บทที่ 2
การตรวจเอกสาร

ถิ่นกำเนิดและการแพร่กระจาย

มะปรางมีถิ่นกำเนิดทางเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ได้แก่ พม่า ไทย ลาว และมาเลเซีย มะปรางเป็นไม้ผลพื้นเมืองชนิดหนึ่งของไทย (สุรชัย, 2535) มะปรางสามารถปลูกได้ทุกภาคของประเทศไทย (นรินทร์, 2537)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

มะปรางเป็นไม้ผลเมืองร้อน ไม่ผลัดใบ มีชื่อสามัญว่า marian plum มะปรางเป็นไม้ผลยืนต้นที่เจริญเติบโตช้า แต่มีอายุยืน (นรินทร์, 2537)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของมะปรางมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1. ลำต้น มะปรางเป็นไม้ผลที่มีทรงพุ่มค่อนข้างแหลมถึงทรงกระบอก มีกิ่งก้านสาขาค่อนข้างทึบ ทรงต้นมีขนาดสูงปานกลางถึงใหญ่ ประมาณ 15 - 30 เมตร มีระบบรากแข็งแรง (นรินทร์, 2537) เนื้อไม้จัดอยู่ในประเภทไม้เนื้อแข็ง เปลือกไม้มียางสีขาว (สรัสวดีและปฐพีชล, 2531)

2. ใบ มะปรางเป็นไม้ผลที่มีใบมาก แน่นทึบ ใบคล้ายใบมะม่วงแต่มีขนาดเล็กกว่าและใบเรียวยาว ขนาดใบโดยเฉลี่ยกว้าง 3.5 เซนติเมตร ยาว 14 เซนติเมตร ใบจะเกิดเป็นคู่อยู่ตรงกันข้ามกัน ขอบใบเรียบ แผ่นใบเหนียว ใบอ่อนที่แตกออกมาใหม่ ๆ จะมีสีม่วงแดง มีเส้นใบเด่นชัด จากนั้นจะค่อย ๆ เปลี่ยนเป็นสีเขียวเป็นมัน ปีหนึ่งมะปรางจะแตกใบอ่อน 1 - 3 ครั้ง (นรินทร์, 2537)

3. ดอก ดอกมะปรางจะมีลักษณะเป็นช่อ เกิดบริเวณปลายกิ่งแขนงที่อยู่ภายในทรงพุ่มและนอกทรงพุ่ม ช่อดอกยาว 8 – 15 เซนติเมตร ดอกย่อยมีขนาดเล็กประกอบด้วยดอกสมบูรณ์เพศและดอกตัวผู้ ดอกเมื่อบานจะมีสีเหลือง ดอกมะปรางจะบานช่วงเดือน พฤษภาคม - ธันวาคม (นรินทร์, 2537) มะปรางมีนิสัยการออกดอกต้องกระทบอากาศหนาวเป็นช่วงระยะเวลาหนึ่งก่อนจึงจะออกดอก (ทวีศักดิ์, 2539) ถ้าอากาศเย็นทิ้งช่วงหลายครั้งมะปรางจะออกดอก 2 – 3 รุ่น ใช้ระยะเวลาตั้งแต่ออกดอกถึงเก็บเกี่ยว 3 – 4 เดือน และเก็บผลผลิตได้ในเดือน กุมภาพันธ์ – มีนาคม (นรินทร์, 2537)

4. ผล ผลมะปรางมีลักษณะทรงรูปกลมและรูปไข่ (สรัสวดีและปฐพีชล, 2531) ปลายผลค่อนข้างเรียวแหลม มะปรางช่อหนึ่งจะ มีผล 1 - 15 ผล รูปร่างและขนาดของผลมะปรางจะแตกต่างกันในแต่ละพันธุ์ (นรินทร์, 2537) ผลเมื่อยังไม่แก่มีสีเขียวอ่อนถึงเขียวเข้มตามอายุของผล (สรัสวดีและปฐพีชล, 2531) เมื่อผลแก่จะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองหรือเหลืองอมส้ม เปลือกผลจะนิ่ม (นรินทร์, 2537)

5. เมล็ด มะปรางหนึ่งผลจะมี 1 เมล็ด ส่วนหุ้มเมล็ดจะเป็นเส้นใย เนื้อของเมล็ดมีสีชมพูอมม่วง มีรสขมและฝาด ใน 1 เมล็ดสามารถเพาะเป็นต้นกล้ามะปรางได้ 1 ต้น (นรินทร์, 2537)

สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการปลูกมะปราง

มะปรางแต่ละพันธุ์จะมีการเจริญเติบโต การแทงช่อดอกและการติดผล ตลอดจนคุณภาพของผลแตกต่างกัน และสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลมากเช่นกัน ถึงแม้ว่ามะปรางสามารถปลูกได้ในแหล่งที่มีภูมิอากาศและสภาพแวดล้อมที่ค่อนข้างกว้าง แต่การปลูกเพื่อการค้าต้องการผลตอบแทนที่สูง ดังนั้นควรพิจารณาเลือกแหล่งปลูกที่มีสภาพแวดล้อมเหมาะสมดังนี้

1. น้ำและความชื้นสัมพัทธ์ มะปรางสามารถเจริญเติบโตได้ทั้งในแหล่งที่มีฝนตกชุกและในที่ที่มีปริมาณฝนน้อยถึงค่อนข้างแห้งแล้ง แต่แหล่งปลูกควรมีฤดูฝนกับฤดูแล้ง (หนาวและร้อน) ที่เด่นชัด เพราะช่วงแล้งจะมีความสำคัญต่อการออกดอกของมะปราง ซึ่งช่วงแล้งจะทำให้ต้นมะปรางมีการพักตัวชั่วคราว เกิดการชะงักการเจริญเติบโตทางกิ่งและใบ ยิ่งถ้ามีอุณหภูมิต่ำจะช่วยให้มะปรางออกดอกได้ดียิ่งขึ้น ในระยะที่มะปรางแทงช่อดอก (พฤศจิกายน - มีนาคม) มะปรางต้องการน้ำเพื่อการเจริญเติบโตของผล ถ้าขาดน้ำจะทำให้ผลมีขนาดเล็ก ร่วง และเป็นเหตุให้ผลผลิตต่ำกว่าปกติ (นรินทร์, 2537)

2. อุณหภูมิ อุณหภูมิเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อการแทงช่อดอก การติดผล และระยะเวลาการสุกของผลมะปราง กล่าวคือถ้าอุณหภูมิต่ำและมีช่วงระยะเวลาของอุณหภูมิต่ำนานพอสมควรจะทำให้มะปรางออกดอก และติดผลได้ดีขึ้น และหลังจากมะปรางติดผลแล้ว ถ้าแหล่งปลูกมีอุณหภูมิสูงขึ้นเร็วจะทำให้มะปรางแก่เร็วขึ้น แหล่งปลูกมะปรางที่ดีควรมีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีอยู่ในช่วง 20 – 30 ^{0}ซ (นรินทร์, 2537) ทวีศักดิ์ (2539) กล่าวว่าไม่ควรปลูกมะปรางในพื้นที่ที่ในช่วงฤดูหนาวมีอุณหภูมิต่ำกว่า 10 ^{0}ซ เพราะถ้าต้นมะปรางออกดอกเร็ว ดอกจะไปกระทบอากาศหนาวทำให้ดอกไหม้ หรือถ้ามีการติดผลอ่อนจะทำให้ผลไหม้ได้เช่นเดียวกัน อากาศหนาวที่มีผลทำให้ดอกและผลอ่อนของมะปรางเกิดอาการไหม้ได้จะอยู่ในช่วงอุณหภูมิ 5 – 10 ^{0}ซ

3. แสง มะปรางเป็นพืชที่สามารถเจริญเติบโตได้ทั้งที่มีแสงรำไร (แสงแดด 50 %) จนถึงแสงแดดโดยตรง (แสงแดด 100 %) ดังนั้นมะปรางสามารถปลูกควบคู่ไปกับไม้ยืนต้นอื่น ๆ ที่มีระบบรากแตกต่างจากมะปราง เช่น กล้วย มะพร้าว และหมาก เป็นต้น (นรินทร์, 2537)

4. ระดับความสูง และเส้นละติจูด มะปรางสามารถเจริญเติบโตได้ในความสูงตั้งแต่ระดับน้ำทะเลจนถึงความสูงประมาณ 1,000 เมตร แต่ที่เหมาะสมคือระดับความสูงไม่เกิน 600 เมตร เพราะถ้าสูงเกินไปมะปรางอาจไม่ค่อยติดผล นอกจากนี้ความสูงของพื้นที่ปลูกมีอิทธิพลต่อระยะเวลาการออกดอกของมะปราง กล่าวคือทุก ๆ ความสูง 130 เมตร มะปรางจะออกดอกช้าไป 4 วัน

ในด้านเส้นละติจูดหรือเส้นรุ้ง มะปรางที่ปลูกห่างจากเส้นศูนย์สูตรในแต่ละองศาละติจูดเหนือหรือใต้จะออกดอกช้าไปประมาณ 4 วัน (นรินทร์, 2537)

5. ดิน มะปรางสามารถปลูกได้ในดินทุกชนิด ได้ทั้งดินเหนียว ดินร่วน ดินร่วนปนทราย แต่ดินที่ดีที่สุดควรเป็นดินร่วนที่มีความสมบูรณ์ มีหน้าดินลึกเพื่อรากจะได้สามารถหาอาหารได้เต็มที่ ระดับความเป็นกรดและเป็นด่างของดินอยู่ระหว่าง 5.5 - 7.5 (นรินทร์, 2537)

การขยายพันธุ์

มะปรางเป็นไม้ผลที่มีการเจริญเติบโตช้า ขยายพันธุ์ยาก และใช้เวลาในการขยายพันธุ์ยาวนานกว่าไม้ผลชนิดอื่น มะปรางสามารถขยายพันธุ์ได้หลายวิธี(นรินทร์, 2537) ดังนี้

1. การเพาะเมล็ด เป็นวิธีที่ง่ายและสามารถขยายพันธุ์ได้จำนวนมาก แต่มีข้อจำกัดตรงที่มีการกลายพันธุ์จากมะปรางหวานเป็นมะปรางเปรี้ยว หรือหวานอมเปรี้ยว และจากผลขนาดใหญ่กลายเป็นผลเล็ก และต้นที่เพาะจากเมล็ดจะใช้เวลาประมาณ 8 ปีจึงจะเริ่มออกดอก

2. การตอน เป็นวิธีที่ทำให้มะปรางออกรากในขณะกิ่งยังติดอยู่กับต้นแม่ วิธีนี้ทำกันมานาน การตอนมักทำในฤดูฝน ปัจจุบันวิธีนี้ไม่ค่อยมีทำเพราะมีเปอร์เซ็นต์การออกรากต่ำมาก

3. การทาบกิ่ง เป็นวิธีที่นิยมมากที่สุด เพราะได้ต้นพันธุ์ดี และมีรากแก้วจากต้นตอ สามารถคัดเลือกกิ่งพันธุ์ดีได้ค่อนข้างใหญ่และยาวกว่ากิ่งปักชำและกิ่งตอน ไม่มีการกลายพันธุ์ และให้ผลผลิตเร็วภายใน 4 - 5 ปี วิธีนี้ใช้เทคนิคและความชำนาญน้อยกว่าการต่อยอดและติดตามาก แต่มีข้อจำกัดคือ กล้าต้นตอต้องมีอายุ 6 เดือน ถึง 1 ปี จึงจะทำการทาบกิ่งได้

4. การต่อกิ่ง หรือเปลี่ยนยอด เป็นวิธีที่นิยมอีกวิธีหนึ่ง เพราะสามารถขยายได้จำนวนมาก และประหยัดกิ่งพันธุ์หรือยอดพันธุ์ดี สามารถนำไปขยายพันธุ์ในที่ห่างไกลได้ โดยตัดยอดพันธุ์ดีที่มีตาสมบูรณ์ห่อกระดาษเก็บในถุงพลาสติก ข้อจำกัดคือ กล้ามะปรางต้องมีอายุ 1 ปี เมื่อปลูกลงแปลงจะใช้เวลา 5 - 6 ปีจึงจะออกดอก

5. การติดตา เป็นการนำตาของมะปรางที่สมบูรณ์จากต้นพันธุ์ดีเพียงหนึ่งตาไปติดบนมะปรางอีกต้นหนึ่ง (ต้นตอ) เพื่อให้ส่วนมะปรางติดกันดีก็จะเจริญเติบโตเป็นต้นเดียวกัน ทำให้ได้ยอดใหม่จากตาพันธุ์ดีและมีส่วนต้นตอที่มีรากแก้วได้ แต่วิธีการนี้ต้องใช้ความชำนาญมากเพราะตามะปรางบอบช้ำง่าย

6. การปักชำ มะปรางมีกิ่งหรือยอดเล็ก ๆ จำนวนมาก สามารถนำมาปักชำให้ออกรากเป็นมะปรางต้นใหม่ได้ ต้นที่ได้จะไม่กลายพันธุ์ ประหยัดยอดพันธุ์ดีได้มากกว่าการตอนและการทาบกิ่ง และสามารถขยายพันธุ์ได้จำนวนมาก แต่ต้นใหม่จะมีขนาดเล็กไม่มีรากแก้ว มีการเจริญเติบโตช้า

การปลูกมะปราง

แต่เดิมนั้นมะปรางเป็นไม้ผลที่ไม่มีศักยภาพในด้านการส่งออก นิยมปลูกเป็นไม้ผลแซมและมีพื้นที่ปลูกน้อย แต่ในปัจจุบันมีการคัดเลือกพันธุ์ดีและขยายพื้นที่ปลูกเพิ่มขึ้น (สุรชัย, 2535)

การปลูกมะปรางมีขั้นตอนของการปลูก และดูแลรักษา ดังนี้

1. การเตรียมพื้นที่ พื้นที่ราบและที่ดอน ควรมีการไถเตรียมดินกำจัดวัชพืชในช่วงฤดูแล้ง พอต้นฤดูฝนทำการไถพรวนแล้วขุดหลุมปลูก ในพื้นที่ลุ่มและมีน้ำขัง ควรยกร่องโดยให้ร่องสูงจากระดับน้ำประมาณ 1 - 1.5 เมตร (นรินทร์, 2537) สันร่องกว้าง 6 เมตร ร่องน้ำกว้าง 1 - 2 เมตร (สรัสวดีและปฐพีชล, 2531) ขุดหลุมตรงกลางสันร่อง ปลูกแบบแถวเดียว ตากดิน 15 - 20 วัน แล้วใส่ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักใส่รองก้น หลุมละ 40 - 60 ลิตร (นรินทร์, 2537)

2. การเตรียมกิ่งพันธุ์ กิ่งพันธุ์มะปรางที่จะนำมาปลูกควรแข็งแรงสมบูรณ์ ไม่มีโรคและแมลงรบกวน และมีอายุประมาณ 2 - 3 เดือน ไม่ควรเป็นกิ่งที่มาจากกิ่งทาบที่ตัดลงมาจากต้นใหม่หรือที่พึ่งเคลื่อนย้ายมาจากที่อื่น เพราะมะปรางจะปรับตัวให้เข้ากับพื้นที่ปลูกใหม่ไม่ทัน (นรินทร์, 2537)

3. เวลาในการปลูก ในแหล่งที่มีระบบน้ำชลประทานดี สามารถปลูกมะปรางเดือนไหนก็ได้ แต่ฤดูกาลที่เหมาะสมที่สุดคือ ปลูกต้นฤดูฝน เพราะต้นไม้ได้รับน้ำและความชื้นเต็มที่และสม่ำเสมอเพื่อที่จะได้เจริญเติบโตได้เร็วขึ้น และควรปลูกในตอนเช้าหรือเย็น ซึ่งเป็นช่วงที่อากาศไม่ร้อน (นรินทร์, 2537)

4. ระยะปลูก ระยะปลูกระหว่างต้น 8 เมตร ระหว่างแถว 8 เมตร (สรัสวดีและปฐพีชล, 2531) หรืออาจปลูกระยะชิด คือระยะ ระหว่างต้น 4 เมตร และระหว่างแถว 4 เมตร แต่ต้องมีการตัดต้นกลางทิ้งภายหลัง ส่วนการปลูกแบบยกร่องควรใช้ระยะปลูกระหว่างต้น 6 เมตร ระหว่างแถว 6 เมตร (นรินทร์, 2537)

5. วิธีปลูก นำต้นลงปลูกในหลุมปลูกที่มีความลึกอย่างน้อย 25 เซนติเมตร กลบดินปลูกลงหลุมปลูกให้สูงกว่าระดับดินเดิมเล็กน้อยใช้มือกดบริเวณรอบ ๆ โคนให้แน่นนำหลักไม้ยาว 80 - 100 เซนติเมตร ปักหลักที่โคนต้นผูกต้นมะปรางกับหลักเพื่อกันลมโยก หาฟางข้าวหรือเศษหญ้าแห้งมาคลุมโคนต้น แล้วรดน้ำสม่ำเสมอ (นรินทร์, 2537)

6. การให้น้ำ ในช่วงระยะแรกปลูกจนมะปรางอายุได้ 6 เดือน ต้องมีการให้น้ำทุกวันหากไม่มีฝน (สรัสวดีและปฐพีชล, 2531) แต่เมื่ออายุ 1 ปีขึ้นไป ในช่วงฤดูแล้งควรรดน้ำ 15 - 20 วันต่อครั้ง (นรินทร์, 2537) และเมื่อเข้าฤดูฝนไม่จำเป็นต้องมีการให้น้ำ (สรัสวดีและปฐพีชล, 2531) และในช่วงที่มะปรางแตกใบอ่อนใหม่ ๆ ควรให้น้ำมะปรางอยู่เสมอ (นรินทร์, 2537)

มะปรางที่ให้ผลผลิตแล้ว การให้น้ำมีผลต่อการออกดอก และคุณภาพของผล โดยปกติมะปรางจะออกดอกประมาณเดือนพฤศจิกายน - ธันวาคม ก่อนที่มะปรางจะออกดอก 2 - 3 เดือน ควรงดการให้น้ำ มิฉะนั้นมะปรางจะแตกใบอ่อนแทนการออกดอก หลังจากมะปรางออกดอกควร

ให้น้ำเป็นระยะ โดยให้ในปริมาณที่น้อยเพื่อให้มะปรางปรับตัว เพราะถ้าให้ปริมาณมากผลมะปราง จะร่วงหมด (นรินทร์, 2537)

7. การให้ปุ๋ย

7.1 ระยะที่มะปรางกำลังเจริญเติบโต เมื่อต้นตั้งตัวได้แล้วควรให้ปุ๋ยเคมีสูตรเสมอ เช่น สูตร 15-15-15 , 20-20-20 หรือปุ๋ยที่มีไนโตรเจนสูง เช่น สูตร 30-20-10 เป็นต้น

7.2 ระยะที่มะปรางใกล้ออกดอก ควรลดการให้ปุ๋ยไนโตรเจนสูง คือ ก่อนออกดอกประมาณ 1 - 2 เดือน ควรให้ปุ๋ยเคมีสูตรฟอสฟอรัสสูง เช่น สูตร 8-24-24 เป็นต้น

7.3 ระยะที่มะปรางผลโตได้ประมาณ 2 ใน 3 ของผลโตเต็มที่ ควรใส่ปุ๋ยเคมีที่โปแตสเซียมสูง เช่น สูตร 13-13-21 หรือ 12-17-24 เป็นต้น

อย่างไรก็ตามนอกจากปุ๋ยเคมีแล้วควรมีการให้ปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอกร่วมด้วยเสมอ คือช่วงเดือนพฤษภาคมให้หนึ่งครั้ง และปลายฤดูฝนอีกครั้งหนึ่ง (สรัสวดีและปฐพีชล, 2531) และการใส่จะให้รอบ ๆ ทรงพุ่มตามรัศมี 3 ส่วน และอีก 1 ส่วนให้ภายในทรงพุ่ม ระวังอย่าให้ชิดโคนเพราะจะทำให้ต้นได้รับอันตราย และหลังให้ปุ๋ยควรรดน้ำตามเพื่อช่วยละลายปุ๋ย (นรินทร์, 2537)

8. การพรางแสง มะปรางเป็นไม้ผลที่เจริญเติบโตได้ทั้งในที่มีแสงแดดรำไร และในที่มีแสงแดดกลางแจ้งโดยตรง แต่การปลูกมะปรางในช่วงปี 1 - 3 ปีแรกควรมีการพรางแสง เพื่อที่ต้นจะได้มีการเจริญเติบโตที่ดีกว่าการปลูกกลางแจ้ง ฉะนั้นในช่วงแรกควรมีการปลูกพืชแซม เช่น กล้วย โดยปลูกห่างจากต้น มะปราง 2 - 3 เมตร หรือทำหลังคาหรือเพิงพรางแสงด้วยทางมะพร้าวหรือตาข่ายดำพรางแสง (นรินทร์, 2537)

9. การตัดแต่งกิ่ง ควรตัดแต่งกิ่งแขนงของมะปรางที่อ่อนแอออก หรือตัดกิ่งมุมแคบออกตั้งแต่ยังเล็ก เพื่อให้ ต้นมะปรางมีโครงสร้างที่แข็งแรง และหลังจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตแล้วควรมีการตัดแต่งกิ่งที่หัก ที่เป็นโรค หรือที่แห้งตายออกทุกปี (นรินทร์, 2537)

10. การตัดแต่งผล มะปรางมีการออกดอกเป็นช่อยาว 8 - 15 เซนติเมตร ในช่อหนึ่งอาจติดผลตั้งแต่ 1 - 5 ผล ขึ้นกับพันธุ์และความสมบูรณ์ของต้น การปลูกเพื่อการค้าควรตัดแต่งให้เหลือช่อละ 1 ผล แต่ถ้ามะปรางต้นนั้นติดลูกดกเกิน ก็ควรเด็ดผลออกบ้างเพื่อที่ผลที่เหลือจะได้มีขนาดใหญ่และคุณภาพดีขึ้น (นรินทร์, 2537)

โรคและแมลง

มะปรางมีโรคและแมลงทำลายน้อย หรือค่อนข้างจะทนทานต่อการทำลายของโรคและแมลงศัตรูและค่อนข้างจะทนต่อสภาพแวดล้อมที่ผันแปรรวดเร็ว นรินทร์ (2537) ได้กล่าวถึงโรคที่สำคัญได้แก่

1. โรคแอนแทรคโนส

เกิดจากเชื้อรา *Colletotrichum* sp. สามารถเข้าทำลายได้ทุกส่วนของมะปราง ทั้งต้นกล้า ยอดอ่อน ใบอ่อน กิ่งอ่อน ช่อดอก ผลอ่อนจนถึงผลแก่ และมะปรางหลังเก็บเกี่ยว โรคนี้ระบาดมากในช่วงฤดูฝน หรือช่วงที่มีความชื้นสูง อุณหภูมิที่เหมาะสมของการเจริญของเชื้อราอยู่ระหว่าง 24 - 32 ^{0}ซ อาการของโรคเริ่มแรกจะพบจุดเล็ก ๆ บนใบอ่อนแล้วขยายออกเป็นวงกว้าง ขนาดของแผลขึ้นกับความชื้นและความอ่อนแก่ของใบ ขอบแผลเป็นสีน้ำตาลเข้ม ถ้าแผลมีจำนวนมากติดต่อทั้งใบจะทำให้ใบแห้งหรือใบบิดเบี้ยวเมื่อใบแก่ขึ้น ถ้าเกิดที่ยอดทำให้ยอดแห้ง เป็นสีน้ำตาลและแห้งตายในที่สุด และถ้าเกิดที่ช่อดอกจะมีอาการจุดสีน้ำตาลดำประปรายบนก้านดอก ทำให้ดอกเหี่ยวและร่วงไม่ติดผล และผลอ่อนเมื่อถูกโรคเข้าทำลายผลจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ดำและร่วงหล่น

การป้องกันกำจัด : ใช้สารเคมี สาร Methyl - 1 - (butylcarbameyl) - 2 benzimidazolcarbamate (Benomyl , เบนโนมิล), สาร Methyl - 2 - benzimidazolcarbamate (Mancozeb , แมนโคเซบ), สาร N - trichloro - methylthiotetrahydrophth alimide (Captan , แคปแทน), สาร Copper oxychloride (คอปเปอร์ออกซีคลอไรด์) ฉีดพ่นในช่วงฤดูฝนและช่วงที่มีความชื้นสูง และควรตัดแต่งกิ่งหรือส่วนที่เป็นโรคไปเผาทำลาย

2. โรคราดำ

เชื้อรานี้ไม่ได้ดูดกินน้ำเลี้ยง แต่มีผลต่อการเจริญเติบโตในช่วงที่มะปรางออกดอก หากเกิดมีราดำขึ้นปกคลุมดอกจะทำให้การผสมเกสรไม่เกิดขึ้น เนื่องจากมีเชื้อราดำขึ้นปกคลุมปลายเกสรตัวเมีย ปกติเชื้อราดำไม่สามารถเจริญบนใบหรือช่อดอกได้ แต่ในกรณีที่มีแมลงปากดูด เช่น เพลี้ยจักจั่น เพลี้ยหอย และแมลงปากดูดต่าง ๆ เข้าทำลายโดยดูดน้ำเลี้ยงตามยอดอ่อน ช่อดอก แล้วแมลงเหล่านี้จะปล่อยสารที่มีลักษณะคล้ายน้ำหวานออกมาเคลือบบริเวณใบและช่อดอก ซึ่งทำให้เชื้อราดำในอากาศสามารถเจริญเติบโตได้ เป็นเหตุให้การติดดอกออกผลลดลงหรือไม่ติดผลเลย

การป้องกันกำจัด : ต้องกำจัดแมลงปากดูดในช่วงที่มะปรางเริ่มแทงช่อดอก เช่นใช้สารเคมีพวก 1- naphthyl N- methylcarbamate (Carbaryl , คาร์บาริล) 85 % WP หรือสาร 2 ,3 - dihydro - 2 ,2 - dimethyl - 7 benzofuranyl [(dibutylamino)thio] methylcarbamate (Carbosulfan ,คาร์โบซัลแฟน) และถ้าพบราดำให้พ่นสารเคมีพวกแคปแทน แมนโคเซบ หรือคอปเปอร์ออกซีคลอไรด์

3. โรคขอบใบแห้ง

พบในฤดูแล้ง อาการเริ่มแรกคือปลายใบหรือขอบใบมีสีน้ำตาลอ่อน ขอบแผลจะเรียบหรืออาจมีคลื่นเล็กน้อย สาเหตุอาจเกิดจากการขาดน้ำ อาจเกิดจากรากโดนทำลายจากแมลงในดินหรืออาจมีเพลี้ยไฟมาดูดกินน้ำเลี้ยงในช่วงแตกใบอ่อน

การป้องกันกำจัด : ปรับสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโต โดยพิจารณาถึงสาเหตุที่เกิด เช่น ถ้าขาดน้ำก็ควรให้น้ำให้พอเพียงต่อความต้องการ เป็นต้น

4. โรคผลเน่า

พบหลังจากผลโดนหนอนแมลงวันทองทำลายหรือผลมะปรางได้รับความกระทบกระเทือน ในช่วงเก็บเกี่ยว หรือช่วงการขนส่ง โดยมีอาการคือบริเวณที่เป็นโรคจะนิ่ม มีสีเทาหรือดำ

การป้องกันกำจัด : ควรมีการฉีดพ่นสารเคมีป้องกันกำจัดแมลงวันทอง หรือห่อผลการเก็บเกี่ยวและขนส่งควรปฏิบัติอย่างระมัดระวังอย่าให้ผลผลิตได้รับความกระทบกระเทือน

แมลงศัตรูของมะปราง

นรินทร์ (2537) ได้กล่าวถึงแมลงศัตรูของมะปรางไว้ดังนี้

1. เพลี้ยไฟ (Thrips)

ทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัยจะใช้ปากเจาะและดูดกินน้ำเลี้ยงจากใบอ่อน ยอดอ่อน ตาใบ ตาดอก ช่อดอก โดยเฉพาะฐานรองดอกและขั้วของผลอ่อน จะสังเกตเห็นว่าใบที่แตกใหม่จะมีขนาดเล็ก ขอบใบและปลายใบไหม้ หรืออาจร่วงตั้งแต่ยังเล็ก ส่วนใบที่มีขนาดโตเพลี้ยอ่อนจะทำลายที่ขอบใบทำให้ใบม้วนงอ ถ้าทำลายยอดจะทำให้ยอดแห้งไม่แทงช่อดอก ถ้าทำลายช่วงออกดอกติดผลจะทำให้ช่อดอกหงิกงอ ดอกร่วงไม่ติดผล ติดผลน้อย หรือผลไม่สมบูรณ์ เพลี้ยอ่อนมักระบาดในช่วงที่มีอากาศร้อนหรือแห้งแล้ง

การป้องกันกำจัด : ตัดส่วนที่แมลงทำลายไปเผาไฟ หรือใช้สารเคมี ได้แก่ คาร์โบซัลแฟน อัตรา 30 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร หรือคาร์บาริล อัตรา 45 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร อาจใช้วิธีธรรมชาติ คือ ใช้ตัวห้ำของเพลี้ยไฟ ได้แก่ แมงมุม

2. เพลี้ยจั๊กจั่น (Hopper)

ทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัยจะทำลายใบอ่อน ยอดอ่อน และช่อดอก มักจะเข้าทำลายช่วงที่มะปรางออกดอก (ประมาณเดือน พฤศจิกายน - มกราคม) โดยดูดน้ำเลี้ยงจากช่อดอกทำให้ดอกร่วงติดผลน้อยหรือไม่ติดผลเลย และเพลี้ยอ่อนจะถ่ายสารที่มีลักษณะคล้ายน้ำหวานติดตามใบ ช่อดอกและรอบ ๆ ทรงพุ่ม ทำให้เกิดราดำปกคลุมได้ มีผลต่อการสังเคราะห์แสงของพืช ใบอ่อนที่ถูกดูดกินน้ำเลี้ยงจะบิดโค้งงอ ส่วนด้านใต้ใบตามขอบใบจะมีอาการปลายใบแห้ง

การป้องกันกำจัด : ใช้สารเคมี ได้แก่ คาร์บาริล อัตรา 60 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร หรือใช้สาร 3 - phenoxybenzyl (1RS , 3RS : 1RS , 3SR) - 3 - (2 ,2 - dichlorovinyl) - 2 ,2 – dimethylcyclopane-carboxylate (Permathrin , เฟอร์มาวิน) อัตรา 10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร พ่นในระยะก่อน มะปรางออกดอก 1 ครั้ง และเมื่อมะปรางเริ่มแทงช่อดอก 1 ครั้ง (เมื่อดอกบานไม่ควรพ่น เพราะอาจมีอันตรายต่อแมลงที่ช่วงผสมเกสร) และควรพ่นอีก 1 - 2 ครั้ง หลังจากมะปรางเริ่มติดผล

3. แมลงค่อมทอง (Leaf eating weevil)

ตัวเต็มวัยจะกัดกินใบในช่วงแตกใบอ่อน ทำให้ใบเว้า ๆ แหว่ง ๆ ถ้ารุนแรงจะเหลือแต่ก้านใบ พบได้ตลอดปี แต่จะระบาดหนักช่วงเดือนกุมภาพันธ์ - มีนาคม และมิถุนายน - สิงหาคม

การป้องกันกำจัด : พ่นสารเคมี ได้แก่ คาร์บาริล อัตรา 60 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร หรือสาร O - S - dimethylphosphoramidothioate (Methamidophos , เมธาไมโดฟอส) อัตรา 30 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร หรือใช้สาร Dimethyl (E) - 1 - methyl - 2 (methylcarbamoyl) vinyl phosphate (Monocrotophos , โมโนโครโตฟอส) อัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร โดยฉีดพ่นช่วง มะปรางแตกใบอ่อน หรือช่วงที่แมลงค่อมทองระบาด

4. แมลงวันทอง (Fruit fly)

แมลงวันทองจะวางไข่ที่ผลมะปรางช่วงที่ใกล้แก่จนกระทั่งแก่ ทำให้ภายในผลมะปรางมีหนอน ผลเน่าและร่วงในที่สุด

การป้องกันกำจัด : ใช้สารล่อแมลงวันทอง Methyluginal (เมทธิลยูจีนอล)ผสมสารฆ่าแมลง ในอัตราส่วน 1 : 1 แล้วหยอดลงบนสำลีใส่ในกับดัก แล้วเติมสารทุก ๆ เดือน ควรทำ 5 - 10 จุดต่อไร่ โดยวางกลางทรงพุ่มของมะปราง ในช่วงก่อนและหลังแมลงวันทองเข้าทำลายผล 1 เดือน หรืออาจใช้การห่อผลด้วยถุงกระดาษสีขาว ห่อมะปรางก่อนแก่เก็บเกี่ยวได้ 20-30 วัน

5. ด้วงงวงกัดใบมะปราง (Leaf cutting weevil)

แมลงนี้จะกัดเฉพาะใบอ่อน โดยตัวเมียจะวางไข่ด้านบนของใบอ่อนใกล้ ๆ เส้นกลางใบ แล้วจะกัดกินใบห่างจากขั้วใบ ประมาณ 1-2 เซนติเมตร จนเหลือแต่โคนทำให้ใบอ่อนร่วง ลักษณะการกัดเป็นเส้นตรงเหมือนใช้กรรไกรตัด ด้วงงวงจะกัดกินใบอ่อนมะปรางหมดทั้งต้นภายใน 2 - 3 วัน

การป้องกันกำจัด : เก็บใบอ่อนที่ถูกด้วงงวงกัดหล่นไปเผาทำลาย เพื่อทำลาย ไข่และตัวอ่อน หรือพ่นสารเคมีในช่วงที่มะปรางเริ่มแตกใบอ่อน เช่น คาร์บาริล อัตรา 45-80 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร

6. ด้วงเจาะลำต้นมะปราง (Stem boring beetle)

พวกนี้จะเจาะลำต้นทำให้มะปรางชะงักการเจริญเติบโต โดยตัวเมียจะวางไข่ไว้ตามรอยแผลหรือตามเปลือกที่แตก ตัวหนอนจะใช้ปากเจาะไชเข้าไปในลำต้นแล้วกัดกินเนื้อเยื่อเจริญใต้เปลือกและชั้นท่อน้ำ - ท่ออาหารทำเป็นอุโมงค์ทิศทางการทำลายไม่แน่นอน ทำให้ไม่มีการแตกใบอ่อนชุดใหม่ ใบแก่เริ่มเปลี่ยนเป็นสีเหลืองและร่วงหล่น ต้นมะปรางจะตายเร็วถ้าถูกทำลายรอบลำต้น มักระบาดมากในเดือนกุมภาพันธ์ - เมษายน มักพบกับต้นมะปรางที่มีอายุมากและพบมากในสวนที่มีวัชพืชขึ้นหนาแน่น

การป้องกันกำจัด : ถ้าพบตัวแก่หรือตัวเต็มวัยให้จับทำลาย ส่วนต้นหรือกิ่งที่โดนทำลายให้ตัดเป็นท่อนสั้น ๆ แล้วเผาไฟ ถ้าพบในระยะที่เริ่มทำลายให้แกะเปลือกออกแล้วพ่น O - S - dimethylphosphoradothioate (Methadophos , เมธาโดฟอส) หรือโมโนโครโตฟอส

7. เพลี้ยหอย (Scale insect)

เพลี้ยหอยจะดูดกินน้ำเลี้ยงตามยอดใบ ช่อดอก และผลอ่อนของมะปราง เมื่อเข้าทำลายจะทำให้มะปรางชะงักการเจริญเติบโต ผลมะปรางเจริญผิดปกติ และผิวมะปรางไม่สวย

การป้องกันกำจัด : ถ้าพบไม่มากตัดแล้วเผาทำลาย แต่ถ้าระบาดหนักให้ใช้สารฆ่าแมลงชนิดดูดซึม ได้แก่ โมโนโครโตฟอส อัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร

การเก็บเกี่ยว

มะปรางเป็นไม้ผลที่นิยมบริโภคตั้งแต่ผลอ่อน(ผลดิบ) สีเขียวจนถึงผลแก่สีเหลือง โดยผลอ่อนจะนำมาบริโภคสดหรือแปรรูป เช่น การดอง การแช่อิ่ม เป็นต้น ส่วนผลแก่จะเก็บเกี่ยวเมื่อมะปรางเปลี่ยนสีจากสีเขียวเป็นสีเหลือง ในบริเวณที่มีอากาศค่อนข้างร้อนหรืออุณหภูมิสูงมะปรางจะแก่เร็วกว่าปกติ หากเก็บเกี่ยวช้าผลมะปรางจะร่วงทำให้ผลแตกเสียหายได้ และต้องเก็บเกี่ยวอย่างระมัดระวังเพราะผลจะช้ำทำให้เก็บไว้ไม่ได้นาน การเก็บเกี่ยวจะใช้กระดาษหนังสือพิมพ์ตัดเป็นฝอยหรือชิ้นเล็ก ๆ ปูก้นภาชนะ แล้วใช้กรรไกรตัดขั้วผล เมื่อตัดเสร็จใส่ลงในภาชนะเก็บไว้ในที่ร่มไม่ควรปล่อยไว้กลางแดด เพราะมะปรางจะเน่าเสียหายได้ง่าย และเก็บไว้ไม่ได้นาน ควรคัดผลมะปรางที่มีบาดแผล มีจุดดำ หรือมีอาการเน่าเสียแม้เพียงนิดเดียวออก เพื่อไม่ให้เชื้อโรคติดต่อไปกับผลที่สมบูรณ์ แล้วคัดเลือกขนาดผลบรรจุลงภาชนะส่งตลาด (นรินทร์, 2537)

การเจริญเติบโตทางกิ่งใบ

การเจริญเติบโตและการพัฒนาของพืชชั้นสูงทั่ว ๆ ไปแบ่งได้เป็น 2 ระยะ คือ ระยะการเจริญเติบโตทางกิ่งใบ (vegetative stage) และระยะเจริญพันธุ์ (reproductive stage) การเจริญเติบโตทางกิ่งใบเริ่มจากการงอกของเมล็ด โดยมีปัจจัยภายในพืชและสิ่งแวดล้อมเป็นตัวควบคุม (สมบุญ, 2538)

พีรเดช (2537) ได้กล่าวถึงการเจริญเติบโตทางกิ่งใบ โดยอธิบายว่าการเจริญเติบโตทางกิ่งใบประกอบไปด้วยการเจริญเติบโตของลำต้นและระบบราก การเจริญเติบโตของใบ และการแตกกิ่งก้านสาขาของพืช ดังนี้

ก. การเจริญเติบโตของลำต้นมีความสัมพันธ์กับระบบราก ถ้ารากเจริญเติบโตดีก็จะส่งผลให้ลำต้นเจริญเติบโตดีเช่นกัน การเจริญเติบโตเหล่านี้มีพื้นฐานจากการแบ่งเซลล์ การยืดตัวของเซลล์ การขยายขนาดของเซลล์ และการสะสมอาหาร (พีรเดช, 2537)

ข. การเจริญเติบโตของใบพืชจะเริ่มด้วยการแบ่งเซลล์ของชั้นหนึ่งในสามของชั้นเซลล์ที่อยู่นอกสุดใกล้กับผิวของปลายยอด (shoot apex) เป็นการแบ่งเซลล์แบบ periclinal division ตามด้วยการเจริญเติบโตของเซลล์ลูกทำให้เกิดการโป่งออกนั่นคือบริเวณ leaf primordium (ส่วนที่จะเจริญเป็นใบต่อไป) ในระหว่างนั้นการแบ่งเซลล์แบบ anticlinal division จะเพิ่มขึ้นทำให้เกิดการเพิ่มของ

ผิว primordium การเจริญเติบโตทั้งสองชนิดนี้มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของใบ และส่วนอื่น ๆ ของพืชที่จะเกิดต่อไป (นพดล, 2536)

ค. การแตกกิ่งก้านสาขาของพืช การขยายขนาดของใบ และการยืดกิ่งเพื่อรับแสงควบคุมโดยออกซิน ในกรณีที่พืชมีตายอดอยู่มักจะไม่มีการแตกกิ่งแขนง แต่ถ้าจะทำให้ความเข้มข้นของออกซินในตาข้างลดลงจนอยู่ในระดับเหมาะสมและเจริญเติบโตออกมาเป็นกิ่งเพื่อทดแทนยอดเดิม (พีรเดช, 2537)

ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตทางกิ่งใบ

การเจริญเติบโตทางกิ่งใบถูกควบคุมโดยปัจจัยต่าง ๆ ทั้งสภาพแวดล้อมและพันธุกรรมของพืช ดังนี้

1. ชนิดและพันธุ์พืช พืชหลายชนิดจะหยุดการเจริญทางกิ่งก้านสาขาเมื่อมีการสร้างดอกและผล เช่น ในกรณีข้าวโพดหรือธัญญะพืชอื่น ๆ การออกดอกเป็นสัญญาณที่แสดงให้รู้ว่าส่วนอื่น ๆ ของพืชจะหยุดการเจริญเติบโต แต่ในกรณีของฝ้ายการเจริญของกิ่งก้านจะเจริญไปพร้อม ๆ กับการออกดอก (ดนัย, 2539)

2. อายุของพืช การเจริญเติบโตของพืชในระยะแรกจะเกิดขึ้นอย่างช้า ๆ เพราะพืชยังมีขนาดเล็กมีจำนวนเซลล์ไม่มาก แต่เมื่อพ้นระยะนี้พืชจะเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว (ดนัย, 2539) อายุพืชจะมีความสัมพันธ์กับขนาดของต้นพืช ซึ่งเกี่ยวข้องกับปริมาณอาหารในพืชโดยตรง (สมบุญ, 2538) นอกจากนี้อายุของกิ่งและอายุใบยังมีความสัมพันธ์กับระดับของธาตุอาหารภายในใบ ใบพืชที่อายุต่างกันอาจแสดงการขาดธาตุได้ต่างกัน ซึ่งการขาดธาตุอาหารก็จะส่งผลต่อความสมบูรณ์ของกิ่งใบ

3. แสง สิ่งมีชีวิตทุกชนิดต้องการพลังงานแสงเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตและรักษาสภาพให้คงอยู่ แสงมีความจำเป็นต่อกระบวนการเจริญเติบโตและพัฒนาของพืช และบางครั้งอาจจะไม่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์แสงเลย เช่น phototropism ซึ่งเป็นการตอบสนองต่อทิศทางของแสง หรือเกี่ยวกับ photomorphogenesis เป็นการที่พืชตอบสนองต่อสัญญาณของแสงโดยไม่ใช่ตอบสนองต่อทิศทางหรือช่วงเวลาที่ได้รับแสง แต่เป็นการที่แสงมีผลต่อการควบคุมลักษณะที่ปรากฏของพืช หรือควบคุมการพัฒนาโครงสร้างของพืช (ดนัย, 2539)

4. อุณหภูมิ เป็นปัจจัยที่สำคัญมากอันดับหนึ่ง ถ้าอุณหภูมิสูงหรือร้อนและแล้งจัด ปริมาณ ABA จะเพิ่มมากขึ้นเพื่อควบคุมให้ปากใบปิด และถ้าสภาพนั้นยังคงอยู่ต่อไปพืชจะสร้างเอทิลีนขึ้นมามากผิดปกติซึ่งเรียกว่าเอทิลีนในสภาวะเครียด (stress - induced ethylene) ซึ่งจะมีผลร่วมกับABA และทำให้ใบร่วงเพื่อป้องกันการคายน้ำ (พีรเดช, 2537)

5. ความชื้นในดิน ในสภาพแล้งต้นพืชจะชะงักการเจริญเติบโตทางกิ่งใบ และเกิดการสะสมอาหารมากขึ้น (พีรเดช, 2537)

6. การตัดแต่งกิ่ง วิธีนี้เป็นการลดการเจริญเติบโตทางกิ่งใบโดยมีการแตกใบใหม่ออกมา มีผลทำให้ต้นพืชสร้างอาหารได้ดีขึ้น (พีรเดช, 2537)

7. ฮอร์โมน ฮอร์โมนที่พืชสร้างขึ้นเกี่ยวข้องกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ ทั้งภายในและภายนอกของต้นพืช เพราะปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้จะมีผลต่อระดับฮอร์โมนและการสร้างฮอร์โมนพืช (สมบุญ, 2538) ในมะม่วงพบว่า ปริมาณของไซโตไคนินเพิ่มขึ้นใน xylem sap ในระยะที่มีการสร้างตาดอกและระยะที่ดอกบาน (Chen, 1983) ส่วนในตาที่มีการพักตัวจะมีระดับไซโตไคนินต่ำและตาจะไม่ตอบสนองต่อไซโตไคนินที่เพิ่มให้จากภายนอก (Chen, 1991)

8. ปริมาณธาตุอาหารในพืช ถ้าปริมาณไนโตรเจนสูงจะส่งเสริมการสร้างใบและกิ่ง (สมบุญ, 2538)

สรีรวิทยาการออกดอก

การออกดอกของพืชเป็นกระบวนการทางสรีรวิทยาที่สลับซับซ้อน โดยมีปัจจัยทางด้านสภาพแวดล้อมภายนอก ได้แก่ แสง อุณหภูมิ น้ำ และสารเคมี ตลอดจนสภาพแวดล้อมภายในพืชเอง ได้แก่ ปริมาณอาหารในพืช อายุ ความพร้อมของพืช พันธุกรรม และฮอร์โมนภายในพืช (สมบุญ, 2538) การออกดอกของพืชเป็นการเปลี่ยนแปลงจากสภาพการเจริญทางกิ่งใบมาเป็นการเจริญทางด้านการสืบพันธุ์ (พีรเดช, 2537) เพราะดอกคืออวัยวะสืบพันธุ์ของพืชชั้นสูง หลังจากที่พืชมีการเจริญเติบโตทางด้านกิ่งสาขาจนถึงอายุที่มีความพร้อมที่จะออกดอกก็จะเกิดการออกดอก หรืออาจเกิดจากสภาพแวดล้อม เช่น ความยาวของวัน อุณหภูมิ นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่น ๆ เช่น ความชื้นในดิน และสารควบคุมการเจริญเติบโต (คนัย, 2539)

การที่จะควบคุมการออกดอกของไม้ผลจะต้องศึกษาอุปนิสัยการออกดอกของไม้ผลชนิดนั้น ๆ เช่น ไม้ผลบางชนิดมีอุปนิสัยการออกดอกที่ปลายกิ่ง บางชนิดออกดอกที่กิ่งใหญ่หรือที่ลำต้น หรือไม้ผลบางชนิดออกดอกบนกิ่งอายุ 1 ปี บางชนิดออกดอกบนกิ่งอายุมากกว่า 1 ปี เป็นต้น การศึกษาดังกล่าวจะช่วยให้การปฏิบัติดูแลไม้ผลทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ (ธนัท, 2538)

เคยมีผู้เสนอว่าการออกดอกของพืชควบคุมโดยฮอร์โมนชนิดหนึ่งที่พืชสร้างขึ้น เรียกว่า ฟลอริเจน (florigen) แต่จนกระทั่งปัจจุบันยังไม่มีผู้ใดสกัดฟลอริเจนจากพืชได้เลย และไม่สามารถให้ความกระจ่างได้ว่าฟลอริเจนมีจริงหรือไม่ (พีรเดช, 2537) ดังนั้น ในปัจจุบันทฤษฎี florigen จึงไม่เป็นที่ยอมรับของนักวิทยาศาสตร์โดยทั่วไป (Kinet *et al.*, 1985)

อย่างไรก็ตามมีรายงานว่าธาตุอาหารโดยเฉพาะอย่างยิ่งไนโตรเจนที่พืชมีอยู่นั้นจะไปมีผลต่อระบบเมตาบอลิซึมและการเคลื่อนย้ายสารควบคุมการเจริญเติบโตภายในพืช ซึ่งมีผลต่อการพัฒนาดอกและการแสดงออกของเพศดอก จากเหตุผลนี้จึงทำให้มีผู้เข้าใจผิดว่าการออกดอกเกี่ยวข้องกับอัตราส่วนระหว่างคาร์โบไฮเดรตและไนโตรเจน (C / N) (Kinet *et al.*, 1985)

Menzel *et al.* (1995) รายงานว่า ในต้นลิ้นจี่ที่ออกดอกซึ่งเห็นตาดอกแล้ว จะมีปริมาณแป้งในทุกส่วนของต้นสูงกว่าต้นที่กำลังเริ่มแตกใบอ่อน เช่นเดียวกับ ธวัชชัย (2524) รายงานว่า Total Nonstructural Carbohydrate (TNC) ในใบหรือในยอด (stem apex) จะเพิ่มขึ้นช่วงก่อนการออกดอกหรือแตกใบอ่อน ส่วนปริมาณ Total Nitrogen (TN) ในใบและยอดไม่เกี่ยวข้องกับการออกดอกหรือแตกใบอ่อน นอกจากนี้ Scholefield *et al.* (1984) พบว่า ในอะโวกาโดจะมีปริมาณคาร์โบไฮเดรต (แป้ง) สูงในช่วงที่มีการพัฒนาดอก แต่จะมีปริมาณต่ำในช่วงแตกใบอ่อน

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกดอก

1. แสง เป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญในกระบวนการสร้างอาหารของพืชและการสะสมสารอาหารในพืชโดยทั่วไปพืชส่วนใหญ่ต้องการความเข้มแสงสูงในการออกดอก (สมบุญ, 2538) แสงมีผลต่อการออกดอกทั้งในแง่ของช่วงเวลาที่รับแสง (photoperiod) ความยาวคลื่นของแสง (wave length) และปริมาณพลังงานแสง (radiant energy) โดยองค์ประกอบทั้งสามส่วนของแสงมักจะมีผลกระทบต่อการออกดอกอย่างมีปฏิสัมพันธ์กัน (interaction) (ดนัย, 2539)

2. อุณหภูมิ ไม้ผลหลายชนิดต้องการอากาศเย็นช่วงหนึ่งก่อนการออกดอก เช่น มะม่วง ลิ้นจี่ ลำไย เงาะ ความต้องการอากาศเย็นของพืชแต่ละชนิดหรือแต่ละพันธุ์แตกต่างกันไป โดยเฉพาะอุณหภูมิต่ำมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับฮอร์โมนภายใน ทำให้พืชชะงักการเจริญทางกิ่งใบจึงมีผลกระตุ้นการออกดอกได้ (พีรเดช, 2537) สมบุญ (2538) กล่าวว่าการกระตุ้นหรือการชักนำการออกดอกของพืชโดยให้พืชได้รับความหนาวเย็นในสภาพที่มีความชื้นสูงเรียกว่า เวอร์นาไลเซชัน (vernalization) และเนื้อเยื่อที่ตอบสนองต่อความหนาวเย็นในกระบวนการเกิดเวอร์นาไลเซชันคือเนื้อเยื่อเจริญบริเวณปลายยอด โดยความต้องการอุณหภูมิในการเกิดเวอร์นาไลเซชันของพืชต่างชนิดกันก็ต่างกัน ถ้าใช้อุณหภูมิต่ำจะทำให้ระยะเวลาในการเวอร์นาไลซ์สั้นลง และถ้าระยะเวลาในการเวอร์นาไลซ์เท่ากันการใช้อุณหภูมิต่ำกว่าจะมีผลทำให้พืชออกดอกเร็วกว่าการใช้อุณหภูมิสูงกว่า อย่างไรก็ตามการให้พืชได้รับอุณหภูมิต่ำนานเกินไปอาจมีผลกระทบทำให้การ ออกดอกของพืชลดลงหรืออาจไม่ออกดอกเลยก็ได้ ส่วนภายหลังเกิดกระบวนการเวอร์นาไลเซชันของพืชแล้ว ถ้าปล่อยให้พืชได้รับอุณหภูมิสูงกว่า 30 องศาเซลเซียส จะมีผลทำให้พืชไม่ออกดอก ปรากฏการณ์ที่พืชผ่านการเวอร์นาไลเซชั่นแล้วเกิดการสูญเสียผลของการเวอร์นาไลเซชัน เรียกว่า ดีเวอร์นาไลเซชัน (devernalization) และอาจทำให้กลับมาอยู่ในสภาพเวอร์นาไลเซชันได้อีกถ้าให้อุณหภูมิต่ำแก่พืช

3. ความชื้นในดิน ในสภาพที่พืชขาดน้ำหรือเกิดความเครียดเนื่องจากน้ำ (water stress) จะเป็นตัวชักนำให้เกิดการสร้างตาดอก (สมบุญ, 2538) ในไม้ผลหลายชนิดต้องการช่วงแล้งก่อนการ

ออกดอก โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อประกอบกับสภาพอากาศเย็นก็จะช่วยกระตุ้นให้ออกดอกได้มากขึ้น (พีรเดช, 2537)

4. การตัดแต่งกิ่ง สามารถใช้บังคับการออกดอกของไม้ผลบางชนิด เช่น น้อยหน่า เป็นการลดการเจริญเติบโตทางใบ และทำให้ใบใหม่มีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงสูง ทำให้มีอาหารสะสมสำหรับการออกดอกมากขึ้น (พีรเดช, 2537)

5. พันธุ์ พืชต่างพันธุ์กันมีความสามารถในการออกดอกไม่เท่ากัน เช่น ลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวยจะออกดอกได้ยากกว่าลิ้นจี่พันธุ์ค่อมเมื่อปลูกในสภาพแวดล้อมเช่นภาคกลาง และในมะม่วงทวายต่าง ๆ มีพฤติกรรมการออกดอกง่ายและสม่ำเสมอกว่ามะม่วงพันธุ์เขียวเสวย (พีรเดช, 2537)

6. อายุของพืช เป็นปัจจัยที่สำคัญอันหนึ่งที่กำหนดการออกดอกของพืช ในไม้ผลการเจริญเติบโตทางกิ่งใบสลับกับการออกดอกนั้นจะควบคุมการออกดอกได้ยากกว่า เนื่องจากช่วงอายุระหว่างการเติบโตทางกิ่งใบและการออกดอกไม่มีกำหนดตายตัวที่แน่นอน การออกดอกของพืชเหล่านี้มักขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมอื่น ๆ เป็นสำคัญ (พีรเดช, 2537)

7. ฮอร์โมน อาจกล่าวได้ว่าฮอร์โมนเป็นผลสรุปของปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการออกดอก เนื่องจากปัจจัยต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้วข้างต้นเกือบทุกปัจจัยล้วนแล้วแต่มีผลกระทบถึงระดับฮอร์โมนภายในทั้งสิ้น ในช่วงที่มีการออกดอกพบว่าปริมาณจิบเบอเรลลินจะลดระดับลง มีการสร้างเอทิลีนมากขึ้น ส่วนออกซินและไซโตไคนินอาจเกี่ยวข้องกับการออกดอกเช่นกัน ดังนั้นการออกดอกอาจควบคุมโดยระดับความสมดุลระหว่างสารกระตุ้นการเจริญเติบโตและสารยับยั้งการเจริญเติบโต แต่แนวความคิดนี้มีความเป็นไปได้หรือไม่นั้นยังไม่มีใครให้คำตอบได้ (พีรเดช, 2537)

ไซโตไคนิน (Cytokinin)

การค้นพบฮอร์โมนพืชในกลุ่มนี้เริ่มจากการศึกษาเพาะเลี้ยงเนื่อเยื่อพืชโดย Haberlandt พบว่ามีสารชนิดหนึ่งอยู่ในเนื้อเยื่อซึ่งสามารถกระตุ้นให้เซลล์พาร์เรนไคมาในหัวมันฝรั่งกลายเป็นเนื้อเยื่อเจริญ กล่าวคือสารชนิดนี้สามารถชักนำให้เกิดการแบ่งเซลล์ (Wareing and Phillips, 1978) ไซโตไคนินที่พืชสร้างขึ้นมาเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตได้ คือสารซีอาติน (zeatin) ซึ่งสามารถสกัดได้จากเมล็ดข้าวโพด จัดเป็นสารไซโตไคนินธรรมชาติที่มีประสิทธิภาพสูงสุด และในปี 1995 Miller ได้สกัดสารจาก DNA ของสเปิร์มจากปลาแฮร์ริง มีชื่อว่า ไคเนติน (Kinetin) (คนัย, 2539) ส่วนสารสังเคราะห์ในกลุ่มไซโตไคนิน ได้แก่ ไคเนติน, 6-benzylaminopurine (BAP) สารกลุ่มนี้มีผลต่อการแบ่งเซลล์และกระตุ้นการเจริญทางด้านลำต้น และตาข้าง และยังใช้กันมากในงานเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเพื่อกระตุ้นการเจริญของก้อนแคลลัส (callus) (พีรเดช, 2537)

ดนัย (2539) พีรเดช (2537) นภดล (2536) และ สัมพันธ์ (2526) สรุปหน้าที่ของไซโตไคนินไว้ดังนี้

1. กระตุ้นให้เกิดการแบ่งเซลล์และการเปลี่ยนแปลงทางคุณภาพของเซลล์ โดยใช้ร่วมกับ Auxin

2. ชะลอการเสื่อมสภาพ เพราะทำให้มีการลำเลียงธาตุอาหารมายังตำแหน่งที่ได้รับสารไซโตไคนิน

3. ทำให้ตาข้างแตกออกมาหรือกำจัด Apical Dominance ได้

4. ไซโตไคนินช่วยการขยายตัวของเซลล์ โดยแสดงผลที่ ตำแหน่งที่ได้รับสาร

5. ทำให้เกิดการสร้างคลอโรพลาสต์มากขึ้น

6. ทำให้พืชทั้งต้นเจริญเติบโต

7. กระตุ้นการงอกของเมล็ดพืชบางชนิด

8. ทำลายการพักตัว และกระตุ้นการแตกตา โดยไปมีผลต่อปริมาณฮอร์โมน

Bernier *et al.* (1985) รายงานว่า มีการสร้างไซโตไคนินที่ระบบรากและส่งต่อไปยังบริเวณปลายยอด ดังนั้นรากจึงเป็นส่วนสำคัญในการส่งไซโตไคนินไปยังใบและป้องกันการเสื่อมสลายของใบ จึงเป็นหลักฐานที่สำคัญชี้ให้เห็นว่า ไซโตไคนินมีการเคลื่อนที่จากรากไปสู่ยอด ยิ่งไปกว่านั้นยังพบไซโตไคนินในท่อน้ำซึ่งมาจากระบบราก (ดนัย, 2539) ไซโตไคนินถูกสร้างที่ปลายรากและเคลื่อนย้ายผ่านท่อน้ำไปสู่ส่วนต่าง ๆ ของพืช นอกจากนี้ยังพบไซโตไคนินมากที่บริเวณใบอ่อน ผลอ่อน และเมล็ด (จำนงค์, 2539)

ถึงแม้ปลายรากจะเป็นแหล่งผลิตที่สำคัญของไซโตไคนิน แต่มีการพบว่าในพืชหลายชนิดลำต้นก็สามารถจะสร้างไซโตไคนินที่จำเป็นได้เช่นกัน การลำเลียงของไซโตไคนินโดยเฉพาะ zeatin และ zeatin riboside เกิดขึ้นในท่อน้ำอย่างแน่ชัด แต่ใน sieve tube ก็สามารถพบไซโตไคนินได้เช่นกันในรูป glucosides (นภดล, 2536)

การสังเคราะห์ไซโตไคนินในต้นพืชเกิดโดยการ substitution ของ side chain บนคาร์บอนอะตอมที่ 6 ของอะดีนีน ซึ่ง side chain ของไซโตไคนินในสภาพธรรมชาติประกอบด้วยคาร์บอน 5 อะตอม จึงเป็นการชี้ให้เห็นว่ากิดมาจากวิถีการสังเคราะห์ไอโซพรีนอยด์ (isoprenoid) (ดนัย, 2539)

การสลายตัวของไซโตไคนินสามารถถูกทำลายโดยการออกซิเดชั่นทำให้ side chain หลุดออกจากกลุ่มอะดีนีนติดตามด้วยการทำงานของเอนไซม์แซนทีนออกซิเดส (xanthine oxidase) ซึ่งสามารถออกซิไดซ์ให้พิวรีนเกิดเป็นกรดยูริค (uric acid) และกลายเป็นยูเรียไปในที่สุด (ดนัย, 2539)

Robert *et al.* (1991) พบว่าในช่วง 1 – 2 สัปดาห์ภายใต้สภาพที่มีการกระตุ้นให้เกิดตาดอก ระดับของ Z (zeatin plus zeatin riboside) และ DHZ (dihydrozeatin plus dihydrozeatin riboside) ของปลายยอดจะลดลง และในช่วงที่ตามีการเปลี่ยนแปลงเป็นตาดอกมีความเกี่ยวข้องกับการเพิ่มขึ้นของ gibberellins (GA) , abscisic acid (ABA) , Z และ DHZ ของ *Boronia megastigma* Nees.

ซึ่งสอดคล้องกับ Chen (1983) พบว่า ไซโตไคนินในช่อดอกของมะม่วงมีความสามารถในการทำงานสูงสุดในระยะ 5 ถึง 10 วันหลังจากดอกบาน และ Chen (1987) ได้ศึกษาใน xylem sap ของมะม่วง พบว่า ในระยะที่ตามีการเปลี่ยนเป็นตาดอก ช่วงที่เกิดการสร้างตาดอกและดอกบานมีความสามารถในการทำงานของไซโตไคนินมากกว่าในระยะการแตกใบอ่อนและระยะใบแก่ หลังจากนั้น Chen (1990) ยังพบว่าปริมาณไซโตไคนินภายในยอดลิ้นจี่เพิ่มขึ้นใน xylem sap และมีปริมาณมากที่สุดในระยะที่เกิดการสร้างตาดอกและดอกบาน นอกจากนี้ Chen (1991) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการทำงานของไซโตไคนินช่วงที่มีการเปลี่ยนแปลงไปเป็นตาดอกและระยะการเกิดตาดอกของลิ้นจี่ พบว่าไซโตไคนินมีความสามารถในการทำงานเพิ่มขึ้นในช่วงการเกิดตาดอก และการให้สารไคเนตินจากภายนอกจะช่วยส่งเสริมให้เกิดการเปลี่ยนแปลงไปเป็นตาดอก ดังนั้นไซโตไคนินจึงเป็นฮอร์โมนที่ช่วยส่งเสริมให้ตาเกิดการเปลี่ยนเป็นตาดอก และช่วยในการพัฒนาตาดอกในไม้ผลเช่น ลิ้นจี่

จากที่เคยเชื่อกันว่าไซโตไคนินไม่ใช่สารสำคัญที่มีบทบาทควบคุมการออกดอก เนื่องจากมีการศึกษาเกี่ยวกับ exogenous ของไซโตไคนินน้อย แต่จากการทดลองที่ผ่านมาจนถึงปัจจุบันเชื่อว่าไซโตไคนินมีความสำคัญไม่น้อยไปกว่าออกซินและจิบเบอเรลลิน (Bernier *et al.*, 1985)

อย่างไรก็ตามยังมีนักวิทยาศาสตร์บางกลุ่ม ได้ศึกษาปริมาณฮอร์โมนพืชบางชนิดที่เกี่ยวข้องกับการออกดอกและการเจริญทางกิ่งใบ (ตารางที่ 2) Chen (1987) ศึกษา endogenous growth substances ที่เกี่ยวข้องกับการเจริญของยอดและพัฒนาตาดอกของมะม่วง โดยศึกษาการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการทำงานของจิบเบอเรลลินและไซโตไคนินในระยะที่ใบเกิดการเปลี่ยนแปลง (leaf differentiation) ช่วงใบแก่ ช่วงเริ่มเกิดตาดอก (7 วันหลังเกิดตาดอก) และช่วงดอกบานเต็มที่ของมะม่วงอายุ 3 ปี และวัดปริมาณ diffusible IAA และ ABA ใน diffusate ของปลายยอดในช่วงการเปลี่ยนแปลงการพัฒนาต่าง ๆ พบว่า ปริมาณ จิบเบอเรลลิน และ diffusible IAA มีความสามารถในการทำงานมาก สามารถพบใน xylem sap ในระยะที่ใบเกิดการเปลี่ยนแปลง และในส่วนของ diffusiable IAA ใน diffusate ของปลายยอดจะลดลงในระดับต่ำ และ ABA จะเพิ่มมากขึ้นในช่วงเริ่มเกิดตาดอก ในขณะที่ total cytokinin - like activity จะเพิ่มขึ้นใน xylem sap และเพิ่มสูงสุดในช่วงดอกบานเต็มที่ และ Chen (1990) ได้ศึกษา endogenous substances ใน xylem และ shoot tip ของลิ้นจี่พันธุ์ Hey Yeh โดยศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณของไซโตไคนินและจิบเบอเรลลิน ใน xylem sap ในช่วงการขยายขนาดของใบ, การพักตัวของตา (เมื่อ apical leaves หยุดการเจริญ) 30 วัน ก่อนการสร้างตาดอก ช่วงสร้างตาดอก และช่วงดอกบานเต็มที่ พบว่าการกระจายของ IAA และ ABA ในระยะ diffusate จากปลายยอดมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยพบจิบเบอเรลลินปริมาณสูงใน xylem sap ในระยะที่มีใบมีการขยายขนาดและปริมาณของ IAA จะคงอยู่จนกระทั่งถึงการเจริญเติบโตระยะที่ 5 และยังพบว่า 30 วันก่อนการสร้างตาดอกปริมาณของ ABA เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วพร้อมกับปริมาณ total cytokinin ใน xylem sap เพิ่มขึ้นสูงสุดในช่วงระหว่างการ

สร้างตาดอกและดอกบาน ส่วนจิบเบอเรลลินใน xylem sap มีระดับต่ำเมื่อ 30 วันก่อนการสร้างตาดอก ตลอดจนระยะที่มีการสร้างตาดอก หลังจากนั้น Chen (1991)ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการทำงานของไซโตไคนินในช่วงก่อนการเปลี่ยนแปลงไปเป็นตาดอกและในขณะที่เกิดตาดอกในยอดลิ้นจี่พันธุ์ Hen Yen พบว่าความสามารถในการทำงานของไซโตไคนินจะเพิ่มขึ้นเมื่อตามีการเปลี่ยนแปลงไปเป็นตาดอก ส่วนตาที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงจะมีปริมาณไซโตไคนินคงที่และมีปริมาณต่ำ ไซโตไคนินที่พบในตาคือ zeatin , zeatin riboside , N – (δ^2 – isopentenyl) adenine (2iP) และ N – (δ^2 – isopentenyl)adenine riboside (2iPA)

นอกจากนี้ ครุณี (2539) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารคล้ายไซโตไคนินในช่วงก่อนการออกดอกและแตกใบอ่อนของยอดลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวย พบว่า ปริมาณสารคล้ายไซโตไคนินเพิ่มขึ้นในช่วงก่อนออกดอกและแตกใบอ่อน โดยจะมีปริมาณต่ำในสัปดาห์ที่ 9 ก่อนการออกดอก และเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 7 ปริมาณจะค่อนข้างคงที่ไปจนถึงสัปดาห์ที่ 5 และจะเพิ่มขึ้นอีกครั้งในสัปดาห์ที่ 3 ก่อนการออกดอก ส่วนวิธีการหาปริมาณสารคล้ายไซโตไคนินก็มีหลายวิธีการ(ตารางที่ 3)

ตารางที่ 2 สรุปผลงานวิจัยที่เกี่ยวกับไซโตไคนินที่มีผลต่อการเจริญเติบโตทางกิ่งใบ

ผู้ทดลอง, ปี, ประเทศ	ชนิดพืช	วิธีการ	ผลที่ได้	หมายเหตุ
Mohamed - Yasseen (1996) U.S.A.	Avocado (*Persea americana* Mill.)	เลี้ยงในอาหารสูตร Murashige and Skoog (MS medium) ที่เติม 6 - benzyladenine (BA) เข้มข้น1 , 2 หรือ 3 มก/ล	เกิดการผลิตยอดจาก embryonic axes มากขึ้นเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของ BA มากขึ้น	ทำการเติม myo-inositol 100 มก/ล , sucrose 30 ก/ล , agar 8 ก / ล และให้ร่วมกับ 1- naphthylace - tic (NAA) 0.1 มก /ล ด้วย
Preece (1990) U.S.A.	*Euphorbia lathyris* L.	ฉีดพ่น BA เข้มข้น 0 , 3 , 30 , 300 มก /ล ใช้ร่วมกับ Gibberellins (GA_{4+7}) เข้มข้น 0, 3, 30, 300 มก /ล	ส่งเสริมให้ axillary shoot เจริญ	

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ผู้ทดลอง, ปี, ประเทศ	ชนิดพืช	วิธีการ	ผลที่ได้	หมายเหตุ
Shaltout (1996) Egypt	แอปเปิล (*Malus* spp. L.) cv. Orleans and cv. Le Conte	ฉีดพ่น promalin (GA_{4+7}+ BA) เข้มข้น 250 หรือ 500 มก/ล ที่ยอด	กิ่งแขนงเพิ่มขึ้น	การพ่นให้ผลดีที่สุดเมื่อปลาย ยอดมีขนาด ความยาว 1.5-10 ซม
Silva *et al.* (1998) Brazil	กล้วย (*Musa* spp. L.) cv. Mysore	ฉีดพ่น BA เข้มข้น 5 มก/ล	เพิ่มจำนวน rhizome	
Nachtigal *et al.* (1997) Brazil	Kiwifruit (*Actinidia deliciosa* L.)	ฉีดพ่น BA เข้มข้น 1.5 มก/ล	เพิ่มจำนวนตา และยอด ความยาวยอด และจำนวนใบ	ใช้กับ 40 ก NAA + 2.0 ก KH_2PO_4+ยูเรีย 1.5 ก/ล
Dale *et al* (1997) Canada	สตรอเบอรี่ (*Fragaria* x *ananassa*) cv. Tribute , Selva	ฉีดพ่น BA เข้มข้น 1,800 มก/ล	การผลิตต้นไหล(runner) เพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอ	
Deng *et al* (1996) China	แตงโม (*Cucumis melo* L.) cv. S-24 and Wangwenxiang	ฉีดพ่น BA เข้มข้น 0.5 มก/ล	ชักนำยอดจะดีกว่าใช้ zeatin, kinetin , 2 , 4 – dichloro – phenoxyacetic acid (2,4-D) หรือ 2iP	

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ผู้ทดลอง, ปี, ประเทศ	ชนิดพืช	วิธีการ	ผลที่ได้	หมายเหตุ
Wertheim and Groene (1996) the Netherlands	แอปเปิล (*Malus* spp. L.) cv. Cox's Orange Pippin , Elstar , Delcorf, Golden Delicious , Jonagold และ Rode Boskoop	- ฉีดพ่น BA เข้มข้น 300 หรือ 600 มก/ล พ่น 4 เวลา (พันธุ์ Cox's Orange Pippin) - ฉีดพ่น BA เข้มข้น 300 มก/ล พ่น 4 เวลา(พันธุ์ Elstar) - ฉีดพ่น BA เข้มข้น 300 มก/ล พ่น 6 เวลา (พันธุ์ Delcorf, Golden Delicious และ Jonagold) - ฉีดพ่น BA เข้มข้น 600 มก/ล พ่น 6 เวลา (พันธุ์ Rode Boskoop)	ต้นสูงมากกว่า 50 หรือ 80 ซม จากพื้นดิน	การพ่นชักนำกิ่งแขนงมาก แต่ลำต้นก็จะสูง แหลมขึ้นด้วย
Pipattana-wong *et al* (1997) Japan	สตอเบอรี่ (*Fragaria* x *ananassa*) cv. Miyoshi	ฉีดพ่น BA เข้มข้น 50 มก/ล	เพิ่มจำนวนต้นไหล	
Maggon and Singh (1995) India	Sweet orange (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck.) cv. Mousambi	เลี้ยงในอาหารสูตร MS ที่เติม BA เข้มข้น 2 มก/ล	เพิ่มจำนวนยอด	
Jaleel and Williamson (1995) U.S.A.	ส้ม (*Citrus* sp.) cv. Hamlin	ใช้วิธีการโน้มกิ่งและฉีดพ่น BA เข้มข้น 500 มก/ล	ตาที่กิ่งเกิดการแตกตา (budbreak) 100 %	

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ผู้ทดลอง, ปี, ประเทศ	ชนิดพืช	วิธีการ	ผลที่ได้	หมายเหตุ
Chen *et al.* (1997) Taiwan	ลำไย (*Euphoria longana* Lam.)	ศึกษา cytokinin ใน xylem sap โดยวิธี HPLC	- cytokinin ทั้งหมด(zeatin, zeatin riboside, isopente - nyladenosi(2iPA) และ isopentenyl-adenine(2iP) มีปริมาณลดลง ช่วง leaf flush - zeatin และ zeatin riboside ในตามีปริมาณ 70 % ของทั้งหมด	cytokinin จะย้ายไปที่ยอดซึ่งถูกสะสมในตาที่ระยะพักตัวและหลังจากนั้นจะเพิ่มปริมาณ cytokinin มากขึ้นระหว่างการเกิดตาดอก, การส่งเสริมการพัฒนาตาดอก
ครุณี (2539) ไทย	ลิ้นจี่ (*Litchi chinensis* Sonn.) พันธุ์ ฮงฮวย	การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารคล้ายไซโตไคนิน โดยวิธี Soybean Hypocotyl Bioassay	ปริมาณสารคล้ายไซโตไคนินในต้นที่ แตกใบอ่อน, ออกดอกปน แตกใบอ่อน และออกดอก มีปริมาณเท่ากับ 0.64, 8.48 และ 10.15 ng kinetin equivalent/ g fresh weight ตามลำดับ	

การตรวจสอบไซโตไคนินโดยวิธีชีววิธี

การตรวจสอบไซโตไคนินสามารถทำได้หลายวิธี ได้แก่

1. Tobacco callus test โดยเลี้ยงเซลล์แกนกลางของลำต้นของยาสูบบนอาหารที่มีไซโตไคนิน ไซโตไคนินจะกระตุ้นการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อ หลังจากเลี้ยงเนื้อเยื่อ ชั่งน้ำหนักของเนื้อเยื่อ น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเป็นผลมาจากไซโตไคนิน วิธีนี้ใช้เวลาตรวจสอบนาน (ดนัย, 2539)

2. Leaf senescence test โดยวางแผ่นใบพืชให้ลอยอยู่ในสารละลายที่มีไซโตไคนินในที่มืด ไซโตไคนินทำให้คลอโรฟิลล์ในแผ่นใบสลายตัว หาจำนวนคลอโรฟิลล์ที่เหลืออยู่หลังจากลอยแผ่นใบนาน 3-4 วัน (ดนัย, 2539)

3. Radish cotyledon test โดยเลี้ยงเซลล์ใบเลี้ยงของแรดิช ไซโตไคนินมีผลทำให้เกิดการแบ่งเซลล์ และขยายขนาดของเซลล์ ชั่งน้ำหนักใบเลี้ยงที่เพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นการตอบสนองของใบเลี้ยงต่อระดับไซโตไคนิน (สมบุญ, 2538)

นอกจากวิธีการดังกล่าวแล้ว การหาปริมาณของไซโตไคนินสามารถตรวจสอบได้หลายวิธี ซึ่งสรุปไว้ใน ตารางที่ 3

ตารางที่ 3 สรุปผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการวิเคราะห์สารคล้ายไซโตไคนิน

ผู้ทดลอง ปี ประเทศ	ชนิดพืช พันธุ์	วิธีการที่ใช้วัด	ช่วงที่วัดได้เป็นสมการเส้นตรง	วิธีการทำ bioassay
Gazit and Blumenfeld (1970) Israel	Soybean (*Glycine max* (L.) Merr.)	Soybean Cotyledon callus bioassay	ไม่ระบุ	1. นำ callusถั่วเหลือง 3 ชิ้น น้ำหนักประมาณชิ้นละ 8 มก (ชิ้นส่วนถั่วได้จาก stock culture ที่เลี้ยงบนอาหารที่เติมไคเนติน 1 มก / ล)ไปเพาะบนอาหารสูตร Miller ที่มีวุ้น 0.8% (20 มล) ใน erlenmeyer flask ขนาด 100 มล 2. นำแต่ละ flask ไปเลี้ยงไว้ในที่มืด อุณหภูมิ 27 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 80% เป็นเวลานาน 25-30 วัน แล้วชั่งน้ำหนัก callus

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ผู้ทดลอง ปี ประเทศ	ชนิดพืช พันธุ์	วิธีการที่ใช้วัด	ช่วงที่วัดได้เป็นสมการเส้นตรง	วิธีการทำ bioassay
Krasnuk *et al.* (1971) U.S.A.	Soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) cv.Acme	Soybean Cotyledon callus Bioassay	ไม่ระบุ	1. เพาะ callus ถั่วเหลือง 3 ชิ้น ลงบนอาหารสูตร Miller และเติมสารสกัดจากตัวอย่างพืชหรือชิ้นส่วนของกระดาษโครมาโตแกรมที่เป็นส่วน R_f ที่มี activity ของไซโตไคนินลงไปใน media 50 มล แล้วนึ่งฆ่าเชื้อที่ความดัน 15 ปอนด์/ตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 °ซ นาน 15 นาที 2. บ่มที่อุณหภูมิ 30 °ซ ภายใต้แสงความเข้ม 40 วัตต์ / ตารางเมตร (ไม่ระบุชนิดหลอดไฟ) นาน 28 วัน แล้วนำไปชั่งน้ำหนัก callus
Short and Torrey (1972) U.S.A.	Soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) cv. Acme	Soybean Callus Bioassay	ไม่ระบุ	1. ใช้ soybean callus 4 ชิ้น (8 มกสด/ชิ้น) ใส่ใน erlenmeyer flask ขนาด 125 มล ที่บรรจุ media 20 มล 2. บ่มที่ 23 °ซ ภายใต้แสงสีขาว 12 ชม / วัน นาน 4 สัปดาห์ แล้วนำชั่งน้ำหนักสด
Edwards and Lamotte (1975) U.S.A.	Soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) cv. Acme	Soybean callus bioassay	วัดได้ที่ระดับความเข้มข้น 0-0.003 มก/ล ไม่ระบุช่วงที่เป็นเส้นตรง	1.ฆ่าเชื้อผิวเมล็ดถั่วเหลืองด้วยสารละลาย sodium hypochlorite (NaOCl) 5.25% (V/V) นาน 10 นาที 2.แช่เมล็ดในน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อแล้วนาน 15 ชม 3. ตัด cotyledon เป็นชิ้นบาง ๆ แล้วนำไปเลี้ยงในสูตรอาหาร Miller ซึ่งมี IAA 5 มก/ล และไคเนติน 0.5 มก/ล

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ผู้ทดลอง ปี ประเทศ	ชนิดพืช พันธุ์	วิธีการที่ใช้วัด	ช่วงที่วัดได้เป็นสมการเส้นตรง	วิธีการทำ bioassay
				ประมาณ 5 สัปดาห์ อาหารที่ใช้ในการทำ bioassay ไม่เติมไคเนติน 4. Subculture callus ทุก ๆ 3 สัปดาห์ และนำมาทำ bioassay หลังจากที่อายุครบ 6 สัปดาห์ อาหารที่ใช้ในการทำ bioassay ไม่เติมไคเนติน 5. นำ chromatogram ที่ strip ใส่ใน erlenmeyer flask ขนาด 500 มล และสกัดด้วย ethanol 80 % (V/V) ปริมาตร 10 มล และทิ้งไว้ให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง 6. เตรียมอาหารปริมาตร 200 มล ใน flask เดิม ที่มี residue แห้งอยู่ หลังจากที่ให้ความร้อนเพื่อละลายวุ้น แล้วดูดมา 50 มล ใส่ลงใน flask ทำ 4 flask แล้วนำไปนึ่ง ฆ่าเชื้อ 7. นำ callus ถั่วเหลือง 3 ชิ้น ย้ายลงในแต่ละ flask โดยแต่ละชิ้นมีน้ำหนักสดประมาณ 32 มก / ชิ้น 8. นำไปเลี้ยงในที่มืดอุณหภูมิ 24 ±1 °ซ ชั่งน้ำหนักสดหลังจากเลี้ยง
Edwards and Lamotte (1975) U.S.A.	Radish (*Raphanus sativus* L. cv. White Ioicle	Radish cotyledon bioassay	ไม่ระบุ	1. เพาะเมล็ด radish บนกระดาษซับในที่มืด อุณหภูมิ 24 ± 1 °ซ นาน 3 วัน 2. นำชิ้นส่วน inner cotyledon และ hypocotyl (ยาว 2 มม) ใส่ petridish (เส้นผ่าศูนย์กลาง 9 ซม) ที่มีกระดาษ

ตารางที่ 3 ต่อ

ผู้ทดลอง ปี ประเทศ	ชนิดพืช พันธุ์	วิธีการที่ใช้วัด	ช่วงที่วัดได้เป็นสมการเส้นตรง	วิธีการทำ bioassay
				chromatogram และสารละลาย zeatin โดยวางใบเลี้ยงให้ผิวด้านบนแตะกับกระดาษ 3. ห่อ petridish ด้วยกระดาษกรองชุบน้ำและหุ้มด้วย plastic crisper line แล้วใส่ในถุง polyethylene 4. บ่มที่อุณหภูมิ 24 ± 1 °ซ ภายใต้แสงสีขาวความเข้มแสง 40 – 45 วัตต์ / ตารางเมตร นาน 3 วัน 5. ซับใบเลี้ยงให้แห้ง และชั่งน้ำหนัก แล้ววัดความยาว hypocotyl ด้วยไม้บรรทัด
Fletcher *et al.* (1982) Canada	Cucumber (*Cucumis sativus* L.) cv. National Pickling	Cucumber cotyledon greening bioassay	ความเข้มข้นต่ำสุดที่วัดได้ 0.0001 มก/ล ไม่ระบุช่วงที่เส้นตรง	1. เพาะเมล็ดแตงกวาใน vermiculite หลังจากงอกในที่มืดอุณหภูมิ 28 °ซ 2. นำ cotyledon อายุตั้งแต่ 4 - 7 วัน มาตัดส่วนของ hypocotyl ทิ้ง โดยทำในที่มีแสงสีเขียวสลัว 3. วาง cotyledon บน petridish ขนาด 5 ซม ที่มีสารละลายทดสอบ 3 มล ซึ่งประกอบด้วย น้ำกลั่น, ไซโตไคนิน (ความเข้มข้นต่างๆ) KCl 40 mM, $CaCl_2$ หรือส่วนผสมของ cytokinin กับ KCl และ $CaCl_2$ ที่ระดับต่างๆ 4. นำ petridish มาไว้ในที่มืดที่อุณหภูมิ 28 °ซ นาน 12, 16, 20, 24 และ 28 ชั่วโมง

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ผู้ทดลอง ปี ประเทศ	ชนิดพืช พันธุ์	วิธีการที่ใช้วัด	ช่วงที่วัดได้เป็นสมการเส้นตรง	วิธีการทำ bioassay
				5. หลังจากนั้นนำไปไว้ใต้แสง fluorescent ความเข้มแสง 12.9 วัตต์/ตารางเมตร 6. เมื่อครบ 3.5 ชั่วโมง นำ cotyledon มาปั่นเพื่อสกัดและหาปริมาณคลอโรฟิลล์
Hopping *et al.* (1979) U.S.A.	Radish (*Raphanus sativus* L.) cv. Long Scarlet Globe	Radish cotyledon bioassay	ไม่ระบุ	1. นำเมล็ด radish มาฆ่าเชื้อด้วย NaOCl 1 % (V/V)แล้วล้างน้ำ 2. เพาะเมล็ดลงบนกระดาษเพาะที่ชื้นที่อุณหภูมิ 26 °ซ นาน 40 ชั่วโมง 3. ใช้ inner cotyledon 5 ใบใส่ใน petridish ที่บรรจุ chromatogram strip และน้ำกลั่น 1 มล ซึ่งปรับให้มี pH เท่ากับ 6.0 ด้วย HCl 4. บ่มที่อุณหภูมิ 25 °ซ ภายใต้หลอด fluorescent (Cool White , ไม่ระบุความเข้มแสง) นาน 72 ชั่วโมง 5. ซับใบเลี้ยงและชั่งน้ำหนัก
Huff and Ross (1975) U.S.A.	Radish (*Raphanus sativus* L.) var.Early Scarlet Globe	Radish cotyledon bioassay	ไม่ระบุ	1. ทำความสะอาดเมล็ดด้วย NaOCl 5.25 % (V/V) เพาะเมล็ดในที่มืดนาน 48 ชั่วโมงแล้วตัด smaller cotyledon ชิ้นเล็กๆจากเมล็ดที่คัดเลือกแล้วมาใช้ 2. ใช้ smaller cotyledon 5 ใบ ซึ่งมีน้ำหนักสดประมาณ 20 - 35 มก เป็น 1 หน่วยการทดลอง 3. ชุบกระดาษกรองด้วย potassium

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ผู้ทดลอง ปี ประเทศ	ชนิดพืช พันธุ์	วิธีการ ที่ใช้วัด	ช่วงที่วัดได้ เป็นสมการ เส้นตรง	วิธีการทำ bioassay
				phosphate buffer 2 mM (pH 6.4) จำนวน 1 มล 4. วาง cotyledon คว่ำลง (adaxial side down) กับกระดาษกรอง (Whatman No. 1) ใน petri dish 5. วาง petridish ไว้บนกระดาษทิชชูที่ชุ่มน้ำที่อยู่ในถาดแก้วแล้วปิดด้วยแผ่นพลาสติกใส และบ่มที่อุณหภูมิ 25 °ซ 6. ปิดถาดด้วย aluminium foil เพื่อเลี้ยงในที่มืดหลังจากบ่มแล้วนำ cotyledon มาชั่งน้ำหนัก
Matsui And Nakamura (1979) Japan	Tobacco (*Nicotiana* spp.) cv. Wisconsin No.38	Tobacco callus bioassay	ไม่ระบุ	1. นำcallusจำนวน 3 ชิ้น เลี้ยงใน flask ที่บรรจุอาหารสูตร Linsmaier and Skoog ปริมาตร 17 มล 2. ใส่กระดาษที่ strips สารและเลี้ยงเนื้อเยื่อบนกระดาษที่ใส่ทำ triplicate 3. นำไปเลี้ยงในที่มืดอุณหภูมิ 28 °ซ หลังจากนั้น 28 วัน บันทึกน้ำหนักสด
Manos and Goldthwaite (1976) U.S.A.	Soybean (*Glycine max* L.) cv. Kanrich or Kim	Soybean hypocotyl bioassay	0.0001-0.219 มก/ล	1.ฆ่าเชื้อผิวของเมล็ดถั่วเหลืองในสารละลาย NaOCl 1.3 % (V/V) นาน 4 นาที โดยใช้แท่งแก้วคน 2. ล้างด้วยน้ำกลั่น sterile 5 ครั้ง 3.นำไปบ่มในหลอดแก้วในสภาพปลอดเชื้อโดยเก็บไว้ในที่มืดอุณหภูมิ 30 °ซ เป็นเวลานาน 7 วัน

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ผู้ทดลอง ปี ประเทศ	ชนิดพืช พันธุ์	วิธีการที่ใช้วัด	ช่วงที่วัดได้เป็นสมการเส้นตรง	วิธีการทำ bioassay
				4.เมื่อ hypocotyl มีความยาวประมาณ 100 มม นำมาหั่นเป็นชิ้นหนา 1 มม ในสภาพปลอดเชื้อ 5. นำ hypocotyl ที่ตัดแล้ว 6 ชิ้น วางบน petridish ซึ่งบรรจุ medium ของ Foshest and Torrey และฮอร์โมนที่ต้องการทดสอบแล้ววางในถาดพลาสติคที่ฆ่าเชื้อแล้วทำซ้ำ 6. ห่อด้วย aluminium foil 7. นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 °ซ ในที่มืด แล้วชั่งน้ำหนักของ hypocotyl ด้วยเครื่องชั่ง
Howard and Witham (1983) U.S.A.	Radish (*Raphanus sativus* L.) cv. Crimson Giant	Radish cotyledons bioassay	ไม่ระบุ	1. ทำการเพาะเมล็ด radish บนกระดาษกรอง Whatman No. 1 ขนาด 10 x 20 ซม ที่ชุ่มด้วยน้ำกลั่น 2. นำไปเลี้ยงในที่มืดที่อุณหภูมิ 25 °ซ เป็นเวลา 7 วัน 3. ใช้ inner cotyledon ใส่ใน petridish ที่บรรจุ chromatogram strip และน้ำกลั่น 5 มล ซึ่งปรับให้มี pH 6.0 ด้วย HCl 4. บ่มที่อุณหภูมิ 25 °ซ ภายใต้แสง fluorescent ความเข้มแสง 17.3 วัตต์ / ตารางเมตร นาน 72 ชั่วโมง 5. ชับใบเลี้ยงและชั่งน้ำหนัก

ตารางที่ 3 ต่อ

ผู้ทดลอง ปี ประเทศ	ชนิดพืช พันธุ์	วิธีการที่ใช้วัด	ช่วงที่วัดได้เป็นสมการเส้นตรง	วิธีการทำ bioassay
Looney *et al.* (1988) Canada	Soybean (*Glycine max* L.) cv. Kanrich or Kim	Soybean hypocotyl bioassay	ไม่ระบุ	วิธีการทำ bioassay เหมือน Manos and Goldthwaite (1976)
โรจน์รวี (2538) ไทย	ถั่วเหลือง (*Glycine max* L.) พันธุ์ ชม.60	Soybean callus bioassay	0.001-0.1 มก/ล	1.นำเนื้อเยื่อcallusที่เลี้ยงไว้ออกมาจากขวด 2.ใช้ปากคีบคีบชิ้นcallusออกจากขวดใส่ลงในจานแก้ว 3. ใช้มีดเบอร์ 10 ตัดcallus ให้มีขนาด 2 x 2 x 2 ลูกบาศก์มิลลิเมตร น้ำหนักประมาณ 5-10 มก 4. ใส่ชิ้นcallusในขวดที่มีแผ่น chromatogram ขวดละ 4 ชิ้น ลนปากขวดด้วยพลาสติก polypopylene (PP) รัดด้วยยาง 5. นำcallusไปเลี้ยงที่อุณหภูมิ27±1°ซ ภายใต้แสง 20 วัตต์/ตารางเมตร เวลา 30 วัน 6. ชั่งน้ำหนักcallus
ดรุณี (2539) ไทย	ถั่วเหลือง (*Glycine max* L.) พันธุ์ สจ.5	Soybean hypocotyl bioassay	0.00005-0.05 มก/ล	1. นำเมล็ดถั่วฟอกฆ่าเชื้อด้วย NaOCl 1.3 % นาน 4 นาที ล้างด้วยน้ำกลั่น 5 ครั้ง 2. นำไว้ในที่มืดเวลา 7 วัน อุณหภูมิ 28 ± 2 °ซ 3. ตัด hypocotyl หนาประมาณ 1 มม

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ผู้ทดลอง ปี ประเทศ	ชนิดพืช พันธุ์	วิธีการที่ใช้วัด	ช่วงที่วัดได้เป็นสมการเส้นตรง	วิธีการทำ bioassay
				ใส่ขวดวัคซีนขนาด 20 มล.ที่มีอาหารสูตร Miller (1961) ขวดละ 6 ชิ้น ระยะห่างประมาณ 3 – 5 มม 4. ปิดปากขวดด้วยพลาสติก PP บ่มที่อุณหภูมิ 28 ±2 °ซ เป็นเวลา 13 วัน 5. ชั่งน้ำหนักสด callus
ชัยวัฒน์ (2542) ไทย	ถั่วเหลือง (*Glycine max* (L.) Merr.) พันธุ์ สจ. 5	Soybean hypocotyl bioassay	0.00005 - 0.005 มก/ล	วิธีการเหมือนครุณี (2539)
สัญญา (2542) ไทย	ถั่วเหลือง (*Glycine max* (L.) Merr.) พันธุ์ สจ. 5	Soybean hypocotyl bioassay	0.00005-0.5 มก/ล	วิธีการเหมือนครุณี (2539)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University