช้ประโยชน์ทางการเกษตร

1. เร่งการเกิดรากของกิ่งปักชำหรือกิ่งตอน ออกซินนั้นสามารถกระตุ้นการเกิดรากของกิ่งปักชำหรือกิ่งตอนของพืชได้หลายชนิด สารที่นิยมใช้คือ IBA และ NAA ระบุว่า NAA มีฤทธิ์ของออกซินสูงกว่า เคลื่อนที่ในกิ่งพืชได้ดีและสลายตัวช้ากว่า ดังนั้นจึงมีโอกาสเป็นพิษต่อกิ่งพืชได้มากกว่าการใช้ IBA แต่ถ้า NAA ความเข้มข้นที่เหมาะสม ก็มีผลเร่งการเกิดรากได้เช่นกัน (พีรเดช, 2537)

2. เร่งการเกิดดอก มีงานทดลองสรุปได้แน่ชัดว่า ออกซินเร่งการเกิดดอกได้เฉพาะในสับปะรดเท่านั้น การใช้ NAA และ IBA สามารถเร่งการเกิดดอกของสับปะรดได้ แต่มีประสิทธิภาพต่ำกว่าการใช้ถ่านแก๊ส (calcium carbide) และ ethephon อย่างไรก็ตาม เชื่อว่าการเกิดดอกของสับปะรดไม่ได้เป็นผลของ NAA และ IBA โดยตรง แต่เป็นผลทางอ้อมที่สารดังกล่าวไปกระตุ้นให้ต้นสับปะรดสร้างเอทธิลีนขึ้นมา และเอทธิลีนเป็นตัวกระตุ้นให้สับปะรดเกิดดอก สำหรับประเทศไทยเคยมีการแนะนำให้ใช้ NAA ผสมกับโพแทสเซียมไนเตรต (KNO_3) เพื่อฉีดพ่นเร่งดอกมะม่วง (พีรเดช, 2537)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3. การเปลี่ยนเพศดอก พืชหลายชนิดที่มีดอกเพศผู้และดอกเพศเมียอยู่ต่างดอกหรือต่างต้นกัน บางชนิดมีทั้งดอกเพศผู้และเพศเมียอยู่ในช่อเดียวกัน ในอัตราส่วนที่แตกต่างกันไป อัตราส่วนเพศดอกมีความสำคัญมากเพราะว่าเกี่ยวข้องกับผลผลิตหรือการติดผล ในกรณีที่มีดอกเพศเมียน้อยเกินไป โอกาสติดผลก็น้อยบางกรณีที่มีแต่ดอกเพศเมียในช่อและไม่มีดอกเพศผู้เลยก็อาจก่อให้เกิดปัญหาเช่นกัน เนื่องจากการไม่มีละอองเรณูมาผสม ดอกเพศเมียที่มีอยู่จึงไม่อาจติดผล กรณีเช่นนี้พบในเงาะ ต้นเงาะแบ่งได้เป็น 2 แบบ คือต้นเพศผู้ซึ่งมีแต่ดอกเพศผู้และไม่ให้ผลผลิต กับต้นเพศเมียซึ่งมีแต่ดอกสมบูรณ์เพศที่เกสรเพศผู้ไม่ทำงานจึงทำหน้าที่เป็นดอกเพศเมียเท่านั้น การใช้สาร NAA ความเข้มข้นประมาณ 80 ถึง 160 มิลลิกรัม/ลิตร (พีรเดช, 2537) พ่นที่ช่อดอกบางส่วนของต้นเพศเมียในระยะดอกตูม มีผลทำให้ดอกเงาะที่ได้รับสารกลายเป็นดอกเพศผู้ได้และปลดปล่อยเกสรเพศผู้ออกมาผสมกับดอกเพศเมียที่อยู่ข้างเคียง ในพืชวงศ์แตงทั้งหลายเช่น แตงกวา ฟักทองตอบสนองต่อการใช้ออกซินเช่นกันโดยมีผลทำให้เกิดดอกเพศเมียได้มากขึ้น

4. เพิ่มการติดผล การติดผลเป็นกระบวนการเริ่มแรกของการพัฒนาจากดอกไปเป็นผล เมื่อดอกบานเต็มที่และพร้อมที่จะรับการผสมเกสร จะสังเกตได้ว่าอับละอองเรณูจะแตกออก และปลดปล่อยเรณูซึ่งมีขนาดเล็กออกมา เมื่อละอองเรณูไปสัมผัสกับยอดเกสรเพศเมียไม่ว่าวิธีใดก็ตาม จะเกิดการพัฒนาต่อไปโดยละอองเรณูจะยืดตัวออกเป็นหลอดยาวงอกลงไปตามก้านยอดเกสรเพศเมีย เพื่อเข้าไปผสมกับไข่ซึ่งอยู่ภายในรังไข่นั้น และเกิดการปฏิสนธิขึ้นซึ่งเป็นจุดเริ่มแรกของการติดผล ดังนั้นปัจจัยสำคัญของการติดผล จึงขึ้นอยู่กับความสามารถในการงอกของละอองเรณู และความสามารถในการปฏิสนธิในรังไข่ ละอองเรณูมีจำนวนมากแต่ความสามารถในการงอกแตกต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมหลายอย่าง เช่น อุณหภูมิ ความชื้น และปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการติดผล ได้แก่ ความเข้ากันได้ระหว่างเกสรเพศผู้และเพศเมีย สัดส่วนเพศดอก อาหารสะสมภายในพืช เป็นต้น (นพดล, 2536)

5. เพิ่มขนาดของผล การขยายขนาดของผลเกิดขึ้นต่อเนื่อง จากการติดผลในช่วงก่อนดอกบานจะมีการแบ่งเซลล์ ซึ่งทำให้ผลมีขนาดใหญ่ขึ้น หลังจากนั้นจึงเป็นช่วงของการสะสมอาหารภายในเซลล์เหล่านั้น การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชเพื่อช่วยในการขยายขนาดของผลจึงต้องทำในขณะที่ผลยังเล็ก ซึ่งยังอยู่ในช่วงการเจริญเติบโต (นพดล, 2536)

6. ใช้เป็นสารฆ่าวัชพืช ออกซินทุกชนิดถ้าใช้ความเข้มข้นสูงจะสามารถฆ่าพืชได้ ดังนั้นจึงมีการนำสารออกซินมาใช้เป็นสารฆ่าวัชพืชอย่างกว้างขวาง สารที่นิยมใช้คือ 2,4-D รองลงมาคือ 4-CPA สารทั้ง 2 ชนิดนี้มีฤทธิ์ของออกซินสูงมากจึงใช้ฆ่าวัชพืชได้ แม้จะใช้ความเข้มข้นไม่สูงมากก็ตาม (พีรเดช, 2537)

7. การหลุดร่วง ในใบ การให้ออกซินจากภายนอกอาจได้ผลตรงกันข้าม เช่น อาจกระตุ้นให้เกิดการหลุดร่วงของใบมากขึ้น การให้ออกซินแก่ใบพืช โดยทั่วไปหากให้ในความเข้มข้นระดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ต่ำ มีผลยับยั้งการหลุดร่วงของใบ แต่ถ้าให้ความเข้มข้นสูงขึ้นจะกระตุ้นการหลุดร่วงให้เกิดมากขึ้น ในฝ้ายพบว่าปริมาณการหลุดร่วงของใบเป็นไปตามฤดูกาลและสัมพันธ์กับปริมาณของออกซินภายในบริเวณการร่วง ออกซินในบริเวณนี้ถูกส่งมาจากทั้งตัวใบและจากส่วนยอดของกิ่ง นอกจากนี้ยังพบว่าออกซินเกี่ยวข้องกับการเกิดบริเวณการร่วงทุติยภูมิ (McManus *et al*., 1998)

นอกจากนั้น การศึกษาในก้านใบของฝ้าย (Gossypium hirsutum) ที่ตัดแผ่นใบออก พบว่าเมื่อให้ออกซินที่ก้านใบหนึ่งจะส่งผลให้ก้านใบฝั่งตรงข้ามหลุดร่วงมากขึ้นตามความเข้มข้นของออกซิน แต่ถ้าให้ triiodobenzoic acid (TIBA) ซึ่งเป็นสารยับยั้งการลำเลียงออกซินสามารถยับยั้งผลของออกซินในการชักนำการหลุดร่วง การทดลองนี้ชี้ให้เห็นว่า ส่วนของพืชที่สร้างออกซินมากจะมีอิทธิพลต่อการหลุดร่วงของส่วนอื่นๆ ของพืชที่สร้างออกซินได้น้อยกว่า ทั้งนี้โดยการเคลื่อนย้ายออกซินจากส่วนหนึ่งไปยังอีกส่วนหนึ่ง

การศึกษาในดอกถั่วพุ่ม (cowpea, *Vigna unguiculata*) ซึ่งมีการบานของช่อดอกเริ่มจากส่วนล่างขึ้นไปสู่ส่วนบน และดอกที่อยู่ส่วนโคนก้านช่อดอกสามารถติดฝักได้ แต่ดอกที่อยู่ที่ส่วนปลายช่อจะเกิดการหลุดร่วงของดอกหรือฝักอ่อน การใช้ TIBA ซึ่งเป็นสารยับยั้งการลำเลียงออกซินให้แก่ก้านดอกที่อยู่ที่โคนช่อ ทำให้มีการลำเลียงน้ำตาลซูโครสไปสู่ดอกและฝักส่วนปลายช่อเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่า การเคลื่อนย้ายออกซินจากฝักที่มีความสามารถในการดึงอาหารมากกว่ามีผลยับยั้งการลำเลียงอาหารไปสู่ดอกและฝักด้านบนที่มีอายุน้อยกว่า และออกซินที่สร้างจากฝักที่มีอายุมากกว่าเป็นสัญญาณเร่งให้เกิดการหลุดร่วงในฝักที่มีอายุน้อยกว่า

สำหรับในผล การให้ออกซิน (NAA) ทำให้เกิดการหลุดร่วงมากขึ้น ทั้งนี้พบว่าออกซินไปขัดขวางการลำเลียงน้ำตาลเข้าสู่ผล นอกจากนั้นยังพบว่าออกซินไปกระตุ้นให้เกิดการเอทธิลีนมากขึ้นด้วย อย่างไรก็ตาม บางครั้งการให้ออกซินก็อาจได้ผลตรงข้าม การทดลองตัดเอาผลออกจากต้นแล้วปล่อยให้ก้านผลยังคาติดอยู่กับต้น ทำให้ก้านผลหลุดร่วงเร็วกว่าปกติ แต่ถ้าให้ออกซินกับก้านผลส่วนที่เหลืออยู่หลังจากการตัดผลออกไปแล้ว ช่วยชะลอการหลุดร่วงของก้านได้ (จริงแท้, 2550)

การศึกษาในแอปเปิล โดยใช้สาร N-1-napthylphthalamic acid (NPA) ซึ่งมีความสามารถในการยับยั้งการเคลื่อนย้ายของออกซิน (โดยที่ตัว NPA ไม่ถูกเคลื่อนย้ายไปจากบริเวณที่ให้) พบว่าออกซินมีผลกระตุ้นการพัฒนาท่อน้ำเวสเซล (vessel) ในก้านผล ทำให้เซลล์มีขนาดใหญ่ และลำเลียงน้ำได้ดี ถ้าขาดออกซิน เช่น ในกรณีที่ผลตามธรรมชาติมีขนาดเล็ก หรือเมื่อใช้ NPA ยับยั้งการลำเลียงออกซินจากผลมาที่ก้านใบจะทำให้ขนาดของท่อน้ำเล็กลงและผลหลุดร่วงมากขึ้น เมล็ดมีขนาดเล็กลง ถึงแม้ว่าเมล็ดจะมีจำนวนและมีชีวิตเท่าเดิม (Drazeta *et al*., 2004)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ต้นทุนการผลิต

ในการผลิตสินค้าเกษตรแต่ละชนิดจะต้องใช้ปัจจัยการผลิตหลายปัจจัย ปัจจัยต่างๆ ที่ใช้ได้แก่ ที่ดิน แรงงาน น้ำ พันธุ์ เครื่องจักร เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ ปุ๋ย สารเคมีฆ่าศัตรูพืช รวมทั้งสารเคมีฆ่าวัชพืช การจัดการและปัจจัยอื่นๆ ซึ่งปริมาณและชนิดของปัจจัยที่ใช้จะแตกต่างกันไปในการผลิตสินค้าเกษตรแต่ละชนิด

ในการผลิตสินค้าเกษตร ซึ่งต้องใช้ปัจจัยต่างๆ ทำให้ต้องมีค่าใช้จ่ายในการใช้ปัจจัย หรือที่เรียกว่าต้นทุนการผลิต ต้นทุนการผลิตทั้งหมดในการผลิตสินค้าเกษตรแต่ละชนิดอาจแบ่งได้เป็นต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปร

ต้นทุนคงที่ เป็นต้นทุนที่เกิดจากการใช้ปัจจัยคงที่ เป็นต้นทุนที่ไม่เปลี่ยนแปลงหรือผันแปรตามปริมาณผลผลิต เช่น ที่ดินหรือเครื่องจักร อุปกรณ์การเกษตรต่างๆ และโรงเรือนเลี้ยงสัตว์ เป็นต้น โดยต้นทุนคงที่อาจแยกได้เป็นต้นทุนเงินสด เช่น ค่าเช่าที่ดิน หรือค่าเช่าเครื่องจักร และต้นทุนที่ไม่เป็นเงินสด เช่น ค่าประเมินการใช้ที่ดินของตนเองทำการผลิตสินค้าเกษตร

ต้นทุนผันแปร เป็นต้นทุนที่เกิดจากการใช้ปัจจัยแปรผัน และจะผันแปรไปตามปริมาณผลผลิต ถ้าผลิตมากก็เสียมาก ผลิตน้อยเสียน้อย หรือไม่ผลิตก็ไม่ต้องเสีย โดยต้นทุนผันแปรก็ประกอบด้วยต้นทุนที่เป็นเงินสด เช่น ค่าใช้จ่ายซื้อปุ๋ย และสารเคมีกำจัดแมลง และต้นทุนที่ไม่เป็นเงินสด เช่น ค่าจ้างที่ประเมินจากการใช้แรงงานในครอบครัวในกระบวนการผลิตสินค้าเกษตร (ประยงค์, 2550)

เนื่องจากพฤติกรรมของผู้ผลิตที่ต้องการแสวงหากำไรสูงสุดนั้น ต้องค้นหาวิธีการผลิตและเทคนิคการผลิตที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุดแล้ว ยังต้องศึกษาเรื่องของต้นทุนการผลิตด้วย โดยที่ต้นทุนการผลิต มีความสัมพันธ์กับการผลิต เพราะการใช้ปัจจัยการผลิตในกระบวนการผลิต ผู้ผลิตต้องจ่ายค่าตอบแทนของการนำปัจจัยการผลิตเหล่านั้นในรูปของค่าจ้าง ค่าเช่า ดอกเบี้ยและ กำไร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved