บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

พฤกษศาสตร์ของลำไย

ลำไย (longan) จัดเป็นพืชที่อยู่ในตระกูล Sapindaceae มีชื่อวิทยาศาสตร์อยู่หลายชื่อคือ *Euphoria longana* Lam. , *Euphoria longan* Strend. , *Nephelium longana* Camb. และ *Dimocarpus longan* Lour. (พาวิน, 2543)

จำนวนโครโมโซม โครโมโซมของลำไยมีจำนวน 30 แท่ง 2n = 30 (พาวิน, 2543)

ลำต้น ลำไยมีลำต้นขนาดกลางจนถึงขนาดใหญ่ ต้นที่ขยายพันธุ์ด้วยเมล็ดมีลำต้นตรง มีความสูง 30-40 ฟุต แต่ต้นที่ขยายพันธุ์ด้วยการตอนกิ่งมักแตกกิ่งก้านสาขาใกล้ ๆ กับพื้น ทรงพุ่มต้นสวยงาม มีการแตกกิ่งก้านสาขาดี เนื้อไม้เปราะทำให้กิ่งหักง่ายกว่าต้นลิ้นจี่ เปลือกลำต้นขรุขระมีสีน้ำตาลหรือสีเทา (พาวิน, 2543)

ใบ ลักษณะของใบลำไยเป็นใบประกอบแบบขนนก (pinnately compound leaves) ความยาวใบ 20-30 เซนติเมตร ประกอบด้วยใบย่อยอยู่บนก้านใบร่วมกัน มีใบย่อย 2-5 คู่ ใบย่อยที่ปลายเป็นคู่ ใบย่อยเรียงตัวสลับหรือเกือบตรงข้าม ใบย่อยกว้าง 3-6 เซนติเมตร ยาว 7-15 เซนติเมตร รูปร่างใบเป็นรูปรีหรือรูปหอก ส่วนปลายใบและฐานใบค่อนข้างป้าน ใบด้านบนมีสีเขียวเข้มกว่าด้านล่าง ผิวด้านบนเรียบส่วนผิวด้านล่างสากเล็กน้อย ขอบใบเรียบไม่มีหยัก ใบเป็นคลื่นเล็กน้อย และเห็นเส้นแขนง (vein) แตกออกจากเส้นกลางใบชัดเจน และมีจำนวนมาก (พาวิน, 2543)

ช่อดอก เกิดเป็นช่อแบบ panicle ส่วนมากเกิดจากตาที่ปลายยอด (terminal bud) บางครั้งอาจเกิดจากตาข้างของกิ่ง ความยาวของช่อดอก 15-60 เซนติเมตร (พาวิน, 2543) รูปทรงกรวย ก้านของช่อดอกอวบ แข็งแรง เหยียดตรง แตกสาขาออกไปโดยรอบ ก้านที่แตกออกเหล่านี้เป็นที่เกิดของดอกเล็กๆ มากมาย (เกียรติเกษตร และ คณะ, 2530)

ดอก ดอกลำไยมีสีขาวหรือสีขาวออกเหลือง ขนาดเล็กมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 6-8 มิลลิเมตร ช่อดอกหนึ่ง ๆอาจมีดอก 3 ชนิด (polygamo-monoecious) คือดอกตัวผู้ (staminate flower) ดอกตัวเมีย (pistillate flower) และดอกสมบูรณ์เพศ (perfect flower) (พาวิน, 2543)

ก. ดอกตัวผู้ มีเกสรตัวผู้ 6-8 อัน เรียงเป็นชั้นเดียวอยู่บนจานรองดอก (disc) สีน้ำตาลอ่อนและมีลักษณะอุ้มน้ำ ก้านชูเกสรตัวผู้มีขน เกสรตัวผู้มีความยาวสม่ำเสมอ คือยาวประมาณ 3.5 มิลลิเมตร อับเรณูมี 2 หยักและแตกออกตามยาวเมื่ออับเรณูแก่ (longitudinal dehiscence)

ข. ดอกตัวเมีย มีเกสรตัวเมีย ประกอบด้วยรังไข่ตั้งอยู่ตรงกลางจานรองดอก รังไข่เป็นแบบ superior ovary ด้านนอกของรังไข่มีขนปกคลุมอยู่ รังไข่มี 2 พู (bicarpellate) แต่มีเพียง 1 ช่อง (locule) เท่านั้นที่เจริญเติบโตและพัฒนาจนเป็นผล ส่วนอีกพูหนึ่งค่อย ๆ ฝ่อ ในบางกรณีอาจพบพูทั้งสองเจริญจนเป็นผลได้ ก้านชูเกสรตัวเมีย ยาวประมาณ 2.5 มิลลิเมตร ยอดเกสรตัวเมีย แยกออกเป็น 2 แฉก เห็นได้ชัดเมื่อดอกบานเต็มที่ เกสรตัวผู้มีประมาณ 8 อัน ก้านเกสรตัวผู้ มีความยาวเพียง 1 มิลลิเมตร อับเรณูของเกสรตัวผู้มักฝ่อและไม่มีการปล่อยละอองเกสร แล้วค่อย ๆ แห้งตายไปหลังดอกบาน

ค. ดอกสมบูรณ์เพศ มีทั้งเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียอยู่ในดอกเดียวกัน รังไข่พองเป็นกระเปาะค่อนข้างกลม ขนาดเล็กกว่ารังไข่ของดอกตัวเมีย ยอดเกสรตัวเมียสั้นกว่าและตรงปลายแยกเพียงเล็กน้อยเมื่อดอกบาน ส่วนเกสรตัวผู้มีก้านชูเกสรยาวไม่สม่ำเสมอกัน มีความยาวอยู่ระหว่าง 1.5-3.0 มิลลิเมตร ดอกสมบูรณ์เพศสามารถติดผลได้เช่นเดียวกับดอกตัวเมีย (เรืองยศ, 2531) ดอกสมบูรณ์เพศให้ละอองเกสรที่สามารถงอกได้เช่นเดียวกับดอกตัวผู้

สัดส่วนเพศดอก

ช่อดอกหนึ่ง ๆ อาจประกอบด้วยดอกตัวผู้ ดอกตัวเมีย และดอกสมบูรณ์เพศ โดยปกติดอกตัวผู้มีมากกว่าดอกเพศอื่น ซึ่งสัดส่วนเพศดอกผันแปรตามพันธุ์ การปฏิบัติดูแลรักษา และสภาพแวดล้อมในแต่ละปี (พาวิน, 2543) มนตรีและคณะ (ไม่ระบุปีที่พิมพ์) รายงานถึงการปลูกลำไยด้วยกิ่งพันธุ์ที่ขยายด้วยเมล็ดมีสัดส่วนดอกตัวผู้ต่อดอกตัวเมียต่ำเท่ากับ 5:1 ส่วนต้นที่ปลูกด้วยกิ่งตอน มีสัดส่วนของดอกตัวผู้ต่อดอกตัวเมียสูง คือพันธุ์แห้ว 6:1 เบี้ยวเขียว 7:1 ดอและ สีชมพู 9:1 ซึ่งการมีดอกตัวเมียอยู่สูงก็มีส่วนทำให้การติดผลสูงด้วย โดยปกติพบว่าต้นที่เพาะจากเมล็ดมีการติดผลดี

การบานของดอกและการผสมเกสร

ระยะเวลาที่เริ่มเห็นช่อดอกจนถึงดอกเริ่มบานใช้เวลา 3-4 สัปดาห์ ลักษณะการบานของดอกบานจากโคนช่อไปหาปลายช่อ และการบานของช่อแขนงย่อยบานจากโคนไปหาปลายเช่นกัน ในระยะแรกของการบานพบว่าดอกตัวผู้บานมากกว่าดอกตัวเมีย ลำไยต้นหนึ่ง ๆ ใช้เวลาบาน 1-1.5 เดือน สำหรับลำดับการบานของดอกนั้นพบว่า มี 2 รูปแบบคือ รูปแบบที่ 1 ดอกตัวผู้บานก่อน โดยดอกตัวผู้บานต่อเนื่องกันตั้งแต่ดอกแรกจนถึงดอกสุดท้าย ใช้เวลา 25-28 วัน ส่วนดอกตัวเมียบานหลังดอกตัวผู้บานประมาณ 14 วัน โดยดอกแรกของดอกตัวเมียบานถึงดอกสุดท้ายบาน ใช้เวลา 5-7 วัน แต่บานสูงสุดในวันที่ 2 ของการบาน ส่วนรูปแบบที่ 2 คือ ดอกตัวเมียบานก่อน ดอกตัวเมียบานอยู่สองช่วง โดยใช้เวลาแต่ละช่วง 4-7 วัน หลังจากดอกตัวเมียบานได้ 4-6 วัน ดอกตัวผู้เริ่มบาน โดยดอกตัวผู้

ใช้เวลาตั้งแต่ดอกแรกถึงดอกสุดท้าย 15-25 วัน ดอกตัวเมียที่บานเต็มพร้อมที่รับละอองเกสร (receptive) สังเกตเห็นได้จากปลายยอดเกสรตัวเมีย (stigma lobe) แยกออกเป็น 2 แฉก (bifurcation) และมีน้ำหวาน (nectar) ที่จานรองดอก และมีช่วงเวลาในการผสมเกสรอยู่ระหว่าง 7.00-10.30 น. (วัฒนา, 2511)

การผสมเกสรโดยธรรมชาติอาจเกิดได้สองกรณีคือ การผสมข้ามดอกภายในต้นเดียว (self-pollination) และการผสมข้ามต้น (cross - pollination) การผสมทั้งสองกรณีสำเร็จได้โดยอาศัยแมลงเป็นสื่อ โดยเฉพาะอย่างยิ่งแมลงพวกผึ้ง ส่วนลมและแรงดึงดูดของโลกนั้นมีบทบาทอยู่บ้างแต่น้อยมาก การปฏิสนธิซ้อน (double fertilization) เกิดขึ้นในถุงคัพภะ (embryo sac) ประมาณ 4 วันหลังจากมีการถ่ายละอองเรณู (ฉันทนา, 2513)

ผล ผลทรงกลม หรือทรงเบี้ยว ลำไยพันธุ์กะโหลกมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2.5 เซนติเมตร ผลสุกมีสีเหลืองหรือสีน้ำตาลอมแดง ผิวเปลือกเรียบหรือเกือบเรียบ มีตุ่มแบน ๆ ปกคลุมที่ผิวเปลือกด้านนอก เปลือกบาง เนื้อ (aril) เกิดจากส่วนที่เจริญขึ้นมาจากก้านไข่อ่อน (funiculus) อยู่ระหว่างเปลือกกับเมล็ด มีสีขาวคล้ายวุ้น สีขาวขุ่นหรือสีชมพูเรื่อ ๆ แตกต่างกันไปตามพันธุ์ (พงษ์ศักดิ์ และ คณะ, 2542) และผิวหุ้มเนื้อผลส่วนนอก เจริญมาจาก outer integument ซึ่งเนื้อเยื่อส่วนนี้เป็นเนื้อเยื่อฟองน้ำ (พาวิน, 2543)

เมล็ด มีลักษณะกลมจนถึงกลมแบน เมื่อยังไม่แก่มีสีขาวแล้วค่อย ๆ เปลี่ยนเป็นสีดำมัน มีลักษณะคล้ายตามังกร (dragon' s eye) ส่วนของเมล็ดที่ติดกับขั้วผล มีวงกลมสีขาว ๆ บนเมล็ด (placenta) วงกลมสีขาวมีขนาดเล็กหรือใหญ่ต่างกันไปตามพันธุ์ (พาวิน, 2543)

การเจริญเติบโตทางกิ่งใบ (Vegetative Growth)

ลำไยที่อยู่ในระยะต้นกล้าและต้นลำไยที่ปลูกด้วยกิ่งตอนที่ยังไม่ให้ผลผลิตมีการผลิใบอ่อน 3-5 ครั้งต่อปี ส่วนต้นที่ให้ผลผลิตและมีอายุมากมีการผลิใบก่อนการออกดอก 1-2 ครั้ง การผลิใบครั้งแรกเกิดขึ้นหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต 3-4 สัปดาห์ ลำไยเริ่มผลิใบตรงกับช่วงฤดูฝน (กันยายน-ตุลาคม) (มัลลิกา, 2536) การผลิใบครั้งที่สองอาจเกิดขึ้นอีกครั้งในช่วงฤดูหนาว สภาพของอุณหภูมิทั้งในดินและอากาศต่ำ มีผลทำให้การเจริญของยอดใหม่ใช้เวลานานกว่าครั้งแรกประมาณ 2 เท่า (ตระกูล, 2533) สำหรับต้นลำไยพันธุ์ต่าง ๆ ที่มีอายุมากกว่า 30 ปี ที่ปลูกในสาขาไม้ผล คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ พบว่ามีการผลิใบอ่อนเพียงครั้งเดียวเท่านั้นก็สามารถออกดอกได้

ส่วนต้นที่มีอายุน้อยส่วนใหญ่ผลิใบอ่อนประมาณ 2 ครั้ง ก่อนออกดอก แต่อย่างไรก็ตามการผลิใบอาจเกิดได้ถึง 3 ครั้งในต้นที่มีอายุมาก แต่มักพบในต้นที่มีการออกดอกเว้นปี (พาวิน, 2543)

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตทางกิ่งใบ

1. ชนิดและพันธุ์พืช

พืชหลายชนิดหยุดการเจริญทางกิ่งก้านสาขาเมื่อมีการสร้างดอกและผล เช่น ในกรณีข้าวโพด หรือธัญญพืชอื่น ๆ การออกดอกเป็นสัญญาณที่แสดงให้รู้ว่าส่วนอื่น ๆ ของพืชหยุดการเจริญเติบโต แต่ในกรณีของฝ้าย การเจริญของกิ่งก้านเจริญไปพร้อม ๆ กับการออกดอก (ดนัย, 2539)

2. อายุของพืช

การเจริญเติบโตของพืชในระยะแรกเกิดขึ้นอย่างช้า ๆ เพราะพืชยังมีขนาดเล็ก มีจำนวนเซลล์ไม่มาก แต่เมื่อพ้นระยะนี้แล้วพืชมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว (ดนัย, 2539) นอกจากนั้น อายุพืชมีความสัมพันธ์กับขนาดของต้นพืช ซึ่งเกี่ยวข้องกับปริมาณอาหารสะสมในพืช (สมบุญ, 2538)

3. แสง

สิ่งมีชีวิตทุกชนิดต้องการพลังงานแสงเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตและรักษาสภาพให้คงอยู่ แสงมีความจำเป็นต่อกระบวนการเจริญเติบโตและการพัฒนาของพืช และบางครั้งอาจไม่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์แสงเลย (ดนัย, 2539)

4. อุณหภูมิ

ปัจจัยที่สำคัญมากอีกปัจจัยหนึ่ง คือ อุณหภูมิ อุณหภูมิต่ำมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับของฮอร์โมนภายในพืช และทำให้พืชชะงักการเจริญเติบโตทางกิ่งใบ (พีรเดช, 2537) ในมะคาดาเมีย พบว่าในช่วงฤดูหนาวที่มีอุณหภูมิต่ำ การเจริญทางกิ่งใบเกิดได้ไม่เต็มที่ (Stephenson and Cull, 1986)

5. ความชื้นในดิน

ในสภาพแล้ง ความชื้นต่ำ ต้นพืชชะงักการเจริญเติบโตทางกิ่งใบ และเกิดการสะสมอาหารในต้นมากขึ้น (พีรเดช, 2537) Chaitrakulsup *et al.* (1989) รายงานว่า การพ่น SADH และ MH ให้กับต้นลำไยเพื่อกระตุ้นการแตกใบอ่อนของยอด พบว่า ต้นที่ปลูกในสวนที่แห้งแล้ง เกิดการแตกใบอ่อนของยอดได้ช้ากว่าต้นที่ปลูกในสวนที่ชื้น

6. ฮอร์โมน

ฮอร์โมนที่พืชสร้างขึ้นเกี่ยวข้องกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ ทั้งภายในและภายนอกของต้นพืช เพราะปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้มีผลต่อระดับฮอร์โมนและการสร้างฮอร์โมนพืช (สมบุญ, 2538) ในมะม่วง พบว่า ระดับของจิบเบอเรลลินใน xylem sap มีปริมาณสูงในระยะ leaf differentiation (Chen, 1987) และพบว่าปริมาณของไซโตไคนินเพิ่มขึ้นใน xylem sap ในระยะที่มีการสร้างตาดอกและระยะที่ดอกบาน (Chen, 1990)

7. ปริมาณธาตุอาหารในพืช

ปริมาณไนโตรเจนในต้นสูงช่วยส่งเสริมการสร้างใบและกิ่ง (สมบุญ, 2538) ในการผลิตลิ้นจี่มีปัญหา คือ การขาดแคลนธาตุอาหาร แต่ผลผลิตต่ำอาจเนื่องมาจากการเจริญเติบโตทางกิ่งใบมากเกินไปในช่วงฤดูหนาว เพราะมีปริมาณของไนโตรเจนมากเกินไป (Menzel and Simpson, 1987) Menzel *et al.* (1994) พบว่า ลิ้นจี่อายุ 4 ปี มีผลผลิตต่ำ เนื่องมาจากการเจริญเติบโตในช่วง 2 ปีแรกไม่สมบูรณ์ ปริมาณของไนโตรเจนในช่อดอก ใบ และกิ่งเล็กมีปริมาณต่ำ

การเจริญทางดอกและผล (Reproductive Growth)

ลำไยที่ปลูกด้วยกิ่งตอนที่มีสภาพของต้นสมบูรณ์ เริ่มออกดอกในปีที่ 2 โดยการผลิช่อดอกส่วนใหญ่เกิดตรงส่วนยอด ภายในต้นเดียวกันอาจผลิดอกไม่พร้อมกันทั้งต้นโดยเริ่มแทงช่อดอกราว ๆ ปลายเดือนธันวาคมถึงต้นเดือนกุมภาพันธ์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพันธุ์ พื้นที่ปลูก และสภาพแวดล้อมในแต่ละปี สำหรับนิสัยการออกดอกของลำไยนั้นมักออกดอกไม่สม่ำเสมอ (irregular bearing) บางปีออกดอกมาก (on year) บางปีออกดอกน้อย (off year) (พาวิน, 2543) นักวิจัยหลายท่านได้กล่าวถึงปัจจัยที่อาจเกี่ยวข้องกับการออกดอกของลำไยไว้ดังนี้

1. ความสมบูรณ์ของต้น (Tree Health)

ลำไยเป็นพืชที่ใช้เวลาตั้งแต่ออกดอกถึงผลแก่ นาน 6-7 เดือน ทำให้ใช้อาหารสำหรับเลี้ยงผลในปริมาณมาก โดยเฉพาะในปีที่ติดผลดกทำให้มีระยะเวลาในการพักฟื้นและสะสมอาหารสั้น หากการดูแลรักษาไม่ดีพอทำให้ต้นไม่สมบูรณ์และยิ่งสภาพแวดล้อมไม่เอื้ออำนวย มีผลทำให้ออกดอกน้อยในปีถัดไป (พาวิน, 2543)

2. พันธุ์ (Cultivar)

พืชต่างพันธุ์กันมีความสามารถในการออกดอกไม่เท่ากัน (พีรเดช, 2537) ลำไยแต่ละพันธุ์มีความยากง่ายในการออกดอกที่ต่างกัน แม้อยู่ในสภาพแวดล้อมเดียวกัน (สมบุญ; 2538) เช่น พันธุ์ใบดำ

อีดอ มีนิสัยการออกดอกค่อนข้างสม่ำเสมอ ส่วนพันธุ์เบี้ยวเขียวและแห้ว มักออกดอกไม่สม่ำเสมอ ลำไยบางพันธุ์มีนิสัยการออกดอกง่ายและออกดอกมากกว่าหนึ่งครั้งต่อปี เช่น พันธุ์เพชรสาครทะวาย (พาวิน, 2543)

3. การเจริญทางกิ่งใบ (Vegetative Growth)

พืชต้องมีการเจริญเติบโตทางกิ่งใบจนถึงช่วงอายุที่เหมาะสมจึงมีการสร้างดอก อายุพืชมีความสัมพันธ์กับขนาดของต้นพืช เมื่อพืชเจริญเติบโตขึ้นมีการสะสมอาหารมากขึ้น แต่เดิมเชื่อว่าสัดส่วน C/N มีผลต่อการกระตุ้นตาดอก (สมบุญ, 2538) ปัจจุบันทฤษฎีนี้ไม่เป็นที่ยอมรับ เนื่องจากการวัดค่าสัดส่วน C/N ได้วัดรวมถึงคาร์โบไฮเดรตในส่วนที่เป็นวัตถุดิบ พลังงาน และคาร์โบไฮเดรตในส่วนที่เป็นโครงสร้างด้วย (Bernier *et al.*, 1985) โดยทั่วไปต้นลำไยที่มีอายุมากผลิใบจำนวน 1 ครั้งก็สามารถออกดอกได้ (ปฐม, 2535) แต่ถ้าเป็นต้นลำไยที่มีอายุน้อยอาจผลิใบใหม่ได้ถึง 2-3 ครั้ง ซึ่งจากข้อมูลดังกล่าวเห็นได้ว่าไม่ว่าต้นลำไยผลิใบหนึ่งครั้งหรือหลาย ๆ ครั้งก็สามารถออกดอกได้ แต่สิ่งที่สำคัญคือจังหวะของการผลิใบอ่อนครั้งสุดท้าย ใบและยอดของลำไยต้องแก่ให้ทันก่อนที่อากาศหนาวเย็นมากระทบ อเนก (2539) พบว่าต้นลำไยที่ผลิใบอ่อนในช่วงฤดูหนาวซึ่งเป็นระยะที่ใกล้ช่วงเวลาของการออกดอกทำให้ออกดอกได้น้อย และช้ากว่าต้นที่ไม่ผลิใบในช่วงเวลาดังกล่าว ถึงแม้ว่าได้รับอุณหภูมิต่ำที่เหมาะสมต่อการชักนำการออกดอกก็ตาม เช่นเดียวกับต้นลิ้นจี่ที่ผลิใบในช่วงกลางเดือนพฤศจิกายน พบว่าไม่สามารถออกดอกได้ แต่ถ้าปลิดยอดอ่อนทิ้ง ต้นลิ้นจี่สามารถแทงช่อดอกได้ (พาวิน, 2541)

4. อุณหภูมิ (Temperature)

ปัจจัยหลักที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการเกิดตาดอกของลำไย คือ อุณหภูมิ โดยสังเกตได้ว่า ในปีที่มีอากาศหนาวเย็นมากและยาวนาน สามารถชักนำให้ลำไยทั้งต้นที่อุดมสมบูรณ์และต้นที่ทรุดโทรมออกดอกได้ แต่ในทางตรงกันข้าม ถ้าสภาพอุณหภูมิต่ำสลับกับอุณหภูมิสูง ลำไยออกดอกน้อยทั้ง ๆ ที่ต้นสมบูรณ์ (พาวิน, 2543) พิชัย (2532) พบว่าลำไยต้องการช่วงอุณหภูมิประมาณ 15 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 10-15 วัน เพื่อกระตุ้นให้ออกดอก นอกจากนี้ยังมีรายงานการศึกษาถึงระดับของอุณหภูมิกลางวัน/กลางคืนที่ 15/15 องศาเซลเซียส หรือ 20/10 องศาเซลเซียส กับลำไยพันธุ์แห้ว พบว่าต้นลำไยสามารถสร้างตาดอกได้เมื่อได้รับอุณหภูมิดังกล่าวนาน 4 สัปดาห์ (Jarassamrit, 2000) บทบาทของอุณหภูมิต่อการออกดอกนั้น เชื่อกันว่าอุณหภูมิต่ำมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับฮอร์โมนในพืช และทำให้พืชชะงักการเจริญเติบโตทางกิ่งใบ จึงมีผลกระตุ้นการออกดอกได้ (พีรเดช, 2537)

5. การขาดน้ำ (Water Stress)

สภาพที่พืชขาดน้ำหรือเกิดความเครียดเนื่องจากน้ำ เป็นตัวชักนำให้เกิดการสร้างตาดอก (สมบุญ, 2538) ในลิ้นจี่ซึ่งเป็นพืชตระกูลเดียวกับลำไยนั้น Chaikiattiyos *et al.* (1994) รายงานว่าสภาพการขาดน้ำเพียงอย่างเดียวไม่สามารถชักนำให้ลิ้นจี่ออกดอกได้ เขาพบว่าอุณหภูมิต่ำกว่า 20 องศาเซลเซียส จำเป็นสำหรับการออกดอกของลิ้นจี่ และไม่สามารถทดแทนได้ด้วยการงดน้ำ ในกรณีของลำไยอาจให้ผลคล้ายกัน รวี (2540) ได้กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาวเย็น ความสมบูรณ์ของต้น และสภาพการขาดน้ำต่อการออกดอกว่าถ้าหากปีใดมีอุณหภูมิต่ำมากและยาวนาน อิทธิพลของความหนาวเย็นที่ได้รับสามารถข่มปัจจัยอื่นได้ทั้งหมด

6. ฮอร์โมนภายในต้น (Plant Hormones)

สิ่งแวดล้อมมีผลต่อการสร้างฮอร์โมนพืช และระดับของฮอร์โมนแต่ละชนิด แต่เดิมเชื่อว่าเวอร์นาลิน (vernalin) อาจเป็นสารเริ่มต้นของการสร้างสารกระตุ้นการออกดอก หรือฟลอริเจน (florigen) แต่ปัจจุบันยังไม่ทราบแน่นอนว่าสารนี้คืออะไร (สมบุญ, 2538) ดังนั้นในปัจจุบันทฤษฎีฟลอริเจน จึงไม่เป็นที่ยอมรับของนักวิทยาศาสตร์โดยทั่วไป (Kinet *et al.*, 1985) การออกดอกของไม้ผลยืนต้นหลายชนิดถูกควบคุมโดยปริมาณจิบเบอเรลลินและเอทธิลีนที่พืชสร้างขึ้น ในช่วงที่มีการออกดอก พบว่าปริมาณจิบเบอเรลลินลดระดับลงและมีการสร้างเอทธิลีนมากขึ้น (พีรเดช, 2537) มีรายงานถึงการศึกษาปริมาณฮอร์โมนที่คาดว่าเกี่ยวข้องกับการออกดอกของลำไย โดย Huang (1996) พบว่าระดับฮอร์โมนภายในต้นลำไยที่เอื้อต่อการชักนำให้เกิดการสร้างตาดอก คือมีระดับของไซโตไคนิน (isopentenyladenosine) สูง แต่มีระดับของจิบเบอเรลลิน (GA_3) และแอบซิสสิคแอซิด (ABA) ต่ำ นอกจากนี้ Chen *et al.* (1997) ได้วิเคราะห์ปริมาณไซโตไคนินในยอดลำไยในระยะต่าง ๆ พบว่าไซโตไคนินทั้งหมดมีปริมาณต่ำในระยะที่ลำไยผลิใบอ่อน แต่มีปริมาณสูงในระยะสร้างตาดอก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง zeatin, zeatin riboside, isopentenyladenosine และ isopentenyladenine นพพร (2539) ได้ศึกษาถึงปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินในยอดลำไยก่อนการออกดอก พบว่าช่วงก่อนออกดอกปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินลดลง และลดลงต่ำสุดจนไม่สามารถตรวจพบในสัปดาห์ที่มีการออกดอก อย่างไรก็ตามเคยมีผู้ทดลองใช้สารพาโคลบิวทราโซลซึ่งเป็นสารยับยั้งการสร้างจิบเบอเรลลิน กลับไม่สามารถชักนำให้ลำไยออกดอกได้ Chen (1990) พบว่าปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินเริ่มลดลงตามลำดับตั้งแต่ช่วงการพักตัวของตา ช่วง 30 วันก่อนการสร้างตาดอก ช่วงการสร้างตาดอก และช่วงดอกบาน นอกจากนั้นแล้วยังมีการศึกษาปริมาณฮอร์โมนใน xylem sap ของลิ้นจี่พันธุ์ Hey Yeh พบว่ามีปริมาณจิบเบอเรลลินสูงในช่วงแตกใบอ่อน ส่วนการศึกษาในมะม่วงพันธุ์

Irwin ก็พบว่าปริมาณฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของยอด และการพัฒนาของตาดอก มีปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินสูงในช่วงแตกใบอ่อน (Chen, 1987) Chaitrakulsup (1981) ศึกษาปริมาณ Total Nitrogen (TN) ในลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวย พบว่าปริมาณ TN ในใบมีปริมาณสูงขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงสัปดาห์ที่ 9 ก่อนการแตกใบอ่อนหลังจากนั้นลดลง นอกจากนี้ Menzel and Simpson (1994) ยังรายงานว่าปริมาณไนโตรเจนในใบมีความสัมพันธ์กับการแตกใบอ่อนและการออกดอก (ประหยัด, 2529) แสดงให้เห็นว่าการลดระดับของจิบเบอเรลลินเพียงอย่างเดียวนั้นไม่สามารถชักนำให้ลำไยออกดอกได้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าการออกดอกของลำไยควบคุมด้วยสมดุลย์ของฮอร์โมนหลาย ๆ ชนิด

การพัฒนาของดอก

เกิดจาก 3 กระบวนการต่อเนื่องกัน คือ

1. การชักนำหรือกระตุ้นให้เกิดดอก ขั้นตอนนี้เป็นการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาซึ่งมองไม่เห็น อันเป็นผลจากกระบวนการเมแทบอลิซึม (metabolism) ของเนื้อเยื่อเจริญ (เทียมใจ, 2542) เกิดขึ้นเมื่อพืชอยู่ในระยะการเจริญเติบโตเต็มที่ (mature) นั่นคือ ความพร้อมของอายุนอกเหนือจากการสะสมอาหารและสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสามารถตอบสนองต่อการกระตุ้นจากปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ เช่น แสง อุณหภูมิ ทำให้กระบวนการสร้างสารเมแทบอไลท์ต่าง ๆ ภายในเซลล์ เพื่อสังเคราะห์ฮอร์โมนที่กระตุ้นการออกดอก และลำเลียงฮอร์โมนนี้ไปยังส่วนเนื้อเยื่อที่ตาหรือยอดเพื่อเปลี่ยนเป็นตาดอก (สมบุญ, 2538) ในช่วงนี้มีการสังเคราะห์ DNA เพิ่มขึ้น และเกิดการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส ทำให้มีจำนวนเซลล์มากขึ้น (เทียมใจ, 2542)

2. การก่อให้เกิดรูปร่างของดอก การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของ apical meristem ซึ่งต่างไปจากของใบ คือแทนที่ apical meristem นูนสูงขึ้นไป การเจริญบริเวณยอดสุดแบนราบลง เนื่องจากเซลล์ใต้ epidermis แบ่งตัวแบบขนานกับผิว และเกิดปุ่มเล็ก ๆ เป็นจุดเริ่มต้นของดอก (เทียมใจ, 2542)

3. การเจริญของดอก ตาดอกเริ่มสร้างส่วนประกอบของดอก (นิตย์, 2542) โดยมีการแบ่งตัวของเซลล์ทั้งแบบขนานและแบบตั้งฉากกับผิว เกิดเป็นส่วนที่ยื่นป่องออกมาเป็นกลีบเลี้ยงและกลีบดอก จากนั้นจึงมีเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมีย เกิดขึ้นตามลำดับ ซึ่งขั้นตอนการเกิดและการเจริญของดอกในพืชชนิดต่าง ๆ มีรายละเอียดแตกต่างกันออกไป (เทียมใจ, 2542)

พันธุ์ลำไยที่ปลูกในประเทศไทย

พาวิน (2543) กล่าวถึงพันธุ์ลำไยที่ปลูกในประเทศไทยว่า พันธุ์ลำไยที่พบในปัจจุบันอาจแบ่งได้ 2 ชนิด ตามลักษณะการเจริญเติบโต ลักษณะของผล เนื้อ เมล็ด และรสชาติ คือ

ก. ลำไยเครือหรือลำไยเถา ลำไยชนิดนี้มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Euphoria scandens* Winit Kerr. หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า *Dimocarpus longan* var. *obtusus* มีลำต้นเลื้อยคล้ายเถาวัลย์ ทรงพุ่มต้นคล้ายต้นเฟื่องฟ้า ลำต้นไม่มีแก่น (pith) ใบขนาดเล็กและสั้น ผลเล็ก ผิวผลสีชมพูปนน้ำตาล เมล็ดใหญ่ เนื้อผลบาง มีกลิ่นคล้ายกำมะถัน ปลูกไว้สำหรับเป็นไม้ประดับมากกว่าที่ใช้เพื่อรับประทานผล

ข. ลำไยต้น แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

- ลำไยพื้นเมืองหรือลำไยกระดูก ออกดอกประมาณเดือนธันวาคมถึงต้นมกราคม และเก็บเกี่ยวผลได้ประมาณกลางเดือนกรกฎาคมถึงต้นเดือนสิงหาคม ให้ผลดก ผลมีขนาดเล็ก ขนาดของผลเฉลี่ยกว้าง 1.8 เซนติเมตร หนา 1.6 เซนติเมตร สูง 1.7 เซนติเมตร รูปร่างของผลค่อนข้างกลม ผิวสีน้ำตาล เปลือกหนา เนื้อบางสีขาวใส ปริมาณน้ำตาล 19% เมล็ดใหญ่ เปลือกลำต้นขรุขระมาก ต้นตั้งตรง สูง 20-30 เมตร ใบขนาดเล็กกว่าลำไยกะโหลก มักพบตามป่าของจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย มีอายุยืนมาก ปัจจุบันไม่นิยมปลูกเนื่องจากผลเล็ก

- ลำไยกะโหลก เป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกกันมาก เพราะผลใหญ่ เนื้อหนาและมีรสหวาน ปริมาณน้ำตาลประมาณ 16-24% มีอยู่ด้วยกันหลายพันธุ์แต่ละพันธ์มีคุณลักษณะพิเศษแตกต่างกันพันธุ์ลำไยกะโหลกที่ปลูกในประเทศไทยได้แก่

1) พันธุ์ดอหรืออีดอ

เป็นลำไยพันธุ์เบา คือออกดอกและเก็บผลก่อนพันธุ์อื่น ชาวสวนนิยมปลูกมากที่สุด เพราะเก็บเกี่ยวได้ก่อน ทำให้ได้ราคาดี ตลาดต่างประเทศนิยม สามารถจำหน่ายทั้งผลสดและแปรรูปทำลำไยกระป๋องและลำไยอบแห้ง เป็นพันธุ์ที่เจริญเติบโตดีโดยเฉพาะในดินที่อุดมสมบูรณ์ และมีน้ำพอเพียง ทนแล้งและทนน้ำได้ดีปานกลาง พันธุ์ดอ แบ่งตามสีของยอดอ่อนได้ 2 ชนิด คือ อีดอยอดแดง เจริญเติบโตดีมากเมื่อเปรียบเทียบกับอีดอยอดเขียว ลำต้นแข็งแรง ไม่ฉีกหักง่าย เปลือกลำต้นสีน้ำตาลปนแดง ใบอ่อนมีสีแดง ปัจจุบันอีดอยอดแดงไม่ค่อยนิยมปลูก เนื่องจากออกดอกติดผลไม่ดี และเมื่อผลสุกถ้าเก็บไม่ทัน ผลร่วงเสียหายมาก และอีดอยอดเขียว มีลักษณะต้นคล้ายอีดอยอดแดง ใบอ่อนเป็นสีเขียว ออกดอกติดผลง่ายแต่อาจไม่สม่ำเสมอ

นอกจากนี้ลำไยพันธุ์อีดอยังแบ่งตามลักษณะของก้านช่อผลได้อีก 2 ชนิด คือ อีดอก้านอ่อน ก้านช่อผลมีลักษณะอ่อน เปลือกผลบาง และอีดอก้านแข็ง ก้านช่อผลมีลักษณะแข็ง เปลือกผลหนา

ลำไยพันธุ์ดอให้ผลขนาดค่อนข้างใหญ่ ขนาดผลเฉลี่ยกว้าง 2.7 เซนติเมตร หนา 2.4 เซนติเมตร สูง 2.5 เซนติเมตร ทรงผลกลมแป้น เบี้ยว ยกบ่าข้างเดียว ผิวสีน้ำตาล มีกระหรือตาห่าง สีน้ำตาลเข้ม เนื้อค่อนข้างเหนียว สีขาวขุ่น ปริมาณน้ำตาล 20% เมล็ดขนาดใหญ่ปานกลาง รูปร่างแบนเล็กน้อย

2) พันธุ์ชมพูหรือสีชมพู

เป็นลำไยพันธุ์กลาง จัดว่าเป็นพันธุ์ที่รสชาติดี นิยมรับประทานในประเทศ พุ่มต้นสูงโปร่ง กิ่งเปราะหักง่าย การเจริญเติบโตดี ไม่ทนแล้ง เกิดดอกติดผลง่ายปานกลาง การติดผลไม่สม่ำเสมอ ช่อผลยาว

ลำไยพันธุ์ชมพูให้ผลขนาดใหญ่ปานกลาง ขนาดผลเฉลี่ย กว้าง 2.9 เซนติเมตร หนา 2.6 เซนติเมตร และสูง 2.7 เซนติเมตร ทรงผลค่อนข้างกลม เบี้ยวเล็กน้อย ผิวสีน้ำตาลอมแดง ผิวเรียบ มีกระสีคล้ำตลอดผล เปลือกหนาแข็ง และเปราะ เนื้อหนาปานกลาง นิ่มและกรอบ สีชมพูเรื่อ ๆ ยิ่งผลแก่จัดสีของเนื้อยิ่งเข้ม เนื้อล่อน รสหวาน กลิ่นหอม ปริมาณน้ำตาลประมาณ 21-22% เมล็ดค่อนข้างเล็ก

3) พันธุ์ใบดำหรืออีดำหรือกะโหลกใบดำ

เป็นลำไยพันธุ์กลาง ลักษณะเด่นคือ ออกดอกติดผลสม่ำเสมอ เจริญเติบโตดีมาก ทนแล้งและน้ำได้ดี แต่มีข้อเสียคือ ขณะที่ผลโตเต็มที่ผลเล็กกว่าพันธุ์อื่น ๆ ทั้งนี้เพราะความดกมาก เมื่อผลแก่จัดมักมีเชื้อราติดที่เปลือก ปัจจุบันความนิยมพันธุ์นี้ลดลงอาจเนื่องมาจากคุณภาพที่ไม่ค่อยดี จึงจำหน่ายได้ในราคาต่ำ แต่น่าสนใจด้านการปรับปรุงพันธุ์เนื่องจากออกดอกติดผลดี

ลำไยพันธุ์ใบดำให้ผลขนาดใหญ่ปานกลาง ขนาดผลเฉลี่ยกว้าง 2.8 เซนติเมตร หนา 2.3 เซนติเมตร สูง 2.3 เซนติเมตร ทรงผลค่อนข้างกลม แบนและเบี้ยวเล็กน้อย ผิวสีน้ำตาลขรุขระ เปลือกหนาและเหนียว ทนทานต่อการขนส่ง เนื้อหนาปานกลาง สีขาวครีม รสหวาน ปริมาณน้ำตาลประมาณ 20% เมล็ดขนาดเล็ก รูปร่างค่อนข้างยาวและแบน

4) พันธุ์แดงหรืออีแดงกลม

เป็นลำไยพันธุ์กลาง ลักษณะเฉพาะของพันธุ์นี้คือ ผลกลม เนื้อมีกลิ่นคาวคล้ายกำมะถัน ทำให้คุณภาพของผลไม่ค่อยดี การเจริญเติบโตดีปานกลาง ไม่ทนแล้งและไม่ทนน้ำขังจึงล้มง่าย มักยืนต้นตายเมื่อเกิดสภาพน้ำขัง หรือปีที่ติดผลดก ลักษณะประจำพันธุ์อีกอย่างหนึ่งของพันธุ์นี้คือ เมื่ออยู่ในระยะออกดอกใบที่บริเวณใกล้ช่อดอกมักเหลืองและร่วงหล่น เกิดดอกและติดผลง่าย ติดผลค่อนข้างคงที่

ลำไยพันธุ์แดงให้ผลขนาดใหญ่ปานกลาง ขนาดผลเฉลี่ยกว้าง 2.6 เซนติเมตร หนา 2.5 เซนติเมตรและสูง 2.5 เซนติเมตร ขนาดผลค่อนข้างสม่ำเสมอ ทรงผลกลม ผิวสีน้ำตาลอมแดง ผิวเรียบ

เปลือกบาง เนื้อหนาปานกลาง สีขาวครีม เนื้อเหนียว มีน้ำมากจึงมักแฉะ ปริมาณน้ำตาลประมาณ 17% เมล็ดรูปร่างป้อม จุกใหญ่มาก

5) พันธุ์เหลืองหรืออีเหลือง

มีทรงพุ่มค่อนข้างกลม ออกผลดก กิ่งเปราะจึงหักง่ายเมื่อมีผลดกมาก ๆ ผลค่อนข้างกลม ขนาดผลเฉลี่ยกว้าง 2.4 เซนติเมตร หนา 2.3 เซนติเมตร สูง 2.3 เซนติเมตร เนื้อสีขาวนวล มีปริมาณน้ำตาลประมาณ 20-21% เมล็ดกลม

6) พันธุ์พวงทอง

เป็นพันธุ์ที่มีช่อดอกขนาดใหญ่ กว้าง 18.6 เซนติเมตร ยาว 29.3 เซนติเมตร ขนาดผลเฉลี่ยกว้าง 2.5 เซนติเมตร หนา 2.3 เซนติเมตร สูง 2.4 เซนติเมตร ผลทรงค่อนข้างกลมและเบี้ยวเล็กน้อย ผิวสีน้ำตาลมีกระสีน้ำตาล เนื้อหนากรอบ สีขาวครีม รสหวาน ปริมาณน้ำตาลประมาณ 22% เมล็ดขนาดปานกลางและแบน

7) พันธุ์แห้วหรืออีแห้ว

เป็นลำไยพันธุ์หนัก ลำต้นไม่ค่อยแข็งแรง กิ่งเปราะหักง่าย เปลือกลำต้นสีน้ำตาลปนแดงและเขียว เป็นพันธุ์ที่เจริญเติบโตดีมาก ทนแล้งได้ดี พันธุ์แห้วแบ่งได้ 2 ชนิด คือ แห้วยอดแดงและแห้วยอดเขียว ลักษณะที่แตกต่างกันที่สีของใบอ่อนหรือยอด แห้วยอดแดงมีใบอ่อนหรือยอดเป็นสีแดง แห้วยอดเขียวมีใบอ่อนหรือยอดเป็นสีเขียว เกิดดอกและติดผลค่อนข้างยากอาจให้ผลเว้นปี ช่อดอกสั้น ขนาดผลในช่อมักไม่สม่ำเสมอกัน

ลำไยพันธุ์แห้วให้ผลขนาดใหญ่หรือปานกลาง ขนาดผลเฉลี่ยกว้าง 2.8 เซนติเมตร หนา 2.6 เซนติเมตร สูง 2.6 เซนติเมตร กลมและเบี้ยว ฐานผลปุ่ม ผิวสีน้ำตาล มีกระสีคล้ำตลอดผล เมื่อจับรู้สึกสากมือ เปลือกหนามาก เนื้อหนาแน่น แห้งและกรอบ สีขาวขุ่น รสหวานแหลม กลิ่นหอม มีน้ำปานกลาง เมล็ดขนาดค่อนข้างเล็ก แห้วยอดแดงออกดอกง่ายกว่าแห้วยอดเขียว และมีเนื้อสีค่อนข้างขุ่นน้อยกว่า จึงนิยมปลูกกันมากกว่า แห้วยอดเขียว

8) พันธุ์เบี้ยวเขียวหรืออีเบี้ยวเขียว

เป็นลำไยพันธุ์หนักที่เก็บผลผลิตได้ช้ากว่าพันธุ์อื่น ๆ เจริญเติบโตดี ทนแล้งได้ดี แต่มักอ่อนแอต่อโรคพุ่มไม้กวาด ออกดอกยาก มักเว้นปี ช่อผลหลวม สีของผลเมื่อมีขนาดเล็กสีเขียว พันธุ์เบี้ยวเขียวแบ่งได้ 2 ชนิด เบี้ยวเขียวก้านแข็ง หรือเบี้ยวเขียวป่าเส้า และเบี้ยวเขียวก้านอ่อน หรือเบี้ยวเขียวเชียงใหม่ เบี้ยวเขียวก้านแข็งให้ผลไม่ดก แต่ผลขนาดใหญ่มาก ติดผลน้อย อ่อนแอต่อโรคพุ่มไม้กวาด ไม่ค่อยนิยมปลูก ส่วนเบี้ยวเขียวก้านอ่อนให้ผลดกเป็นพวงใหญ่ ผลขนาดใหญ่

ลำไยพันธุ์เบี้ยวเขียวให้ผลมีขนาดใหญ่ ขนาดผลเฉลี่ยกว้าง 3.0 เซนติเมตร หนา 2.6 เซนติเมตร และสูง 2.8 เซนติเมตร ทรงผลกลมแบน และเบี้ยวมากเห็นได้ชัด ผิวสีเขียวอมน้ำตาล ผิวเรียบ เปลือกหนาและเหนียว เนื้อหนาแห้ง กรอบ ล่อนง่าย สีขาว น้ำน้อย รสหวานแหลม กลิ่นหอม ปริมาณน้ำตาลประมาณ 22% เมล็ดค่อนข้างเล็ก

9) พันธุ์เพชรสาครทะวาย

จัดว่าเป็นลำไยพันธุ์ทะวายคือ สามารถออกดอกมากกว่าหนึ่งครั้งต่อปี ลักษณะของลำไยพันธุ์นี้มีใบขนาดเล็ก เรียวแหลม ออกดอกและให้ผลผลิตปีละ 2 รุ่น คือ รุ่นแรกออกดอกราวเดือนธันวาคม-มกราคม และเก็บผลผลิตได้ประมาณเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน รุ่นที่สองออกดอกราวเดือนกรกฎาคมถึงสิงหาคม เก็บเกี่ยวผลได้ในเดือนธันวาคม-มกราคม

ผลกลม เปลือกบาง ขนาดผลกว้างเฉลี่ย 2.7 เซนติเมตร สูง 2.5 เซนติเมตร หนา 2.6 เซนติเมตร เนื้อมีสีขาว ปริมาณน้ำตาล 18-20% เมล็ดกว้าง 1.3 เซนติเมตร สูง 1.5 เซนติเมตร หนา 1.1 เซนติเมตร

10) พันธุ์ปู่มาตีนโค้ง

ผลขนาดใหญ่ สีเขียว ให้ผลดก แต่คุณภาพและรสชาติไม่ดี มีกลิ่นคาว นอกจากนี้ยังเป็นพันธุ์อ่อนแอต่อโรคพุ่มไม้กวาด ปัจจุบันพันธุ์นี้ลดลงอย่างมาก คงมีแต่สวนเก่า ๆ ซึ่งมีเพียงไม่กี่ต้นเท่านั้น

11) พันธุ์ตลับนาก

ผลใหญ่ ค่อนข้างกลม ผิวเปลือกเรียบ เนื้อหนา สีขาวใส เมล็ดเล็ก รสไม่ค่อยหวานจัด

นอกจากพันธุ์ดังกล่าวข้างต้นยังมีลำไยอีกหลาย ๆ พันธุ์ที่มีการสำรวจพบ แต่ยังไม่ได้ปลูกแพร่หลาย ได้แก่ พันธุ์ใบหยก อีสร้อย บ้านโฮ่ง 60 ดอหลวง และ ดอแก้วยี่ เป็นต้น

สำหรับพันธุ์ลำไยที่มีการส่งเสริมให้มีการปลูกกันมากในปัจจุบันมีอยู่ 4 พันธุ์คือ พันธุ์ดอ แห้ว ชมพู และเบี้ยวเขียว

แนวทางการควบคุมการออกดอกของลำไย

1. การเลือกพันธุ์ปลูก (Cultivars)

พันธุ์ที่ออกดอกติดผลง่ายและออกดอกทะวายในขณะนี้ก็คือ พันธุ์เพชรสาครทะวาย ลักษณะของลำไยพันธุ์นี้มีใบเล็ก เรียวแหลม ออกดอกและให้ผลผลิตปีละ 2 รุ่นคือรุ่นแรกออกดอกราวเดือนธันวาคมถึงมกราคมและเก็บเกี่ยวผลประมาณเดือนพฤษภาคมถึงเดือนมิถุนายน รุ่นที่สองออกดอกราวเดือนกรกฎาคมถึงสิงหาคม และเก็บเกี่ยวผลผลิตประมาณเดือนธันวาคมถึงมกราคม (พาวิน, ไม่ระบุปีที่พิมพ์) แต่อย่างไรก็ตามลำไยพันธุ์นี้ถึงแม้ติดผลสม่ำเสมอแทบทุกปี แต่ก็ไม่เป็นที่นิยมปลูกกันในภาค

เหนือ ทั้งนี้เนื่องจากมีข้อจำกัดทางคุณภาพของผลคือ มีขนาดเล็ก เมล็ดใหญ่ เนื้อมีกลิ่นคาว แต่พันธุ์นี้นับว่าเป็นพันธุ์ที่น่าสนใจในด้านการปรับปรุงพันธุ์ ส่วนพันธุ์ลำไยของภาคเหนือที่ออกดอกค่อนข้างสม่ำเสมอ คือพันธุ์ใบดำ แต่มีข้อจำกัดในด้านคุณภาพ สำหรับพันธุ์ทางเศรษฐกิจ เช่น ดอ แห้ว ชมพูและเบี้ยวเขียว ต่างก็เป็นพันธุ์ที่มีปัญหาเรื่องการออกดอกไม่สม่ำเสมอ แต่อาจมีบางต้นที่ออกดอกติดผลสม่ำเสมอ ดังนั้นนอกจากการคัดเลือกพันธุ์แล้วการคัดเลือกต้นพันธุ์ก็ต้องเลือกจากต้นที่มีประวัติการออกดอกติดผลติดต่อกันหลาย ๆ ปี (พาวิน, 2543)

2. การควั่นกิ่ง (Cincturing Girdling)

วิธีการนี้เป็นการตัดเส้นทางลำเลียงอาหารที่ใบพืชสังเคราะห์ได้เพื่อไม่ให้มีการเคลื่อนย้ายลงไปยังส่วนด้านล่างเป็นการชั่วคราว ทำให้มีการสะสมอาหารอยู่ทางด้านส่วนยอดมากขึ้น และยังเป็นการช่วยลดการผลิใบอ่อนได้ คาดกันว่าการควั่นกิ่งอาจมีผลต่อการสะสมของสารยับยั้งการเจริญเติบโต (growth inhibitors) ซึ่งอาจมีส่วนช่วยให้ต้นไม้ออกดอกได้ (Menzel and Paxton, 1987) การควั่นกิ่งในลำไยมีรายงานว่า พันธุ์เพชรสาครที่ได้รับการควั่นกิ่งสามารถชักนำให้เกิดการออกดอกได้เร็วขึ้น และออกดอกอย่างสม่ำเสมอ เมื่อเปรียบเทียบกับต้นที่ไม่ได้ควั่นกิ่ง (ชยาณ์, 2541; ประสิทธิ์, 2541) ส่วนในพันธุ์อีดอนั้น สาธิต (2541) ได้ศึกษาถึงระยะเวลาที่เหมาะสมต่อการควั่นกิ่ง พบว่าการควั่นกิ่งในกลางเดือนพฤศจิกายน ทำให้ต้นลำไยออกดอกได้มากกว่าและเร็วกว่าต้นที่ควั่นในเดือนตุลาคมและต้นที่ไม่ควั่นกิ่ง

3. การใช้สารเคมี (Chemical Treatment)

ได้มีการทดลองใช้สารเคมีต่าง ๆ เพื่อนำมาชักนำการออกดอกของลำไย ดังนี้

Chen *et al.* (1985) ศึกษาการเพิ่มช่อดอกและการควบคุมใบประกอบ ที่โคนช่อดอกลำไยพันธุ์ Dongoi โดยพ่น 2,4-D 5, 10 และ 20 สตล. GA_3 50 หรือ 100 สตล. และ Ethrel 500, 1,000, หรือ 3,000 สตล. ในช่วง inflorescence differentiation ผลการทดลองพบว่า GA_3 100 สตล. ให้ผลดีที่สุดโดยทำให้ออกดอกเพิ่มขึ้น 94.5% และ Ethrel 500-1,000 สตล. ทำให้ออกดอกเพิ่มขึ้น 87.5% ในขณะที่ control มีการออกดอกน้อยที่สุดคือ 28.6% สารเคมีทุกชนิดเพิ่มขนาดของช่อดอก และจำนวนดอกตัวเมีย และการสร้างใบประกอบที่ผิดปกติที่โคนช่อดอกลดลง ต้นที่ได้รับสารมีช่วงการบานของดอกตัวเมียช้าไป 5-10 วัน

ดรุณี (2533) ศึกษาอิทธิพลของ GA_3 (Kyowa) ไทโอยูเรีย และพ่นปุ๋ยทางใบสูตร 30-20-10, 0-52-34 ที่มีต่อการแตกใบอ่อน และการออกดอกของลำไยพันธุ์ดอโดยการพ่นทางใบด้วยความเข้มข้นต่าง ๆ กัน โดยใช้ GA_3 (Kyowa) 20, 30 และ 40 สตล. ไทโอยูเรีย 500, 1,000 และ 1,500 สตล. ปุ๋ยทาง

ใบสูตร 30-20-10 2,500, 3,000, 5,000 และ 6,000 สตล. สูตร 0-52-34 2,500 และ 5,000 สตล. ปุ๋ยเนอวาเนท 500 และ 1,000 สตล. และปุ๋ยยูเรีย 46-0-0 10,000 และ 15,000 สตล. จำนวน 1-2 ครั้ง ผลการทดลองพบว่าสารเคมีทุกชนิดไม่มีอิทธิพลต่อการออกดอก และไม่มีสารเคมีชนิดใดที่ทำให้แตกใบอ่อนเร็วขึ้น หรือทำให้เปอร์เซ็นต์การแตกใบอ่อนเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับ สมศักดิ์ (2527) และ สุนทร (2540) ใช้สารเอทธิฟอนและ Succinic Acid 22, 2 dimethylhydrazide (SADH) กระตุ้นการออกดอกแต่ไม่ประสบผลสำเร็จ

กิติโชติ และรวี (2537) รายงานว่า การพ่นปุ๋ยทางใบสูตร 7-13-34+12.5 Zn เข้มข้น 2,500 และ 5,000 สตล. ทำให้ลำไยพันธุ์ดอมีเปอร์เซ็นต์การออกดอกสูงถึง 94% ในขณะที่ต้นที่ไม่ได้รับปุ๋ยมีเปอร์เซ็นต์การออกดอกเพียง 87% นอกจากนั้นแล้วยังมีรายงานการใช้สารเคมีในไม้ผลชนิดอื่น เช่น

คณพล (2532) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงสารคล้ายจิบเบอเรลลินในยอดในช่วงการเจริญทางกิ่งใบและการออกดอกของมะม่วงพันธุ์เขียวเสวย อายุ 3 ปี ระหว่างเดือนสิงหาคม 2531 ถึงเดือนมกราคม 2532 พบว่าปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินในต้นที่ไม่ออกดอกมีปริมาณสูงกว่าในต้นที่ออกดอก ในช่วงการออกดอกพบว่าสารคล้ายจิบเบอเรลลินมีปริมาณลดลงจนไม่สามารถตรวจพบได้ในสัปดาห์ที่ 6 ก่อนการออกดอกจนถึงระยะที่ออกดอก

นาถฤดี (2533) ศึกษาผลของสารพาโคลบิวทราโซลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินที่ปลายยอดมะม่วง โดยการรดสารทางดินก่อนที่ต้นมะม่วงเริ่มมีการออกดอก 19 สัปดาห์ ในอัตรา 2, 4 และ 8 กรัม (สารออกฤทธิ์/ ต้น) ตามลำดับ ผลการทดลองพบว่า สารพาโคลบิวทราโซลทุกความเข้มข้นมีผลในการเพิ่มเปอร์เซ็นต์การออกดอก มากกว่าต้นที่ไม่ได้รับสาร 7.0, 11.0 และ 19.7 ตามลำดับ ในทุกวิธีการมีปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินที่ปลายยอดของกิ่งลดลงจนไม่สามารถตรวจสอบได้ สารพาโคลบิวทราโซลทุกความเข้มข้น มีผลให้ปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินที่ปลายยอดของกิ่งลดลงในอัตราที่เร็วกว่าต้นที่ไม่ได้รับสาร จึงทำให้ต้นมะม่วงที่ได้รับสารมีการออกดอกเร็วกว่าต้นที่ไม่ได้รับสาร 18, 25 และ 32 วัน ตามลำดับ

Chaitrakulsup (1981) ศึกษาปริมาณ Total Nitrogen (TN) ในลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวย พบว่าปริมาณ TN ในใบมีปริมาณสูงขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงสัปดาห์ที่ 9 ก่อนการแตกใบอ่อนหลังจากนั้นลดลง นอกจากนี้ Menzel and Simpson (1994) ยังรายงานว่าปริมาณไนโตรเจนในใบมีความสัมพันธ์กับการแตกใบอ่อนและการออกดอกของลิ้นจี่

Menzel and Simpson (1990) ศึกษาอิทธิพลของการใช้สาร paclobutrazol พ่นทั้งทางใบและทางดินในระหว่างฤดูใบไม้ร่วงกับลิ้นจี่พันธุ์ Bengal, Kwai May Pink และ Tai So พบว่า paclobutrazol สามารถลดการแตกใบอ่อนและเพิ่มการออกดอก

Subhadrabandhu *et al.* (1997) ศึกษาอิทธิพลของ paclobutrazol ต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณ TNC และ reducing sugar ในมะม่วงพันธุ์เขียวเสวย โดยให้ paclobutrazol 2, 4 และ 8 กรัม (สารออกฤทธิ์) ต่อต้น พบว่าปริมาณ TNC มีค่าสูงสุดหลังจากได้รับสาร 103, 96 และ 76 วันตามลำดับ ในขณะที่ปริมาณ reducing sugar ในยอดและใบเพิ่มขึ้นหลังจากให้สารจนกระทั่งออกดอก

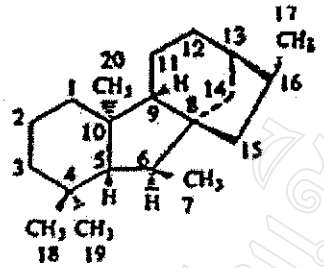
ปัจจุบันพบว่าสารประกอบคลอเรต (Chlorate compounds) เช่น โซเดียมคลอเรต (sodium chlorate, $NaClO_3$) และโปแตสเซียมคลอเรต (potassium chlorate, $KClO_3$) กระตุ้นให้ลำไยออกดอกได้ทั้งในและนอกฤดูการผลิต สำหรับเกษตรกรชาวสวนลำไยนิยมใช้สารโปแตสเซียมคลอเรตกระตุ้นให้ลำไยออกดอกมากกว่าใช้สารโซเดียมคลอเรต เนื่องจากความเชื่อในเรื่องการตกค้างของธาตุโซเดียมในดิน ซึ่งอาจทำให้เกิดอันตรายต่อต้นลำไยในภายหลัง จากการสำรวจพบว่า ชาวสวนนิยมให้สารโปแตสเซียมคลอเรตแก่ต้นลำไยที่มีอายุตั้งแต่ 5 ปีขึ้นไป โดยให้สารโปแตสเซียมคลอเรตทางดินแก่ต้นลำไยในอัตราตั้งแต่ 100-2,000 กรัมต่อต้น แล้วแต่ขนาดของทรงต้น อายุของต้น และชนิดของดิน (ธนะชัย, 2542)

จิบเบอเรลลิน (Gibberellins)

การค้นพบจิบเบอเรลลินเริ่มจากปี ค.ศ. 1890 โดยชาวนาญี่ปุ่นได้สังเกตว่าต้นกล้าของข้าวที่มีลักษณะสูงผิดปกติมักอ่อนแอ ไม่ออกดอกและตายก่อนเจริญเติบโตเต็มที่ เรียกอาการผิดปกตินี้ว่า "โรคบาคาเน" (bakanae) ต่อมาในปี ค.ศ. 1926 นักพฤกษศาสตร์ชาวญี่ปุ่นได้ค้นพบว่าโรคข้าวชนิดนี้เกิดจากเชื้อราชื่อ *Gibberellin fugikuroi* เชื้อรานี้สร้างสารที่มีผลกระตุ้นการยืดยาวของลำต้น ต่อมาในปี ค.ศ. 1935 นักวิทยาศาสตร์ชาวญี่ปุ่นประสบความสำเร็จในการสกัดสารดังกล่าวจากเชื้อรานี้ จึงให้ชื่อสารนี้ว่า จิบเบอเรลลิน และในปี ค.ศ. 1955 นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษได้สกัดสารจากเชื้อราชนิดนี้เช่นกัน แล้วให้ชื่อสารที่สกัดได้ว่า กรดจิบเบอเรลลิก (gibberellic acid) (สมบุญ, 2538)

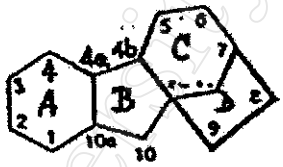
จิบเบอเรลลินจัดเป็นสารพวกไดเทอร์พีนอยด์ (diterpenoid) (สมบุญ, 2538) มีโครงสร้างหลักที่เหมือนกันคือ gibbane ring หรือ gibberellane ring system (ภาพที่ 1) โดย gibberellane ring system ประกอบด้วย ring A, B, C และ D โดยแต่ละ ring มี group ต่าง ๆ มาเกาะตามตำแหน่งต่าง ๆ ของ

คาร์บอน และที่ตำแหน่ง C-7 ต้องมี carboxly group (-COOH) มาเกาะจึงแสดงฤทธิ์ของสาร โดย GA_3 ซึ่งใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบันมี lactone ring เกาะอยู่ที่ ring A (ภาพที่ 2) (จำนงค์, ไม่ระบุปีที่พิมพ์) ปัจจุบันพบจิบเบอเรลลินมากกว่า 80 ชนิด (ดนัย, 2539)



ent-gibberellane

ก.

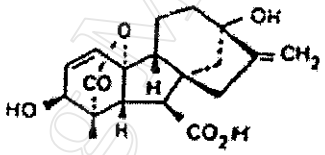


gibbane ring

ข.

ภาพที่ 1 สูตรโครงสร้างของจิบเบอเรลลิน

ก. สูตรโครงสร้างของ *ent*-gibberellane และ ข. โครงสร้างหลักของสารกลุ่มจิบเบอเรลลิน

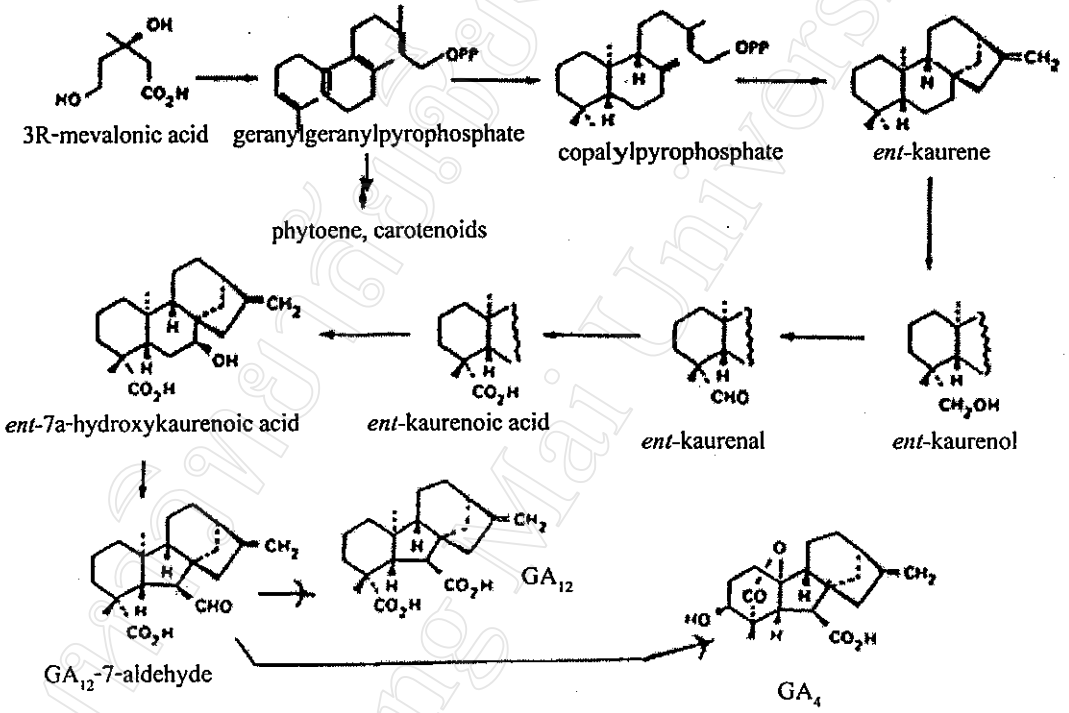


ภาพที่ 2 สูตรโครงสร้างของสาร GA_3

แหล่งสังเคราะห์จิบเบอเรลลินในพืช

ในพืชชั้นสูงพบว่าแหล่งสังเคราะห์จิบเบอเรลลินที่สำคัญ คือ บริเวณใบอ่อน ผลอ่อน และต้นอ่อน รากพืชอาจสร้าง GA ได้บ้าง แต่ GA มีผลต่อการเจริญเติบโตของรากน้อยมาก และอาจระงับการสร้างรากพิเศษ (adventitious root) ด้วย (ดนัย, 2537)

จิบเบอเรลลินสังเคราะห์ได้จากกรดเมวาโลนิก (mevalonic acid) ซึ่งได้จากการรวมตัวของอะเซทิลโคเอ 2 โมเลกุล ผ่าน isoprenoid pathway เกิดสารตัวกลางหลายชนิดจนได้ kaurene และมีการเปลี่ยนแปลงต่อไปเรื่อย ๆ จนในที่สุดเปลี่ยนเป็น GA_{12} และ GA_4 ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงต่อไปเป็น GA รูปอื่น ๆ รวมทั้ง GA_3 (ภาพที่ 3) (สมบุญ, 2538)



ภาพที่ 3 วิถีการสังเคราะห์จิบเบอเรลลิน

จิบเบอเรลลินมีกิจกรรมทางสรีรวิทยาอยู่ได้เป็นเวลานานในเนื้อเยื่อพืช แต่จิบเบอเรลลินสามารถเปลี่ยนจากชนิดหนึ่งไปเป็นจิบเบอเรลลินอีกชนิดหนึ่งได้ในเนื้อเยื่อพืช ยิ่งไปกว่านั้นในเนื้อเยื่อพืชยังมีจิบเบอเรลลินในรูปของ glycosides ซึ่งอาจเป็นวิธีการหนึ่งที่ทำให้จิบเบอเรลลินไม่สามารถแสดงคุณสมบัติออกมา กรดจิบเบอเรลลิกซึ่งอยู่ในสภาพสารละลายสลายตัวได้โดยใช้ acid hydrolysis ที่อุณหภูมิสูงและได้ผลิตภัณฑ์ คือ กรดจิบเบอเรลลีนิค (gibberellenic acid) และกรดจิบเบอริก (gibberic acid) (ดนัย, 2537)

คุณสมบัติของ GA_3 และวิธีการใช้

GA_3 เป็นสารที่รู้จักกันมากที่สุดในกลุ่มของ GA_s และนำมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตรอย่างมาก สาร GA_3 อาจเรียกได้อีกอย่างหนึ่งว่า gibberellic acid ถ้าเป็นสารบริสุทธิ์เป็นผลึกสีขาวละลายได้ดีในแอลกอฮอล์ แต่ไม่ละลายน้ำ GA_3ที่ผลิตขึ้นมาใช้ทางการเกษตรมีอยู่ 3 รูปแบบด้วยกันคือ รูปแบบบริสุทธิ์ รูปผงละลายน้ำ และสารละลายเข้มข้น การผลิตในรูปผงละลายน้ำหรือสารละลายเข้มข้นนั้น มักใช้ GA_3 ในรูปของเกลือโซเดียมหรือโพแทสเซียม (sodium หรือ potassium gibberellate) ซึ่งเกลือเหล่านี้ละลายน้ำได้ดี ในประเทศไทยมีสารนี้จำหน่ายภายใต้ชื่อว่า จิบเบอเรลลิน เกียววา (Gibberellin Kyowa) ซึ่งอยู่ในรูปผงละลายน้ำ และโปร-กิ๊บ (Pro-Gibb) ซึ่งเป็นรูปสารละลายเข้มข้น GA_3ใช้กันมากในสวนองุ่น เพื่อขยายขนาดผลและทำให้ช่อโปร่ง ความเป็นพิษของสารนี้ต่อคนหรือสัตว์มีน้อยมากจัดได้ว่าเกือบไม่มีพิษ และอีกประการหนึ่งคือพืชสามารถสร้าง GA_3ได้โดยธรรมชาติอยู่แล้ว ดังนั้นการใช้สารนี้กับพืชเพื่อนำมาใช้บริโภคจึงถือได้ว่าปลอดภัย (พีรเดช,2537)

ผลของจิบเบอเรลลินต่อการเจริญเติบโตของพืช

จิบเบอเรลลินมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ดังนี้

1. การขยายตัวของเซลล์และการยืดยาวของลำต้น พืชตอบสนองต่อจิบเบอเรลลินโดยการยืดตัวของเซลล์และลำต้น (สมบุญ, 2538)

2. การเร่งการออกดอก พืชหลายชนิดชักนำให้เกิดดอกได้ภายหลังจากการให้สารจิบเบอเรลลินโดยเฉพาะพืชวันยาวที่มีลักษณะทรงพุ่มและใบเป็นกระจุก (rosette) และในไม้ดอกบางชนิดซึ่งต้องการอุณหภูมิต่ำชักนำการออกดอก ในสภาพอากาศที่เย็นไม่เพียงพอ จิบเบอเรลลินมีผลช่วยกระตุ้นการออกดอกของพืชได้ เช่น พืชตระกูลกะหล่ำ (สมบุญ, 2538) แต่จิบเบอเรลลินมีผลยับยั้งการเกิดดอกของพืชในหลายชนิดโดยเฉพาะอย่างยิ่งพวกที่เป็นไม้ยืนต้น และต้องการอากาศเย็นในการออกดอก เช่น ลำไย ลิ้นจี่ (พีรเดช, 2537)

3. การแสดงออกของเพศดอก (sex expression) ในพืชตระกูลแตง เช่น แตงกวา ฟักทอง พบว่าจิบเบอเรลลินมีประสิทธิภาพในการชักนำให้เกิดการสร้างดอกตัวผู้เพิ่มมากขึ้น (สมบุญ, 2538)

4. การติดผล (fruit set) จิบเบอเรลลินช่วยทำให้พืชบางชนิดติดผลมากขึ้น เช่น แอปเปิลพันธุ์ McIntosh และ Early McIntosh พบว่าการพ่น GA_{4+7} เข้มข้น 150 สตล ช่วยส่งเสริมการติดผล (Greene, 1989) จิบเบอเรลลินสามารถกระตุ้นการเกิดผลของมะเขือเทศโดยไม่ต้องมีการผสมเกสร และช่วยให้องุ่นที่ไม่มีเมล็ดมีผลขนาดใหญ่ขึ้น นอกจากนี้ยังทำให้องุ่นหลายพันธุ์มีขนาดใหญ่ขึ้น ช่อผล

ยืดยาว และผลในช่อโปร่งมากขึ้น (สมบุญ, 2538) ในประเทศไทยมีการทดลองใช้ GA_3 กับส้มเขียวหวานในระยะดอกบานพบว่าทำให้การติดผลมากขึ้น (พีรเดช, 2537)

5. การงอกของเมล็ดและการพักตัวของตา ตาของพืชหลายชนิดที่เจริญเติบโตอยู่ในเขตอบอุ่นมักพักตัวในฤดูหนาว และเมล็ดพันธุ์พืชหลายชนิดมีพฤติกรรมเช่นนี้ด้วย ซึ่งการพักตัวลดลงจนหมดไปเมื่อได้รับความเย็นเพียงพอ การพักตัวของเมล็ดและตาอันเนื่องมาจากต้องการอุณหภูมิต่ำ วันยาว และต้องการแสงสีแดงสามารถทดแทนได้โดยการให้จิบเบอเรลลิน (ดนัย, 2537)

6. การเคลื่อนที่และการย่อยสารอาหารในเซลล์หรือเนื้อเยื่อ จิบเบอเรลลินสามารถกระตุ้นการเคลื่อนที่ของอาหารในเซลล์ที่สะสมอาหารหลังจากที่เมล็ดงอกและยอดที่ยังอ่อนตัวเริ่มใช้อาหาร เช่น ไขมัน แป้ง โปรตีนจากเซลล์สะสมอาหาร จิบเบอเรลลินกระตุ้นให้มีการย่อยสลายสารโมเลกุลใหญ่ให้เป็นโมเลกุลเล็ก เช่น ซูโครส และกรดอะมิโน ซึ่งเกี่ยวพันกับการสังเคราะห์เอนไซม์หลายชนิด (ดนัย, 2537)

การหาปริมาณจิบเบอเรลลิน

ดนัย (2537) กล่าวถึงการหาปริมาณจิบเบอเรลลินว่ามี 2 วิธี คือ

1. ใช้วิธีโครมาโตกราฟ เช่น Gas Chromatograph (GC) และ Paper Chromatograph

2. ใช้วิธี Bioassay อาศัยหลักการที่จิบเบอเรลลินช่วยยืดความยาวของปล้องของพืชต้นแคระให้เจริญเป็นต้นปกติได้ เช่น ข้าวโพดและถั่ว หรือ การหาปริมาณจิบเบอเรลลินที่กระตุ้นให้เมล็ดข้าวบาร์เลย์สร้างสารเอนไซม์อัลฟา อะมัยเลส (α-amylase) ในการย่อยสลายอาหารสำรองที่เป็นแป้ง

วิธีการที่นิยมใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลิน คือวิธี Rice Secondary Leaf Sheath Bioassay (RSLSB) ตามแบบนพพร (2539) เนื่องจากเป็นวิธีการที่สะดวก มีอุปกรณ์และวิธีการทำไม่ยุ่งยาก และเมล็ดข้าวพันธุ์แพร่ 1 ก็หาได้ง่ายในประเทศไทย