

บทที่ 2  
การตรวจเอกสาร

ลิ้นจี่

ลิ้นจี่ (*Litchi chinensis* Som.) เป็นไม้ผลเขตร้อนจัดอยู่ในตระกูล Sapindaceae  
ตระกูลเดียวกับเงาะและลำไย

พันธุ์ลิ้นจี่

ลิ้นจี่ที่ปลูกในประเทศไทย สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม (Subhadrabandhu, 1990)

คือ

1. พันธุ์ที่ไม่ต้องการช่วงอากาศหนาวเย็น หรือต้องการช่วงอากาศหนาวเย็นน้อย  
สำหรับการออกดอก พันธุ์นี้บางครั้งจัดเป็นลิ้นจี่ที่ดุ่ม หรือลิ้นจี่เขตร้อนเนื่องจากมีการปลูกเป็น  
การค้าในภาคกลางของประเทศไทย ได้แก่ พันธุ์ค่อม พันธุ์กะโหลกใบยาว พันธุ์สาหรerkทอง  
พันธุ์สำภาแก้ว พันธุ์กระโถนท้องพระโรง เป็นต้น
2. พันธุ์ที่ต้องการช่วงอากาศหนาวเย็นที่ยาวนานสำหรับการออกดอก พันธุ์นี้มีการ  
ปลูกเป็นการค้าทางภาคเหนือของประเทศไทยซึ่งมีภูมิอากาศแบบกึ่งร้อน แหล่งปลูกที่สำคัญคือ  
จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย ลำพูน และบางพื้นที่ในจังหวัดเพชรบูรณ์ น่าน และแพร่ ลิ้นจี่กลุ่มนี้  
เป็นพันธุ์ที่นำเข้ามาในประเทศไทยหลังลิ้นจี่กลุ่มแรก ได้แก่ พันธุ์สงฮวย พันธุ์โอเอียะ พันธุ์กิมเจ็ง  
พันธุ์จักรพรรดิ เป็นต้น

ปัจจัยที่ควบคุมการเจริญเติบโตของลิ้นจี่

การเจริญเติบโตของลิ้นจี่มีปัจจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

1. พื้นที่ปลูก มีความสำคัญเนื่องจากลิ้นจี่เป็นไม้ผลที่มีการปรับตัวให้เหมาะสม  
กับสภาพแวดล้อมได้น้อย ดังนั้นการเลือกพันธุ์ที่เหมาะสมกับพื้นที่ปลูกจึงเป็นสิ่งสำคัญ

(Subhadrabandhu, 1990)

2. ความต้องการสภาพภูมิอากาศ ลิ้นจี่ต้องการสภาพที่แห้งแล้งเพื่อส่งเสริมให้มี  
การพักตัวทางกิ่งใบและต้องการช่วงอากาศที่หนาวเย็นเพื่อการออกดอก ในฤดูหนาวลิ้นจี่  
ต้องการอุณหภูมิค่าสุด 10 - 15 องศาเซลเซียส และปริมาณน้ำฝนต่ำกว่า 60 - 80 มิลลิเมตร  
อย่างไรก็ตามความต้องการดังกล่าวแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับพันธุ์ ตัวอย่างเช่น ลิ้นจี่ในพื้นที่

ภาคกลางต้องการช่วงแห้งแล้งสำหรับการออกดอกน้อยกว่าลึนจีในพื้นที่ภาคเหนือ ในช่วงระหว่างการออกดอกลึนจีต้องการสภาพอากาศอบอุ่นเพื่อการถ่ายละอองเกสร ดังนั้นอุณหภูมิที่ต่ำกว่า 5 องศาเซลเซียสจะมีผลต่อการถ่ายละอองเกสร ซึ่งเป็นเหตุผลหนึ่งที่ทำให้ลึนจีไม่ได้ผลดีเมื่อปลูกในพื้นที่บนภูเขาสูงในจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย ซึ่งมีอุณหภูมิในฤดูหนาวต่ำมาก สภาพอากาศร้อนชื้นเหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของผลและการเติบโตทางกิ่งใบ ในบางเดือนเมื่อมีช่วงแห้งยาวนานเกิดขึ้นการให้น้ำจึงเป็นสิ่งจำเป็นเพราะความชื้นในดินที่สม่ำเสมอมีความสำคัญมากสำหรับผลผลิตในช่วงออกดอกติดผล และช่วงหลังของการพัฒนาของผล ในสภาพที่อากาศมีความชื้นต่ำ มีลมร้อนพัดผ่าน และความชื้นในดินไม่สม่ำเสมอจะทำให้ผลผลิตเสียหายหรือเป็นสาเหตุให้ผลแตก ลึนจีมีการตอบสนองอย่างรวดเร็วต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม และลึนจีแต่ละพันธุ์ไม่สามารถปรับตัวให้เหมาะสมกับพื้นที่ปลูกทั่วไปได้ด้วยเหตุนี้จึงต้องมีการคัดเลือกพันธุ์เพื่อปลูกในแต่ละพื้นที่ (Subhadrabandhu, 1990)

3. ความต้องการสภาพดิน ชนิดของดินมีความสำคัญต่อผลผลิตลึนจีแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับพันธุ์และสภาพภูมิอากาศ ลึนจีเป็นไม้ผลที่สามารถเจริญเติบโตได้ในดินปลูกหลายชนิด ไม่ทนต่อดินเค็มและดินที่มีสภาพความเป็นกรดเป็นด่างสูง ความเป็นกรดเป็นด่างของดินที่เหมาะสมคือ 5.5 – 6.0 ในดินที่มีสภาพเป็นด่างลึนจีจะแสดงอาการขาดจุลธาตุ ในช่วงเริ่มปลูกจนถึง 3 ปีต้นลึนจีต้องการธาตุอินทรีย์วัตถุในดินปริมาณมาก การให้อินทรีย์วัตถุแก่ดินทรายจะช่วยเพิ่มธาตุอาหารและความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน และในดินเหนียวจะช่วยปรับสภาพโครงสร้างของดินให้ดีขึ้น แต่หลังจาก 3 ปีแล้วถ้ามีปริมาณอินทรีย์วัตถุมากเกินไปจะมีผลเสียเนื่องจากเมื่อมีการเจริญเติบโตทางกิ่งใบมาก ผลผลิตจะลดลง อย่างไรก็ตามถ้าต้นลึนจีได้รับปุ๋ยมากเกินไป หรือได้รับปุ๋ยหลังการเก็บเกี่ยวมากเกินไป หรือมีฝนตกหนักในช่วงฤดูหนาว ต้นลึนจีจะมีการแตกใบอ่อน ทำให้มีการออกดอกน้อย (Subhadrabandhu, 1990)

4. ความต้องการน้ำ การให้น้ำแก่ต้นลึนจีมีความจำเป็นในช่วงเริ่มปลูก ช่วงที่มีการติดผล และช่วงที่มีการพัฒนาของผล โดยต้นลึนจีจะไวต่อความเค็ม และจะเกิดความเสียหายเมื่อได้รับน้ำที่มีปริมาณเกลือมากกว่า 340 สดล ในช่วงเริ่มปลูกการให้น้ำอย่างน้อยวันละครั้งสำคัญมาก โดยเฉพาะในเดือนที่แห้งแล้ง อย่างไรก็ตามสำหรับต้นลึนจีที่มีระบบรากลึกและแผ่กระจายจนถึงระดับความชื้นที่อยู่ระดับล่างลงไป การให้น้ำอาจไม่จำเป็นมากนัก (Subhadrabandhu, 1990)

## มะปราง

มะปราง (*Bouea burmanica* Griff.) เป็นไม้ผลเมืองร้อน จัดอยู่ในตระกูล Anacardiaceae ตระกูลเดียวกับ มะม่วง มะกอก (นรินทร์, 2537)

### พันธุ์มะปราง

มะปราง แบ่งตามลักษณะทางพฤกษศาสตร์ จัดแบ่งออกได้ 3 ชนิด (ปฐพีชล และ สรัสวดี, 2531) คือ

1. *Bouea microphylla* คือมะปรางที่มีใบเล็ก เช่นมะปรางป่าหรือมะปริง ผลขนาดเล็กมีรสเปรี้ยว พบทั่วไปแต่หนาแน่นทางภาคใต้
2. *Bouea macrophylla* คือมะปรางที่มีใบใหญ่ ขนาดใบเกือบเท่าใบมะม่วง เป็นพันธุ์ของต่างประเทศ มีปลูกบริเวณแหลมมลายูเท่านั้น
3. *Bouea burmanica* คือมะปรางที่มีความสำคัญทางไม้ผล ซึ่งในกลุ่มนี้ยังแบ่งออกตามรสชาติที่แตกต่างกันได้อีก 3 กลุ่มคือ

3.1 มะปรางเปรี้ยว เป็นมะปรางที่มีรสเปรี้ยวทั้งผลดิบและผลสุก ขนาดของผลมีทั้งผลขนาดเล็กและขนาดใหญ่ เหมาะที่จะนำมาแปรรูปเป็นมะปรางคอง มะปรางแช่อิ่ม และน้ำมะปราง มากกว่าบริโภคสดโดยตรง มะปรางที่มีขนาดผลใหญ่น่าสนใจได้แก่พันธุ์กวางของจังหวัดสุโขทัย นครนายก และนนทบุรี (นรินทร์, 2537)

3.2 มะปรางหวาน มะปรางชนิดนี้มีรสหวานทั้งผลดิบและผลสุก ผลมีขนาดเล็กและขนาดใหญ่ ความหวานจะแตกต่างกันไปตั้งแต่หวานมากไปจนถึงหวานน้อย รับประทานแล้วไอระคายคอก หรือหวานสนิทแตกต่างกันไปในแต่ละพันธุ์ เมื่อยังดิบผลมะปรางหวานจะมีสีน้ำตาลออกซีด ๆ นวลใส เขียวไม่จัด และเมื่อสุกสีเปลี่ยนเป็นเหลืองอ่อน (ปฐพีชล และ สรัสวดี, 2531) มะปรางหวานชนิดผลใหญ่ที่มีรสชาติหวานสนิทที่น่าสนใจได้แก่ พันธุ์ลุงชิต สุโขทัย พันธุ์สุวรรณบาท อุดรดิตต์ พันธุ์ท่าอิฐ นนทบุรี และพันธุ์ทองใหญ่ ปราชินบุรี (นรินทร์, 2537)

3.3 มะขง เป็นมะปรางที่มีรสชาติหวานอมเปรี้ยว มีทั้งชนิดผลเล็กและผลใหญ่ ซึ่งแบ่งเป็นมะขงห่างจะมีรสเปรี้ยวมาก และมะขงชิดจะมีรสหวานอมเปรี้ยว ปอกเปลือกแล้วความเปรี้ยวจะหมดเพราะความเปรี้ยวอยู่ใต้ผิวเปลือก ไม่มียาง (สุรชัย, 2540) ลักษณะผลมะขงชิดเมื่อดิบจะมีสีน้ำตาลเข้ม สีเขียวจัดกว่ามะปรางหวาน และเมื่อสุกจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเข้ม (ปฐพีชล และ สรัสวดี, 2531) มะปรางมะขงชนิดผลใหญ่เนื้อหนารสชาติที่น่าสนใจได้แก่ มะปรางมะขงสวนพุดศรี สุโขทัย สวนนางอ่อน พิษณุโลก สวนนางล้วน อุดรดิตต์ สวนลุงจิม บางกอกน้อย สวนลุงเย็น ปราชินบุรี (นรินทร์, 2537)

### ปัจจัยที่ควบคุมการเจริญเติบโตของมะปราง

การเจริญเติบโตของมะปรางมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

1. น้ำและความชื้นสัมพัทธ์ มะปรางเป็นไม้ผลที่ขึ้นได้ดีทั้งในแหล่งที่มีฝนตกชุก และในที่มีปริมาณฝนตกน้อยถึงค่อนข้างแห้งแล้ง แต่แหล่งที่จะปลูกมะปรางเป็นการค้านั้นควรเป็นแหล่งที่มีฤดูฝนสลับกับฤดูแล้งที่เด่นชัดเพราะช่วงแล้งจะมีความสำคัญต่อการออกดอกของมะปราง ซึ่งช่วงดังกล่าวจะช่วยให้ต้นมะปรางมีการพักตัวชั่วคราว โดยชะงักการเจริญเติบโตทางใบและกิ่ง และช่วงดังกล่าวถ้ามีอุณหภูมิต่ำจะช่วยให้มะปรางออกดอกติดผลได้ดียิ่งขึ้น แหล่งปลูกมะปรางที่อาศัยน้ำฝนควรเป็นแหล่งที่มีปริมาณน้ำฝนกระจายตัวตลอดตามฤดูกาล ส่วนแหล่งที่มีปริมาณฝนตกน้อยควรเลือกพื้นที่ปลูกมะปรางที่ใกล้แหล่งน้ำหรือมีน้ำชลประทานเพียงพอ เพราะในระยะเวลาที่มะปรางแทงช่อดอกและติดผลแล้วนั้น (พฤศจิกายน-มีนาคม) จะเป็นช่วงที่มีปริมาณฝนตกน้อยมาก ซึ่งมะปรางต้องการน้ำในช่วงดังกล่าว เพื่อการเจริญเติบโตของผล และถ้ามะปรางขาดน้ำจะมีผลทำให้ผลของมะปรางมีขนาดเล็ก ผลร่วง และให้ผลผลิตต่ำกว่าปกติ (นรินทร์, 2537) ในช่วงที่มะปรางเริ่มติดผลอ่อน จะต้องให้น้ำเฉลี่ย 7 วันต่อครั้ง และจะหยุดให้เมื่อเห็นผลมะปรางเริ่มเปลี่ยนสี เพราะถ้ายังให้น้ำต่อไปจะทำให้ขนาดผลมะปรางใหญ่ขึ้นจริง แต่รสชาติจะด้อยลงมาก (ทวิศักดิ์, 2539)

2. อุณหภูมิ เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อการแทงช่อดอก การติดผล และระยะเวลาการสุกของผลมะปราง คือถ้าอุณหภูมิต่ำและมีช่วงระยะเวลาของอุณหภูมิต่ำนานพอสมควร จะทำให้มะปรางออกดอกและติดผลได้ดีขึ้น และหลังจากมะปรางติดผลแล้วถ้าแหล่งปลูกมะปรางมีอุณหภูมิสูงขึ้นเร็วจะมีผลให้มะปรางแก่หรือสุกเร็วกว่าในแหล่งที่มีอุณหภูมิต่ำ แหล่งปลูกมะปรางที่ให้ผลผลิตนั้น ควรมีอุณหภูมิโดยเฉลี่ยตลอดปีอยู่ในช่วง 20-30 องศาเซลเซียส (นรินทร์, 2537) แต่การปลูกมะปรางในบริเวณพื้นที่ที่มีอากาศหนาวและมีอุณหภูมิต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส จะพบปัญหาในระยะเวลาที่มะปรางติดผลอ่อนทนอากาศหนาวไม่ได้ ผลจะเหี่ยวเหลือง และร่วงในที่สุด (ทวิศักดิ์, 2539)

3. แสง มะปรางเป็นพืชที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีทั้งในที่ที่มีแสงแดดรำไร จนถึงแสงแดดกลางแจ้งโดยตรง (นรินทร์, 2537) แต่ในระยะ 2 - 3 ปีแรกของการปลูกต้องการแสงแดดเพียงรำไรเท่านั้น (ทวิศักดิ์, 2539)

4. ความสูงและเส้นละติจูด มะปรางเป็นไม้ผลที่สามารถเจริญเติบโตได้ในความสูงตั้งแต่ระดับน้ำทะเลจนถึงความสูงประมาณ 1,000 เมตร แต่ความสูงที่เหมาะสมสำหรับการปลูกมะปรางไม่ควรเกิน 600 เมตร ซึ่งถ้าพื้นที่สูงเกินไปมะปรางจะไม่ค่อยติดผลหรือให้ผลผลิตต่ำ นอกจากนี้ความสูงของพื้นที่ที่มีอิทธิพลต่อระยะเวลาการออกดอกของมะปรางคือทุก ๆ ความสูง 130 เมตร

มะพร้าวจะออกดอกถ้าเข้าไป 4 วัน ในด้านเส้นละติจูดมะพร้าวที่ปลูกห่างจากเส้นศูนย์สูตรในแต่ละองศาละติจูดเหนือหรือองศาละติจูดใต้จะออกดอกถ้าเข้าไปประมาณ 4 วัน เว้นแต่เขตที่มีอุณหภูมิหรือภูมิอากาศเฉพาะ (นรินทร์, 2537)

5. ดิน มะพร้าวเป็นไม้ผลที่สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพดินปลูกหลายชนิด ทั้งดินเหนียว ดินร่วน ดินร่วนปนทราย แต่ถ้าจะให้ผลดีที่สุดควรเป็นดินร่วนที่อุดมสมบูรณ์ มีหน้าดินลึกเพื่อให้รากมะพร้าวหาอาหารได้เต็มที่และควรมีความเป็นกรดเป็นด่างของดินอยู่ระหว่าง 5.5-7.5 ในแหล่งดินที่มีดินเหนียวจัดควรมีการใส่ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักรองก้นหลุมก่อนปลูก และใส่หลังจากปลูกเป็นระยะเพื่อให้โครงสร้างของดินเหมาะสมในการเจริญเติบโตของมะพร้าว (นรินทร์, 2537)

#### การเจริญเติบโตของพืช

การเจริญเติบโตและการพัฒนาของพืชเป็นกระบวนการที่สลับซับซ้อน ซึ่งถูกควบคุมด้วยปัจจัยต่างๆ ทั้งปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม และปัจจัยภายในพืชรวมทั้งพันธุกรรมของพืช โดยพันธุกรรมเป็นตัวกำหนดขอบเขตของการเจริญเติบโต ส่วนสภาพแวดล้อมทั้งภายนอกและภายในพืชเป็นตัวกำหนดระดับของการเจริญเติบโต ทำให้พืชมีการเจริญเติบโต และพัฒนาไปเป็นต้นพืชที่สมบูรณ์ (สมบุญ, 2538)

#### การเจริญเติบโตทางกิ่งใบ

การเจริญเติบโตของลำต้นมีความสัมพันธ์กับระบบราก ถ้ารากเจริญเติบโตได้ดีก็จะส่งผลให้ลำต้นเจริญเติบโตได้ดี การเจริญเติบโตมีพื้นฐานจากการแบ่งเซลล์ การยึดตัวของเซลล์ การขยายขนาดของเซลล์ และการสะสมอาหาร ซึ่งควบคุมโดยฮอร์โมนภายในพืชทั้งสิ้น สารที่มีผลกระตุ้นการเติบโตคือ ออกซิน จิบเบอเรลลิน และไซโตไคนิน สารทั้งสามกลุ่มนี้มีผลร่วมกันในการพัฒนาของเซลล์ จนกระทั่งพืชสามารถแตกกิ่งก้านสาขา (พีรเดช, 2537)

#### การออกดอก

การออกดอกของพืชคือการเปลี่ยนแปลงของการเจริญเติบโตทางกิ่งใบ (vegetative growth) สู่อการเจริญทางการสืบพันธุ์ (reproductive growth) หลังจากที่พืชมีการเจริญเติบโตทางกิ่งใบจนมีอายุที่มีความพร้อมที่จะออกดอก จะเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นที่ใบพืช ส่งผลให้เกิดการออกดอกได้ (คณัย, 2537) พีรเดช (2537) กล่าวว่าพืชจะออกดอกได้เมื่อมีอายุ อาหารสะสม และสภาพแวดล้อมพอเหมาะเป็นปัจจัยร่วมกัน ในไม้ผลหลายชนิด เช่น ลำไย ลิ้นจี่ ที่มีอายุ

หลายปีไม่สามารถออกดอกได้ในบางปีที่มีสภาพอากาศพอเหมาะ อาจมีสาเหตุจากอาหารสะสมในต้นไม่เพียงพอ หรืออายุของกิ่งและใบยังไม่พร้อม เช่น ใบยังไม่แก่จัดขณะได้รับอากาศเย็น

**ความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโตทางกิ่งใบและการเจริญเติบโตทางดอกผล**

ส่วนของกิ่งใบและดอกผลจะมีการแข่งขันเพื่อสร้างอาหาร โดยการเจริญเติบโตทางกิ่งใบจะยับยั้งการพัฒนาของดอกและผล (นพคด, 2537) Menzel and Simpson (1992) พบว่าการแตกใบอ่อนใน 4 – 6 สัปดาห์ก่อนการออกดอกจะทำให้การออกดอกลดลง

**ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตทางกิ่งใบและการออกดอกของพืช**

การเจริญเติบโตทางกิ่งใบและการออกดอกของพืชมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

1. ชนิดและพันธุ์พืช ชนิดและพันธุ์พืชที่ต่างกันแม้ในสภาพแวดล้อมเดียวกัน จะมีความสามารถในการสร้างดอกต่างกัน (สมบุญ, 2538) เช่นลิ้นจี่พันธุ์สูงสวยจะออกดอกได้ยากกว่าลิ้นจี่พันธุ์ค่อมเมื่อปลูกในสภาพแวดล้อมภาคกลาง (พีรเดช, 2537)
2. อายุพืช พืชต้องมีการเจริญเติบโตทางกิ่งใบถึงช่วงอายุที่เหมาะสมจึงมีการสร้างดอก (สมบุญ, 2538) เช่นต้นลำไยที่เกิดจากการเพาะเมล็ดจะใช้เวลาประมาณ 7 – 8 ปีจึงจะออกดอกติดผล (Subhadrabandhu, 1990)
3. ปริมาณฮอร์โมนในพืช สารฮอร์โมนที่พืชสร้างขึ้นเกี่ยวข้องกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ ทั้งภายในและภายนอกของพืช เพราะปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้จะมีผลต่อระดับฮอร์โมนและการสร้างฮอร์โมนในพืช ในไม้ยืนต้นส่วนใหญ่พบว่าจิบเบอเรลลินเป็นสารที่ส่งเสริมให้พืชเจริญเติบโตทางกิ่งใบ จึงมีผลชะลอการสร้างดอก (สมบุญ, 2538) พีรเดช (2537) กล่าวว่าในช่วงที่มีการออกดอก พบว่าปริมาณจิบเบอเรลลินจะลดระดับลง และมีการสร้างเอทิลีนมากขึ้น
4. ปริมาณอาหารในพืช การออกดอกของพืชขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของไนโตรเจนและคาร์โบไฮเดรตในต้นพืช ถ้ามีปริมาณไนโตรเจนสูงจะส่งเสริมการสร้างใบและกิ่ง หรือการเจริญเติบโตทางกิ่งใบ ทำให้การสร้างดอกของพืชเกิดยากหรือช้า ในขณะที่ปริมาณคาร์โบไฮเดรตหรือสารประกอบคาร์บอนในพืชสูงจะกระตุ้นการสร้างดอกของพืช (สมบุญ, 2538)

Scholefield *et al.* (1985) รายงานว่าปริมาณคาร์โบไฮเดรตในช่วงการแตกใบอ่อนของโอวากาโคจะอยู่ในระดับต่ำ และจะสูงขึ้นในช่วงก่อนการออกดอก นอกจากนี้ Menzel *et al.* (1988) รายงานว่าลิ้นจี่พันธุ์ Tai So จะแตกใบอ่อนเมื่อปริมาณไนโตรเจนในใบช่วงก่อนการออกดอกสูงกว่า 1.85%

5. แสง เป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญในกระบวนการสร้างอาหารของพืช โดยที่แสงมีอิทธิพลต่อการออกดอกทั้งในแง่ของช่วงเวลาที่ได้รับแสง (photoperiod) คุณภาพแสง (wave length) และพลังงานแสง (irradiance หรือ radiant energy) (คณีย์, 2537)

6. อุณหภูมิ เป็นปัจจัยสำคัญมากปัจจัยหนึ่ง ไม้ผลหลายชนิด เช่น มะม่วง ลิ้นจี่ ลำไย และเงาะ ต้องการอากาศเย็นในช่วงหนึ่งก่อนการออกดอก อุณหภูมิต่ำมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับฮอร์โมนภายในพืช และทำให้พืชชะงักการเจริญเติบโตทางกิ่งใบ จึงมีผลกระตุ้นการออกดอกได้ (พีรเดช, 2537)

Menzel and Simpson (1988) รายงานว่าที่อุณหภูมิกลางวัน / กลางคืน ที่ 25 / 20 และ 30 / 25 องศาเซลเซียส จะกระตุ้นให้เกิดการเจริญเติบโตทางกิ่งใบ และลดการออกดอกในลิ้นจี่ พันธุ์ Tai So, Bengal, Souey Tung, Kwai May Pink, Kwai May Red, Salathiel และ Wai Chee โดยลิ้นจี่พันธุ์ Wai Chee จะออกดอกได้ดีที่สุดหลังจากได้รับอุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส นาน 10 สัปดาห์ (Menzel and Simpson, 1995)

7. ความชื้นในดิน ไม้ผลหลายชนิดต้องการช่วงแล้งก่อนการออกดอกโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อประกอบกับสภาพอากาศเย็นก็จะช่วยกระตุ้นให้ออกดอกได้มากขึ้น ในสภาพแล้งต้นพืชจะชะงักการเจริญเติบโตทางกิ่งใบ และเกิดการสะสมอาหารมากขึ้น ซึ่งจะส่งเสริมให้เกิดการออกดอก (พีรเดช, 2537) ในลิ้นจี่สภาพอุณหภูมิต่ำและความเครียดของน้ำ (moisture stress) จะจำกัดการเจริญเติบโตทางกิ่งใบ และกระตุ้นการออกดอก (Menzel, 1983) ในไม้ผลหลายชนิดพบว่าถ้ามีการให้น้ำหรือมีฝนตกก่อนออกดอก 15-30 วัน จะทำให้มีการแตกใบอ่อนและจะทำให้ไม่มีการออกดอกหรือออกดอกน้อยลง (ธนัท, 2538)

8. ความเครียดของน้ำในพืช (leaf water stress) Menzel *et al.* (1989) รายงานว่าลิ้นจี่พันธุ์ Tai So จะไม่แตกใบอ่อน เมื่อความเครียดของน้ำในใบสูง (-2.0 MPa) และในช่วงหลังจากการออกดอกความเครียดของน้ำในใบ มีผลทำให้ความยาวและน้ำหนักแห้งของช่อดอกลดลง และกระตุ้นให้เกิดการร่วงของดอก นอกจากนี้ความเครียดของน้ำจะลดการเกิดดอกตัวเมียด้วย (Menzel and Simpson, 1991)

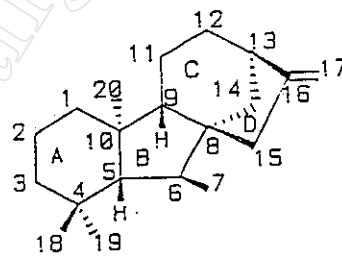
9. การตัดแต่งกิ่ง Menzel *et al.* (1996) รายงานว่าต้นที่ตัดแต่งกิ่งในช่วงฤดูร้อน จะมีการแตกใบอ่อนก่อนการออกดอกมากกว่าต้นที่ตัดแต่งกิ่งในช่วงฤดูหนาว แต่การออกดอกและผลผลิตในต้นที่ตัดแต่งกิ่งในช่วงฤดูหนาวและฤดูร้อนทำให้ออกดอกดีเท่ากัน

10. การควั่นกิ่ง ลึนจีบางพันธุ์เมื่อทำการควั่นกิ่งก่อนที่จะมีการออกดอกตามปกติ 1-2 เดือน จะช่วยให้มีการออกดอกมากขึ้น (รณัท, 2538) Menzel (1983) รายงานว่า การควั่นกิ่ง ร่วมกับการให้ออกซิเจนจากภายนอกจะลดการเจริญเติบโตทางกิ่งใบและเพิ่มการออกดอก ส่วนใน สัมพันธ์ Murcott พบว่า การควั่นกิ่งเพิ่มปริมาณแป้งในใบและจำนวนดอกได้ 2-3 เท่า (Goldschmidt *et al.* 1985)

### จิบเบอเรลลิน (Gibberellins)

การค้นพบจิบเบอเรลลินเกิดประมาณปี 1920 เมื่อ Kurosawa นักวิทยาศาสตร์ชาว ญี่ปุ่นศึกษาต้นข้าวที่เป็นโรค Bakanae ซึ่งเกิดจากเชื้อรา *Gibberella fujikuroi* และ *Fusarium moniliforme* ซึ่งทำให้ต้นข้าวมีลักษณะสูงกว่าต้นข้าวปกติ ทำให้ล้มง่าย ในปี 1939 ได้มีผู้ตั้งชื่อสารนี้ว่าจิบเบอเรลลิน ต่อมาในปี 1954 ได้มีการศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างและส่วน ประกอบทางเคมีของจิบเบอเรลลิน โดยนักเคมีชาวอังกฤษซึ่งสามารถแยกสารบริสุทธิ์จากอาหาร เลี้ยงเชื้อรา *Gibberella fujikuroi* และเรียกสารนี้ว่ากรดจิบเบอเรลลิก (Gibberellic acid) (คณัษ, 2537)

จิบเบอเรลลินเป็นสารพวก diterpenoid acids มีโครงสร้างหลักที่เหมือนกันคือ ent gibberellane ring (รูปที่ 2.1) (Sponsel, 1986)



รูปที่ 2.1 โครงสร้างของจิบเบอเรลลิน

ในปัจจุบันพบจิบเบอเรลลินมากกว่า 70 ชนิด ซึ่งโครงสร้างแบบ ent gibberellane skeleton ในจิบเบอเรลลินแต่ละชนิดจะแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยที่จำนวนและตำแหน่งของพันธะ คู่ของหมู่ไฮดรอกซิล (HO<sup>-</sup>) จิบเบอเรลลินแต่ละตัวจะมีชื่อเรียกโดยมีสัญลักษณ์ของตัวเอง เช่น



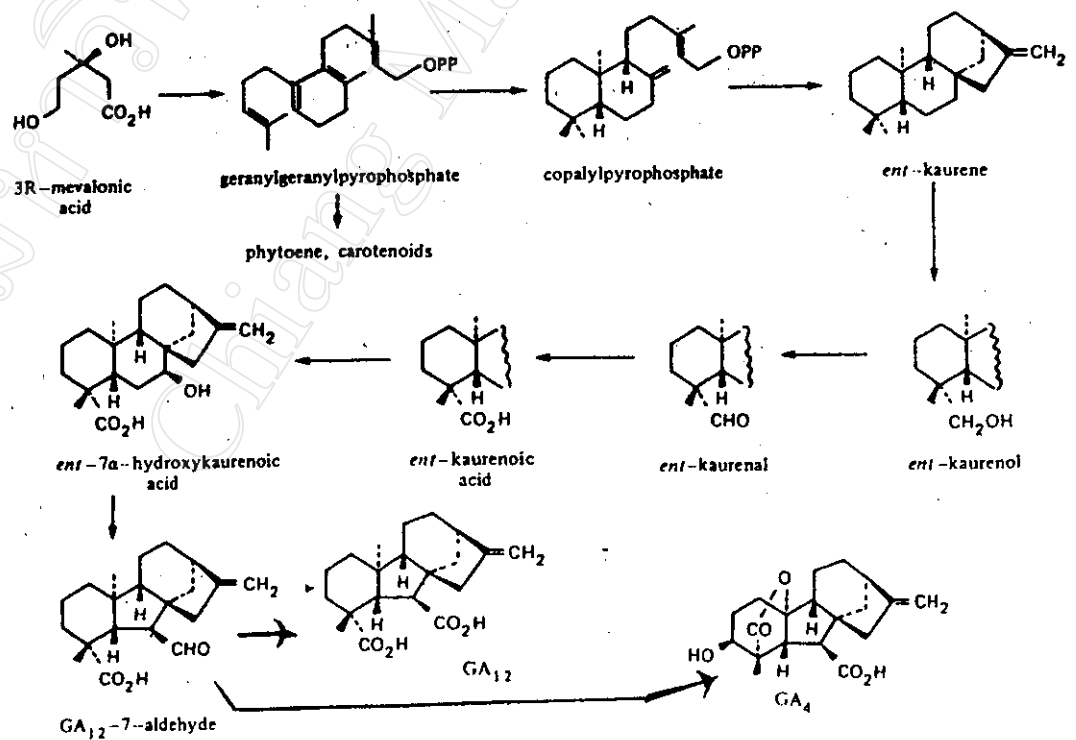
GA<sub>1</sub>, GA<sub>2</sub>, GA<sub>3</sub>, GA<sub>4</sub> ... เป็นต้น สำหรับสารที่สกัดจากเชื้อรา *Gibberella fujikuroi* คือ กรดจิบเบอเรลลิก (GA<sub>3</sub>) (สมบุญ, 2538)

**แหล่งสังเคราะห์จิบเบอเรลลินในพืช**

ในพืชชั้นสูงพบว่าแหล่งสังเคราะห์จิบเบอเรลลินที่สำคัญ คือ บริเวณใบอ่อน ผลอ่อน และต้นอ่อน รากพืชอาจจะสามารถสร้าง GA ได้บ้าง แต่ GA มีผลต่อการเจริญเติบโตของราก น้อยมาก และอาจจะยับยั้งการสร้างรากแขนงพวก adventitious root ด้วย (คณัย, 2537)

**การสังเคราะห์จิบเบอเรลลิน**

จิบเบอเรลลินสังเคราะห์ได้จากกรดเมวาโลนิก (mevalonic acid) ซึ่งได้จากการรวมตัวของอะเซทิลโคเอ 2 โมเลกุล ผ่าน isoprenoid pathway เกิดสารตัวกลางหลายชนิดจนได้ kaurene และมีการเปลี่ยนแปลงต่อไปเรื่อย ๆ จนในที่สุดจะเปลี่ยนเป็น GA<sub>12</sub> และ GA<sub>4</sub> ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงต่อไปเป็น GA รูปอื่น ๆ รวมทั้ง GA<sub>3</sub> (รูปที่ 2.2) (สมบุญ, 2538)



รูปที่ 2.2 วิธีการสังเคราะห์จิบเบอเรลลิน

### การสลายตัวของจิบเบอเรลลิน

จิบเบอเรลลินมีกิจกรรมทางสรีรวิทยาอยู่ได้เป็นเวลานานในเนื้อเยื่อพืช แต่จิบเบอเรลลินสามารถเปลี่ยนจากชนิดหนึ่งไปเป็นจิบเบอเรลลินอีกชนิดหนึ่งได้ในเนื้อเยื่อพืช ยิ่งไปกว่านั้นในเนื้อเยื่อพืชยังมีจิบเบอเรลลินในรูปของ glycosides ซึ่งอาจจะเป็นวิธีการทำให้จิบเบอเรลลินไม่สามารถแสดงคุณสมบัติออกมา กรดจิบเบอเรลลิกซึ่งอยู่ในสภาพสารถลายสลายตัวได้โดยใช้ acid hydrolysis ที่อุณหภูมิสูงและได้ผลิตภัณฑ์ คือ กรดจิบเบอเรลลินิก (gibberellenic acid) และกรดจิบเบอริก (gibberic acid) (คณิศ, 2537)

### ผลของจิบเบอเรลลินที่มีต่อการเจริญเติบโตของพืช

จิบเบอเรลลินมีบทบาทต่อการเจริญเติบโตของพืชหลายประการดังต่อไปนี้

1. การขยายตัวของเซลล์และการยืดยาวของลำต้น พืชจะตอบสนองต่อจิบเบอเรลลินโดยการยืดตัวของเซลล์ และ ลำต้น (สมบุญ, 2538)
2. การเร่งการออกดอก พืชหลายชนิดชักนำให้เกิดดอกได้ภายหลังจากการให้สารจิบเบอเรลลินโดยเฉพาะพืชวันยาวที่มีลักษณะทรงพุ่ม และใบเป็นกระจุก (rosette) และในไม้ดอกบางชนิดซึ่งต้องการอุณหภูมิต่ำชักนำการออกดอก ในสภาพที่อากาศเย็นไม่เพียงพอ จิบเบอเรลลินมีผลช่วยกระตุ้นการออกดอกของพืชกลุ่มนี้ได้ (สมบุญ, 2538) แต่จิบเบอเรลลินมีผลยับยั้งการเกิดดอกของพืชในหลายชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งพวกที่เป็น ไม้ยืนต้น และต้องการอากาศเย็นในการออกดอก (พีรเดช, 2537) เช่น ในมะม่วงพันธุ์ Keitt, Haden, Tommy Atkins และ Palmer พบว่าการพ่น  $GA_3$  เข้มข้น 200, 50, 25 สดล มีผลยับยั้งการออกดอก (Tomer, 1984)
3. การแสดงออกของเพศดอก (sex expression) ในพืชตระกูลแตง แตงกวา สควอช พบว่าจิบเบอเรลลินจะมีประสิทธิภาพในการชักนำให้เกิดการสร้างดอกตัวผู้เพิ่มมากขึ้น (สมบุญ, 2538)
4. การติดผล (fruit set) จิบเบอเรลลินช่วยทำให้พืชบางชนิดติดผลเพิ่มมากขึ้น เช่น ในแอปเปิลพันธุ์ McIntosh และ Early McIntosh พบว่าการพ่น  $GA_{4+7}$  เข้มข้น 150 สดล เพิ่มการติดผลได้ (Greene, 1989) จิบเบอเรลลินสามารถกระตุ้นการเกิดผลของมะเขือเทศโดยไม่ต้องมีการผสมเกสร และช่วยให้องุ่นติดผลที่ไม่มีเมล็ดซึ่งมีผลขนาดใหญ่ขึ้น นอกจากนี้ยังทำให้องุ่นหลายพันธุ์มีขนาดใหญ่ขึ้น ข้อผลขององุ่นยี่สิบยาว และ ผลในช่อองุ่นโปร่งมากขึ้น (สมบุญ, 2538)
5. การงอกของเมล็ดและการพักตัวของตา ตาของพืชหลายชนิดที่เจริญเติบโตอยู่ในเขตอบอุ่นจะพักตัวในฤดูหนาว และเมล็ดพืชหลายชนิดมีพฤติกรรมเช่นนี้ด้วย ซึ่งการพักตัว

จะลดลงจนหมดไปเมื่อได้รับความเย็นเพียงพอ การพักตัวของเมล็ดและตาอันเนื่องมาจาก  
 ต้องการอุณหภูมิต่ำ วันยาว และต้องการแสงสีแดงจะหมดไปเมื่อได้รับจิบเบอเรลลิน  
 (คณัย, 2537) เช่นเมล็ดของ *Cercis canadensis* var. *canadensis* L. ที่แช่ใน GA<sub>3</sub> เข้มข้น 50  
 μM นาน 24 ชั่วโมงที่อุณหภูมิห้องจะกระตุ้นการงอกของเมล็ด (Geneve, 1991)

6. จิบเบอเรลลินสามารถกระตุ้นการเคลื่อนที่ของอาหารในเซลล์สะสมอาหารหลังจากที่เมล็ดงอกแล้วเพราะรากและยอดที่ยังอ่อนตัวเริ่มใช้อาหารเช่น ไซมัน แป้ง โปรตีนจากเซลล์  
 สะสมอาหาร จิบเบอเรลลินจะกระตุ้นให้มีการย่อยสลายสารโมเลกุลใหญ่ให้เป็นโมเลกุลเล็ก  
 เช่น ซูโครส และ กรดอะมิโน ซึ่งเกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์เอนไซม์หลายชนิด (คณัย, 2537)