บทที่ 2
การตรวจเอกสาร

ลำไย

ลำไยเป็นพืชในตระกูล Sapindaceae มีชื่อสามัญเป็นภาษาอังกฤษว่า longan , lonyen หรือ lonkeng (เกียรติเกษตรและคณะ, 2530) มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Euphoria longana* Lam. (พาวิน, 2543)

ถิ่นกำเนิด และการแพร่กระจาย

ลำไยเป็นไม้ผลที่พบทั่วไปในเขตร้อน และกึ่งเขตร้อนของเอเชีย (พิชัย, 2532) มีต้นกำเนิดในประเทศจีนตอนใต้ เป็นไม้ผลพื้นเมืองของประเทศอินเดีย (ยุกติ, 2531) มีการแพร่กระจายเข้าไปสู่อินเดีย ลังกา พม่า ฟิลิปปินส์ ยุโรป สหรัฐอเมริกา (มลรัฐฮาวาย และฟลอริดา) คิวบา หมู่เกาะอินดีสตะวันออก เกาะมาดากัสกา และไทย แหล่งปลูกสำคัญในประเทศไทย คือ จังหวัดที่อยู่ในเขตภาคเหนือ ได้แก่ เชียงราย เชียงใหม่ ลำพูน ลำปาง แพร่ น่าน และพะเยา นอกจากนี้ก็มีปลูกในภาคกลาง เช่น จังหวัดสมุทรสงคราม สมุทรสาคร ปัจจุบันลำไยได้แพร่กระจายไปจังหวัดต่างๆ ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เช่น จังหวัดเลย หนองคาย นครพนม และภาคใต้ เช่น จังหวัดพัทลุง สงขลา และนครศรีธรรมราช (พาวิน, 2543)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ลำต้น ลำไยเป็นไม้ผลขนาดกลางถึงใหญ่ สูงประมาณ 10-12 เมตร (พิชัย, 2532) กิ่งก้านลำไยมีเนื้อไม้ที่เปราะหักได้ง่าย เปลือกลำต้นขรุขระ สีน้ำตาล หรือ เทา (ฉันทนา, 2513)

ใบ ใบของลำไยเป็นประเภทใบประกอบ เรียงตัวกันแบบตรงกันข้ามหรือแบบสลับ ใบย่อยกว้าง 3-6 เซนติเมตร และยาว 7-15 เซนติเมตร ด้านบนใบสีเขียวเข้มเป็นมัน ใบใหม่ที่ออกมามักมีสีน้ำตาลแดง (ฉันทนา, 2513) ขอบใบเรียบไม่มีหยัก ใบเป็นคลื่นเล็กน้อย และเห็นเส้นใบ (vein) แตกออกจากเส้นกลางใบชัดเจน และมีจำนวนมาก (พาวิน, 2543)

ดอก โดยมากออกตามปลายกิ่งทางด้านนอกของทรงพุ่ม ซึ่งเกิดเป็นช่อที่ซอกใบ ช่อดอกมีขนาดใหญ่ รูปทรงกรวย ก้านของช่อดอกแข็งแรง เหยียดตรงแตกสาขาไปโดยรอบ (เกียรติเกษตรและคณะ, 2530) ดอกเกิดที่ปลายยอด ดอกมีสีครีมหรือขาวปนเหลือง ดอกมีทั้งดอกตัวผู้ ดอกตัวเมีย และดอกสมบูรณ์เพศอยู่ในช่อดอกเดียวกัน (คณะกรรมการสาขาเกษตรศาสตร์และชีววิทยา, 2540) ดอกตัวผู้มีเกสรตัวผู้ 8 อัน หรือน้อยกว่า เรียงอยู่บนจานรองดอกสีน้ำตาลอ่อน ส่วน

ดอกตัวเมีย และดอกสมบูรณ์เพศ ประกอบด้วยรังไข่ที่มี 2 ช่องบนจานรองดอก ด้านนอกของรังไข่มีขนปกคลุมอยู่ ซึ่งมีรังไข่เพียงช่องเดียวเท่านั้นที่เจริญเติบโตเป็นผล (Subhadrabandhu, 1990)

ผล ลักษณะของผลมีทั้งทรงกลม และเบี้ยว เปลือกมีสีน้ำตาลปนเหลืองหรือน้ำตาลปนแดง หรือเขียวปนน้ำตาล เนื้อมีสีขาวคล้ายวุ้น รสอมหวาน (เกียรติเกษตรและคณะ, 2530)

เมล็ด ในผลหนึ่งๆมีเมล็ด 1 เมล็ด มีรูปร่างกลม มีสีดำเข้มเป็นมัน ด้านบนเมล็ดมีเนื้อเยื่อติดเป็นวงขาวๆ (hilum) ทำให้มีลักษณะคล้ายลูกตา (คณะกรรมการสาขาเกษตรศาสตร์และชีววิทยา, 2540)

ปริมาณคุณค่าสารอาหาร

คุณค่าสารอาหารของผลลำไยในส่วนที่บริโภคได้ 100 กรัม และสารอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกายแสดงไว้ในตารางที่ 2

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

ตารางที่ 2 คุณค่าทางอาหารของผลลำไย (คิดจากส่วนที่บริโภคได้ 100 กรัม)

สารอาหาร	ผลสุก	หน่วย
พลังงาน	109	กิโลแคลอรี่
น้ำ	72.4	กรัม
โปรตีน	1.0	กรัม
ไขมัน	0.5	กรัม
คาร์โบไฮเดรต	25.2	กรัม
กาก	0.4	กรัม
ใยอาหาร	-	กรัม
เถ้า (Ash)	0.5	กรัม
แคลเซียม	2	มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	6	มิลลิกรัม
เหล็ก	0.3	มิลลิกรัม
วิตามินเอ	28	หน่วยสากล (I.U.)
วิตามินบี 1	0.04	มิลลิกรัม
วิตามินบี 2	0.07	มิลลิกรัม
ไนอะซีน	0.6	มิลลิกรัม

หมายเหตุ - หมายถึง ยังไม่มีการรายงาน

ที่มา : กองโภชนาการ, 2535 อ้างใน คณะกรรมการสาขาเกษตรศาสตร์และชีววิทยา, 2540

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

พันธุ์ของลำไยที่นิยมปลูกในประเทศไทย

Subhadrabandhu (1990) กล่าวว่าลำไยที่ปลูกในประเทศไทยนิยมแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด ตามลักษณะการเจริญเติบโต คือ ลำไยเครือ และลำไยต้น

1. ลำไยเครือ หรือลำไยเถา ลำไยชนิดนี้มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Euphoria scandens* Winitt Kerr. หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า *Dimorcarpus longan* var. *obtusus* มีลำต้นเลื้อยคล้ายเถาวัลย์ ทรงพุ่มคล้ายต้นเฟื่องฟ้า ลำต้นไม่มีแก่น ผลเล็ก ปลูกไว้เป็นไม้ประดับมากกว่าที่ใช้รับประทานผล

2. ลำไยต้น แบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ

2.1 ลำไยพื้นเมือง หรือลำไยกระดูก ออกดอกประมาณเดือนธันวาคมถึงต้นเดือนมกราคม เก็บผลได้กลางเดือนกรกฎาคมถึงต้นเดือนสิงหาคม ให้ผลดก ผลมีขนาดเล็ก เมล็ดมีขนาดใหญ่ มักพบตามป่าของจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย มีอายุยืนมาก ปัจจุบันไม่นิยมปลูกเนื่องจากผลมีขนาดเล็ก

2.2 ลำไยกะโหลก เป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกกันมากเพราะให้ขนาดผลใหญ่ (พาวิน, 2543; พาวินและวินัย, 2543) สำหรับลำไยกะโหลกมีหลายพันธุ์ด้วยกัน ลักษณะลำไยกะโหลกมีดังนี้

1. พันธุ์คอ หรืออีคอ เป็นพันธุ์เบาออกดอกติดผลก่อนพันธุ์อื่น ชาวสวนนิยมปลูกก่อนเพราะเก็บเกี่ยวได้ราคาดี ตลาดต่างประเทศนิยมบริโภค (พิชัย, 2532) เก็บเกี่ยวได้ผลประมาณเดือนมิถุนายนถึงเดือนกรกฎาคม (Subhadrabandhu, 1990) มีเนื้อหนา รสหวาน เมล็ดใหญ่ปานกลาง (วิจิตร, 2526)

2. พันธุ์ชมพู หรืออีออน เป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกกันมาก จัดเป็นลำไยพันธุ์กลาง เก็บเกี่ยวผลตั้งแต่เดือนกรกฎาคมถึงต้นเดือนสิงหาคม (Subhadrabandhu, 1990) การเจริญเติบโตดีพอใช้ ไม่ทนแล้ง ขนาดของใบไม่ใหญ่ แต่ค่อนข้างหนา ใบแก่มีสีเขียวเป็นมัน แผ่นใบเรียบ ปลายใบบิดเล็กน้อย (เกียรติเกษตรและคณะ, 2530) เนื้อผลหนาปานกลางมีสีชมพูเรื่อๆ และเมื่อผลแก่สีเข้มขึ้น เนื้ออ่อน รสหวานจัด กลิ่นหอม (วิจิตร, 2526)

3. พันธุ์แห้ว หรืออีแห้ว เป็นลำไยพันธุ์หนัก ออกดอกราวปลายเดือนมกราคมถึงต้นเดือนกุมภาพันธ์ ผลแก่สามารถเก็บเกี่ยวได้ราวเดือนสิงหาคม เป็นพันธุ์ที่เจริญเติบโตได้ดี สามารถทนต่อความแห้งแล้งได้ ลำไยพันธุ์นี้แบ่งได้เป็น แห้วยอดแดง และแห้วยอดเขียว (เกียรติเกษตรและคณะ, 2530) ทรงผลกลมเบี้ยว ฐานผลนุ่ม เปลือกหนาเนื้อแน่น รสหวานหอม (วิจิตร, 2526)

4. พันธุ์เบี้ยวเขียว หรืออีเบี้ยว เป็นลำไยพันธุ์หนักที่ออกดอกติดผลช้ากว่าพันธุ์อื่น คือออกดอกประมาณปลายเดือนมกราคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ ผลแก่เก็บเกี่ยวได้ราวเดือนสิงหาคมถึงต้นเดือนกันยายน ผลใหญ่กว่าทุกพันธุ์ (พิชัย, 2532) รูปทรงของผลกลมแบน และเบี้ยวมากอย่าง

เห็นได้ชัด เปลือกหนา และเหนียว ผิวสีผลสีเขียวอมน้ำตาล เนื้อผลสีขาวขุ่น แห้งกรอบ รสหวานกลิ่นหอม (วิจิตร, 2526)

ลิ้นจี่

ลิ้นจี่เป็นไม้ยืนต้นในตระกูล Sapindaceae มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Litchi chinensis* Sonn. เป็นพืชในตระกูลเดียวกับ เงาะ ลำไย และคอเลน ลิ้นจี่มีชื่อสามัญเรียกกันหลายอย่าง ได้แก่ litchi, litchee , laichi, leechee และ lychee มีชื่อท้องถิ่นต่างๆ กันโดยชาวอินเดียเรียกว่า ลิทจี ชาวเขมรเรียกว่า ตะเสรเมือน ซึ่งแปลว่าลูกหงอนไก่ ส่วนคนไทยในแถบตะวันออก เช่น ตราด จันทบุรี ระยอง เรียกว่า สีรามัญ (เกศิณี, 2528; วิจิตร, 2526; สุเมษ, 2537; ศรีมูล, 2529; Subhadrabandhu, 1990)

ถิ่นกำเนิด และการแพร่กระจาย

ลิ้นจี่มีถิ่นกำเนิดทางตอนใต้ของประเทศจีน และบางส่วนทางตอนเหนือของเวียดนาม ลิ้นจี่ได้มีการปลูกในพื้นที่ส่วนใหญ่ของจีนมากกว่า 3,500 ปี และมีการคัดเลือกพันธุ์ที่ดีได้จากการเพาะเมล็ด มีการนำเข้าสู่พม่า ไทย และอินเดีย ในปลายศตวรรษที่ 17 และแพร่เข้าสู่อินเดียตะวันออกในศตวรรษที่ 18 และในศตวรรษที่ 19 มีการนำไปปลูกในแถบออสเตรเลีย แอฟริกา มาสดากัสกา (Subhadrabandhu, 1990)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ลำต้น เป็นไม้ยืนต้นขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ ไม่ผลัดใบ ลำต้นแข็งแรง เปลือกลำต้นมีสีน้ำตาลเข้ม เนื้อละเอียดเป็นมัน (คณะกรรมการสาขาเกษตรศาสตร์และชีววิทยา, 2540) สามารถเจริญเติบโตได้ถึง 10 เมตรหรือมากกว่า กิ่งโค้งหรือบิดงอ มีการแตกกิ่งสาขามาก ทรงพุ่มแผ่ออกมีส่วนกว้างมากกว่าส่วนสูง (Yaacob and Subhadrabandhu, 1995) ทรงพุ่มค่อนข้างทึบ มีการเจริญเติบโตช้า แต่ค่อนข้างเจริญเติบโตสม่ำเสมอ (เกียรติเกษตรและคณะ, 2530)

ใบ มีสีเขียวเข้ม ใบอ่อนมีสีแดงอมส้มคล้ายอิฐ เป็นใบประกอบมีใบย่อย 4-10 ใบ ใบออกตรงกันข้ามกัน ลักษณะใบเรียวยาวเหมือนใบหอก ขอบใบเรียบ ด้านบนเป็นมัน ด้านล่างมีขนอ่อนปกคลุม (คณะกรรมการเกษตรศาสตร์และชีววิทยา, 2540) การเรียงตัวของใบย่อยเป็นแบบตรงกันข้ามหรือเรียงเฉียงกันเล็กน้อยตามก้านใบย่อย แต่ละอันซึ่งมีความยาว 2.5-3 เซนติเมตร ใบแก่มีขนาดความยาว 7.7-13.4 เซนติเมตร และความกว้าง 2.9-3.9 เซนติเมตร ใบมีลักษณะเป็นรูปไข่จนถึงรูปหอก ฐานใบมีลักษณะกว้าง ความยาวของก้าน และจำนวนของคู่ใบย่อยรวมทั้งลักษณะของใบสามารถนำไปใช้จำแนกพันธุ์ของลิ้นจี่ได้ (Subhadrabandhu, 1990)

ดอก ออกดอกตามปลายยอด มีดอกหลายเพศอยู่บนช่อดอกเดียวกัน มีรังไข่ชนิด superior ovary (คณะกรรมการเกษตรศาสตร์และชีววิทยา, 2540) ช่อดอกแต่ละช่อมีช่อดอกย่อยจำนวนมาก โดยมีดอกตัวผู้ และดอกตัวเมียอยู่ในช่อดอกเดียวกัน แต่เวลาในการบานของดอกต่างกัน ดอกย่อยมีก้านดอกยาวประมาณ 5 มิลลิเมตร ดอกมีขนาดเล็กเส้นผ่าศูนย์กลาง 3-6 มิลลิเมตร ดอกมีสีขาวหรือสีเหลืองอ่อน ดอกประกอบด้วยกลีบเลี้ยงจำนวน 4-5 กลีบ ไม่มีกลีบดอก เกสรตัวผู้จำนวน 6-10 อัน เกสรตัวเมียมีรังไข่แบบ superior มี 2 ช่อง แต่ละช่องมีไข่อ่อน 1 อัน (Subhadrabandhu, 1990)

ผล เกิดบนช่อผล ช่อผลแต่ละช่อมีผลแก่จำนวน 1-30 ผลหรือมากกว่า ผลมีลักษณะทรงกลมหรือรูปหัวใจแล้วแต่พันธุ์ เปลือกบาง ผิวขรุขระ สีผิวมีตั้งแต่สีแดงจนถึงแดงเข้มแล้วแต่พันธุ์ เมื่ออากาศแห้งเปลือกเป็นสีน้ำตาล เนื้อมีพัฒนาสมบูรณ์ตามการพัฒนาของเมล็ด สีขาว และใส รสชาติหวานอมเปรี้ยว (Subhadrabandhu, 1990)

เมล็ด มีรูปร่างกลมหรือรูปไข่ มีสีน้ำตาลเข้มเกือบดำ ผิวมัน (คณะกรรมการเกษตรศาสตร์และชีววิทยา, 2540)

ปริมาณคุณค่าสารอาหาร

คุณค่าสารอาหารของลิ้นจี่ในส่วนที่บริโภคได้ 100 กรัม และสารอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกายแสดงไว้ในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 คุณค่าทางอาหารของผลลิ้นจี่ (คิดจากส่วนที่บริโภคได้ 100 กรัม)

สารอาหาร	ผลสุก	หน่วย
พลังงาน	57	กิโลแคลอรี่
น้ำ	85.2	กรัม
โปรตีน	0.9	กรัม
ไขมัน	0.1	กรัม
คาร์โบไฮเดรต	13.1	กรัม
กาก	0.1	กรัม
ใยอาหาร	-	กรัม
เถ้า (Ash)	0.6	กรัม
แคลเซียม	7	มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	41	มิลลิกรัม
เหล็ก	1.3	มิลลิกรัม
วิตามินเอ	0	หน่วยสากล(I.U.)
วิตามินบี 1	0.11	มิลลิกรัม
วิตามินบี 2	0.04	มิลลิกรัม
ไนอะซีน	0.3	มิลลิกรัม
วิตามินซี	-	มิลลิกรัม

หมายเหตุ - หมายถึง ยังไม่มีการรายงาน

ที่มา : กองโภชนาการ, 2535 อ้างใน คณะกรรมการสาขาเกษตรศาสตร์และชีววิทยา, 2540

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

พันธุ์ลิ้นจี่ที่ปลูกในประเทศไทย

พันธุ์ลิ้นจี่ที่ปลูกในประเทศไทยสามารถแบ่งออกได้ 2 กลุ่มตามพื้นที่ปลูก (Subhadrabandhu ,1990) คือ

1. **พันธุ์ที่ไม่ต้องการอากาศเย็น** หรือต้องการเพียงเล็กน้อยเพื่อการออกดอก พันธุ์นี้บางครั้งจัดอยู่ในลิ้นจี่ที่ปลูกในพื้นที่ต่ำหรือในเขตร้อน ปลูกเป็นการค้าในภาคกลางของประเทศ ซึ่งพื้นที่ปลูกส่วนใหญ่ปลูกมากที่อำเภออัมพวา และอำเภอบางคนที ในจังหวัดสมุทรสงคราม พันธุ์ลิ้นจี่ในกลุ่มนี้ เช่น พันธุ์ค่อม กะโหลกใบยาว สาแหรกทอง สำเภาแก้ว กระโถนท้องพระโรง แห้วจีน จีน ไทยใหญ่ ไทย เขียวหวาน ช่อระกำ

2. **พันธุ์ที่ต้องการอากาศเย็นยาวนานเพื่อการออกดอก** พันธุ์นี้ปลูกมากทางแถบภาคเหนือของไทยซึ่งมีสภาพอากาศกึ่งร้อน พื้นที่ปลูกส่วนใหญ่อยู่ที่จังหวัด เชียงใหม่ เชียงราย และลำพูน และบางพื้นที่ในจังหวัดเพชรบูรณ์ น่าน และแพร่ ลิ้นจี่ในกลุ่มนี้นำเข้ามาในประเทศไทยช้ากว่าพันธุ์ลิ้นจี่ในกลุ่มแรก พันธุ์ลิ้นจี่ที่อยู่ในกลุ่มนี้ เช่น โอเฮี๊ยะ กิมเจ็ง กิมจี จักรพรรดิ และกวางเจา

มะปราง

มะปรางเป็นไม้ผลเขตร้อน มีชื่อสามัญว่า marian plum มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Bouea burmanica* Griff. จัดอยู่ในตระกูล Anacardiaceae ตระกูลเดียวกับ มะม่วง มะกอก (นรินทร์, 2537)

ถิ่นกำเนิด และการแพร่กระจาย

มีถิ่นกำเนิดทางเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ได้แก่ พม่า ไทย ลาว และมาเลเซีย มะปรางสามารถปลูกได้ทุกภาคของประเทศไทย (นรินทร์, 2537)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ลำต้น มะปรางเป็นไม้ผลยืนต้นที่ไม่ผลัดใบ คือมีใบเขียวตลอดทั้งปี ทรงต้นมีขนาดปานกลางถึงสูงใหญ่ อาจสูงถึง 13 เมตร มีระบบรากแก้วที่แข็งแรงจึงทนอยู่ในสภาพที่ทนแล้งได้ดี (ปฐพีชล, 2540) ทรงพุ่มค่อนข้างแหลมถึงทรงกระบอก (นรินทร์, 2537) เนื้อไม้จัดอยู่ในประเภทไม้เนื้อแข็ง เปลือกไม้มียางสีขาว (สรัสวดีและปฐพีชล, 2531)

ใบ เป็นใบเดี่ยว ออกลักษณะตรงกันข้าม ใบเรียวแหลม คล้ายใบมะม่วง มีขนาดเล็กโดยเฉลี่ยกว้าง 3.5 เซนติเมตร ยาว 14 เซนติเมตร แผ่นใบเรียบ มีสีเขียวเป็นมัน มะปรางเป็นไม้ผลที่มีใบมากแน่นทึบ ใบเหนียว มีเส้นใบเด่นชัด ใบอ่อนที่แตกออกมาใหม่มีสีม่วงแดง ปีหนึ่งมะปรางแตกใบอ่อน 1-3 ครั้ง (นรินทร์, 2537 และคณะกรรมการเกษตรศาสตร์และชีววิทยา, 2540)

ดอก ดอกเกิดบริเวณปลายกิ่งแขนงที่อยู่ภายในทรงพุ่ม และนอกทรงพุ่ม ช่อดอกยาว 8-15 เซนติเมตร ดอกย่อยมีขนาดเล็ก ประกอบด้วยดอกสมบูรณ์เพศ และดอกตัวผู้ ดอกเมื่อบานมีสีเหลือง ดอกมะปรางบานช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคม (นรินทร์, 2537)

ผล เมื่อยังไม่สุกมีสีเขียวอ่อนถึงเขียวเข้ม ตามแต่อายุของผล เมื่อสุกเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเหลืองถึงส้ม ผลมีทั้งรูปไข่ และทรงกลม เปลือกผลนิ่ม เนื้อสีเหลืองแดง ส้มแดงแล้วแต่ชนิดพันธุ์ รสชาติหวานถึงอมหวานอมเปรี้ยว หรือเปรี้ยวถึงเปรี้ยวจัดก็มี (ปฐพีชล, 2540) มะปรางช่อหนึ่งมีผล 1-15 ผล (นรินทร์, 2537) เป็นผลชนิด drupe มีขนาดตั้งแต่ 3-10 เซนติเมตร (สุรชัย, 2535)

เมล็ด มะปรางผลหนึ่งมี 1 เมล็ด ส่วนหุ้มเมล็ดเป็นเส้นใย เนื้อของเมล็ดมีสีชมพูอมม่วง มีรสขม และฝาด ใน 1 เมล็ดสามารถเพาะกล้าเป็นต้นมะปรางได้ 1 ต้น (นรินทร์, 2537) รูปร่างของเมล็ดค่อนข้างแบนยาวรี คัพภะมีขนาดใหญ่ มีใบเลี้ยง 2 ใบ ขนาดของเมล็ดขึ้นอยู่กับชนิดพันธุ์ โดยเฉลี่ยเมล็ดมีขนาด 2-6 เซนติเมตร และบางพันธุ์เมล็ดอาจลีบ (สุรชัย, 2535)

ปริมาณคุณค่าสารอาหาร

คุณค่าสารอาหารของมะปรางในส่วนที่บริโภคได้ 100 กรัม และสารอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกายแสดงไว้ในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 คุณค่าทางสารอาหารของผลมะปราง (คิดจากส่วนที่บริโภคได้ 100 กรัม)

สารอาหาร	ผลสุก	ผลดิบ	หน่วย
ไขมัน	0.1	tr.	กรัม
คาร์โบไฮเดรต	15.7	11.9	กรัม
เยื่อใยในอาหาร	-	-	กรัม
โปรตีน	0.8	1.0	กรัม
แคลเซียม	12	90	มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	22	54	มิลลิกรัม
เหล็ก	0.9	0.5	มิลลิกรัม
วิตามินเอ	400	-	หน่วยสากล (I.U.)
วิตามินบี 1	0.04	400	มิลลิกรัม
วิตามินบี 2	0.04	0.03	มิลลิกรัม
ไนอะซีน	0.4	-	มิลลิกรัม
วิตามินซี	107	243	มิลลิกรัม

หมายเหตุ tr. หมายถึง มีเล็กน้อย

- หมายถึงยังไม่มีรายงาน

ที่มา : กองโภชนาการ, 2535 อ้างใน คณะกรรมการสาขาเกษตรศาสตร์และชีววิทยา, 2540

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

พันธุ์มะปราง

มะปรางแบ่งตามลักษณะทางพฤกษศาสตร์ออกได้เป็น 3 ชนิด (สรัสวดีและปฐพีชล, 2540) คือ

1. *Bouea microphylla* คือมะปรางที่มีใบเล็ก เช่น มะปรางป่า หรือมะปริง ผลขนาดเล็กมีรสเปรี้ยว มีขึ้นอยู่ทั่วไปแต่หนาแน่นทางภาคใต้

2. *Bouea macrophylla* พวกมะปรางใบใหญ่ ขนาดใบเกือบเท่าใบมะม่วง เป็นพันธุ์ของต่างประเทศ มีปลูกบริเวณแหลมมลายูเท่านั้น

3. *Bouea burmanica* คือมะปรางที่มีความสำคัญทางไม้ผล ซึ่งในกลุ่มนี้ยังแบ่งออกตามรสชาติที่แตกต่างกันออกเป็น 3 กลุ่ม คือ

3.1 มะปรางเปรี้ยว เป็นมะปรางที่มีรสเปรี้ยวทั้งผลดิบ และผลสุก ขนาดของผลมีทั้งขนาดเล็ก และขนาดใหญ่ เหมาะที่จะนำมาแปรรูปเป็นมะปรางดอง มะปรางแช่อิ่ม และน้ำมะปราง มากกว่าบริโภคผลสดโดยตรง มะปรางที่มีขนาดผลใหญ่น่าสนใจได้แก่ พันธุ์กาวางของจังหวัดสุโขทัย นครนายก และนนทบุรี (นรินทร์, 2537)

3.2 มะปรางหวาน ผลอ่อนอาจมีรสเปรี้ยว เมื่อแก่มีรสมัน มียางระคายคอ ผลสุกมีสีเหลืองอ่อน รสหวาน เมื่อสุกเต็มที่มีเนื้อเหลวเละ (คณะกรรมการเกษตรศาสตร์และชีววิทยา, 2540) เมื่อยังดิบผลมะปรางมีสีผิวนวลออกชีดๆ นวลใส เขียวไม่จัด และเมื่อสุกเปลี่ยนเป็นสีเหลืองอ่อน (สรัสวดีและปฐพีชล, 2531) มะปรางหวานชนิดผลใหญ่ที่มีรสชาติหวานสนิทที่น่าสนใจได้แก่ พันธุ์ลุงชิด สุโขทัย พันธุ์สุวรรณบาต อุตรดิตถ์ พันธุ์ท่าอิฐ นนทบุรี และพันธุ์ทองใหญ่ ปราจีนบุรี (นรินทร์, 2537)

3.3 มะยง เป็นมะปรางที่มีรสชาติหวานอมเปรี้ยว มีทั้งชนิดผลเล็ก และผลใหญ่ ซึ่งแบ่งเป็น มะยงห่างมีรสชาติเปรี้ยวมาก และมะยงชิดมีรสชาติหวานอมเปรี้ยว ไม่มียาง ปอกเปลือกแล้วความเปรี้ยวหมดไปเนื่องจากความเปรี้ยวอยู่ใต้ผิวเปลือก (สุรชัย, 2535)

การเจริญเติบโตของพืช

การเจริญเติบโตของพืชเป็นปรากฏการณ์ที่สลับซับซ้อนเกี่ยวข้องกับปัจจัยเป็นตัวควบคุม ทั้งปัจจัยสิ่งแวดล้อมภายนอกได้แก่ แสง อุณหภูมิ ความชื้น และธาตุอาหารต่างๆ ส่วนปัจจัยภายในพืช ได้แก่ สารเคมีภายในพืช ฮอร์โมน และลักษณะทางพันธุกรรมของพืชเป็นตัวกำหนดแบบแผนลักษณะการเจริญเติบโต และการพัฒนาของพืช (สมบุญ, 2536)

การเจริญเติบโต และการพัฒนาของพืชชั้นสูงทั่วๆ ไปแบ่งได้เป็น 2 ระยะ คือ ระยะการเจริญเติบโตทางกิ่งใบ (vegetative stage) และระยะการเจริญเติบโตทางดอกผล (reproductive stage)

การเจริญเติบโตทางกิ่งใบเริ่มจากการงอกของเมล็ด โดยมีปัจจัยภายในพืช และสิ่งแวดล้อมเป็นตัวควบคุม (สมบุญ, 2536) การเจริญเติบโตของลำต้นมีความสัมพันธ์กับระบบราก ถ้ารากเจริญเติบโตได้ดีส่งผลให้ลำต้นเจริญเติบโตได้ดี การเจริญเติบโตมีพื้นฐานจากการแบ่งเซลล์ การยืดตัวของเซลล์ การขยายขนาดของเซลล์ และการสะสมอาหาร ซึ่งควบคุมโดยฮอร์โมนภายในพืชทั้งสิ้น สารที่มีผลกระตุ้นการเติบโตคือ ออกซิน จิบเบอเรลลิน และไซโตไคนิน สารทั้งสามกลุ่มนี้มีผลร่วมกันในการพัฒนาของเซลล์ จนกระทั่งพืชสามารถเจริญเติบโตเป็นต้นพืชได้ (พีรเดช, 2537)

ความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโตทางกิ่งใบ และการเจริญเติบโตทางดอกผล

ส่วนของกิ่งใบ และดอกผลมีการแข่งขันในการใช้สารอาหารโดยการเจริญเติบโตทางกิ่งใบยับยั้งการพัฒนาของดอก และผล (นพดล, 2537)

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตทางกิ่งใบ และทางดอกผล

การเจริญเติบโตทางกิ่งใบ และทางดอกผลควบคุมโดยปัจจัยต่างๆ ทั้งสภาพแวดล้อม และพันธุกรรมของพืช ซึ่งรายละเอียดของแต่ละปัจจัยมีดังนี้

1. **ชนิด และพันธุ์พืช** ชนิด และพันธุ์พืชที่ต่างกันแม้ในสภาพแวดล้อมเดียวกันมีความสามารถในการสร้างดอกต่างกัน (สมบุญ, 2536) พืชหลายชนิดหยุดการเจริญทางกิ่งก้านสาขาเมื่อมีการสร้างดอก และผล (ดนัย, 2539)

2. **อายุของพืช** อายุของพืชมีความสัมพันธ์กับขนาดของต้นพืช ซึ่งเกี่ยวข้องกับปริมาณอาหารในพืชโดยตรง พืชต้องมีการเจริญเติบโตทางกิ่งใบ และช่วงอายุที่เหมาะสมจึงมีการสร้างดอก นอกจากนี้ อายุของกิ่ง และอายุของใบยังมีความสัมพันธ์กับระดับธาตุอาหารภายในใบ ใบพืชที่อายุต่างกันอาจแสดงการขาดธาตุอาหารได้ต่างกัน ซึ่งการขาดธาตุอาหารส่งผลต่อความสมบูรณ์ของกิ่งใบ (สมบุญ, 2536)

3. **แสง** พืชทุกชนิดต้องการพลังงานแสงเพื่อใช้ในการเจริญเติบโต และรักษาสภาพให้คงอยู่ แสงมีความจำเป็นต่อกระบวนการเจริญเติบโต และการพัฒนาของพืช และบางครั้งอาจไม่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์แสงเลย (ดนัย, 2539)

4. **อุณหภูมิ** เป็นปัจจัยที่สำคัญมากอันหนึ่ง อุณหภูมิต่ำมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับฮอร์โมนภายในพืช และมีผลต่อการพัฒนาการออกดอก (พีรเดช, 2537)

5. **ความชื้นในดิน** ไม้ผลหลายชนิดต้องการช่วงแล้งก่อนการออกดอก โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อได้รับสภาพอากาศเย็นก็ช่วยกระตุ้นให้ออกดอกได้มากขึ้น ในสภาพแล้งต้นพืชชะงักการเจริญเติบโตทางกิ่งใบ และเกิดการสะสมอาหารมากขึ้น ส่งเสริมให้เกิดการออกดอก (พีรเดช, 2537) ใน

ไม้ผลหลายชนิดพบว่าถ้ามีการให้น้ำหรือมีฝนตกก่อนออกดอก 15-30 วัน ทำให้มีการแตกใบอ่อน และทำให้ไม่มีการออกดอก หรือออกดอกน้อยลง (ธนัท, 2538)

6. **ความเครียดของน้ำในพืช** (leaf water stress) ในช่วงหลังจากการออกดอกความเครียดของน้ำในใบมีผลทำให้ความยาว และน้ำหนักแห้งของช่อดอกลดลง และกระตุ้นให้เกิดการร่วงของดอก นอกจากนี้ความเครียดของน้ำทำให้เกิดดอกตัวเมียลดลงด้วย (Menzel and Simpson, 1991)

7. **ฮอร์โมน** ฮอร์โมนที่พืชสร้างขึ้นเกี่ยวข้องกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมอื่นๆทั้งภายใน และภายนอกของต้นพืช เพราะปัจจัยต่างๆ เหล่านี้มีผลต่อระดับฮอร์โมน และการสร้างฮอร์โมนพืช (สมบุญ, 2536) และในช่วงที่มีการออกดอก พบว่าปริมาณจิบเบอเรลลินลดลง และมีการสร้างเอทธิลีนมากขึ้น (พีรเดช, 2537)

ปัจจัยควบคุมการเจริญเติบโตของลำไย

1. **แสง** บริเวณที่อยู่ในร่มเงาซึ่งมีทั้งใบหนาทึบ มักติดผลน้อยกว่าบริเวณที่ได้รับแสงแดด (สุรนันต์, 2526) โดยพืชที่ได้รับแสงออกดอกมากกว่าพืชที่ปลูกในร่ม ความเข้มแสงสูงๆ ช่วยเพิ่มการออกดอก (พีรเดช, 2537)

2. **ดิน** โดยทั่วไปควรเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง และระบายน้ำดี เนื่องจากเป็นแหล่งที่ให้ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโต และออกดอกติดผล สังเกตว่าบริเวณลุ่มน้ำปลูกลำไยได้ผลดี แม้ไม่ใส่ปุ๋ยเลย แต่ระยะหลังมานี้บริเวณดังกล่าวไม่ค่อยมีน้ำท่วมถึงความอุดมสมบูรณ์ก็ลดลงเรื่อยๆ ทำให้การผลิตลำไยต้องอาศัยปุ๋ยเคมีเข้าช่วยอีกทางหนึ่ง (มนตรี, 2524)

3. **น้ำ** การปลูกลำไยจำเป็นต้องมีน้ำชลประทานเข้าช่วยโดยเฉพาะในช่วงหลังออกดอกและติดผลขนาดเล็ก ระยะที่ติดผลขนาดเล็กนี้ต้องให้ปุ๋ยทางดิน 1 ครั้ง ดังนั้น ดินจึงต้องมีความชื้นเพียงพอเพื่อละลายปุ๋ย ให้รากดูดซึมเข้าสู่ลำต้นไปยังใบ และผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสงแล้วส่งอาหารไปสู่ผลอ่อนได้ (มนตรี, 2524)

4. **อุณหภูมิ** นับเป็นปัจจัยสำคัญเนื่องจากชักนำให้เกิดตาดอก อุณหภูมิในช่วงนั้นควรอยู่ระหว่าง 10-15 องศาเซลเซียส นาน 1-2 เดือน และมักพบบ่อยๆ ว่ามีอุณหภูมิสูงขึ้นมาในช่วงนี้เป็นบางช่วง และมีฝนหลงฤดูเข้ามาในช่วงนี้ด้วย ทำให้ลำไยที่พักตัวมาได้ระยะหนึ่งแตกใบอ่อนทำให้ใบชุดนี้แก่ไม่ทันออกดอกในปีนั้น ทำให้ลำไยออกดอกเว้นปีได้ (มนตรี, 2524)

การออกดอกของลำไย

ลำไยที่ปลูกด้วยกิ่งตอนที่มีสภาพของต้นสมบูรณ์เริ่มออกดอกในปีที่ 2 หลังจากการปลูก โดยการผลิช่อดอกส่วนใหญ่เกิดตรงส่วนยอด ลำไยใช้เวลาตั้งแต่ออกดอกจนถึงผลแก่นานถึง 6-7

เดือน โดยเริ่มแทงช่อดอกประมาณปลายเดือนธันวาคมถึงต้นเดือนกุมภาพันธ์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพันธุ์ พื้นที่ปลูกในแต่ละปี (พาวิน, 2543)

นอกจากนี้ยังพบว่า ในต้นลำไยที่มีอายุน้อยผลิใบ 2-3 ครั้งก่อนการออกดอก แต่ในต้นลำไยที่มีอายุมาก ส่วนมากผลิใบครั้งเดียวแล้วออกดอก ดังนั้นจำนวนครั้งของการผลิใบใหม่จึงไม่ใช่ปัจจัยที่เป็นข้อจำกัดของการออกดอก แต่ปัจจัยที่สำคัญคือ ช่วงเวลาของการผลิใบใหม่ และระยะการออกดอกมีความสัมพันธ์กันอยู่ ถ้าช่วงเวลาการผลิใบใหม่เกิดขึ้นใกล้กับระยะการออกดอก ทำให้ออกดอกน้อย และล่าช้ากว่าต้นที่มีใบอยู่ในช่วงเวลาแก่พอดี (พาวิน, 2543)

จากปัญหาการออกดอกของลำไยจึงมีผู้สนใจทำการศึกษาการออกดอกของลำไยดังนี้คือ

Chen *et al.* (1985) ศึกษาการเพิ่มช่อดอกและการควบคุมใบประกอบที่โคนช่อดอกลำไยพันธุ์ Dongoi โดยพ่น 2,4-D 5, 10 และ 20 สตล จิบเบอเรลลิน 50 และ 100 สตล และ Ethrel 500, 1,000 และ 3,000 สตล ในช่วงการเปลี่ยนแปลงของช่อดอก ผลการทดลองพบว่า จิบเบอเรลลิน 100 สตล ให้ผลดีที่สุด โดยทำให้ออกดอกเพิ่มขึ้น 94.5 เปอร์เซ็นต์ และ Ethrel 500-1,000 สตล ทำให้ออกดอกเพิ่มขึ้น 87.5 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่กรรมวิธีควบคุม มีการออกดอกน้อยที่สุดคือ 28.6 เปอร์เซ็นต์ โดยสารที่ให้ทุกชนิดมีผลทำให้ช่อดอก และจำนวนดอกตัวเมีย และการสร้างใบประกอบที่ผิดปกติที่โคนช่อดอกลดลง ต้นที่ได้รับสาร มีช่วงการบานของดอกตัวเมียช้าลงไป 5-10 วัน

ดรุณี (2533) ศึกษาอิทธิพลของ จิบเบอเรลลิน ยูเรีย และปุ๋ยทางใบชนิดที่มีผลต่อการแตกใบอ่อน และการออกดอกของลำไยพันธุ์ดอ โดยการพ่นทางใบด้วยความเข้มข้นต่างๆกัน โดยใช้จิบเบอเรลลิน 20, 30 และ 40 สตล ไทโอยูเรีย 500, 1,000 และ 1,500 สตล ปุ๋ยทางใบสูตร 30-20-10 2,500, 3,000, 5,000 และ 6,000 สตล สูตร 0-52-34 2,500 และ 5,000 สตล ปุ๋ยเนอวาแนท (บริษัทไจแอนท์ จำกัด กรุงเทพฯ, ประเทศไทย) 500 และ 1,000 สตล และปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) 10,000 และ 15,000 สตล จำนวน 1-2 ครั้ง ผลการทดลองพบว่าสารเคมีทุกชนิดไม่มีอิทธิพลต่อการออกดอก และไม่มีสารเคมีชนิดใดที่ทำให้เปอร์เซ็นต์การแตกใบอ่อนเพิ่มขึ้น

กิติโชค (2537) ศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยทางใบต่อปริมาณธาตุอาหาร และการออกดอกของลำไยพันธุ์ดอ และสีชมพู ในปีการเพาะปลูก 2534-2535 โดยการพ่นปุ๋ยโมโนโพแทสเซียมฟอสเฟต (0-52-34; MPP) และปุ๋ยสูตร 7-13-34+12.5 Zn (NK) 2,500, 5,000 และ 7,500 สตล เริ่มตั้งแต่ใบเพสลาด จำนวน 3 ครั้ง ห่างกันครั้งละ 7 วัน พบว่าปุ๋ย NK ทำให้ลำไยทั้งสองพันธุ์มีการออกดอกดีกว่าปุ๋ย MPP ส่วนในปีการเพาะปลูก 2535-2536 ทำเช่นเดียวกับปีแรก แต่ให้ปุ๋ย MPP และปุ๋ยสูตร 7-13-34+12.5 Zn(NK) 2,500, 5,000, 7,500 และ 10,000 สตล ทำเช่นเดียวกับปีแรก พบว่าการใช้

ปุ๋ยทุกระดับความเข้มข้น และกรรมวิธีควบคุม ให้เปอร์เซ็นต์การออกดอกไม่แตกต่างกันในลำไยทั้งสองพันธุ์

ธเนศ (2542) ศึกษาอิทธิพลของ paclobutrazol และ ethephon ที่มีต่อการเจริญเติบโตทางกิ่งใบ และการออกดอกของลำไยพันธุ์ดอ โดยให้ paclobutrazol 100, 500, 1,000 สตล ร่วมกับการให้ ethephon 250 และ 500 สตล โดยพ่น paclobutrazol และ ethephon ทางใบ ผลการทดลองพบว่า ต้นลำไยที่ได้รับ paclobutrazol และ ethephon ในอัตราส่วน 100:250 (paclobutrazol : ethephon) 100:500, 500:500 และ 1,000:500 สตล มีความยาวยอดยาวกว่าต้นที่ไม่ได้รับสาร (control) ส่วนน้ำหนักสดของใบ ความยาวใบประกอบ ความยาวก้านใบประกอบ ความยาวใบย่อย และความกว้างใบย่อย ไม่มีความแตกต่างกันในทุกกรรมวิธีของการทดลอง และพบว่าต้นลำไยที่ไม่ได้รับสารมีแนวโน้มให้จำนวนต้นที่ออกดอกมากที่สุดคือ 80 เปอร์เซ็นต์ และมีจำนวนช่อดอกเฉลี่ยต่อต้น 39 ช่อ นอกจากนั้นแล้วยังไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่าง paclobutrazol และ ethephon

ปัจจัยที่ควบคุมการเจริญเติบโตของลิ้นจี่

การเจริญเติบโตของลิ้นจี่มีปัจจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

1. **พื้นที่ปลูก** มีความสำคัญเนื่องจากลิ้นจี่เป็นไม้ผลที่มีการปรับตัวให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมได้น้อย ดังนั้นการคัดเลือกพันธุ์ที่เหมาะสมกับพื้นที่ปลูก (Subhadrabandhu, 1990)

2. **ความต้องการสภาพภูมิอากาศ** ต้นลิ้นจี่ต้องการสภาพแล้งเพื่อส่งเสริมให้มีการพักตัวทางด้านกิ่งใบ และต้องการช่วงอากาศเย็นประมาณ 10-15 องศาเซลเซียส ในฤดูหนาวเพื่อการออกดอก อย่างไรก็ตามความต้องการดังกล่าวแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับพันธุ์ ตัวอย่างเช่น ลิ้นจี่ในภาคกลางต้องการช่วงอากาศแล้ง และหนาวเย็นเพื่อการออกดอกน้อยกว่าลิ้นจี่ในภาคเหนือซึ่งต้องการช่วงอากาศดังกล่าวยาวกว่า พื้นที่บนภูเขาสูงในจังหวัดเชียงใหม่ และเชียงราย มักปลูกลิ้นจี่ไม่ได้ผลดีเพราะในฤดูหนาวมีอุณหภูมิต่ำเกินไป คือ ต่ำกว่า 5 องศาเซลเซียส (Subhadrabandhu, 1990)

3. **ความต้องการสภาพดิน** ชนิดของดินมีความสำคัญต่อผลผลิตลิ้นจี่แตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับพันธุ์ และสภาพภูมิอากาศ ลิ้นจี่เป็นไม้ผลที่สามารถเจริญเติบโตได้ในดินปลูกหลายชนิด ไม่ทนต่อดินเค็ม และดินที่มีสภาพความเป็นกรดเป็นด่างสูง ความเป็นกรดเป็นด่างของดินที่เหมาะสมคือ 5.5-6.0 ในดินที่มีสภาพเป็นด่างลิ้นจี่แสดงอาการขาดจุลธาตุ ในช่วงเริ่มปลูกจนถึง 3 ปี ต้นลิ้นจี่ต้องการอินทรียวัตถุในดินปริมาณมาก การให้อินทรียวัตถุแก่ดินทรายช่วยเพิ่มธาตุอาหาร และความสามารถอุ้มน้ำของดิน และในดินเหนียวช่วยปรับสภาพโครงสร้างของดินให้ดีขึ้น แต่หลังจาก 3 ปีแล้วถ้ามีปริมาณอินทรียวัตถุมากเกินไปมีผลเสียเนื่องจากเมื่อมีการเจริญเติบโตทางกิ่งใบมาก ผล

ผลิตลดลง อย่างไรก็ตามถ้าต้นลิ้นจี่ได้รับปุ๋ยมากเกินไป หรือมีฝนตกหนักในช่วงฤดูหนาว ต้นลิ้นจี่มีการแตกใบอ่อน (Subhadrabandhu, 1990)

4. **ความสูงของพื้นที่** ความสูงของพื้นที่ปลูกมีตั้งแต่ 3-6 ฟุต เหนือระดับน้ำทะเล เช่น จังหวัดสมุทรสาคร ไปจนถึงที่มีความสูง 1,000-3,000 ฟุต เหนือระดับน้ำทะเล เช่น จังหวัดเชียงราย (ดีรี, 2540)

5. **ความต้องการน้ำ** การให้น้ำแก่ต้นลิ้นจี่มีความจำเป็น ในช่วงเริ่มปลูก ช่วงการติดผล และช่วงการพัฒนาของผล โดยต้นลิ้นจี่ไวต่อความเค็ม และเกิดความเสียหายเมื่อได้รับน้ำที่มีปริมาณเกลือมากกว่า 340 สตล การให้น้ำในช่วงเริ่มปลูกอย่างน้อยวันละครั้งมีความสำคัญมากโดยเฉพาะในเดือนที่แห้งแล้ง อย่างไรก็ตามในต้นลิ้นจี่ที่มีระบบรากลึก และแพร่กระจายจนถึงระดับความชื้นที่อยู่ระดับล่างลงไป การให้น้ำอาจไม่จำเป็นมากนัก (Subhadrabandhu, 1990)

สรีรวิทยาของลิ้นจี่

ศรีมูล (2529) ได้ศึกษาสรีรวิทยาของลิ้นจี่ โดยกล่าวถึงนิสัยการเจริญเติบโต และติดดอกออกผลของลิ้นจี่ ว่าในปีหนึ่งมีช่วงระยะการเจริญเติบโตได้แก่

ก. ช่วงระยะเวลาแตกใบอ่อนจนกระทั่งแก่ครั้งที่ 1 ใช้เวลา 60 วันระหว่างเดือนมิถุนายนถึงต้นเดือนสิงหาคม

ข. ช่วงระยะเวลาแตกใบอ่อนจนกระทั่งแก่ครั้งที่ 2 ใช้เวลา 60 วันระหว่างเดือนสิงหาคมถึงต้นเดือนตุลาคม

ค. ช่วงระยะเวลาแตกใบอ่อนจนกระทั่งแก่ครั้งที่ 3 ใช้เวลา 60 วันระหว่างเดือนตุลาคมถึงต้นเดือนธันวาคม

ง. ช่วงระยะเวลาแตกตาดอก ใช้เวลา 60 วันระหว่างกลางเดือนธันวาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์

จ. ช่วงการติดผลอ่อนจนถึงการเก็บเกี่ยว ใช้เวลา 90 วัน คือระหว่างกลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคม

ในการออกดอกเป็นไปตามกำหนดที่ค่อนข้างแน่นอน ช่วงการเจริญเติบโตหมุนเวียนติดกันไปเป็นเป็นลูกโซ่ตลอดช่วงระยะเวลาหนึ่งปี ในกรณีที่มีช่วงระยะหนึ่งระยะใดผิดพลาดไป หรือล่าช้ากว่ากำหนดด้วยสาเหตุใดก็แล้วแต่ มีผลกระทบไปถึงการออกดอกซึ่งอาจล่าช้ากว่าปกติ หรือไม่ออกดอก ดังนั้นในการปฏิบัติชักนำให้ลิ้นจี่ออกดอก และติดผลได้สม่ำเสมอทุกปี จึงต้องมีการบำรุงรักษาให้ต้นลิ้นจี่มีความสมบูรณ์เจริญเติบโตตรงตามระยะเวลา (เกียรติเกษตรและคณะ, 2530)

การออกดอกของลิ้นจี่

ลิ้นจี่ทั่วโลกมีปัญหาสำคัญคือการออกดอก ติดผลไม่สม่ำเสมอ (Vallance, 1986) บางปีออกดอกติดผลน้อย หรือไม่ออกดอกเลย หรือมีการแตกใบอ่อนในขณะออกดอก ซึ่งเป็นลักษณะที่เกิดขึ้นเสมอ อย่างไรก็ตามลิ้นจี่ออกดอกได้ดีเมื่อได้รับอุณหภูมิต่ำ และมีอากาศเย็นที่ยาวนาน (ธนัท, 2538) ต้นลิ้นจี่ที่ผลิใบใกล้ช่วงเวลาของการออกดอกทำให้โอกาสของการออกดอกลดน้อยลง จากการสังเกตต้นลิ้นจี่ที่ผลิใบอ่อนเกิดขึ้นในเดือนพฤศจิกายนถึงธันวาคม พบว่าออกดอกน้อยลงหรือแทบไม่มีเลย (พาวินและนพดล, 2543) Menzel (1987) เชื่อว่าลิ้นจี่ต้องการพักตัว หรือหยุดการเจริญเติบโตทางกิ่งใบ อย่างน้อย 4-6 สัปดาห์ จึงสามารถออกดอกได้ การหยุดการผลิใบควบคุมโดยอุณหภูมิต่ำ สภาพการขาดน้ำ หรือการปฏิบัติการบางประการ เช่น การงดการให้น้ำ และการควั่นกิ่ง เป็นต้น

จากปัญหาการออกดอกของลิ้นจี่ไม่สม่ำเสมอทุกปี ทำให้มีผู้สนใจทำการศึกษาปัญหาการออกดอกของลิ้นจี่ หาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น โดยคาดว่าการออกดอกของลิ้นจี่อาจเกี่ยวข้องกับหลายๆ ปัจจัยโดยเฉพาะเกี่ยวกับสารฮอร์โมนชนิดต่างๆ การปฏิบัติดูแลรักษา และการดูแลอื่นๆ เช่น ความเครียดของน้ำ การใส่ปุ๋ย

มนตรี และประพันธ์ (2524) ศึกษาอิทธิพลของ จิบเบอเรลลิน, Alar 85 และ Biotica ที่มีต่อการออกดอกของลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวย โดยใช้ จิบเบอเรลลิน 5, 10, 20 และ 40 สตล Alar 85 40, 60 และ 80 กรัม/น้ำ 20 ลิตร (เทียบเท่า 2,000, 3,000, และ 4,000 สตล) และ Biotica คือ 5 และ 10 มล/น้ำ 20 ลิตร (เทียบเท่า 250 และ 500 สตล) เปรียบเทียบกับการพ่นด้วยน้ำเปล่า (check) โดยพ่นที่ใบของกิ่งแขนง มีช่อใบตั้งแต่ 5-10 ใบ ผลปรากฏว่า จิบเบอเรลลิน 5 สตล Alar 85 อัตรา 60 กรัม/น้ำ 20 ลิตร และ Biotica อัตรา 5 มล/น้ำ 20 ลิตร สามารถออกดอกได้ดี เท่าๆ กับ การพ่นด้วยน้ำเปล่า ส่วนวิธีการอื่นๆ ออกดอกน้อยกว่า

ธวัชชัย และ เสกสรร (2527) ศึกษาอิทธิพลของ Alar 500, 1,000, 2,000 และ 4,000 สตล ethephon 300, 500 และ 700 สตล ที่มีต่อการแตกใบอ่อน และการออกดอกของลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวย พ่นซ้ำทุก 7 วัน รวม 4 ครั้ง เปรียบเทียบกับการพ่นด้วยน้ำกลั่น พบว่า Alar ทุกความเข้มข้นทำให้จำนวนใบย่อยที่แตกออกมาใหม่มีจำนวนน้อยกว่าการพ่นด้วยน้ำกลั่น แต่ไม่ทำให้จำนวนใบประกอบที่แตกออกมาใหม่มีจำนวนช่อดอกต่อยอดต่างไปจากการพ่นด้วยน้ำกลั่น ในขณะที่ ethephon ทุกความเข้มข้น ทำให้จำนวนใบประกอบ และจำนวนใบย่อยที่แตกออกมาใหม่ และจำนวนช่อดอกต่อยอดน้อยกว่าการพ่นด้วยน้ำกลั่น และ Alar ที่ทุกความเข้มข้น เมื่อเปรียบเทียบเฉพาะในต้นที่ได้รับ ethephon พบว่าที่ 300 สตล ทำให้มีจำนวนช่อดอกต่อยอดมากกว่าที่ 500 และ 700 สตล แต่ ethephon สำหรับใบประกอบที่แตกออกมาใหม่ และจำนวนใบย่อยที่แตกออกมาใหม่

ทุกความเข้มข้นให้ผลไม่ต่างกัน นอกจากนี้ยังพบว่าการร่วงของใบประกอบ และอาการไหม้ของใบย่อยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของสารเคมีทั้งสองชนิด โดยที่ ethephon ทำให้ใบประกอบร่วง และใบย่อยแสดงอาการใบไหม้มากกว่า Alar ส่วนการศึกษาลักษณะความยาวของช่อดอก ความยาวก้านช่อดอก จำนวนกิ่งในช่อ และจำนวนวันนับตั้งแต่เริ่มพ่นสารเคมีจนถึงดอกแรกบาน พบว่า Alar และ ethephon ทุกความเข้มข้นไม่ทำให้ลักษณะดังกล่าวแตกต่างไปจากการพ่นด้วยน้ำกลั่น

สุจริต (2531) ศึกษาผลของ paclobutrazol ต่อการออกดอก และการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวย อายุ 6-7 ปี โดยวิธีการพ่นทางใบ 1,000 และ 2,000 สตล ทำให้ความยาวกิ่งลดลง 72.820-85.21 เปอร์เซ็นต์ พื้นที่ใบลดลง 20.99-48.05 เปอร์เซ็นต์ จำนวนใบประกอบต่อยอดลดลง 10.52-11.90 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่มีผลต่อจำนวนใบย่อยต่อใบประกอบ ในขณะที่เส้นผ่าศูนย์กลางกิ่งเพิ่มขึ้น 29.86-34.45 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และจำนวนช่อดอกต่อยอดเพิ่มขึ้น 36.23-82.93 เปอร์เซ็นต์ ทำให้จำนวนดอกต่อยอดเพิ่มขึ้น ในขณะที่จำนวนดอกต่อช่อไม่แตกต่างกัน ความยาวช่อดอกลดลง 31.21-55.07 เปอร์เซ็นต์ จากการศึกษาลักษณะช่อดอกพบว่า จำนวนดอกต่อยอดมีค่าสหสัมพันธ์ทางบวกกับความกว้างของช่อดอก ภายหลังจากการให้สาร 60-75 วัน จึงมีการแทงช่อดอก ช่อดอกที่ได้รับสารมีช่อดอกที่มีใบผสมน้อยกว่าต้นที่ไม่ได้รับสาร นอกจากนี้พบว่า paclobutrazol ทุกระดับความเข้มข้น และทั้งสองวิธีการ เพิ่มการสะสม total-nonstructural carbohydrate (TNC) และ reducing sugar (RS) แต่ปริมาณของไนโตรเจน total nitrogen (TN) ฟอสฟอรัส แคลเซียม และโพแทสเซียม ลดต่ำลงทั้งในกิ่ง และใบ

อรพิน (2532) ศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิ ความเครียดของน้ำ paclobutrazol และปุ๋ยทางใบที่มีต่อการออกดอกของลำไยพันธุ์ค่อม ที่ปลูกในแถบภาคกลางของประเทศไทย โดยให้สาร paclobutrazol ทางใบ 0, 500, 1,000, 1,500 และ 2,000 สตล และให้ทางดินในระดับ 0, 5, 10, 15 และ 20 กรัม (สารออกฤทธิ์) ต่อต้น (ไม่ระบุอายุต้น) และการให้ปุ๋ยทางใบที่มีฟอสเฟตสูง สูตร 0-52-34 และ 15-30-15 โดยพ่นจำนวน 1, 2 และ 3 ครั้ง พบว่าลิ้นจี่เริ่มออกดอกเมื่ออุณหภูมิต่ำสุดประจำวันเท่ากับ 19-22 องศาเซลเซียส ติดต่อกันเป็นระยะเวลา 3-4 สัปดาห์ และความเครียดที่เกิดจาก shoot water potential ซึ่งมีความแปรปรวนระหว่างต้นน้อยมากคือลดลงจาก -0.15 - -0.12 Mpa เหลือ -0.54 - -0.54 Mpa ซึ่งเป็นช่วงต่ำสุด ซึ่งเป็นขณะที่ต้นลิ้นจี่เริ่มแทงช่อดอกชุดแรก ซึ่งอุณหภูมิต่ำสุดที่ลดลงนี้มีค่าสหสัมพันธ์ในทางบวกกับ shoot water potential ($r = 0.77$; $p<0.01$) นอกจากนี้ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศมีความแปรผันในทางเดียวกับอุณหภูมิที่ลดลง การใช้สาร paclobutrazol นั้นพบว่า การให้ทางดินได้ผลดีกว่าการพ่นทางใบโดยที่ระดับความเข้มข้น 5 กรัม

(สารออกฤทธิ์) ต่อต้น ให้เปอร์เซ็นต์ช่อดอกต่อต้นสะสมสูงสุด (54.25 เปอร์เซ็นต์) สำหรับปุ๋ยทางใบนั้นพบว่า ทั้งสองสูตรไม่มีผลต่อการออกดอกของลิ้นจี่

นพดล และ สัณห์ (2534) ศึกษาอิทธิพลของ paclobutrazol ที่มีผลต่อการออกดอกของลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวย โดยการพ่นทางใบ 700, 1,400, และ 2,800 สตล พ่น 3 ครั้ง แต่ละครั้งห่างกัน 10 วัน โดยใช้ต้นลิ้นจี่อายุ 6 ปี ผลปรากฏว่า paclobutrazol 1,400 สตล ทำให้ต้นลิ้นจี่มีเปอร์เซ็นต์การออกดอกลดลง แต่ที่ระดับความเข้มข้นอื่นๆไม่พบความแตกต่างจากต้นกรรมวิธีควบคุม การพ่นสาร paclobutrazol 1,400 และ 2,800 สตล โดยพ่น 1 และ 2 ครั้ง ทำให้จำนวนดอกตัวเมียต่อช่อมีจำนวนเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับต้นที่ไม่ได้รับสาร

Chaitrakulsup *et al.* (1992a) ศึกษาอิทธิพลของ paclobutrazol ที่มีต่อการเจริญทางกิ่งใบ การออกดอก การร่วงของผล คุณภาพผล และผลผลิต ของลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวยที่มีอายุ 12 โดยใช้ paclobutrazol ในอัตรา 2, 4, 8 และ 16 กรัม (สารออกฤทธิ์) ต่อต้น อายุ 12 ปี โดยการราดดินที่โคนต้น เปรียบเทียบกับการพ่น 125, 250 และ 500 สตล 1ครั้ง และ control (ไม่ใช้สาร) พบว่าการให้สาร paclobutrazol ทางดินโดยการราดที่โคนต้นในอัตราดังกล่าว ไม่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตทางกิ่งใบ เส้นผ่าศูนย์กลางของกิ่งที่ได้รับการพ่นสารมีขนาดใหญ่กกว่าการให้สารทางดิน และกรรมวิธีควบคุม การให้สารไม่มีอิทธิพลต่อการออกดอก ในขณะที่ให้สารทางดินช่วยลดความยาวของช่อดอกทำให้สั้นกว่าการพ่น และกรรมวิธีควบคุม กรรมวิธีทดลองควบคุมทุกวิธีการไม่มีอิทธิพลต่อการติดผล การร่วงผล คุณภาพผล และผลผลิต

Chaitrakulsup *et al.* (1992b) ศึกษาอิทธิพลของ paclobutrazol ร่วมกับ ethephon ที่มีต่อการออกดอก และแตกใบอ่อนของลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวย ทำการทดลองในเดือนกันยายน-ธันวาคม 2532 โดยแบ่งออกเป็น 2 การทดลอง

การทดลองที่ 1 พ่น paclobutrazol 1 ครั้ง ตามด้วย ethephon 2 ครั้ง 500+300+300, 750+400+400 และ 1,000+500+500 สตล ตามลำดับ ทดลองกับต้นลิ้นจี่อายุ 8 ปี โดยพ่นสารเพียงครึ่งต้น (ด้านเดียว) เปรียบเทียบกับอีกครึ่งต้นที่ไม่ได้รับสาร (check) พบว่าทุกวิธีการไม่มีผลต่อการออกดอก และการแตกใบอ่อน โดยที่ไม่พบความแตกต่างหรือความสัมพันธ์กันระหว่างด้านที่พ่นสาร และด้านที่ไม่พ่นสารในต้นเดียวกัน

การทดลองที่ 2 โดยพ่น paclobutrazol 1 ครั้ง ตามด้วย ethephon 1 ครั้ง 500+300, 750+400 และ 1,000+500 สตล ตามลำดับ โดยการทดลองนี้พ่นทั่วทั้งต้น เปรียบเทียบกับต้นที่ไม่ได้รับสาร พบว่า paclobutrazol : ethephon 1,000 : 500 สตล ทำให้เปอร์เซ็นต์การแตกใบอ่อนลดลง

Chaitrakulsup *et al.* (1992c) ศึกษาอิทธิพลของ paclobutrazol และ ethephon ที่มีต่อการออกดอก และแตกใบอ่อนของลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวย โดยทำทั้งหมด 3 การทดลอง

การทดลองที่ 1 ใช้ paclobutrazol พ่นทางใบ 500, 1,000 และ 1,500 สตล เปรียบเทียบกับให้ทางดิน 0.5,1.0 และ 1.5 กรัม (สารออกฤทธิ์) ต่อตารางเมตรราดดินรอบทรงพุ่ม ผลปรากฏว่าการให้ทางดินที่ความเข้มข้น 1.0 หรือ 1.5 กรัม (สารออกฤทธิ์) ต่อตารางเมตร ทำให้การแตกใบอ่อนลดลง ในช่วงการออกดอกเมื่อเทียบกับต้น control

การทดลองที่ 2 ต้นลิ้นจี่อายุ 12 ปี ให้ paclobutrazol พ่นทางใบ 1 ครั้ง ตามด้วย ethephon พ่น 1 ครั้ง หรือ 2 ครั้ง 300+100, 700+200, 1,100+300, 1,500+400, 300+100+100, 700+200+200 และ 1,100+300+300 สตล ตามลำดับ เปรียบเทียบกับต้น control (ไม่ได้รับสาร) ผลปรากฏว่าทุกวิธีการไม่มีอิทธิพลต่อเปอร์เซ็นต์การออกดอก เมื่อเปรียบเทียบกับต้น control

การทดลองที่ 3 ต้นลิ้นจี่อายุ 15 ปี พ่นสาร paclobutrazol 1 ครั้ง ตามด้วยพ่น ethephon 2 ครั้ง 500+300+300 และ 1,500+500+500 สตล ตามลำดับ โดยให้สารเพียงครึ่งต้น (ด้านเดียว) เปรียบเทียบกับ check (ด้านที่ไม่ได้พ่นสาร) หรือ 1,000+400+400 สตล ตามลำดับ อีกด้านหนึ่งของต้น และต้น control ถึง 3 เท่า ซึ่งต้น control และ check มีช่อดอกยาวที่สุด ซึ่งยาวกว่า 500+300+300, 1,000+400+400 และ 500+500+500 สตล ตามลำดับ ต้น control และ check มีจำนวนดอกต่อยอดน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการอื่นๆซึ่งไม่แตกต่างกัน ในช่วงของการออกดอก ต้น control แตกใบอ่อนมากกว่า 500+300+300 สตล ในขณะที่การแตกใบอ่อนของวิธีการ 1,500+500+500 สตล มีเล็กน้อย

Menzel and Simpson (1990) ศึกษาอิทธิพลของ paclobutrazol ที่มีต่อการเจริญเติบโต และการออกดอกในลิ้นจี่ 3 พันธุ์ คือ Bengal, Kwai May Pink และ Taiso ใน 8 พื้นที่ พ่น paclobutrazol ทางใบ 1,000, 2,000 และ 4,000 สตล โดยพ่นให้ถึงจุด run off และรดทางดินอัตรา 0.25, 0.5 และ 1 กรัมต่อตารางเมตร ใต้ทรงพุ่ม โดยรดบริเวณโคนต้นเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เมตร ผลการทดลองพบว่า paclobutrazol ทำให้เปอร์เซ็นต์การแตกใบอ่อนก่อนการออกดอกลดลง และทำให้มีการออกดอกมากขึ้น ในพันธุ์ Taiso พบว่า paclobutrazol ทำให้การแตกใบอ่อนเกิดช้า ส่วนในพันธุ์ Bengal และ Kwai May Pink พบว่าการออกดอกลดลง ซึ่งแตกต่างกับการทดลองในปี 1988 ที่พบว่าการให้ paclobutrazol ทางดิน ทำให้การออกดอกเพิ่มขึ้นเล็กน้อย สำหรับพันธุ์ Taiso พบว่ามีการออกดอกลดลงทั้งการให้สารทางดิน และพ่นทางใบ ลดความยาวของช่อดอกแต่มีการแตกตาข้างมากขึ้น ทำให้น้ำหนักแห้งของช่อดอกไม่แตกต่างกัน สำหรับการออกดอกนั้น ต้นลิ้นจี่พันธุ์ Taiso ที่ได้รับ paclobutrazol มีการออกดอกเพิ่มมากที่สุด เมื่อต้นกรรมวิธีควบคุมมีการออกดอก 40-60 เปอร์เซ็นต์ paclobutrazol เพิ่มการออกดอกเมื่อต้นกรรมวิธีควบคุมมีการออกดอก 70-100 เปอร์เซ็นต์ นอกจาก

นี้ยังพบว่า paclobutrazol มีผลเล็กน้อยต่อการพัฒนาช่อดอก การติดผล และคุณภาพของผล อย่างไรก็ตาม สรุปได้ว่า paclobutrazol ยังไม่สามารถนำมาใช้เพิ่มการออกดอกของลิ้นจี่ได้ เพราะได้ผลไม่แน่นอน

ปัจจัยควบคุมการเจริญเติบโตของมะปราง

การเจริญเติบโตของมะปราง การแทงช่อดอกติดผล และให้ผลที่มีคุณภาพดีนั้น ขึ้นอยู่กับพันธุ์มะปรางแต่ละพันธุ์ และสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติซึ่งมีอิทธิพลมาก ถึงแม้ว่ามะปรางเป็นไม้ผลที่สามารถเจริญเติบโตได้ในแหล่งที่มีภูมิอากาศ และสภาพแวดล้อมที่ค่อนข้างกว้างขวาง แต่การปลูกมะปรางเพื่อเป็นการค้า และมีผลตอบแทนสูงควรพิจารณาเลือกแหล่งปลูกที่มีสภาพแวดล้อมเหมาะสม (นรินทร์, 2537)

1. น้ำ และความชื้นสัมพัทธ์ มะปรางสามารถเจริญได้ทั้งในแหล่งที่มีฝนตกชุก และในที่ที่มีปริมาณน้ำฝนน้อยถึงค่อนข้างแห้งแล้ง แต่แหล่งที่ปลูกควรมีฤดูฝนกับฤดูแล้ง (หนาว และร้อน) ที่เด่นชัด เพราะช่วงแล้งมีความสำคัญต่อการออกดอกของมะปราง ซึ่งช่วงแล้งทำให้มะปรางมีการพักตัวชั่วคราวเกิดการชะงักการเจริญเติบโตทางกิ่ง และใบ ยิ่งถ้ามีอุณหภูมิต่ำช่วยให้มะปรางออกดอกได้ดียิ่งขึ้น (นรินทร์, 2537) ในช่วงมะปรางเริ่มติดผลอ่อน ต้องให้น้ำเฉลี่ย 7 วันต่อครั้ง และหยุดให้น้ำเมื่อเห็นผลมะปรางเริ่มเปลี่ยนสี เพราะถ้าให้น้ำต่อไปทำให้ผลมะปรางใหญ่ขึ้นจริงแต่ รสชาติด้อยลงมาก (ทวีศักดิ์, 2539) นรินทร์ (2537) เคยศึกษาการให้น้ำ และไม่ให้น้ำแก่มะปรางในช่วงที่มีระยะการเจริญเติบโต พบว่าต้นที่ได้รับน้ำอยู่เสมอพบว่ามีการแตกใบอ่อนดีมากโดยเฉพาะในช่วงระยะเพสลาด ใบยังไม่แก่สามารถแทงยอดอ่อนออกมาได้ การให้น้ำในระยะนี้ดีที่สุด ในขณะต้นที่ไม่ได้รับน้ำไม่พบการแตกใบอ่อน

2. อุณหภูมิ อุณหภูมิเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อการแทงช่อดอก การติดผล และระยะเวลาการสุกของผลมะปราง คือถ้ามีอุณหภูมิต่ำ และมีระยะช่วงเวลาของอุณหภูมินานพอสมควรทำให้มะปรางออกดอก และติดผลดีขึ้น และหลังจากมะปรางติดผลแล้ว ถ้าแหล่งที่ปลูกมะปรางมีอุณหภูมิสูงขึ้นเร็วมีผลให้มะปรางสุกเร็วกว่าในแหล่งที่มีอุณหภูมิต่ำ แหล่งปลูกมะปรางที่ให้ผลดีนั้นควรมีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีอยู่ในช่วง 20-30 องศาเซลเซียส (นรินทร์, 2537) แต่การปลูกมะปรางในบริเวณพื้นที่ที่มีอากาศหนาว และมีอุณหภูมิต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส พบปัญหาในระยะที่มะปรางติดผลอ่อนทนอากาศหนาวไม่ได้ ผลเหี่ยวเหลือง และร่วงในที่สุด (ทวีศักดิ์, 2539)

3. แสง มะปรางเป็นพืชที่สามารถเจริญเติบโตได้ทั้งที่มีแสงรำไร (แสงแดด 50 %) จนถึงแสงแดดโดยตรง (แสงแดด 100 %) ดังนั้นมะปรางสามารถปลูกควบคู่ไปกับไม้ยืนต้นอื่นๆ ที่มี

ระบบรากแตกต่างจากมะปราง เช่น กล้วย มะพร้าว และหมาก เป็นต้น (นรินทร์, 2537) แต่ในระยะ 2-3 ปีแรกของการปลูกมะปรางต้องการแสงแดดเพียงรำไรเท่านั้น (ทวีศักดิ์, 2539)

4. **ความสูงของพื้นที่ และเส้นละติจูด** มะปรางสามารถเจริญเติบโตได้ที่ความสูงตั้งแต่ระดับน้ำทะเลจนถึงความสูงประมาณ 1,000 เมตร แต่ความสูงที่เหมาะสมสำหรับปลูกอย่างเป็นการค้าไม่ควรเกิน 600 เมตร ถ้าพื้นที่สูงเกินไปมะปรางไม่ค่อยติดผล และให้ผลผลิตต่ำ นอกจากนี้ความสูงของพื้นที่มีอิทธิพลต่อระยะเวลาการออกดอกของมะปรางด้วย คือความสูงทุกๆ 130 เมตร มะปรางออกดอกล่าช้าไป 4 วัน ในด้านเส้นละติจูด หรือเส้นรุ้งมะปรางที่ปลูกห่างจากเส้นศูนย์สูตรในแต่ละเส้นองศาละติจูด ออกดอกล่าช้าไปประมาณ 4 วัน ยกเว้นเขตที่มีอุณหภูมิ หรือภูมิอากาศเฉพาะ (นรินทร์, 2537)

5. **ดิน** มะปรางเป็นไม้ผลที่สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพดินปลูกหลายชนิด ทั้งดินเหนียว ดินร่วน ดินร่วนปนทราย มะปรางให้ผลดีที่สุดเมื่อปลูกในดินร่วนที่อุดมสมบูรณ์ มีหน้าดินลึกเพื่อให้รากมะปรางหาอาหารได้เต็มที่ และควรมีความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดินอยู่ระหว่าง 5.5-7.5 ในแหล่งดินที่มีดินเหนียวจัดควรมีการให้ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักรองก้นหลุมก่อนปลูก และใส่หลังจากปลูกเป็นระยะ เพื่อให้โครงสร้างของดินเหมาะสมในการเจริญเติบโตของมะปราง (นรินทร์, 2537)

การออกดอกของมะปราง

เกษตรกรผู้ปลูกพบว่าในบางปีที่มีฤดูหนาวอากาศไม่หนาวมะปรางออกดอกน้อย แหล่งปลูกมะปรางที่ดีควรมีฤดูหนาว และร้อนที่เด่นชัด เพราะช่วงอากาศเย็นมีความสำคัญต่อการออกดอกของมะปราง (นรินทร์, 2537) การออกดอกของมะปรางต้องการอากาศหนาวระยะหนึ่งจึงออกดอก อุณหภูมิต่ำยับยั้งการเจริญเติบโตทางกิ่งใบของมะปรางทำให้มีอาหารสะสมมาก และอุณหภูมิต่ำมีผลต่อการปรับระดับของฮอร์โมนภายในต้นให้อยู่ในสภาวะที่ส่งเสริมการออกดอก ถ้ามะปรางได้รับอุณหภูมิต่ำ และระยะเวลายาวนานก็ออกดอกมากขึ้น ทั้งนี้อุณหภูมิต้องไม่ต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส ซึ่งถ้าอุณหภูมิต่ำเกินไปทำให้การเจริญเติบโตของต้นลดลง และถ้ามีอุณหภูมิต่ำในระยะออกดอกอาจมีผลทำให้ดอกไหม้ และร่วงได้ (สุรชัย, 2541)

มีการทดลองใช้สารเคมีเพื่อบังคับการออกดอกของมะปราง ทวีศักดิ์ (2539) ทดลองใช้ paclobutrazol โดยวิธีการให้ และอัตราการใช้สารในอัตราเดียวกับที่ให้ในมะม่วง คำนวณตามเส้นผ่าศูนย์กลางของทรงพุ่ม ต้นมะปราง 1 เมตร ใช้ paclobutrazol อัตรา 10 กรัม หรือ 10 มล เช่น ต้นมะปรางมีทรงพุ่ม 5 เมตร ใช้ paclobutrazol อัตรา 50 กรัม หรือ 50 มล และราดบริเวณโคนต้น ผลปรากฏว่าหลังจากรดไปได้ 2-3 เดือน ไม่พบต้นมะปรางออกดอกนอกฤดูเมื่อถึงฤดูกาลของการ

ออกดอกตามธรรมชาติ ต้นมะปรางที่ได้ราดสารออกดอกตามปกติเหมือนกับต้นที่ไม่ได้ราดสาร แสดงว่า paclobutrazol ที่ราดให้กับต้นมะปรางไม่มีผลบังคับให้มะปรางออกดอกนอกฤดู

ต่อมาในปี พ.ศ. 2536 ได้มีการนำสารที่รวบรวมเอาแร่ธาตุที่มีความจำเป็นต่อพืชมีทั้งธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และสาหร่ายสกัด เช่น สารในกลุ่มของฟลาวเวอร์-ฟรุต พ่นให้กับต้นมะปรางที่ให้ผลผลิตแล้ว โดยฉีดสารในอัตรา 50 มล ต่อน้ำ 20 ลิตร พบว่าหลังจากพ่นไปนาน 1 สัปดาห์ เริ่มเห็นตาดอกของมะปรางทยอยออกดอกต่อมาในช่วงปลายเดือนตุลาคม และออกดอกในช่วงต้นเดือนพฤศจิกายน ในขณะที่มะปรางต้นที่ไม่ได้รับสารไม่พบการออกดอก (ทวีศักดิ์, 2539)

เอทธิลีน (Ethylene)

เอทธิลีนเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนชนิดไม่อิ่มตัวที่มีสถานะเป็นก๊าซที่อุณหภูมิปกติ มีสูตรโมเลกุลเป็น C_2H_4 เอทธิลีนเป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชตั้งแต่ระยะการเจริญเติบโต การพัฒนา การแก่ การสุก และการเสื่อมสภาพ (ดนัย, 2540) เอทธิลีนมีผลยับยั้งการขยายขนาดความยาวของเซลล์ แต่กระตุ้นการขยายขนาดทางด้านข้าง ช่วยเร่งการสุกของผลไม้พวกบ่มสุก (climacteric fruit) กระตุ้นการร่วงของใบ ดอก และผล (สมบุญ, 2536) พืชสามารถตอบสนองต่อเอทธิลีนที่ความเข้มข้นต่ำมากคือ 0.01-10 สตล (Abeles, 1973) ส่วนต่างๆของพืชที่สร้างเอทธิลีนได้แก่ เมล็ดที่กำลังงอก ปลายราก ปลายยอด กิ่งที่ถูกโค้งงอ ใบพืชที่กำลังร่วง (สมบุญ, 2536)

การสังเคราะห์เอทธิลีน

สารเริ่มต้นที่พืชใช้ในการสังเคราะห์เอทธิลีนคือเมทไธโอนีน (methionine) ในต้นอ่อนนั้นยอดอ่อนเป็นส่วนสำคัญที่สังเคราะห์เอทธิลีน ทั้งนี้เพราะมีออกซินอยู่ในบริเวณนั้นสูง และออกซินสามารถกระตุ้นให้เนื้อเยื่อสังเคราะห์เอทธิลีนได้ รากสามารถสังเคราะห์เอทธิลีนได้บ้างแต่ในปริมาณไม่มาก ส่วนดอกก็สร้างเอทธิลีนได้ และเอทธิลีนมีผลทำให้ดอกไม้บางชนิดไม่บาน หรือเหี่ยว และกลีบร่วง ผลไม้สุกสามารถสังเคราะห์เอทธิลีนได้มากกว่าผลไม้ที่ไม่สุก (ดนัย, 2539)

การเคลื่อนที่ของเอทธิลีนในต้นพืช

เอทธิลีนเป็นฮอร์โมนพืชในรูปก๊าซ มีโมเลกุลขนาดเล็กละลายน้ำได้ และละลายได้ดีในไขมัน สามารถเคลื่อนที่ในพืชได้ดีโดยกระบวนการแพร่ซึ่งเคลื่อนที่ผ่านผนังเซลล์ ช่องว่างระหว่างเซลล์ และเนื้อเยื่อพืชได้ หรืออาจเคลื่อนที่ผ่านเนื้อเยื่อ (สมบุญ, 2536) ระดับของเอทธิลีนในส่วนหนึ่งของพืชส่งผลให้เกิดการสังเคราะห์เอทธิลีนในส่วนอื่นๆด้วย เช่น ถ้ามีปริมาณเอทธิลีนมากในส่วนของราก เกิดการกระตุ้นให้มีการเพิ่มระดับของเอทธิลีนที่ยอดด้วย ซึ่งกลไกการกระตุ้นที่ยังไม่

เข้าใจเด่นชัดนัก เอทธิลีนอาจเคลื่อนที่ผ่านพืชในรูปของ 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid (ACC) (ดนัย, 2539)

ผลของเอทธิลีนที่มีต่อพืช

ผลของเอทธิลีนให้ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของพืช ได้แก่

1. ทำให้ยอดของต้นกล้าที่งอกในที่มืดโค้งงอคล้ายตาขอ (apical hook) ต้นกล้าที่งอกในที่มืดมีลำต้นยาว ใบไม่ขยายตัว สีขาวซีด ส่วนยอดโค้งงอคล้ายตาขอ ทั้งนี้เพราะปลายยอดของต้นกล้าดังกล่าวสร้างสารเอทธิลีนขึ้นมามาก (สมบุญ, 2536)

2. กระตุ้นการเกิดรากขนอ่อน และรากพิเศษ (สมบุญ, 2536) เอทธิลีนสามารถกระตุ้นให้เกิดรากได้ เช่น กระตุ้นการเกิดรากที่ใบ กิ่ง ก้าน ช่อดอก แต่การตอบสนองนี้ต้องใช้เอทธิลีนความเข้มข้นสูงถึง 10 μl/l (Taiz and Zeiger, 1991)

3. กระตุ้นการเจริญทางด้านข้าง ต้นกล้าที่เพาะในที่มืดมีลักษณะลำต้นที่บวมพอง เนื่องมาจากเอทธิลีนยับยั้งการยืดตัวออกทางด้านยาวของลำต้น แต่มีผลในการกระตุ้นให้เซลล์ขยายออกทางรัศมี (สมบุญ, 2536)

4. กระตุ้นการสร้างตาดอก เอทธิลีนสามารถเร่งการเกิดดอกของพืชบางชนิดได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้ ethephon เร่งการเกิดดอกของต้นสับปะรด ซึ่งการกระตุ้นการออกดอกโดยใช้ ethephon เกิดขึ้นได้กับพืชบางชนิดเท่านั้น (สมบุญ, 2536)

5. เร่งการสุกของผลไม้ อาจเรียกเอทธิลีนว่า ripening hormone และใช้ในการบ่มผลไม้ในทางการค้า (ดนัย, 2539) ผลไม้เมื่อแก่จัด และเข้าสู่ระยะการสุกอาจมีการผลิตเอทธิลีนเพิ่มขึ้นมา ซึ่งเอทธิลีนที่ผลไม้สร้างขึ้นนั้นเป็นตัวการสำคัญที่กระตุ้นให้ผลไม้สุก (พีรเดช, 2537) ในการบ่มผลไม้โดยการใช้เอทธิลีนโดยตรงทำได้ยาก ในไทยนิยมใช้ถ่านก๊าซ (calcium carbide) ห่อกระดาษวางไว้กลางภาชนะที่บรรจุผลไม้ เมื่อผลไม้คายน้ำไอน้ำทำปฏิกิริยากับถ่านก๊าซ เกิดก๊าซอะเซทิลีน (acethylene) ซึ่งมีสูตรโครงสร้าง และคุณสมบัติคล้ายก๊าซเอทธิลีน (สมบุญ, 2536)

6. เร่งการเกิดการร่วงของใบ ดอก ผล ฯลฯ ซึ่งกระตุ้นให้เกิด abcission zone ขึ้นทำให้ใบและกลีบดอกร่วงได้ และกระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางคุณภาพของราก และลำต้น (ดนัย, 2539)

7. การทำลายการพักตัวของพืช พืชหัวบางชนิด เช่น มันฝรั่ง แกลดิโอลัส มีระยะพักตัว การที่ทำให้พืชเหล่านี้งอก ต้องนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำระยะหนึ่งก่อนการนำไปปลูก เอทธิลีนสามารถกระตุ้นการงอก และช่วยย่นระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ ทำให้สามารถนำหัวไปปลูกแล้วให้ผลผลิตเร็วขึ้น ได้ (สมบุญ, 2536)

8. ช่วยเร่งการผลิตน้ำยางในต้นยางพาราที่มีอายุสูง และเร่งการไหลน้ำยางพารา นอกจากนี้แล้วยังช่วยผลิตปาเปนในมะละกออีกด้วย (สมบุญ, 2536)

9. ช่วยในการสร้างหัว การฉีดพ่นอีเทรลกับต้นหอมในระยะแรกของการเจริญเติบโตทำให้ต้นหอมสร้างหัว (bulb) ได้เร็วขึ้น (สมบุญ, 2536)

10. เอทธิลีนยับยั้งการเคลื่อนย้ายของออกซิน นั่นคือการเคลื่อนของออกซินจากปลายยอดสู่โคนต้นด้านล่าง และทางด้านข้างชะงัก (สมบุญ, 2536)

11. กระตุ้นให้เกิดดอกตัวเมียมากขึ้นในพืช dioecious (ดนัย, 2539)

12. มีผลกระทบต่อรสชาติของผักบางชนิด เช่น แครอต ถ้าได้รับเอทธิลีนในปริมาณที่สูงเกิดรสขม เพราะเอทธิลีนกระตุ้นให้มีการสร้างสาร isocoumarin ขึ้นมา นอกจากนั้นเอทธิลีนยังทำให้รสชาติของมันเทศเสียไปด้วยเพราะเกิดสาร ipomeamarone ขึ้นมา (ดนัย, 2540)

การหาปริมาณเอทธิลีนในต้นพืช

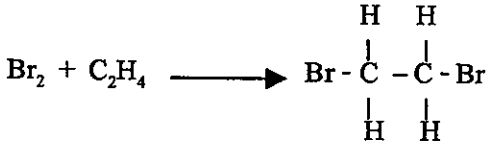
วิธีการหาเอทธิลีนในต้นพืชมีหลายแบบดังนี้

1. **Bioassay** ใช้การตอบสนองของต้นถั่วลันเตาที่งอกในที่มืดต่อความเข้มข้นของเอทธิลีนในอัตราส่วนความเข้มข้นที่ต่างๆ กัน ต้นกล้าของถั่วที่งอกในที่มืดแสดงอาการตอบสนองต่อเอทธิลีนโดยการเกิดเนื้อเยื่อ ใต้ยอดบวมออก ยอดสูญเสียสภาพการตอบสนองต่อแรงดึงดูดของโลก ซึ่งถ้าหากได้รับเอทธิลีนสูงก็แสดงอาการมาก แต่ลักษณะอาการดังกล่าวอาจเกิดการตอบสนองต่ออะเซทิลีน และโบรมิลีนด้วย (ดนัย, 2539)

2. **Physical measurement** วัดโดย gas chromatograph (GC) (ดนัย, 2539) เป็นวิธีการที่ง่าย แน่นอน และมีความละเอียดสูงในการวัดปริมาณเอทธิลีน เครื่องมือมาตรฐานสามารถวัดเอทธิลีนได้ต่ำถึง 5 ppb จากตัวอย่าง 2 มิลลิลิตร (ความสูงของ peak เป็นสองเท่าของเส้น baseline) เวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์โดยทั่วไปประมาณ 1 นาที sensitivity ของวิธีการนี้เพียงพอต่อการวัดปริมาณเอทธิลีนในตัวอย่างก๊าซทั่วๆไป

3. **Chemical measurement** โดยวัดจำนวนโบรมีนที่ใช้ไปตามสมการ

การทำปฏิกิริยาระหว่างโบรมีนและเอทธิลีน (ดนัย, 2539)



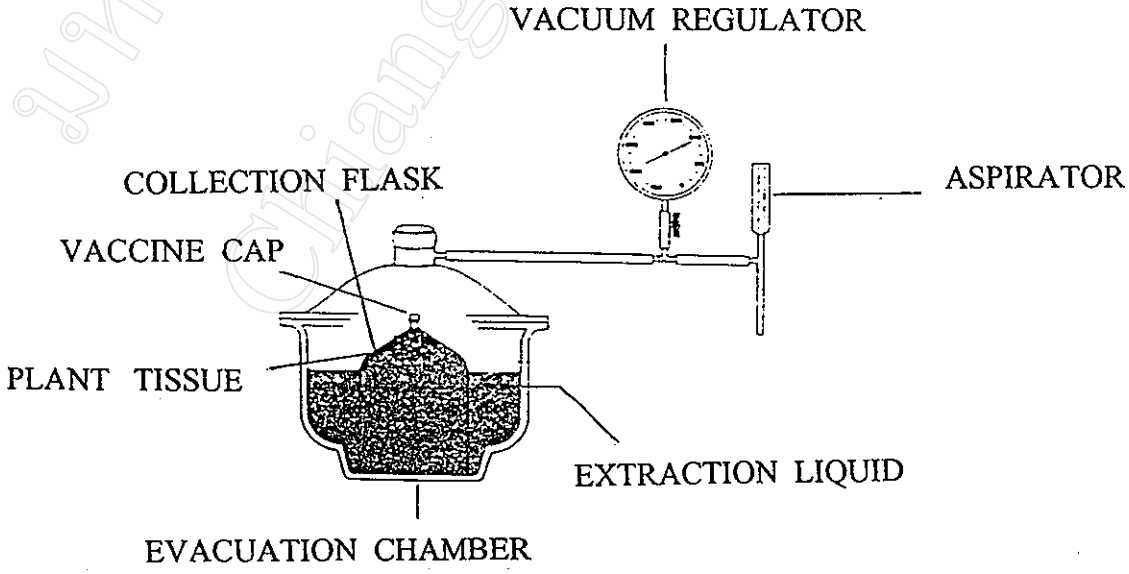
การสกัดก๊าซจากตัวอย่างพืชเพื่อการวิเคราะห์ปริมาณเอทธิลีน

วิธีการที่เหมาะสม และนิยมในการหาปริมาณเอทธิลีน คือ Physical measurement ฉะนั้นจึงได้นำวิธีการนี้มากล่าว รายละเอียดดังนี้

เนื่องจากเอทธิลีนเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนชนิดไม่อิ่มตัวที่มีสถานะเป็นก๊าซ (ดนัย, 2540) ดังนั้นการวัดเอทธิลีนส่วนใหญ่ทำโดยการสกัดเอาก๊าซที่อยู่ภายในช่องว่างระหว่างเซลล์ (intercellular gas) ในภาชนะที่ปิดสนิทที่มี septum ซึ่งสามารถใช้เข็มฉีดยาดูดเอาตัวอย่างออกมาและนำไปฉีดเข้าเครื่อง GC เพื่อการวิเคราะห์ปริมาณเอทธิลีน เทคนิคที่สามารถใช้วัดหาอัตราการผลิตเอทธิลีนของพืช (Abeles, 1973)

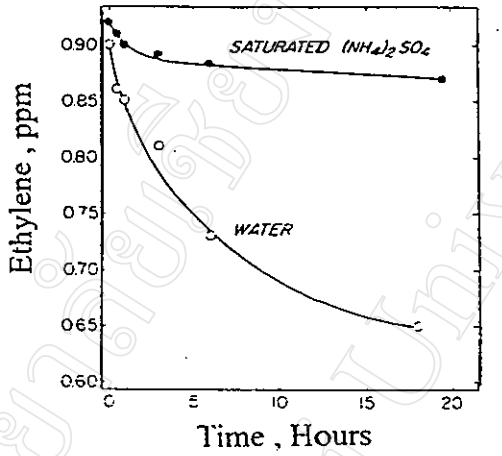
Saltveit (1982) รายงานขั้นตอนวิธีการวิเคราะห์ก๊าซภายในตัวอย่างพืชโดยการสกัดเอาตัวอย่างก๊าซออกมาจากผลไม้ที่มีช่องว่างภายใน เช่น แคนตาลูป และแอปเปิล โดยใช้ syringe การนำตัวอย่างก๊าซออกมา สามารถทำได้โดยแทงเข็มฉีดยาแบบ hollow hypodermic เข้าไปในช่องว่างของผลไม้ และดูดเอาก๊าซออกมา สภาพสูญญากาศทำให้ก๊าซไหลจากเนื้อเยื่อพืชเข้าไปใน syringe ซึ่งควรทำภายใต้สารละลายเข้มข้น แต่สภาพที่เนื้อเยื่ออยู่ในอากาศนั้นทำให้อากาศจากภายนอกปนเข้าไปในกระบอกฉีดยาได้ ซึ่งป้องกันได้โดยใช้ขี้ผึ้งอุดรอบๆ รอยแทงเข็ม

ในกรณีของผลหรือเนื้อเยื่อผลที่ตัวอย่างก๊าซไม่สามารถเอาออกมาได้ด้วยวิธีการใช้ syringe เช่น กิ่ง ใบ หรือ ยอด เนื้อเยื่อผลบางชนิด วิธีการสกัดทำได้โดยวิธี vacuum โดยเครื่องมือสำหรับสกัดก๊าซที่อยู่ในช่องว่างระหว่างเซลล์ของเนื้อเยื่อพืช (ภาพที่ 1) (Beyer and Morgan, 1970)



ภาพที่ 1 เครื่องมือสำหรับสกัดก๊าซที่อยู่ในช่องว่างระหว่างเซลล์จากเนื้อเยื่อพืช (Beyer and Morgan, 1970)

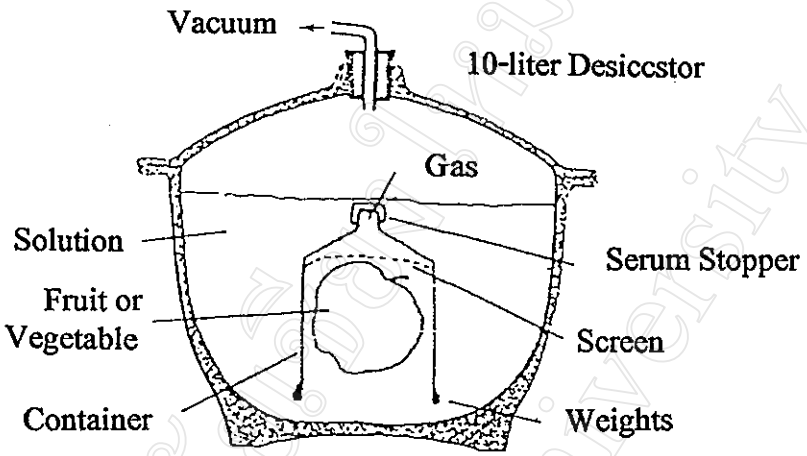
การสกัดด้วยวิธี vacuum ต้องให้ตัวอย่างพืชอยู่ใต้ของเหลว ทำให้ก๊าซขยายตัว และซึมออกมานอกเซลล์ไปสะสมบริเวณเหนือของเหลวในภาชนะที่ปิดสนิท (Beyer and Morgan, 1970) ของเหลวที่ใช้เป็นสารละลายอิ่มตัวของโซเดียมคลอไรด์ แอมโมเนียมซัลเฟต หรือแมกนีเซียมซัลเฟต (Saltveit, 1982) โดยสารละลายเกลือใช้ได้ดีกว่าน้ำจึงช่วยลดปัญหาการละลายน้ำของเอทธิลีน (Beyer and Morgan, 1970) (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 เปรียบเทียบการละลายของเอทธิลีนระหว่างน้ำกับสารละลายอิ่มตัวของแอมโมเนียมซัลเฟตภายใต้สภาวะเดียวกัน

เมื่อเอาตัวอย่างพืชใส่ไว้ใน collection flask และจุ่มอยู่ใต้สารละลายเกลือแอมโมเนียม-ซัลเฟตที่อิ่มตัว ก่อนนำตัวอย่างพืชใส่ใน collection flask ให้จุ่มใน surfactant (0.01%) เช่น Tween 20 ก่อนเพื่อป้องกันฟองอากาศมาเกาะอยู่ตรงบริเวณเนื้อเยื่อพืช หลังจากนั้นให้รีบปิดฝา evacuation chamber และเปิดเครื่องดูดอากาศออกด้วยแรง vacuum ที่สม่ำเสมอ 100 มิลลิเมตรปรอท นาน 2 นาที (Beyer and Morgan, 1970)

นอกจากเครื่องมือในการสกัดก๊าซออกจากตัวอย่างพืชของ Beyer and Morgan (1970) แล้ว Saltveit (1982) ได้แสดงเครื่องมือในการสกัดก๊าซโดยใช้ vacuum ด้วยเช่นกัน มีหลักการเดียวกับ Beyer and Morgan (1970) (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 3 เครื่องมือการสกัดก๊าซออกจากตัวอย่างพืชของ Saltveit (1982)

นอกจากนี้ปริมาณ และเวลาที่ใช้ในการ vacuum มีความสำคัญต่อการทำ vacuum กับเนื้อเยื่อพืช พบว่าการใช้ vacuum (ที่ต่ำ) 100 มิลลิเมตรปรอท ทำให้ใช้เวลานานขึ้น การลดแรง vacuum ลงทำให้เกิดการปลดปล่อยก๊าซเอทธิลีนจากส่วนที่ละลายอยู่ หรือส่วนของ bound เอทธิลีน ดังนั้นจึงไม่ควรใช้ vacuum ที่ต่ำกว่า 100 มิลลิเมตรปรอท และในการนำก๊าซตัวอย่างออกมาจากผลไม้ด้วยการที่สกัดโดยการใช้ syringe มีปริมาณเอทธิลีนน้อยกว่าตัวอย่างที่ได้จากการสกัดด้วยวิธี vacuum เช่น การสกัดออกมาจากผลแอปเปิล และแคนตาลูป พบว่าการสกัดด้วยวิธี vacuum มีระดับเอทธิลีนสูงกว่าการสกัดด้วยวิธีการใช้ syringe คือได้ก๊าซปริมาณ 20 และ 30 % ตามลำดับ (Saltveit, 1982)

ผลงานวิจัยที่เกี่ยวกับการสกัดก๊าซออกจากตัวอย่างพืช แสดงไว้ในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 สรุปผลงานวิจัยที่เกี่ยวกับการสกัดก๊าซเอทธิลีนออกจากตัวอย่างพืช โดยการใช้ syringe วิธี vacuum extraction และวิธีการวิเคราะห์ปริมาณเอทธิลีน

ผู้ทดลอง(ปี)	พืช , พันธุ์	วิธีการสกัดเอทธิลีนจากตัวอย่างพืช	วิธีการวิเคราะห์ปริมาณเอทธิลีน
Beyer and Morgan (1970)	ฝ้าย (*Gossypium hirsutum* L.cv. 'Stoneville213') ถั่วแดง (*Phaseolus vulgaris* L.cv.'Red Kidney') ฤาษีผสม (*Coleus blumei* Benth)	เครื่องมือที่ใช้ในการสกัดก๊าซที่อยู่ในช่องว่างระหว่างเซลล์ มีส่วนประกอบภาพที่ 1 ซึ่งประกอบด้วยส่วนที่เป็น evacuation chamber ที่ทำจากโถแก้ว desiccator ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 25 เซนติเมตร และ collection flask ประกอบด้วยบิกเกอร์ขนาด 2 ลิตร โดยก้นของบิกเกอร์มีรูปร่างเป็นกรวย ปลายกรวยมีฝาปิดที่ทำมาจากจุกยางวัดซีนขนาด 6 มิลลิลิตร วิธีการสกัดมีดังต่อไปนี้ 1. ต่อ evacuation chamber เข้ากับเครื่องวัดความดัน Matheson No.49 vacuum 2. เติมสารละลายอิ่มตัวของสารแอมโมเนียมซัลเฟตลงใน evacuation chamber จนเกือบเต็ม จัดให้ collection flask จมอยู่ในสารละลาย และกำจัดฟองอากาศที่เกาะอยู่ด้านใน flask และจุกยางออกให้หมด 3. ใช้นิ้วเขี่ยเนื้อเยื่อให้ฟองอากาศที่ติดมาหลุดออก และใช้เข็มฉีดยาดูดทิ้งไป จัดให้ของเหลวมีระดับเหนือ collection flask ประมาณ 1 นิ้ว และอุดรอยรั่วของ evacuation chamber 4. เปิดเครื่อง vacuum ด้วยแรงสม่ำเสมอที่ 100 มิลลิเมตรปรอท นาน 2 นาที 5. ใช้เข็มฉีดยาดูดเอาตัวอย่างก๊าซออกมาจาก collection flask แล้วนำไปวัดปริมาณเอทธิลีน	Gas chromatograph Model 810 F&M detector แบบ flame deionization detector column แบบ activaed alumina ใช้ helium เป็น carrier gas

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ผู้ทดลอง(ปี)	พืช , พันธุ์	วิธีการสกัดเอทธิลีนจากตัวอย่างพืช	วิธีการวิเคราะห์ปริมาณเอทธิลีน
Sfakiotakis And Dilley (1973)	แอปเปิล cv. 'Red Delicious'	1. ระบบประกอบด้วยเข็ม hypodermic ขนาด 3.8 เซนติเมตร เบอร์ 22 ซึ่งสวมติดกับ serum stopper 2 อัน ดังภาพที่ 4 2. นำเข็มที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วแทงเข้าไปในผลตรงบริเวณส่วนท้ายของ calyx (หลีกเลี่ยงการเกิดแผล) 3. ผนึกด้วย silastic rubber (ARTV, Dow Corning) ซึ่งเตรียมไว้โดยมี nonphytotoxic catalyst (Herter TI,Wacker Chemie GmbH, Munich, Germany) และทำให้ปลายเข็มโค้งเพื่อป้องกันการอุดตัน	Gas chromatograph ซึ่งมี detector แบบ Varian Aerograph detector
Walsh (1977)	แอปเปิล cv. Ithaca, N.Y. ('Lodi') 'McIntosh' 'Golden Delicious'	1. ดูดตัวอย่างก๊าซออกมาโดยใช้ disposable syringe 2. ปิดผนึกเข็ม syringe ด้วย rubber stoppers ทันที 3. นำตัวอย่างไปวิเคราะห์ภายใน 3 ชั่วโมง	Gas chromatograph *หมายเหตุ* การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์ปริมาณเอทธิลีนใน syringe เกิดการสูญเสียเอทธิลีนไปน้อยกว่า 1 %
Blanpied and Samaan (1982)	แอปเปิล cv. 'McIntosh'	การทดลองที่ 1 1. นำแอปเปิลใส่ใน respiratometer jar ที่มีอัตราการไหลของก๊าซ 50-100 ml/min มี CO_2 0.1% C_2H_2 < 1 ppm และ O_2 3-21% ที่อุณหภูมิ 19 ^{0} C 2. นำผลแอปเปิลออกมา (ไม่ควรเกิน24 ชั่วโมง)	Gas chromatograph ประกอบด้วย detector แบบ hydrogen flame detector และ column แบบ activated alumina

ตารางที่ 5 (ต่อ)

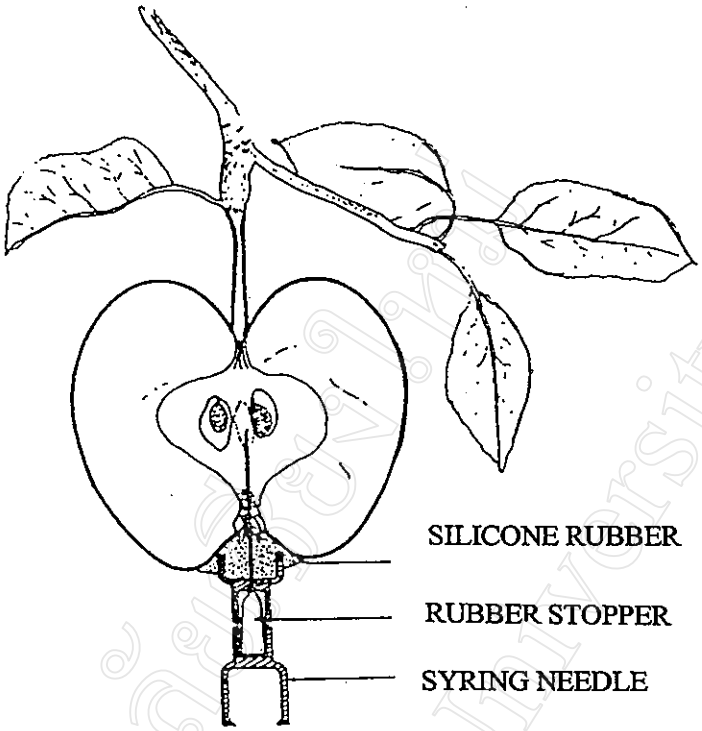
ผู้ทดลอง(ปี)	พืช , พันธุ์	วิธีการสกัดเอทธิลีนจากตัวอย่างพืช	วิธีการวิเคราะห์ปริมาณเอทธิลีน
		3.วัดการเปลี่ยนแปลงของเอทธิลีนจากก๊าซที่ไหลออกมาจาก respiratometer jar และวัดปริมาณเอทธิลีนภายในผลแอปเปิลโดยแทงเข็มเข้าไปตรงส่วนแกนกลางของแอปเปิล แล้วนำก๊าซไปวิเคราะห์ การทดลองที่ 2 1. แทงเข็ม syringe เบอร์ 18 ขนาด 3.8 เซนติเมตร เข้าไปในช่องว่างแกนกลางของผลแอปเปิลที่ติดอยู่บนต้น แล้วดูดตัวอย่างก๊าซออกมา 1 ml. 2. นำก๊าซที่ได้ไปวิเคราะห์หาปริมาณก๊าซเอทธิลีน	ใช้วิธีเดียวกับการทดลองที่ 1
Saltveit (1982)	แตง และแอปเปิล	อุปกรณ์ที่ใช้วัดปริมาตรที่อยู่ภายในช่องว่างระหว่างเซลล์ มีส่วนประกอบดังที่ภาพที่ 3 โดย 1. ต่อโถ desiccator เข้ากับเครื่อง vacuum pump 2. เติมสารละลายที่อิ่มตัวของ NaCl หรือ $(NH_4)_2SO_4$ หรือ $MgSO_4$ 3. นำเนื้อเยื่อที่ต้องการวัดปริมาณเอทธิลีนใส่ลงใน container 4. ใช้เครื่อง vacuum pump ดูดก๊าซออกด้วยแรงดูด 100 มิลลิเมตรปรอท 5. ใช้เข็มฉีดยาดูดก๊าซแล้วนำไปวัดปริมาณเอทธิลีน	Gas chromatograph ประกอบด้วย detector แบบ flame ionization detector (FID) column แบบ activated alumina

ตารางที่ 5 (ต่อ)

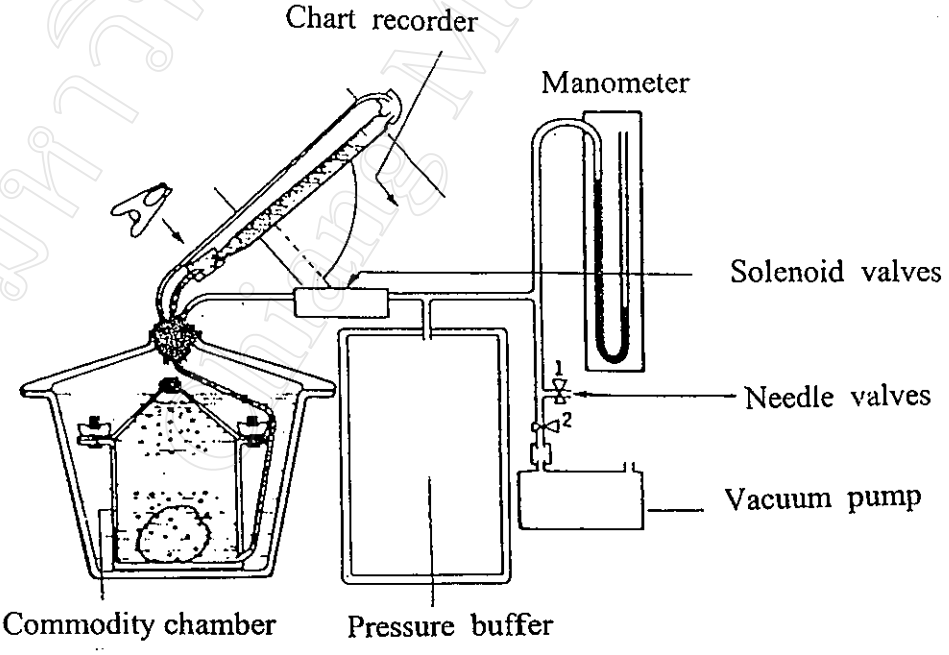
ผู้ทดลอง(ปี)	พืช , พันธุ์	วิธีการสกัดเอทธิลีนจากตัวอย่างพืช	วิธีการวิเคราะห์ปริมาณเอทธิลีน
Calbo and Sommer (1987)	แอปเปิล (*Malus domestica* Borkh. cv. 'Gravenstein') สาลี่ (*Pyrus communis* L. cv.'Barlett') กีวีฟรุต (*Actinidia chinensis* Planchon cv. 'Hayward') ท้อ (*Prunus persica* L. Batsh cv. 'Independence') มันฝรั่ง (*Solanum tuberosum* L. cv. 'Russet')	อุปกรณ์ที่ใช้วัดปริมาตรที่อยู่ในช่องว่างระหว่างเซลล์ มีส่วนประกอบดังภาพที่ 5 โดย 1. ต่อเครื่อง vacuum เข้ากับระบบ ซึ่งมีน้ำกลั่นอยู่ภายใน desiccator และ commodity chamber 2. ใส่ชิ้นส่วนพืชลงใน commodity chamber 3. ต่อฝาปิดที่ไม่มี rubber stopper เข้ากับ commodity chamber ที่มีลูกบิด 4. เติมน้ำกลั่นลงไปโดยใช้ปากดูดตรง measuring pipette หลังจากที่ดึงท่อพลาสติกออกจากส่วนบนสุดของ pipette มาเชื่อมต่อกับส่วนปลายของ pipette จากนั้นปิดด้วย clamp 5. ตรวจสอบท่อพลาสติกที่ต่อเข้ากับ commodity chamber และ measuring pipette เพื่อป้องกันไม่ให้รั่ว 6. ต่อท่อพลาสติกกลับเข้าไปยังส่วนบนสุดของ pipette และ commodity chamber เติมน้ำ และปิดฝา (ฝาที่ไม่มี rubber stopper) 7. ใส่ rubber stopper เข้าไปยังฝาที่ปิดโดยใช้เข็ม hypodermic เพื่อระบายเอาน้ำที่เหลือออกไปโดยไม่ให้ความดันเพิ่มขึ้น จากนั้นนำเข็มและ clamp จากส่วนล่างของ pipette ออกมา 8. ปิดฝา desiccator (โดยที่ rubber stopper ต้องปิดสนิทพอดี) 9. เปิดเครื่อง vacuum pump โดยใช้ความดันต่ำปรับการไหลให้เพิ่มขึ้นหรือลดลงโดยใช้ needle Valve #1	งานทดลองนี้ทำเฉพาะการสกัดก๊าซออกจากตัวอย่าง

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ผู้ทดลอง(ปี)	พืช , พันธุ์	วิธีการสกัดเอทธิลีนจากตัวอย่างพืช	วิธีการวิเคราะห์ปริมาณเอทธิลีน
		10. เปิด solenoid valve เพื่อทำให้เครื่อง vacuum เป็นที่ดูดเอาอากาศ ซึ่งใช้แรงดันต่ำดูดอากาศออกจาก desiccator และ commodity chamber	
Chu(1988)	แอปเปิล cv. 'McIntosh' , 'Northern Spy' , 'Empire' , 'Mutsu' , 'Idared'	สกัดก๊าซจากช่องว่างตรงแกนกลางแต่ละผลดังนี้ 1. แทงหลอดฉีดยา stainless steel wire plunger ที่มี suringe ยาว 38 mm. เบอร์ 18 2. แทงเข็ม และ plunger ผ่านส่วนท้ายของ calyx เข้าไปในแกนกลางที่เป็นช่องว่างแต่ละผล 3. ผนึกส่วนท้ายของ calyx ด้วยน้ำยาเชื่อมช่องปิดที่เรียกว่า "Crack Seal" ซึ่งเชื่อมติดกันอย่างถาวรกับฐานของเข็ม (ปริมาณเอทธิลีนที่ถูกสร้างขึ้นเพราะน้ำยาเชื่อมจะไม่สามารถตรวจวัดได้จากขั้นตอนนี้) 4. ดึงเอา wire plunger ออกมา 5. ส่วนของ disposable syringe ที่เป็นแก้วติดอยู่กับเข็ม 6. ดูดตัวอย่างก๊าซออกจากผล 3 ml. ใช้เข็มยาว 25 mm. เบอร์ 23 แทนเข็มเบอร์ 18 เพื่อความสะดวกในการฉีดตัวอย่างเข้าไปใน injector 7. อุดปลายเปิดของ syringe ไว้ชั่วคราวโดยแทงเข็มไว้ที่ rubber stopper จนกว่าพร้อมฉีดเข้าไปในเครื่อง Gas chromatograph	ใช้ Gas chromatograph Hewlett Packard HP 5880 A โดยมี detector แบบ flame ionization detector (FID) และมี pneumatic injector 2 อัน แต่ละอันมี loop ตัวอย่างขนาด 1 ml. 1 อัน column เป็น O.D.stainless steel ขนาด 220 × 0.64 cm. ที่บรรจุ Porapak Q 80/100 mesh ระดับต่ำสุดของเอทธิลีนที่สามารถวัดได้คือ 0.01 µl/l



ภาพที่ 4 วิธีการเก็บตัวอย่างก๊าซเอทธิลีนภายในผลแอปเปิลพันธุ์ Red Delicious ที่ติดอยู่กับต้น (Sfakiotakis and Dilley, 1973)



ภาพที่ 5 อุปกรณ์สำหรับสกัดก๊าซออกจากตัวอย่างพืชของ Calbo and Sommer (1987)

คาร์โบไฮเดรต

คาร์โบไฮเดรตเป็นสารอินทรีย์ชนิดหนึ่ง ซึ่งเป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์ และองค์ประกอบของเซลล์ ทั้งนี้ยังเป็นธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช (สมบุญ, 2536) และการออกดอกของพืช เนื่องจากพืชทั่วไปออกดอกได้เมื่อมีความพร้อม นั่นคือ อายุ อาหารสะสม สภาพแวดล้อมที่พอเหมาะ และมีความสมดุลของฮอร์โมน (พีรเดช, 2537)

ความต้องการคาร์โบไฮเดรตของพืชมีการเพิ่มขึ้นตามอายุ ดังนั้นผลต่างระหว่างการสังเคราะห์แสง กับการหายใจ เป็นตัวกำหนดปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ถูกสะสมไว้ การสังเคราะห์แสง หรือนัยหนึ่งก็คือ การสังเคราะห์คาร์โบไฮเดรต และการสังเคราะห์โปรตีนทำให้มีผลกระทบต่อการสังเคราะห์คาร์โบไฮเดรต ในขณะที่พืชมีการสังเคราะห์โปรตีนพบว่า มีการสะสมคาร์โบไฮเดรตลดลง (สุรนันต์, 2526) โดยทั่วไปพืชชะงักการเติบโตทางกิ่งใบ และเกิดการสะสมอาหารมากขึ้น (พีรเดช, 2537)

นอกจากนี้ยังมีสมมติฐานเกี่ยวกับอัตราส่วนระหว่างสารประกอบคาร์โบไฮเดรต ต่อสารประกอบไนโตรเจน เป็นสัดส่วนที่บ่งบอกถึงปริมาณสารอาหารที่สะสมอยู่ในรูปคาร์โบไฮเดรต และปริมาณสารประกอบที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบที่เหมาะสมต่อการออกดอก (จำนงค์, 2542)

โดยได้มีการศึกษาเกี่ยวกับปริมาณการเปลี่ยนแปลงคาร์โบไฮเดรต (TNC) มีบทบาทต่อการออกดอกพืช และแตกใบอ่อน ดังนี้

ศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์โบไฮเดรตในใบ และยอดของลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวยในรอบปี พบว่ามีการสะสมปริมาณ TNC ในใบ หรือในยอดในช่วงก่อนการออกดอก หรือแตกใบอ่อนในลิ้นจี่ และปริมาณลดต่ำลงเมื่อมีการออกดอก หรือแตกใบอ่อน (Chaitrakulsup, 1981)

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโตทางกิ่งใบ และการออกดอกกับปริมาณ TNC ในส้มจีน (*Citrus reticulata* Blanco) พันธุ์ Yoshida พบว่า ถ้ามีการเจริญเติบโตทางกิ่งใบน้อย ส่งผลให้มีปริมาณ TNC ในใบมาก และยังส่งเสริมการออกดอกมากขึ้น (Mataa and Tominga, 1998)

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโตทางกิ่งใบ และการออกดอกกับปริมาณ TNC ในอะโวกาโด (*Persea americana* Mill) พันธุ์ Fuerte พบว่ามีระดับของคาร์โบไฮเดรตต่ำลงหลังจากการแตกใบอ่อน หรือออกดอกในฤดูใบไม้ร่วง ซึ่งระดับของคาร์โบไฮเดรตที่ต่ำอาจทำให้การเจริญทางกิ่งใบหยุดชะงัก และอาจมีความสัมพันธ์กับการออกดอก (Scholefield *et al*, 1984)

แต่ว่าปริมาณคาร์โบไฮเดรตไม่ได้เป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกดอกเพียงอย่างเดียว จากที่ Bernier *et al.* (1985) กล่าวว่าธาตุอาหารเป็นเพียงส่วนสนับสนุนการออกดอกเท่านั้น ไม่ได้เป็นตัวควบคุมการออกดอก เนื่องจากการสร้างดอกขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายปัจจัยด้วยกัน