บทที่ 2
การตรวจเอกสาร

ลำไย (longan) จัดเป็นไม้ผลเขตกึ่งร้อน (subtropical fruit) อยู่ในตระกูล Sapindaceae มีชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Dimocarpus longan* Lour. (พงษ์ศักดิ์ และคณะ, 2542; วิจิตร, 2526) พืชร่วมตระกูลที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ ได้แก่ เงาะ (rambutan; *Nephelium lappaceum* L.) และลิ้นจี่ (lychee; Litchi; *Litchi chinensis* Sonn.; *Nephelium litchi* Camb.; *Scytalia chinensis* Gaertn; *Dimocarpus litchi* Lour.) นอกจากนี้ยังมีพืชใกล้เคียงกัน แต่ไม่มีความสำคัญในแง่การเป็นไม้ผลเศรษฐกิจ แต่อาจเป็นประโยชน์ในแง่การเป็นต้นตอไม้ผลทั้ง 3 ชนิด ข้างต้น เช่น คอแลน ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (*Xerospermum intermedium* Radlk.) ลำไยป่า (*Paranephelium longifoliotum* Lec.) และ ลำไยเครือ หรือลำไยเถา (*Dimocarpus longan* var. *obtusus* Leenh. ; *Nephelium obvasum* L.; *Euphoria scandens* Winit Kerr.) (พาวิน, 2543)

2.1 ถิ่นกำเนิดและการแพร่กระจาย

ลำไยมีถิ่นกำเนิดที่ประเทศจีนตอนใต้ มีการปลูกกันอย่างแพร่หลายในมณฑลฟูเกียน (Fukien) กวางตุ้ง (Guang Dong) กวางสี (Guangxi) ไต้หวัน (Taiwan) และ เสฉวน (Szechuen) โดยมีศูนย์กลางอยู่ที่มณฑลฟูเกียน (เสาวลักษณ์, 2527) สำหรับการแพร่กระจายของลำไยจากประเทศจีนนี้ได้แพร่เข้าไปสู่อินเดีย ศรีลังกา พม่า ฟิลิปปินส์ ยุโรป สหรัฐอเมริกา (มลรัฐฮาวาย และฟลอริดา) คิวบา หมู่เกาะอินดีสตะวันตก และเกาะมาดากัสกา ส่วนในประเทศไทยนั้น สันนิษฐานว่ามีการนำเข้าจากประเทศจีนตอนใต้ แล้วได้นำมาปลูกที่จังหวัดเชียงใหม่ และจังหวัดใกล้เคียงโดยเฉพาะจังหวัดลำพูน ซึ่งต่อมามีการแพร่กระจายไปทั่ว สำหรับแหล่งปลูกลำไยในประเทศไทยที่สำคัญ คือ จังหวัดที่อยู่ในเขตภาคเหนือ ได้แก่ เชียงใหม่ ลำพูน เชียงราย ลำปาง แพร่ น่าน และพะเยา นอกจากนี้ยังมีการปลูกในภาคตะวันออก เช่น อำเภอสอยดาว และอำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี ภาคกลาง เช่น จังหวัดสมุทรสาคร สมุทรสงคราม ปัจจุบันลำไยได้แพร่กระจายไปในจังหวัดต่างๆ ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือบางจังหวัด เช่น จังหวัดเลย หนองคาย นครพนม ภาคใต้ เช่น จังหวัดพัทลุง สงขลา และ นครศรีธรรมราช เป็นต้น (พาวิน, 2543)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2 ลักษณะทั่วไป

ลำไยเจริญเติบโตได้ดีในดินที่มีหน้าดินลึก มีอินทรียวัตถุสูง ระบายน้ำได้ดี โดยธรรมชาติของลำไยจะให้ผลผลิตไม่สม่ำเสมอทุกปี ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยที่เหมาะสม (สำนักงานเกษตรภาคเหนือและสำนักงานกระทรวงปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2544) ดังนี้

2.2.1 **สภาพความอุดมสมบูรณ์ของต้นลำไย** โดยสังเกตจาก ความอุดมสมบูรณ์ของใบ ใบจะมีสีเขียวเข้มและมัน ทั้งนี้ในระยะก่อนการแทงช่อดอก ลำไยต้องแตกช่อใบอย่างต่อเนื่อง 3 ครั้งขึ้นไป

2.2.2 **อุณหภูมิที่เหมาะสม** ลำไยเจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิ 20-25 องศาเซลเซียส และต้องการอุณหภูมิ 10–12 องศาเซลเซียส ระยะเวลาต่อเนื่อง 10-15 วัน เพื่อกระตุ้นการออกดอก

2.2.3 **ความชื้นและปริมาณน้ำฝนที่เหมาะสม** ลำไยต้องการปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดปี 1,200 -1,400 มิลลิเมตร และมีการกระจายตัวของน้ำฝน 100-150 วัน/ปี

2.3 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

2.3.1 **ลำต้น** ลำไยมีลำต้นสูงขนาดกลางจนถึงขนาดใหญ่ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ ต้นที่ขยายพันธุ์ด้วยเมล็ด จะมีลำต้นตรง เมื่อเจริญเติบโตเต็มที่มีความสูงประมาณ 3.5 - 5.0 เมตร แต่ต้นที่ขยายพันธุ์ด้วยการตอนกิ่ง มักแตกกิ่งก้านสาขาใกล้ๆ กับพื้น (พงษ์ศักดิ์ และคณะ, 2542) ทรงพุ่มต้นสวยงาม มีการแตกกิ่งก้านสาขาดี เนื้อไม้เปราะทำให้กิ่งหักง่ายกว่าต้นลิ้นจี่ ลักษณะเปลือกลำต้นขรุขระไม่เรียบ มีสีเทาหรือสีเทา (พาวิน, 2543)

2.3.2 **ใบ** ลักษณะของใบลำไยเป็นใบประกอบแบบขนนก (pinnately compound leaves) มีปลายเป็นคู่ มีใบย่อย 2-5 คู่ ความยาวใบ 20-30 เซนติเมตร ใบย่อยเรียงตัวสลับ หรือเกือบตรงข้าม ใบย่อยกว้าง 3-6 เซนติเมตร ยาว 7-15 เซนติเมตร รูปร่างใบเป็นรูปรี หรือรูปหอก ส่วนปลายใบ และฐานใบค่อนข้างป้าน (พงษ์ศักดิ์และคณะ, 2542) ใบด้านบนมีสีเขียวเข้ม กว่าด้านล่าง ผิวด้านบนเรียบ ส่วนผิวด้านล่างสากกว่าเล็กน้อย ขอบใบเรียบไม่มีหยัก ใบเป็นคลื่นเล็กน้อย เห็นเส้นใบแขนง (vein) แตกออกจากเส้นกลางใบชัดเจน (พาวิน, 2543)

2.3.3 **ดอก** เกิดเป็นช่อ จากตาที่ปลายยอด (terminal bud) บางครั้งอาจเกิดจากตาข้างของกิ่ง ซึ่งเกิดเป็นช่อที่ซอกใบ (พาวิน, 2543) ช่อดอกมีขนาดใหญ่ รูปทรงกรวย ก้านของช่อดอกอวบแข็งแรง เหยียดตรง แตกสาขาออกไปโดยรอบ ก้านที่แตกออกเหล่านี้เป็นที่เกิดของดอกเล็กๆ มากมาย มีสีขาวนวล (เกียรติเกษตร และคณะ, 2530) ช่อดอกยาว 15-60 เซนติเมตร ช่อดอกขนาดกลางมีดอกย่อยประมาณ 3,000 ดอก ช่อหนึ่งๆ มีดอก 3 ชนิด คือ ดอกตัวผู้ (staminate flower) ดอกตัวเมีย (pistillate flower) และดอกสมบูรณ์เพศ (perfect flower) ลักษณะที่คล้ายคลึงของดอกทั้ง 3

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ชนิด คือ กลีบเลี้ยงหนาแข็ง 5 กลีบ สีเขียวปนน้ำตาล กลีบดอกมีสีครีม บาง 5 กลีบ (พงษ์ศักดิ์ และคณะ, 2542)

2.3.4 **ผล** เป็นผลเดี่ยวแบบผลมีเนื้อหลายเมล็ด (berry) มีขนาดใหญ่ปานกลาง ผลออกเป็นช่อ แต่ละช่ออาจมีตั้งแต่ 2-30 ผล (เกศิณี, 2546) ผลทรงกลม หรือทรงเบี้ยว ลำไยพันธุ์กะโหลกจะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2.5 เซนติเมตร ผลสุกมีสีเหลืองหรือสีน้ำตาลอมแดง ผิวเปลือกเรียบหรือเกือบเรียบ มีตุ่มแบนๆ ปกคลุมที่ผิวเปลือกด้านนอก เปลือกบาง เนื้อ (aril) เกิดจากส่วนที่เจริญมาจากก้านไข่อ่อน (funiculus) ซึ่งเนื้อเยื่อส่วนนี้เป็นเนื้อเยื่อฟองน้ำ และผิวหุ้มเมล็ดส่วนนอก (outer integument) เนื้อเยื่อนี้เป็นพาเรงคิม่าซึ่งจะเจริญล้อมรอบเมล็ดและอยู่ระหว่างเปลือกกับเมล็ดมีสีขาวคล้ายวุ้น เนื้อหนา สีขาวขุ่นหรือสีชมพูเรื่อๆ แตกต่างกันไปตามสายพันธุ์ (พาวิน, 2543)

2.3.5 **เมล็ด** มีลักษณะกลมจนถึงกลมแบน เมื่อยังไม่แก่มีสีขาวแล้วค่อยๆ เปลี่ยนเป็นสีดำมัน ส่วนของเมล็ดที่ติดกับขั้วผล มีวงกลมสีขาวๆ บนเมล็ด (placenta) มีลักษณะคล้ายตามังกร (dragon's eye) จุกสีขาว มีขนาดเล็ก หรือใหญ่แตกต่างกันไปตามพันธุ์ (พาวิน, 2543)

2.4 พาวิน (2543) ได้กล่าวถึงนิเวศวิทยาของลำไย ดังนี้

2.4.1 **ดิน** ลำไยสามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินแทบทุกชนิด แม้กระทั่งดินลูกรัง แต่ดินที่ลำไยชอบมาก คือ ดินร่วนปนทราย และดินตะกอน (alluvial soil) ซึ่งเกิดจากตะกอนกรวด หิน ดิน ทราย อินทรียวัตถุที่น้ำพัดพามาเกิดการทับถมของอินทรียวัตถุ ซึ่งสังเกตได้จากต้นลำไยที่ปลูกตามที่ราบลุ่มริมแม่น้ำปิงที่มีระดับน้ำใต้ดินสูง ในเขตจังหวัดเชียงใหม่ ลำพูน เจริญงอกงามและให้ผลผลิตดี ดินที่ปลูกลำไยควรมีหน้าดินลึก การระบายน้ำดี ดินที่ปลูกลำไยควรมีหน้าดินลึก การระบายน้ำดี สำหรับค่าของความเป็นกรด เป็นด่าง (pH) ที่พอเหมาะต่อการปลูกลำไยอยู่ระหว่าง 5.0-7.0

2.4.2 **อุณหภูมิ** ลำไยเป็นพืชที่มีความสามารถทนทานต่อดินฟ้าอากาศได้ดีกว่าลิ้นจี่ คือ สามารถปลูกได้ในสภาพที่มีอากาศหนาวเย็นกว่า และร้อนกว่า โดยทั่วไปลำไยต้องการอากาศค่อนข้างเย็น อุณหภูมิที่สามารถเจริญเติบโตได้อยู่ระหว่าง 4-30 องศาเซลเซียส และต้องการอุณหภูมิต่ำ 10-22 องศาเซลเซียส ในฤดูหนาวช่วงหนึ่ง คือ ประมาณเดือนพฤศจิกายน ถึง มกราคม เพื่อสร้างตาดอก โดยถ้าปีใดอากาศหนาวเย็นนานๆ และไม่มีอากาศอบอุ่นเข้ามาแทรกลำไยมักมีการออกดอกเป็นจำนวนมาก แต่ถ้าอุณหภูมิไม่ต่ำพอ หรือต้นลำไยได้รับอุณหภูมิต่ำในช่วงสั้นก็จะไม่ออกดอก หรือออกดอกจำนวนน้อย ในต่างประเทศมีรายงานว่าสภาพอุณหภูมิต่ำกว่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

-1 องศาเซลเซียส ลำไยต้นเล็กจะตาย ถ้าอุณหภูมิเท่ากับ 0 องศาเซลเซียส ดอกของลำไยจะได้รับความเสียหาย และถ้าอุณหภูมิต่ำกว่า -3 ถึง -4 องศาเซลเซียส จะทำให้ลำไยขนาดใหญ่ตาย

2.4.3 **น้ำและความชื้น** น้ำเป็นสิ่งจำเป็นในการเจริญเติบโตของต้นลำไย ในแหล่งปลูกลำไยควรมีปริมาณน้ำฝนอยู่ในช่วง 1,000 - 2,000 มิลลิเมตรต่อปี และควรมีการกระจายตัวของฝนดี 100-150 วันต่อปี

2.4.4 **ระดับความสูงของพื้นที่** ลำไยปลูกได้ดีในพื้นที่ราบลุ่มจนถึงพื้นที่ที่สูงกว่าระดับน้ำทะเล 1,000 เมตร พื้นที่ปลูกลำไยเป็นการค้าควรอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 15-28 องศาเหนือใต้ สำหรับเชียงใหม่และลำพูนอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 17-19 องศาเหนือ

2.4.5 **แสง** แสงมีความสำคัญต่อกระบวนการสร้างอาหาร และลำไยจะออกดอกได้ดีต้องปลูกกลางแจ้ง

2.5 พันธุ์ลำไย

พันธุ์ลำไยที่พบในปัจจุบันอาจแบ่งได้ 2 ชนิด ตามลักษณะการเจริญเติบโต ลักษณะของผล เนื้อ เมล็ด และ รสชาติ (พาวิน, 2543; พาวิน และวินัย, 2543) คือ

2.5.1 **ลำไยเครือหรือลำไยเถา** ลำไยชนิดนี้มีลำต้นเลื้อยคล้ายเถาวัลย์ ทรงพุ่มต้นคล้ายต้นเฟื่องฟ้า ลำต้นไม่มีแก่น ใบขนาดเล็กและสั้น ผลเล็ก ผิวผลสีชมพูปนน้ำตาล เมล็ดใหญ่ เนื้อผลบาง มีกลิ่นคล้ายกำมะถัน เมล็ดใหญ่ ปลูกไว้สำหรับเป็นไม้ประดับมากกว่าที่จะใช้เพื่อรับประทานผล

2.5.2 **ลำไยต้น** แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

2.5.2.1 **ลำไยพื้นเมืองหรือลำไยกระดูก** ออกดอกประมาณเดือนธันวาคมถึงต้นมกราคม และเก็บเกี่ยวผลได้ประมาณกลางเดือนกรกฎาคมถึงต้นเดือนสิงหาคม ให้ผลดก เปลือกลำต้นขรุขระมาก ต้นตั้งตรงสูง 20-30 เมตร ใบขนาดเล็กกว่าลำไยกะโหลก ผลมีขนาดเล็ก ขนาดของผลเฉลี่ยกว้าง 1.8 เซนติเมตร หนา 1.6 เซนติเมตร สูง 1.7 เซนติเมตร รูปร่างของผลค่อนข้างกลม ผิวสีน้ำตาล เปลือกหนา เนื้อบาง สีขาวใส ปริมาณน้ำตาล 19 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดมีขนาดใหญ่ มักพบตามป่าของจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย มีอายุยืนมาก ปัจจุบันไม่นิยมปลูก เนื่องจากผลมีขนาดเล็ก

2.5.2.2 **ลำไยกะโหลก** เป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกกันมาก เพราะผลใหญ่ เนื้อหนา และมีรสหวาน ปริมาณน้ำตาล 16-24 เปอร์เซ็นต์ มีอยู่ด้วยกันหลายพันธุ์ แต่ละพันธุ์มีคุณลักษณะพิเศษแตกต่างกัน ซึ่งลำไยพันธุ์กะโหลกที่ปลูกในประเทศไทย ได้แก่

ก. **พันธุ์ดอหรืออีดอ** เป็นลำไยพันธุ์เบา คือ ออกดอก และเก็บเกี่ยวผลก่อนลำไยพันธุ์อื่น เกษตรกรนิยมปลูกมากที่สุดเพราะเก็บเกี่ยวได้ก่อน ตลาดต่างประเทศนิยม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

บริโภค สามารถจำหน่ายทั้งผลสด และแปรรูปทำลำไยกระป๋อง หรือลำไยอบแห้ง ทรงผลกลมแป้น เบี้ยวยกบ่าข้างเดียว เนื้อค่อนข้างเหนียว สีขาวขุ่น ปริมาณน้ำตาล 20 เปอร์เซ็นต์ มีเมล็ดขนาดใหญ่ ปานกลาง

ข. **พันธุ์ชมพูหรือสีชมพู** เป็นลำไยพันธุ์กลาง จัดเป็นพันธุ์ที่มีรสชาติดี นิยมรับประทานภายในประเทศ ผลขนาดใหญ่ปานกลาง ทรงผลค่อนข้างกลม เบี้ยวเล็กน้อย ผิวสีน้ำตาลอมแดง ผิวเรียบ เปลือกหนา เนื้อหนาปานกลาง สีชมพูเรื่อๆ ยิ่งผลแก่จัดสีของเนื้อยิ่งเข้ม เนื้อล่อน รสหวาน กลิ่นหอม ปริมาณน้ำตาล 21-22 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดค่อนข้างเล็กสีดำเข้ม

ค. **พันธุ์แห้วหรืออีแห้ว** เป็นลำไยพันธุ์หนัก ขนาดผลใหญ่หรือปานกลาง กว้าง 2.8 เซนติเมตร หนาและสูง 2.6 เซนติเมตร ทรงผลกลมและเบี้ยว ฐานผลบุ๋ม ผิวเปลือกสีน้ำตาล มีกระสีคล้ำตลอดผล เมื่อจับจะรู้สึกสากมือ เปลือกหนามาก เนื้อหนา แน่น แห้งและกรอบ สีขาวขุ่น รสหวานแหลม มีกลิ่นหอม มีน้ำปานกลาง เมล็ดค่อนข้างเล็ก ทนแล้งได้ดี

ง. **พันธุ์เบี้ยวเขียวหรืออีเบี้ยวเขียว** เป็นพันธุ์หนักที่เก็บผลผลิตได้ช้ากว่าพันธุ์อื่นๆ ผลมีขนาดใหญ่ ทรงผลกลมแบน และเบี้ยวมากเห็นได้ชัด กว้าง 3.0 เซนติเมตร หนา 2.6 เซนติเมตร ยาว 2.8 เซนติเมตร ผิวสีเขียวอมน้ำตาล ผิวเรียบเปลือกหนา และเหนียว เนื้อหนา สีขาวมีน้ำน้อย รสหวานแหลมมีกลิ่นหอม ปริมาณน้ำตาล 22 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดค่อนข้างเล็ก

จ. **พันธุ์ใบดำหรืออีดำหรือกะโหลกใบดำ** เป็นลำไยพันธุ์เบา ลักษณะเด่น คือ ออกดอกติดผลสม่ำเสมอ เจริญเติบโตดีมาก ทนแล้งและน้ำท่วมขังได้ดี แต่มีข้อเสียคือขณะที่ผลโตเต็มที่ ผลมีขนาดเล็กกว่าพันธุ์อื่นๆ ทั้งนี้เพราะความดกมาก ผลกว้าง 2.8 เซนติเมตร หนา 2.3 เซนติเมตร สูง 2.3 เซนติเมตร ทรงผลค่อนข้างกลม แบนและเบี้ยวเล็กน้อย ผิวสีน้ำตาลคล้ำขรุขระ เปลือกหนา และเหนียว ทนทานต่อการขนส่ง ปริมาณน้ำตาล 20 เปอร์เซ็นต์

ฉ. **พันธุ์แดงหรืออีแดงกลม** เป็นลำไยพันธุ์กลาง ลักษณะเฉพาะของพันธุ์นี้ คือ ผลกลม เนื้อมีกลิ่นคาวคล้ายกำมะถัน ทำให้คุณภาพผลไม่ค่อยดี ขนาดผลใหญ่ปานกลาง กว้าง 2.6 เซนติเมตร หนา 2.5 เซนติเมตร และยาว 2.5 เซนติเมตร ขนาดผลค่อนข้างสม่ำเสมอ เปลือกบาง ผิวสีน้ำตาลอมแดง ผิวเรียบ เนื้อหนาปานกลาง สีขาวครีม เหนียว มีน้ำมาก จึงมักแฉะ ปริมาณน้ำตาลประมาณ 17 เปอร์เซ็นต์

ช. **พันธุ์เหลืองหรืออีเหลือง** มีทรงพุ่มค่อนข้างกลม ออกผลดก กิ่งเปราะจึงหักง่ายเมื่อมีผลดกมากๆ ผลค่อนข้างกลม กว้าง 2.4 เซนติเมตร หนา 2.3 เซนติเมตร ยาว 2.3 เซนติเมตร เนื้อสีขาวนวล เมล็ดกลม มีปริมาณน้ำตาลประมาณ 20-21 เปอร์เซ็นต์

ซ. **พันธุ์พวงทอง** เป็นพันธุ์ที่มีช่อดอกขนาดใหญ่ ผลทรงค่อนข้างกลมและเบี้ยวเล็กน้อย กว้าง 18.6 เซนติเมตร ยาว 29.3 เซนติเมตร กว้าง 2.5 เซนติเมตร หนา 2.3

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

เซนติเมตร สูง 2.4 เซนติเมตร ผิวสีน้ำตาล มีกระสีน้ำตาล เนื้อหนา กรอบ สีเหลือง ปริมาณน้ำตาล 22 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดขนาดปานกลางและแบน

ฌ. **พันธุ์เพชรสาครทะวาย** จัดเป็นลำไยพันธุ์ทะวาย คือ สามารถออกดอกมากกว่าหนึ่งครั้งต่อปี มีผลกลม ผลกว้าง 2.7 เซนติเมตร สูง 2.5 เซนติเมตร หนา 2.6 เซนติเมตร เปลือกบาง เนื้อมีสีขาว ฉ่ำน้ำ ปริมาณน้ำตาล 18-20 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดกว้าง 1.3 เซนติเมตร ยาว 1.5 เซนติเมตร หนา 1.1 เซนติเมตร

ญ. **พันธุ์ปู่มาตีนโค้ง** มีผลสวยมาก ขนาดใหญ่ สีเขียว ให้ผลดก แต่คุณภาพ และรสชาติไม่ดี มีกลิ่นคาว นอกจากนี้ยังเป็นพันธุ์ที่อ่อนแอต่อโรคพุ่มไม้กวาด

ฎ. **พันธุ์ตลับนาก** ผลขนาดใหญ่ ค่อนข้างกลม ผิวเปลือกเรียบ เนื้อหนา สีขาวใส เมล็ดเล็ก รสไม่หวานจัด

นอกจากพันธุ์ดังกล่าวข้างต้นยังมีลำไยอีกหลายๆ พันธุ์ที่มีการสำรวจพบ แต่ยังไม่ได้ปลูกแพร่หลาย ได้แก่ พันธุ์ใบหยก อีสร้อย ดอหลวง และดอแก้วยี่ เป็นต้น

2.6 ความสำคัญของลำไย

2.6.1 **ความสำคัญทางเศรษฐกิจ** ลำไยจัดเป็นไม้ผลที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจอันดับหนึ่งของภาคเหนือ โดยเฉพาะอย่างยิ่งจังหวัดเชียงใหม่และลำพูน ผลผลิตของลำไยสามารถส่งออกจำหน่ายยังต่างประเทศทั้งผลสด อบแห้งแช่แข็ง และลำไยกระป๋อง ทำรายได้ให้กับประเทศปีละหลายพันล้านบาท และมีแนวโน้มว่าจะมีการส่งออกเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งลำไยอบแห้ง กระทรวงกระเกษตรและสหกรณ์ และกระทรวงพาณิชย์ได้จัดให้ลำไยเป็นผลไม้ยอดเยี่ยม (product champion) (พาวิน, 2543)

2.6.2 **คุณค่าทางด้านโภชนาการ** ลำไยจัดว่าเป็นไม้ผลที่ให้พลังงานแก่ผู้บริโภคสูง เนื่องจากเนื้อลำไยมีน้ำตาลอยู่ 3 ชนิด คือ กลูโคส ฟรุกโตส และซูโครส เนื้อผลลำไยสดและแห้งจะให้คุณค่าทางอาหารต่างๆ รวมทั้งแร่ธาตุที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย (พาวิน, 2543; พิชัย, 2532)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2.7 สรีรวิทยาของการเจริญเติบโตและการพัฒนาการ

2.7.1 **การเจริญเติบโตทางลำต้น (Vegetative Growth)**

ลำไยที่อยู่ในระยะต้นกล้า และต้นลำไยที่ปลูกด้วยกิ่งตอนที่ยังไม่ให้ผลผลิตจะมีการผลิใบ 3-5 ครั้งต่อปี ส่วนต้นที่ให้ผลผลิต และมีอายุมากจะมีการผลิใบก่อนออกดอกประมาณ 1-2 ครั้งต่อปี คือ หลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต 3-4 สัปดาห์ ลำไยจะเริ่มผลิใบช่วงฤดูฝน ในภาคเหนือช่วงเดือนกันยายน-ตุลาคม การผลิใบครั้งที่สองอาจเกิดขึ้นอีกครั้งในช่วงฤดูหนาว

สภาพของอุณหภูมิทั้งในดินและอากาศต่ำ มีผลทำให้การเจริญเติบโตของยอดใหม่ใช้เวลานานกว่าครั้งแรก 2 เท่า สำหรับต้นลำไยพันธุ์ต่างๆ ที่มีอายุมากกว่า 30 ปี พบว่ามีการผลิใบอ่อนเพียงครั้งเดียวต่อปีเท่านั้นก็สามารถออกดอกได้ ส่วนต้นที่มีอายุน้อยส่วนใหญ่จะผลิใบอ่อนประมาณ 2 ครั้งต่อปี ก่อนออกดอก แต่อย่างไรก็ตาม การผลิใบอาจเกิดได้ถึง 3 ครั้งต่อปี ในต้นที่มีอายุมากแต่มักจะพบในต้นที่มีการออกดอกเว้นปี (พาวิน, 2543)

2.7.2 **การเจริญทางส่วนสืบพันธุ์ (Reproductive Growth)**

2.7.2.1 **การออกดอก** ลำไยที่ปลูกด้วยกิ่งตอนที่มีสภาพของต้นที่สมบูรณ์ จะเริ่มออกดอกในปีที่ 2 โดยการผลิช่อดอกส่วนใหญ่ เกิดที่ส่วนยอด ภายในต้นเดียวกันแต่ละยอดอาจผลิดอกไม่พร้อมกันทั้งต้น โดยเริ่มแทงช่อดอกราวๆ ปลายเดือนธันวาคมถึงต้นเดือนกุมภาพันธ์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพันธุ์ พื้นที่ปลูก และสภาพแวดล้อม ในแต่ละปี สำหรับนิสัยการออกดอกของต้นลำไยนั้น มักจะออกดอกไม่สม่ำเสมอ (irregular bearing) บางปีออกดอกมาก (on year) บางปีออกดอกน้อย (off year) (พาวิน, 2543) สาเหตุเกิดจากความสมบูรณ์ของต้น และปัจจัยภายนอก ได้แก่ ความหนาวเย็น ความชื้นในดิน น้ำฝน แสงแดด เป็นต้น (วิรัตน์, 2543)

2.7.2.2 **การบานของดอกและการผสมเกสร** ระยะเวลาที่เริ่มเห็นช่อดอกจนถึงดอกเริ่มบานใช้เวลา 3-4 สัปดาห์ ลักษณะการบานของดอกบานจากโคนช่อไปหาปลายช่อ และการบานของช่อแขนงย่อยจะบานจากโคนไปหาปลายดอกเช่นกัน ในระยะแรกของการบานดอกตัวผู้จะบานมากกว่าดอกตัวเมีย ลำไยต้นหนึ่งๆ จะใช้เวลาบาน 1-1.5 เดือน สำหรับการบานของดอกนั้นพบว่า มี 2 รูปแบบ คือ รูปแบบที่ดอกตัวผู้บานก่อนดอกตัวเมีย และรูปแบบที่ ดอกตัวเมียบานก่อนดอกตัวผู้ สำหรับดอกตัวเมียที่บานเต็มที่ลักษณะการพร้อมที่จะรับละอองเกสรของดอกตัวเมีย สังเกตได้จาก ยอดเกสรตัวเมีย (stigmatic lobe) จะแยกออกเป็น 2 แฉก (bifurcation) และมีน้ำต้อย (nectar) ที่ฐานดอก ช่วงเวลาในการผสมเกสรอยู่ระหว่าง 07.00-10.30 น. อับเรณูเริ่มแตกใช้เวลาประมาณ 4 ชั่วโมงหลังดอกบาน (พาวิน, 2543) การผสมเกสรตามธรรมชาติเกิดได้ 2 กรณี คือผสมข้ามดอกภายในต้นเดียว (self-pollination) และการผสมข้าม (cross-pollination) การผสมทั้งสองกรณีสำเร็จได้โดยอาศัยแมลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งพวกผึ้ง ส่วนลม และแรงดึงดูดโลก นั้นมีบทบาทอยู่บ้าง แต่น้อยมาก การปฏิสนธิ (double fertilization) เกิดขึ้นในถุงคัพภะอ่อน (embryo sac) ประมาณ 4 วัน หลังจากมีการถ่ายละอองเกสร (ฉันทนา, 2513)

2.7.2.3 **สัดส่วนเพศดอก** ช่อดอกหนึ่งๆ อาจประกอบด้วยดอก ตัวผู้ ดอกตัวเมีย และดอกสมบูรณ์เพศ โดยปกติ ดอกตัวผู้มีมากกว่าดอกประเภทอื่น ซึ่งสัดส่วนเพศดอกผันแปรตามพันธุ์ การปฏิบัติการดูแลรักษา และสภาพแวดล้อมในแต่ละปี ซึ่งพบว่าการมีดอก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตัวเมียอยู่ในสัดส่วนสูงก็มีส่วนทำให้การติดผลสูงตามไปเช่นเดียวกัน โดยปกติพบว่าต้นที่เพาะจากเมล็ดจะมีการติดผลดี (พาวิน, 2543)

2.7.2.4 **การติดผล** ภายหลังดอกบานประมาณ 2 สัปดาห์ จะเกิดการติดผล ซึ่งสังเกตได้จากการเริ่มเหี่ยวของดอกตัวเมีย กลีบดอกจะค่อยๆ มีสีซีดลงและเหี่ยวไปในระยะ 3-4 วัน หลังจากการถ่ายละอองเกสร ปัญหาที่สำคัญอย่างหนึ่งของการทำสวนลำไย คือ ต้นลำไยที่ติดผลมากเกินไป บางต้นติดผลมากกว่า 100 ผลต่อช่อ ทำให้ผลลำไยมีขนาดเล็ก และเปลือกบาง เช่น พันธุ์สีชมพูเนื้อมักแฉะน้ำ แต่อย่างไรก็ตามในบางปี กลับพบปัญหาการติดผลน้อย ทำให้ปริมาณผลผลิตที่ได้ต่ำ ซึ่งสาเหตุของการติดผลมาก หรือน้อยนั้นเกิดจากปัจจัยใดปัจจัยหนึ่ง หรืออาจเกิดจากหลายๆ ปัจจัยร่วมกัน ยกตัวอย่างเช่น ความสมบูรณ์ของต้น เพศดอกและสัดส่วนเพศดอก ลำดับการบานของดอก หรือเกิดจากปัจจัยภายนอก เช่น แมลงผสมเกสร หรือ สภาพภูมิอากาศ เป็นต้น (พาวิน, 2543)

2.7.2.5 **การเจริญเติบโตของผล** การเจริญเติบโตของผลลำไยเป็นแบบ sigmoid curve สำหรับพันธุ์อีดอใช้เวลาในการเติบโตของผลประมาณ 21 สัปดาห์ หลังติดผลจึงจะโตเต็มที่ (พาวิน, 2543) โดยทั่วไปการเติบโตของผลช่วงแรกๆ เกิดจากการแบ่งเซลล์เป็นส่วนใหญ่ ขณะที่การขยายตัวของเซลล์เกิดขึ้นในช่วงหลังๆ ของการเติบโต ขึ้นอยู่กับผลไม้แต่ละชนิด ในไม้ผลส่วนใหญ่กระบวนการแบ่งเซลล์สัมพันธ์กับการเพิ่มขนาดของผล ขนาดของผลจะขึ้นอยู่กับจำนวนเซลล์ของผล และกระบวนการเพิ่มปริมาตรของเซลล์ที่มีอยู่แล้ว ไม้ผลบางชนิดมีการแบ่งเซลล์เกิดขึ้นตลอดเวลาจนกระทั่งผลแก่ เกิดขึ้นในระยะเวลาต่างๆ กันในส่วนต่างๆ กันของผล (จินดา, 2524) ดาวเรือง (2530) แบ่งการเจริญเติบโตของผลลำไยออกเป็น 3 ระยะดังนี้

ระยะที่ 1 ใช้เวลาตั้งแต่สัปดาห์ที่ติดผลจนถึงสัปดาห์ที่ 10 หลังติดผล มีการเจริญเติบโตอย่างช้าๆ เป็นการเจริญเติบโตของเปลือกและเมล็ด ส่วนเนื้อผลเริ่มเกิดเมื่อผลอายุประมาณ 6 สัปดาห์ และมีการเจริญเติบโตอย่างช้าๆ จนถึงสัปดาห์ที่ 14 ในขณะที่เมล็ดเติบโตอย่างช้าๆ จนถึงสัปดาห์ที่ 8

ระยะที่ 2 เริ่มตั้งแต่หลังสัปดาห์ที่ 10 - 21 หลังติดผล ระยะนี้ผลลำไยมีการเติบโตอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนเนื้อผลเจริญอย่างรวดเร็ว ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 14 จนกระทั่งถึงสัปดาห์ที่ 21 การเจริญของเนื้อผลเจริญอย่างรวดเร็ว ส่วนเมล็ดเจริญรวดเร็วในสัปดาห์ที่ 8-14 หลังจากนั้นขนาดของเมล็ดมีขนาดเกือบคงที่

ระยะที่ 3 ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 21 หลังติดผลเป็นต้นไป เป็นระยะที่มีการเติบโตของผลช้าลง เนื่องจากส่วนเนื้อเมล็ดมีการเจริญเกือบคงที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2.7.2.6 **ขนาดของผล** พันธุ์ลำไยที่ปลูกเป็นการค้าของไทยโดยทั่วไปแล้วจะมีขนาดของผลอยู่ในช่วง 10-20 กรัมต่อผล ขนาดของผลนั้นขึ้นอยู่กับพันธุ์ สภาพแวดล้อม และการปฏิบัติการดูแลรักษา มีรายงานการใช้ GA_3 เข้มข้น 50 ส่วนต่อล้าน ในระยะดอกบาน หรือ 2 สัปดาห์หลังติดผล หรือ 4 สัปดาห์หลังดอกบาน โดยให้ช่วงใดช่วงหนึ่ง พบว่าสามารถเพิ่มขนาดของผลได้ 17.7 เปอร์เซ็นต์ (กิติโชติ และรวี, 2537)

2.7.2.7 **การแตกของผล** ผลแตก (fruit cracking) เกิดจากการขยายตัวของส่วนเปลือกและส่วนเนื้อไม่สมดุลกัน ส่วนเนื้อซึ่งมีลักษณะเป็นเซลล์อ่อนนุ่ม (spongy parenchyma) มีความสามารถในการยืดหดตัวได้สูง ในขณะที่ส่วนเปลือกมีความยืดหยุ่นต่ำกว่า ในกรณีของเปลือกถ้าพัฒนาไม่ดีก็ไม่สามารถรองรับการขยายขนาดของเนื้อได้ แรงดันจากการขยายตัวของเนื้อผลจึงดันให้เปลือกแตก สำหรับการแตกของผลลำไยนั้น มักจะเกิดในระยะที่ผลลำไยใกล้จะแก่ เก็บเกี่ยวได้ มีข้อสังเกตว่าการแตกของผลลำไยนั้น มักเกิดกับต้นที่ติดผลดก เปลือกผลบางและมักเกิดกับพันธุ์อีดอก้านอ่อน สาเหตุคาดว่าน่าจะเกิดจากการขาดน้ำ และธาตุอาหารในระยะเริ่มต้นของการพัฒนาของเปลือก จึงทำให้เปลือกผลพัฒนาได้ไม่ดีเท่าที่ควร เมื่อถึงระยะสร้างเนื้อจึงเกิดแรงดันขึ้นภายในผล เมื่อเปลือกขยายตัวไม่ทันก็เกิดอาการแตกของผล การป้องกันการแตกของผลทำโดยให้น้ำอย่างสม่ำเสมอ ตั้งแต่ระยะออกดอกถึงระยะผลแก่ (พาวิน, 2543)

2.8 ปัจจัยที่เกี่ยวกับการเจริญเติบโตและการติดดอกออกผลของลำไย

การเจริญของผล (fruit development) การเจริญเติบโตของรังไข่และคัพภะ มีปัจจัยหลายอย่างมาเกี่ยวข้อง เช่น อาหาร พลังงาน และฮอร์โมน ภายในเซลล์ดอกมีปัจจัยทั้ง 3 อยู่อย่างจำกัด อาหารซึ่งรวมทั้งน้ำต้องมีเพียงพอเพื่อการเจริญเติบโตของผล พืชจะใช้น้ำและปุ๋ยเป็นแหล่งให้พลังงาน สำหรับฮอร์โมนจะถูกสร้างในเซลล์ของผลเอง โดยกรรมวิธีถ่ายละออง (pollination) และผสมพันธุ์ (fertilization) กล่าวคือ เมื่อละอองเกสร (pollen) ตกลงบนยอดเกสรตัวเมีย (stigma) มีการผลิตฮอร์โมนออกมา และผลิตน้ำย่อยบางอย่างที่กระตุ้นให้เกิดการสร้างฮอร์โมนขึ้นในก้านเกสรตัวเมีย (style) และในรังไข่ (ovary) ฮอร์โมนที่เกิดจากการผสมเกสรมีจำนวนไม่มาก เมื่อรังไข่เจริญไประยะหนึ่งฮอร์โมนจะเริ่มขาดแคลนลงอีก พอเชื้อตัวผู้ (microgamate) ผสมกับเชื้อเพศเมีย (megagamate) และ polar nucleas เกิดเป็นคัพภะ (embryo) และเอนโดสเปอร์ม (endosperm) ตามลำดับแล้วจะมีการสร้างฮอร์โมนขึ้นอีกเป็นจำนวนมาก เพียงพอในการเจริญของดอกไปเป็นผล (สุเมษ, 2537)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2.8.1 **พันธุ์** เป็นปัจจัยสำคัญในการผลิต จึงควรคัดเลือกพันธุ์ที่ออกดอกติดผลสม่ำเสมอ และปลอดจากโรคต่างๆโดยเฉพาะโรคพุ่มไม้กวาด (วิรัตน์, 2543) ลำไยแต่ละพันธุ์มีความยากง่ายของการติดดอกออกผลแตกต่างกัน เช่น พันธุ์ใบดำ อีดอ มีนิสัยการออกดอกค่อนข้างสม่ำเสมอ ส่วนพันธุ์เบี้ยวเขียว และพันธุ์แห้ว มักออกดอกเว้นปี ลำไยบางพันธุ์มีนิสัยออกดอกง่ายและออกดอกมากกว่าหนึ่งครั้งต่อปี เช่น พันธุ์เพชรสาครทะวาย (พาวิน, 2543)

2.8.2 **ความสมบูรณ์ของต้น** โดยทั่วไปลำไยต้องมีการแตกใบอ่อนประมาณ 2-3 รุ่น หลังจากการเก็บเกี่ยวผลผลิต เพื่อที่จะติดดอกออกผลในปีต่อไป (พงษ์ศักดิ์ และคณะ, 2542) นอกจากนี้แล้วความสมบูรณ์ของต้นยังขึ้นกับการจัดการกับต้นลำไยก่อนการออกดอก เช่น การให้น้ำ ให้ปุ๋ย เพื่อบำรุงต้นให้สมบูรณ์ การป้องกันโรคและแมลง และการตัดแต่งกิ่งหลังการเก็บเกี่ยว เป็นต้น (วิรัตน์, 2543)

2.8.3 **อายุพืช** โดยทั่วไปพืชต้องมีการเจริญเติบโตของส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องกับการสืบพันธุ์ช่วงระยะเวลาหนึ่งก่อนจึงสามารถกระตุ้นให้ออกดอกได้ อายุเป็นปัจจัยหนึ่งที่บ่งถึงอาหารสะสมมีเพียงพอที่นำไปใช้ในการเจริญเติบโต พร้อมสังเคราะห์ฮอร์โมนแล้วตอบสนองต่อสารควบคุมที่ส่งมาควบคุมมากน้อยเพียงใด (นิตย์, 2541) โดยทั่วไปลำไยต้องมีการแตกใบอ่อน 2-3 รุ่น หลังจากการเก็บเกี่ยวผลผลิต ก่อนดอกออกผลในปีต่อไป (พงษ์ศักดิ์ และคณะ, 2542)

2.8.4 **อุณหภูมิ** นับว่าเป็นปัจจัยหลักที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการเกิดตาดอกของลำไย สังเกตได้ว่าในปีที่มีอากาศหนาวเย็นมาก และยาวนาน สามารถชักนำลำไยทั้งต้นที่มีสภาพสมบูรณ์ และต้นที่มีสภาพโทรมก็สามารถออกดอกได้ แต่ในทางตรงกันข้าม ถ้าสภาพอุณหภูมิต่ำสลับกับอุณหภูมิสูง ลำไยจะออกดอกน้อยทั้งๆ ที่ต้นที่มีสภาพสมบูรณ์ (พาวิน, 2543) โดยทั่วไปแล้วลำไยต้องการอุณหภูมิต่ำ 10-15 องศาเซลเซียส ระยะเวลาหนึ่ง เพื่อกระตุ้นให้เกิดการพัฒนาของตาดอก (พงษ์ศักดิ์ และคณะ, 2542)

2.8.5 **ความชื้นในดินและภาวะขาดน้ำ** ในช่วงระหว่างการออกดอกนั้น ความชื้นในดินจะต้องลดต่ำลงถึงระดับหนึ่ง ซึ่งทำให้พืชดูดน้ำได้น้อยลง และเป็นการลดอัตราการดูดธาตุไนโตรเจนด้วย เพราะหากพืชดูดไนโตรเจนมากจะส่งเสริมการแตกใบ และไปลดการออกดอก นอกจากนี้แล้ว ความชื้นต่ำยังมีผลต่อการสร้างฮอร์โมน abscisic acid ซึ่งเป็นสารยับยั้งการเจริญเติบโต จึงส่งผลลดการเจริญเติบโตทางกิ่งใบ โอกาสที่ลำไยจะออกดอกก็มีมากด้วย (วิรัตน์, 2543; รวี, 2540) เชื่อกันว่าสภาวะเครียดจากการขาดน้ำ (water stress) ช่วยส่งเสริมการออกดอกของลำไย โดยมีบทบาทร่วมกับการได้รับอุณหภูมิต่ำของต้นลำไย (พาวิน, 2543)

2.8.6 **ธาตุอาหารในดิน** เป็นปัจจัยหนึ่งในกระบวนการเสริมสร้างการเจริญเติบโตของพืช วัฏจักรการดำรงชีพ และกิจกรรมต่างๆ ของพืช เพื่อใช้เป็นองค์ประกอบ วัตถุดิบ และเป็น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

สารเร่งในกระบวนการต่างๆ เช่น กระบวนการหายใจ กระบวนการสังเคราะห์แสง และการทำงานของเอนไซม์ เป็นต้น (มุกดา, 2543) ธาตุอาหารต่างๆ มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาของผลไม้แง่ต่างๆ กัน เช่น แมกนีเซียมเป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ที่ใช้ในการสังเคราะห์แสง ฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบของทั้งโปรตีน ไขมัน และโมเลกุลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับเมตาบอลิซึม (metabolism) แทบทุกกระบวนการ แคลเซียมสัมพันธ์กับโครงสร้างของผนังเซลล์ รวมทั้งเมตาบอลิซึมต่างๆ การขาดธาตุอาหารทำให้การเจริญเติบโต และการพัฒนาไม่เป็นปกติ (สรรพมงคล, 2545)

2.8.7 **ฮอร์โมน** มีรายงานถึงการศึกษาปริมาณฮอร์โมน ที่คาดว่าเกี่ยวข้องกับการติดดอกออกผลของลำไย โดย Huang (1996) พบว่าระดับฮอร์โมนภายในต้นลำไยที่เอื้อต่อการชักนำให้เกิดการสร้างตาดอก คือ มีระดับของไซโตไคนิน (isopentenyladenosine) สูง แต่มีปริมาณของจิบเบอเรลลิน (GA_3) และแอบซีสสิก แอซิด (ABA) ต่ำ นอกจากนี้ Chen *et al*. (1997) ได้วิเคราะห์ปริมาณไซโตไคนินในยอดลำไยในระยะต่างๆ พบว่าปริมาณไซโตไคนินทั้งหมดต่ำในระยะที่ลำไยผลิใบอ่อน แต่จะสูงในระยะสร้างตาดอก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง zeatin, zeatin riboside, isopentenyladenosine และ isopentenyladenin นพพร (2539) ได้ศึกษาถึงปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินในยอดลำไยก่อนการออกดอก พบว่าในช่วงก่อนการออกดอกปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินลดลง และลดลงต่ำสุดจนไม่สามารถตรวจพบในสัปดาห์ที่มีการออกดอก อย่างไรก็ตามมีผู้ทดลองใช้สารพาโคลบิวทราโซล ซึ่งเป็นตัวยับยั้งการสร้างจิบเบอเรลลินกลับไม่สามารถ ชักนำให้ลำไยออกดอกได้ (ณัฐวดี, 2542) แสดงให้เห็นว่าการลดปริมาณของจิบเบอเรลลินเพียงอย่างเดียวนั้น ไม่สามารถชักนำให้ลำไยออกดอกได้ ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่าการออกดอกของลำไย อาจถูกควบคุมด้วยสมดุลฮอร์โมนหลายๆ ชนิด (พาวิน, 2543)

2.9 สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช (plant growth regulators) เป็นสารอินทรีย์โดยไม่จำกัดว่าพืชสร้างขึ้นเองหรือมนุษย์สังเคราะห์ขึ้น ซึ่งมีอยู่ในปริมาณเพียงเล็กน้อยก็สามารถกระตุ้น ยับยั้ง หรือเปลี่ยนแปลงสภาพทางสรีรวิทยาของพืชได้ (พีรเดช, 2537)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2.9.1 **ข้อจำกัดของการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช**

การใช้ประโยชน์จาก สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช มีอย่างกว้างขวาง ผู้ใช้สารควรมีความรู้เกี่ยวกับสารนั้นๆ เพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้น โดยรู้เท่าไม่ถึงการณ์ การใช้สารเหล่านี้มีข้อจำกัดที่ต้องคำนึงถึงมากพอสมควร พบว่าการใช้สารชนิดเดียวกันกับพืชชนิดเดียวกันแต่ต่างสถานที่ ทำให้ผลที่ได้รับแตกต่างกัน จากกรณีนี้เห็นได้ว่าสภาพแวดล้อมมีผลอย่างมาก แต่ไม่ใช่สภาพแวดล้อมเพียงอย่างเดียวเท่านั้นที่มีผลต่อการใช้สาร ยังมีปัจจัยอื่นๆ อีกที่เกี่ยวข้อง (พีรเดช, 2537) ดังนี้

2.9.1.1 **ชนิดของพืช** พืชแต่ละชนิดมีระบบกลไกปลีกย่อยแตกต่างกัน การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช สามารถเข้าไปควบคุมกลไกนั้นๆ ในขณะที่สารชนิดเดียวกันนี้อาจใช้ไม่ได้ผลกับพืชอีกชนิดหนึ่ง หรือแม้กระทั่งพืชชนิดเดียวกันแต่ต่างพันธุ์ อาจตอบสนองไม่เหมือนกัน เช่น การทดลองใช้สาร ethephon สามารถเร่งการออกดอกของสับปะรดได้ แต่ไม่จำเป็นเสมอไปว่า สารดังกล่าวจะสามารถเร่งการออกดอกของไม้ผลชนิดอื่นได้ ดังนั้นผลที่เกิดขึ้นจากการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกับพืชชนิดหนึ่งอาจใช้เป็นเพียงแนวทางในการทดลองกับพืชชนิดอื่นเท่านั้น โดยที่ผลที่เกิดขึ้นไม่จำเป็นต้องเหมือนกับที่คาดหวังไว้

2.9.1.2 **ชนิดของสาร** สารแต่ละชนิดมีความจำเพาะเจาะจงต่อพืชไม่เหมือนกัน บางชนิดใช้ได้ผลดีกับพืชมากชนิดกว่า เช่น การทดลองใช้สาร ancymidol และ daminozide กับ พืช 88 ชนิด พบว่ามีพืชถึง 68 ชนิดที่ตอบสนองต่อการให้สาร ancymidol แต่มีเพียง 44 ชนิด เท่านั้น ที่ตอบสนองต่อการให้สาร daminozide ถึงแม้สารทั้ง 2 ชนิดนี้จัดอยู่ในกลุ่มสารชะลอการเจริญเติบโตเหมือนกันก็ตาม

2.9.1.3 **สภาพแวดล้อม** มีผลต่อการดูดซึมสาร การสลายตัว และการแสดงผลของสารต่อพืช ในสภาพที่มีอุณหภูมิสูง ความชื้นในอากาศสูง ทำให้การดูดซึมสารเป็นไปได้ดี และพืชตอบสนองต่อสารได้มากขึ้น การใช้สารบางชนิดอาจต้องลดความเข้มข้นลงจากปกติเมื่อใช้สารในขณะที่มีอากาศร้อนจัด เนื่องจากว่าถ้าให้โดยความเข้มข้นปกติอาจก่อให้เกิดพิษขึ้นได้

2.9.1.4 **ความสมบูรณ์ของต้นพืช** ต้นพืชที่มีความสมบูรณ์สูงย่อมตอบสนองต่อสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชได้ดีกว่าพืชที่อ่อนแอ สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ไม่ได้จัดว่าเป็นปุ๋ยหรืออาหารของพืช ดังนั้นจึงไม่สามารถใช้เพื่อฟื้นฟูสภาพของต้นไม้ที่โทรมหรืออ่อนแอ ให้กลับแข็งแรงขึ้นมาได้ การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ให้ได้ผลดีจึงควรใช้กับต้นที่มีความสมบรูณ์สูง และอยู่ในสภาพพร้อมที่จะตอบสนองต่อสาร เช่น มีอายุมากพอหรือมีอายุที่เหมาะสม เช่นการใช้ ethephon เร่งการออกดอกของสับปะรด จะใช้ได้ผลเมื่อต้นมีอายุไม่ต่ำกว่า 4 เดือน แต่ถ้าใช้สารเมื่อต้นมีอายุ 2 เดือน ปรากฏว่าไม่สามารถเร่งการออกดอกได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2.9.1.5 **ช่วงอายุของพืชหรือช่วงเวลาของการใช้สาร** มีความสำคัญมาก และเป็นเรื่องยากที่จะกำหนดช่วงเวลาที่แน่นอนว่าเมื่อใดควรให้สาร งานทดลองหลายเรื่องประสบความล้มเหลวเนื่องจากให้สารในช่วงอายุที่ไม่เหมาะสม มีผลทำให้พืชตอบสนองไปในทางที่ไม่ต้องการ

2.9.1.6 **วิธีการให้สาร** การให้สารแก่พืช ทำได้หลายวิธี เช่น การฉีด พ่นทา จุ่ม หรือ แช่ การเลือกใช้วิธีใดนั้นต้องคำนึงถึงจุดประสงค์ที่ต้องการ ชนิดของสาร และความเข้มข้นของสารเป็นสำคัญ เหตุที่ต้องคำนึงถึงวิธีการให้สาร เนื่องจากสารแต่ละชนิดมีการดูดซึมและเคลื่อนย้ายภายในต้นพืชต่างกัน สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช จะแสดงผลต่อพืชได้ต่อเมื่อมีการเคลื่อนที่จากจุดที่ให้สารไปยังจุดที่จะแสดงผล

2.9.1.7 **ปริมาณของสารที่ได้รับ** การตอบสนองของพืชที่มีต่อสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชทุกชนิด ขึ้นอยู่กับปริมาณสารที่ได้รับ (dose – response) โดยที่เมื่ออยู่ในระดับความเข้มข้นต่ำ การแสดงผลตอบสนองของพืชเกิดในแง่กระตุ้นให้มีการตอบสนองเพิ่มขึ้นจนกระทั่งสูงสุด ก็จะเริ่มมีผลในแง่ยับยั้ง (นพดล, 2542)

ปัจจัยทั้งหมดข้างต้นเป็นส่วนหนึ่งที่อธิบายได้ว่าเหตุใดการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช จึงยุ่งยากกว่าการใช้สารเคมีชนิดอื่นๆ และผลจากการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ก็ไม่คงที่แน่นอนเหมือนกันทุกครั้ง ดังนั้นการใช้ สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ให้ได้ผลแน่นอนจำเป็นต้องอาศัยเวลา เพื่อศึกษาผลของสารและปัจจัยที่เกี่ยวข้องจนกระทั่งได้ข้อสรุปหรือคำแนะนำที่เหมาะสม (พีรเดช, 2537)

การใช้ประโยชน์จากสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช เพื่อการผลิตพืชนับวันยิ่งมีความสำคัญมากขึ้นตามลำดับ เพื่อเพิ่มผลผลิตพืช เพิ่มคุณภาพ และการผลิตพืชนอกฤดู ในปัจจุบันมีการนำสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชหลายชนิด มาใช้ในการเจริญเติบโตของพืช โดยเฉพาะออกซิน (auxins) จิบเบอเรลลิน (gibberrellins) และ ไซโตไคนิน (cytokinins) นอกจากนี้ยังมีสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช อีกหลายชนิด ที่ได้รับความสนใจจากนักวิชาการ ซึ่งหนึ่งในนั้น คือ บราสิโนสเตียรอยด์ (brassinosteroids)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2.10 ออกซิน (Auxins)

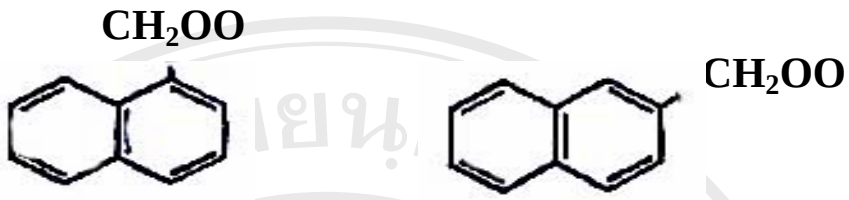
ออกซิน เป็นกลุ่มของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่สามารถชักนำให้เกิดการยืดตัว (สัมพันธ์, 2527) กระตุ้นการขยายขนาดของเซลล์ การยืดยาวของเซลล์ การโค้งงอเข้าหาแสง (phototropism) การตอบสนองต่อแรงโน้มถ่วงโลก (geotropism) การข่มตาข้าง (apical dominance) กระตุ้นการกำเนิดราก ชักนำการเกิดดอก เปลี่ยนเพศดอก การสร้างเอทธิลีน เพิ่มการติดผล ป้องกันผลร่วง และมีผลต่อการพัฒนาของผล โดยเพิ่มขนาดของผล น้ำตาลในผลเพิ่มขึ้น รวมถึงกระบวนการเจริญเติบโตในส่วนต่างๆของพืช (Alam and Naqvi, 2004) ออกซินพบในธรรมชาติมี 3 ชนิดคือ IAA (indoleacetic acid) เป็นสารที่พบในธรรมชาติมากที่สุด 4-chloro IAA (4-chloro-indoleacetic acid) และ PAA (phenylacetic acid) สำหรับออกซินสังเคราะห์มี อยู่ 6 กลุ่ม (William, 1999) ดังนี้

1. สารอนุพันธ์ของ indole (indole derivatives) ได้แก่ indole-3-acetic aid (IAA) indole-3-butyric acid (IBA)
2. Benzoic acids ได้แก่ 2,3,6-tricholrobenzoic acid; 2-methosy-3,6-dichlorobenzoic acid (Dicamba)
3. Naphthalene acid ได้แก่ α และ β-naphthaleneacetic acid (α and β-NAA)
4. Chlorophenoxyacetic acids ได้แก่ 2,4,5- trichlorophenoxyacetic acid (2,4,5-T); 2,4- dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D)
5. Naphthoxyacetic acids ได้แก่ α และ β-naphthaleneacetic acid (α and β-NOA) Picolinic acids ได้แก่ 4-amino-3,5,6-trichoropicolinic acid (Tordon หรือ Pichloram)

2.10.1 **1-naphthylacetic acid (NAA)** (William, 1999)

NAA เป็นสารที่ใช้กันค่อนข้างกว้างขวางในประเทศไทย เช่น ใช้เร่งการเกิดราก กระตุ้นให้ระบบรากเจริญเติบโตดี ป้องกันการร่วงของผลไม้หลายชนิด เปลี่ยนเพศดอก เงาะ ใช้ทารอยแผลหลังตัดแต่งกิ่ง เพื่อป้องกันการแตกหน่อ สาร NAA เป็นสารที่มีราคาค่อนข้างต่ำ สาร NAA ที่นำมาใช้ทางการเกษตร มักจะอยู่ในรูปของเกลือโซเดียม (sodium naphthyacetate) สามารถละลายน้ำได้ดี และมีการผลิตออกมาจำหน่ายภายใต้ชื่อการค้าต่างๆ กัน มีโครงสร้างทางเคมีแสดงใน ภาพที่ 1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



α -Naphthalene acetic acid (α-NAA)

β -Naphthalene acetic acid (β-NAA)

ภาพที่ 1 โครงสร้างเคมีของ NAA; 1-naphthylacetic acid (William, 1999)

การใช้สาร NAA แก่พืชส่วนใหญ่มักใช้วิธีพ่นให้ทางใบ หรือให้สัมผัสกับดอกและผลโดยตรง NAA สามารถซึมผ่านเข้าไปในเนื้อเยื่อ ใบ ดอก หรือผลได้ดี และสามารถเคลื่อนย้ายเข้าไปภายในท่ออาหาร และเคลื่อนที่ผ่านไปยังส่วนต่างๆ ได้พร้อมกับอาหารที่พืชสร้างขึ้น สภาพที่มีอากาศชื้นและอุณหภูมิสูงจะช่วยส่งเสริมการดูดซึม และการเคลื่อนย้ายออกซิน ภายในลำต้น โดยอุณหภูมิสูงมีผลกระตุ้นให้เกิด การสังเคราะห์ออกซิน (auxin synthesis) และกระบวนการเปลี่ยนแปลงของออกซิน (auxin-mediated process)

2.10.2 **ออกซินกับการเติบโตของผล**

การเพิ่มขนาดของผลโดยส่วนใหญ่ เนื่องจากการขยายของเซลล์ เป็นที่ทราบกันแล้วว่า ออกซินเกี่ยวข้องกับการขยายขนาดของเซลล์ และมีบทบาทอย่างมากในการควบคุมรูปแบบของการเจริญเติบโตของผล บทบาทของออกซิน พบว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างการพัฒนาของเมล็ดกับขนาดและรูปร่าง เมื่อสิ้นสุดการเจริญเติบโตของผล นอกจากนี้ การให้ออกซินจากภายนอกกับผลไม้ชนิดใดชนิดหนึ่ง พบว่าเกิดการตอบสนองได้ เมื่อผลนั้นอยู่ในระยะของการพัฒนาในระยะใดระยะหนึ่ง ตัวอย่างที่ดีที่สุดตัวอย่างหนึ่งของ ออกซิน เกี่ยวกับขนาดและรูปร่างของผลสตรอเบอรี่ พบว่า ออกซินสังเคราะห์ทำให้สตรอเบอรี่ติดผลโดยเอนโดสเปอร์มและคัพภะในผลแห้งเมล็ดล่อน (achene) สร้างออกซินได้ และเคลื่อนที่ออกไปกระตุ้นการเจริญเติบโตตำแหน่งของเมล็ดล่อน อยู่บริเวณด้านนอกของฐานดอกที่เป็นเนื้อผล และเมื่อแกะเมล็ดล่อน ทั้งหมดออกจากผล พบว่าผลไม่เจริญเติบโต แต่เมื่อให้ออกซินจากภายนอกไปยังผิวของฐานรองดอกพบว่า ผลมีการเจริญเติบโตเป็นปกติ หากปล่อยให้เมล็ดล่อน อยู่บนฐานรองดอกบ้าง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

พบว่ามีการเจริญเติบโตตรงบริเวณเฉพาะส่วนที่มีเมล็ดล่อนอยู่เท่านั้น (นพดล, 2542) มีรายงานการวิจัยที่ใช้ ออกซินกับไม้ผลชนิดต่างๆ ดังนี้

Stern *et al*. (1995) ได้ทำการศึกษาผลของสาร 2,4,5-TP (2,4,5-trichlorophenoxypropionic acid) เข้มข้น 50-100 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยการพ่นในระยะผลมีน้ำหนักประมาณ 2 กรัม พบว่าสามารถเพิ่มการติดผล และเพิ่มผลผลิตของลิ้นจี้ได้อย่างชัดเจน

Sunggeun *et al.* (1997) ศึกษาอิทธิพลของการใช้ออกซินพ่นที่ใบ ที่มีผลต่อการออกดอก การติดผล คุณภาพผล และการเจริญเติบโตของส้มแมนดาริน พันธุ์ Satsuma (*Citrus unshiu* Mare.) พบว่าที่ความเข้มข้นของออกซินในช่วง 60-100 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้จำนวนผลที่ติดต่อต้นเพิ่มขึ้น ต้นที่ได้รับ ออกซิน 75 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้ผลผลิตต่อต้นมากที่สุดเท่ากับ 2.9 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ และยังช่วยเพิ่ม ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้

Stern *et al.* (2001) ศึกษาผลของออกซินสังเคราะห์ 2 ชนิด คือ 2, 4, 5-TP (ชื่อการค้า Tipimon) และ 3, 5, 6-TPA (ชื่อการค้า Maxim) ต่อผลผลิต และขนาดของลิ้นจี่พันธุ์ Feizixiao และ Helye ในจังหวัดกวางสี ประเทศจีน โดยใช้ออกซินทั้ง 2 ชนิดฉีดพ่นไปที่ผลที่มีขนาดประมาณ 2 กรัม การทดลองพบว่า ลิ้นจี่ทั้ง 2 พันธุ์ให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นแตกต่างกันทางสถิติจากต้นที่ไม่ได้รับสาร โดยผลผลิตเพิ่มเกือบ 200 เปอร์เซ็นต์ ส่วนด้านน้ำหนักต่อผลก็เพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างชัดเจนเช่นเดียวกันทั้ง 2 พันธุ์ และพบว่าสาร 3, 5, 6-TPA จะส่งเสริมให้ผลมีสีแดงเพิ่มขึ้นทั้ง 2 พันธุ์

2.11 จิบเบอเรลลิน (Gibberrellins)

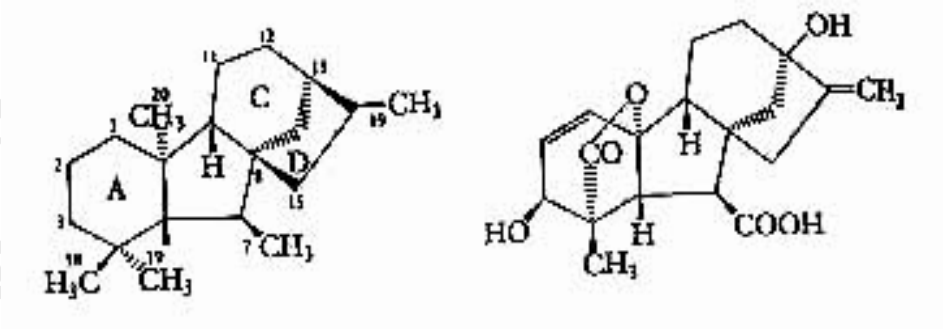
จิบเบอเรลลิน เป็นกลุ่มของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช โดยมีโครง *ent* – gibberrellane skeleton ซึ่งเป็นเสมือนกระดูกสันหลังของ จิบเบอเรลลิน ชนิดต่างๆ สามารถกระตุ้นให้เซลล์แบ่งตัว เซลล์ยืดยาว และหน้าที่ควบคุมการเจริญเติบโตอื่นๆ ในลักษณะเดียวกับจิบเบอเรลลิก แอซิด (gibberrellic acid; GA_3) (นพดล, 2542)

2.11.1 จิบเบอเรลลิก แอซิด (Gibberrellic acid; GA_3)

GA_3 เป็น จิบเบอเรลลิน ชนิดแรกที่มีจำหน่ายเป็นการค้า เดิมเรียกว่า จิบเบอเรลลิก แอซิด อีกทั้งใช้เป็นมาตรฐานในระบบตรวจวัดปริมาณสารโดยชีววิธี ทำให้เป็นโครงสร้างที่เป็นตัวแทนสำหรับ จิบเบอเรลลิน อีกมากกว่า 90 ชนิดในปัจจุบัน (นพดล, 2542) จิบเบอเรลลินแต่ละชนิด แตกต่างกันเพียงเล็กน้อย ตรงจำนวนและตำแหน่งของพันธะคู่ ของหมู่ไฮดรอกซิล (OH^-) จิบเบอเรลลินแต่ละตัว มีชื่อเรียกโดยมีสัญลักษณ์ของตัวเอง เช่น GA_1, GA_2,

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

GA_3 และ GA_4 เป็นต้น สำหรับ GA_3 เป็นสารพวกไดเทอร์พรีนอยด์ (diterprenoid) ประกอบด้วยคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ มีโครงสร้างแบบ *ent*- giberellane skeleton (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 โครงสร้างเคมีแบบ *ent*-giberellane skeleton ของ GA_3 (William, 1999)

2.11.2 **จิบเบอเรลลินกับการเติบโตของผล**

จิบเบอเรลลินมีผลต่อพืชในการยืดตัวของเซลล์ การแบ่งเซลล์ การปลดปล่อยเอนไซม์ โดยเมล็ดอ่อนเป็นแหล่งผลิตจิบเบอเรลลิน เมล็ดของไม้ผลหลายชนิดพบว่ามีปริมาณจิบเบอเรลลินต่างๆ สูงและสูงขึ้นในระยะที่เมล็ดกำลังเติบโตอย่างรวดเร็ว ในการศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณจิบเบอเรลลิน กับการเติบโตของผล มักพบปัญหาความสัมพันธ์ของปริมาณจิบเบอเรลลิน ไม่เจาะจงกับระยะช่วงการเติบโต โดยมีรายงานการวิจัยที่ใช้ จิบเบอเรลลินกับไม้ผลชนิดต่างๆ ดังนี้

อาทิตย์และรวี (2542) ศึกษาการใช้ GA_3 มีผลต่อการเจริญเติบโตของผลฝรั่งพันธุ์บางกอกแอปเปิล โดยทำให้น้ำหนักผลเพิ่มตามความเข้มข้นของ GA_3 ดังนี้ 25, 50, 75 และ100 มิลลิกรัมต่อลิตร พ่นหลังดอกบาน 3 และ 5 วัน โดยที่ความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตร พ่นระยะหลังดอกบาน 5 วัน สามารถเพิ่มขนาดผลได้ดีที่สุดโดยมีน้ำหนักผล ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางผล และความยาวผล เท่ากับ 810 กรัม 9.17 และ 13.98 เซนติเมตร ตามลำดับ

กานดา (2535) ศึกษาผลของ GA_3 มีผลต่อการพัฒนาตาดอก และการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของดอก และช่อผลของลองกองได้ผลดังนี้ GA_3ไม่มีผลต่อการทำลายการพักตัวและเพิ่มเปอร์เซ็นต์การแทงช่อดอก การใช้ GA_3ที่ระดับความเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ในช่วงตาดอกระยะที่ 2 (ขนาดดอกประมาณ 1 เซนติเมตร) ทำให้ความยาวช่อดอกสูงสุด ให้เปอร์เซ็นต์การติดผล 93.35 เปอร์เซนต์ และมีความกว้างของผลเพิ่มขึ้น GA_3 ในความเข้มข้นที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

เพิ่มขึ้น มีแนวโน้มทำให้ลองกองเกิดเมล็ดลีบ มีจำนวนเมล็ดสมบูรณ์ลดลง เปอร์เซ็นต์การติดผลสูง ลดการร่วงของผล เพิ่มน้ำหนักช่อผล และเพิ่มขนาดของผลได้

การใช้ GA_3 40 มิลลิกรัมต่อลิตร กับลิ้นจี่ ระยะก่อนดอกตัวผู้พร้อมผสม 2 และ 6 สัปดาห์หลังติดผล ระยะผลกำลังเจริญเติบโต และ 14 วันก่อนเก็บเกี่ยว ทำให้น้ำหนักผลและเนื้อเพิ่มขึ้น และยังช่วยลดการแตกของผลได้ (Zhang *et al*., 1988)

Tominaga (2004) ศึกษา ส้มแมนดาลิน พันธุ์ Ponkan (*Citrus reticulata* Blanco) เป็นส้มที่ให้ผลผลิตต่ำ แต่เมื่อใช้จิบเบอเรลลินพ่นให้แก่ผลในช่วงที่ผลมีขนาดเล็กๆ สามารถเพิ่มขนาดผลให้ใหญ่ขึ้น ช่วยปรับปรุงลักษณะผิวส้มให้ดีขึ้นโดยไม่มีผลต่อจำนวนและขนาดของเมล็ด

การใช้ GA_3 เพื่อปรับปรุงคุณภาพผลในด้านขนาด และน้ำหนักของลิ้นจี่ มีการรายงานการเพิ่มขนาดผลโดยพ่น GA_3 50 มิลลิกรัมต่อลิตร จำนวน 5 ครั้งในลิ้นจี่พันธุ์ Purbi และ Deshi (Thakur *et al*., 1991) เช่นเดียวกับรายงานของ พัชรินทร์ (2545) พบว่าการใช้ GA_3 50 มิลลิกรัมต่อลิตร พ่น 2 ครั้ง ทำให้ความยาวของผลลิ้นจี่เพิ่มขึ้นได้สูงสุด สอดคล้องกับการใช้ GA_3 50 มิลลิกรัมต่อลิตร พ่นให้ผลลิ้นจี่ที่มีขนาดเท่ากับเมล็ดถั่ว (pea stage) และพ่นซ้ำอีกครั้งห่างกัน 21 วัน สามารถเพิ่มความยาว และเส้นผ่าศูนย์กลางของผลลิ้นจี่ และมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำสูงขึ้น

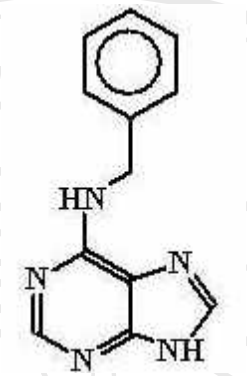
กมลวรรณ (2544) ใช้ GA_3 50 มิลลิกรัมต่อลิตร ในสัปดาห์ที่ 6 หลังการติดผล สามารถเพิ่มขนาดผลลำไยได้ 17.7 เปอร์เซ็นต์

กิติโชติ และรวี (2537) พบว่าการให้ GA_3 เข้มข้น 50, 75 และ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร แก่ลำไยในระยะ 2 และ 4 สัปดาห์หลังดอกบาน ทำให้ขนาดและน้ำหนักของผลเพิ่มขึ้น โดยต้นที่ได้รับ GA_3 เข้มข้น 50 มิลลิกรัมต่อลิตร ระยะหลังดอกบาน มีแนวโน้มปรับปรุงคุณภาพผลลำไยได้ดี ที่สุด

2.12 ไซโตไคนิน (Cytokinins)

ไซโตไคนิน เป็นกลุ่มของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ที่สามารถกระตุ้นการแบ่งตัวของเซลล์ (สัมพันธ์, 2527) โดยเฉพาะในช่วงแรกของการพัฒนาผลเพื่อเพิ่มจำนวนเซลล์ ในปัจจุบันมี ไซโตไคนิน มากกว่า 200 ชนิด ทั้งที่พบในธรรมชาติ และสังเคราะห์ขึ้น ไซโตไคนินที่สังเคราะห์ขึ้นมีมากมายหลายชนิด ตัวอย่างได้แก่ kinetin (6 – furfurylaminopurine), BA (6 – benzyl aminopurine) (ภาพที่ 3) , BPA (6 – (benzylamino) – 9 – (2 – tetrahydropyranyl) – 9H – purine)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 3 โครงสร้างเคมีของ BA (6 – benzyl aminopurine) (William, 1999)

2.12.1 **ไซโตไคนินกับการเติบโตของผล**

ไซโตไคนินเป็นสารที่ช่วยเร่งให้มีการแบ่งเซลล์ ดังนั้นในผลอ่อนที่กำลังเจริญเติบโตจึงพบฮอร์โมนชนิดนี้อยู่เป็นจำนวนมาก และยังช่วยในการเคลื่อนย้ายของธาตุอาหารจากแหล่งอื่นมายังบริเวณที่ได้รับฮอร์โมน จึงนับเป็นฮอร์โมนที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของผลมากชนิดหนึ่ง (สัมพันธ์, 2527) ไซโตไคนินสังเคราะห์ที่ใช้ในไม้ผล ส่วนใหญ่เป็นการใช้เพื่อเพิ่มคุณภาพผล ในด้านขนาดและน้ำหนัก (วรินทร์ และคณะ, 2546) โดยมีรายงานการวิจัยที่ใช้ไซโตไคนินกับไม้ผลชนิดต่างๆ

มีรายงานการใช้ forchlorphenuron หรือ CPPU เพื่อเพิ่มขนาด และคุณภาพผลในไม้ผลหลายชนิด เช่น กีวีฟรุท องุ่น (Ogata *et al*., 1983)

Wang *et al.* (2000) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงระดับของกรดแอบไซซิก (ABA) และสาร ACC (1-aminocyclopropane-14-carboxylic acid) ภายในผลลิ้นจี่พันธุ์ Fizixiao และผลของการใช้สาร 6-BA (benzylabenine) และสารเอทีฟอนต่อการเปลี่ยนสีผิวผลลิ้นจี่ ผลการทดลองพบว่าการชะลอการเปลี่ยนสีด้วย 6-BA จะสวนทางกับการลดลงของกรดแอบไซซิกในเปลือกที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของสาร ACC ที่ชัดเจน ซึ่งแสดงว่ากรดแอบไซซิกอาจจะเป็นสารช่วยกระตุ้นกระบวนการแก่ของผล ถึงแม้ว่าสารเอทีฟอนช่วยเพิ่มระดับของ ACC ทั้งในเปลือก และในเนื้อผล และช่วยเพิ่มการสลายตัวของคลอโรฟิลล์อย่างเล็กน้อยก็ตาม ผลการทดลองนี้บ่งบอกว่ากรดแอบไซซิกมีอิทธิพลต่อกระบวนการแก่ของผลลิ้นจี่มากกว่าเอทีลีน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

Stern and Flaishman (2003) กล่าวว่า benzylabenine (BA) ซึ่งเป็นไซโตไคนินสังเคราะห์ ที่ความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตร มีผลกับขนาดของผลสาริ่ (pear) พันธุ์ Spadona และ Coscia เมื่อใช้พ่นเมื่อ 2 อาทิตย์หลังดอกบาน ขณะที่ผลมีขนาด 10 มิลลิเมตร

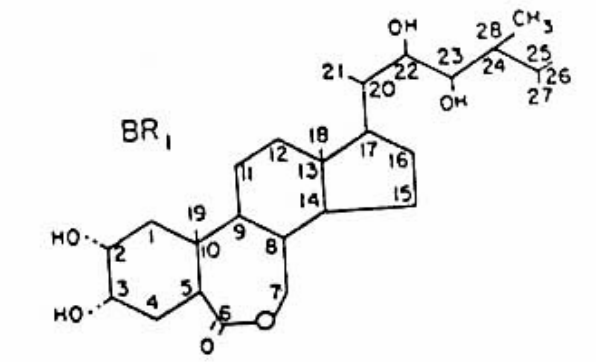
2.13 บราสิโนสเตียรอยด์ (Brassinosteroids, BRs)

บราสิโนสเตียรอยด์ เป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกลุ่มใหม่ (Sasse, 1997) แต่ยังมีสิ่งที่ไม่รู้อีกมาก ซึ่งจะทำให้เกิดข้อสงสัยขึ้นได้ หลักฐานแรกที่ทำให้เชื่อว่าบราสิโนสเตียรอยด์ เป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกลุ่มใหม่ คือ สารนี้มีอยู่กระจายทั่วไปในอาณาจักรพืช เหตุผลที่สอง คือ สารนี้ออกฤทธิ์ได้ในระดับความเข้มข้นที่ต่ำมากๆ ทั้งในการตรวจวัดปริมาณโดยวิธีและในพืชทั้งหลาย เหตุผลที่สาม คือ การตอบสนองของพืชที่มีต่อสารกลุ่มนี้มีมากมาย ซึ่งแตกต่างจากสารควบคุมการเจริญของพืชกลุ่มอื่นๆ อีกทั้งบราสิโนสเตียรอยด์มีโครงสร้างเฉพาะ ซึ่งจำเป็นต่อการออกฤทธิ์ในการส่งเสริมการตอบสนองทางสรีรวิทยาอย่างใดอย่างหนึ่ง เหตุผลที่สี่ คือ เมื่อให้สารนี้กับส่วนใดส่วนหนึ่งของพืช จะเกิดการลำเลียงไปยังตำแหน่งที่เกิดการตอบสนองทางชีววิทยาได้ในระดับความเข้มข้นที่ต่ำมาก ปัจจุบันกลไกการทำงานที่ แท้จริงของบราสิโนสเตียรอยด์ ยังไม่ชัดเจน แต่มีการศึกษาโดยใช้เทคโนโลยีระดับโมเลกุล พบว่า บราสิโนสเตียรอยด์ มีความสามารถควบคุมการแสดงออกของยีนที่ก่อให้เกิดการยืดยาว (Clouse *et al*., 1992: Zurek and Clouse, 1994) อย่างไรก็ตาม จำเป็นต้องมีการศึกษาวิจัยอีกมากก่อนที่จะสามารถทราบกลไกการทำงานของ BRs ได้อย่างชัดเจนกว่านี้

สำหรับ BRs ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาตินั้นอยู่ในรูปอนุพันธ์ของ 5α-cholestan การผันแปรของชนิดและตำแหน่งการเรียงตัวบนโครงสร้าง บ่งบอกถึงการออกฤทธิ์ได้ เพื่อเป็นการระบุถึงการออกฤทธิ์ของ BRs ส่วนประกอบของโครงสร้างต้องมีสิ่งต่อไปนี้ (ภาพที่ 4)

1. เป็นระบบ tran A/B ring (5α -hydrogen)
2. เป็นระบบ 6-ketone หรือ 7-oxa-6-ketone ใน ring B
3. มี Cis α- oriented hydroxyl group อยู่ที่ตำแหน่ง C-2 และ C-3
4. มี Cis hydroxy group ที่ตำแหน่ง C-22 และ C-23 อีกทั้งมี methyl group หรือ ethyl group อยู่ที่ตำแหน่ง C-24
5. การเรียงตัวในแบบ α- oriented ที่ตำแหน่ง C-22 C-23 และ C-24 จะมีฤทธิ์มากกว่าสารประกอบที่มีการเรียงตัวแบบ β-oriented

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 4 โครงสร้างเคมีของ Brassinosteroids; BRs (William, 1999)

BRs ที่ค้นพบ 59 ชนิด พบว่าเป็น unconjugated BRs 54 ชนิด อีก 5 ชนิด เป็น conjugated BRs ซึ่งได้จากการสกัดพืช 58 ชนิด ดังนี้ พืชใบเลี้ยงเดี่ยว 12 ชนิด พืชใบเลี้ยงคู่ 37 ชนิด gymnosperms 6 ชนิด pteridophyte (*Equisetum arvense*) bryophyte (*Marchantia polymorpha*) และในสาหร่าย *Hydrodictyon reticulatum* ซึ่งพบได้โดยทั่วไปได้ทั้งในพืชชั้นสูง และพืชชั้นต่ำมา ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1979 ถึง 2001 (Andrzej and Andrzej, 2003; Grove *et al*., 1979; Fujioka, 1999)

2.13.1 บราสิโนสเตียรอยด์กับการเติบโตของผล

BRs มีผลต่อลักษณะทางสรีรวิทยาหลายอย่างดังนี้ การยืดและการขยายขนาดของเซลล์ (Azpiruz *et al*., 1998) การแบ่งเซลล์ (Sala and Sala, 1985; Nakajima *et al*., 1996) การพัฒนาของท่อน้ำท่ออาหาร (vascular differentiation and development) (Clouse *et al*, 1992) เพิ่มการแก่ชรา (enhancement of senescence) (He *et al*., 1996), การเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์ (changes in enzymatic activities) คุณสมบัติเยื่อหุ้มเซลล์ (membrance potential) การสังเคราะห์ DNA, RNA และโปรตีน การสังเคราะห์แสง (photosynthesis) การพัฒนาทางลำต้นและดอก (floral and vegetative bud development) และเพิ่มความทนทานต่อความเครียดต่างๆ (Khripach *et al*., 1999; Mussig and Altmann, 1999 โดยมีรายงานการวิจัยที่ใช้ BRs กับไม้ผลชนิดต่างๆ ดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

Peng *et al*. (2004) ศึกษาผลของ brassinolide ในลิ้นจี่ โดยทำการพ่นที่ระดับความเข้มข้น 0.5, 0.75 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า brassinolide ช่วยลดการแตกของผลลิ้นจี่ได้ และสามารถเพิ่มปริมาณผลผลิตให้มากขึ้น

Pipattanawong *et al.* (1996) ศึกษา brassinolide ต่อการเจริญเติบโตของสตรอเบอรี พันธุ์ Miyoshi และ Enrai ที่ปลูกในสภาพปิด พบว่าสามารถเพิ่มจำนวนใบ ความยาวของก้านใบ และจำนวนหน่อ (crowns) ได้ 110-140 เปอร์เซ็นต์ และเพิ่มพื้นที่ใบได้ถึง 150-180 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่มีผลต่อการเกิดไหล (runner) สำหรับน้ำหนักแห้งรวมของทุกส่วนที่ได้รับสารหนักกว่าชุดควบคุม นอกจากนี้ยังสามารถเพิ่มจำนวนดอกและช่อดอกต่อต้น แต่ไม่เพิ่มจำนวนดอกต่อช่อ และเพิ่มจำนวนผลผลิตทั้งหมดต่อต้นของพันธุ์ Miyoshi แต่ไม่พบว่าผลผลิตของพันธุ์ Enrai เพิ่มขึ้น

Cortes *et al.* (2002) ศึกษาผลของ BRs เข้มข้น 0.00001 ถึง 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ในกระบองเพชร (*Opuntia ficus indica* (L) Mill. var. *lutea*) พบว่ามีการกระตุ้นให้เกิดการเจริญเติบโตในระยะแรกของ vegetative bud อย่างมาก นอกจากนั้นยังสามารถเพิ่มน้ำหนักสดและกระตุ้นให้เกิดการแก่ก่อนวัย (precocity) ซึ่งความเข้มข้นที่ทำให้เกิดการตอบสนองที่ดี คือ 0.001, 0.1 และ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร

พรศุลี และคณะ (2542) พบว่าในมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ และโชคอนันต์ การงอกของละอองเรณูจะสูงขึ้นเมื่อใช้ brassinolide 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนพันธุ์มันเดือนเก้าความเข้มข้นที่ดีคือ 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร นอกจากนี้การงอกของละอองเรณูพันธุ์น้ำดอกไม้จะสูงขึ้นเมื่อใช้ไซโตไคนิน 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร และมันเดือนเก้าการงอกของละอองเรณูจะสูงขึ้นเมื่อใช้ไซโตไคนิน 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนพันธุ์โชคอนันต์ใช้ 1 มิลลิกรัมต่อลิตร

เสาวภา (2547) ศึกษาผลของสารควบคุมการเจริญเติบโต (NAA 50 มิลลิกรัมต่อลิตร + GA_3 50 มิลลิกรัมต่อลิตร + BA 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร + Bassilide 0.002 มิลลิกรัมต่อลิตร) พบว่าทำให้ผลลำไยมีขนาดเพิ่มขึ้นมากกว่าชุดควบคุม และการใช้ NAA เข้มข้น 50 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ $Ca(NO_3)_2$ 0.5 เปอร์เซ็นต์ พ่น 2 ครั้ง ห่างกัน 1 สัปดาห์ ทำให้การติดผลของลำไยน้อยที่สุด และในด้านการเจริญเติบโตของผล และคุณภาพผล ในทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ชรัสนันท์ (2548) พบว่าการฉีดพ่นบราสิโนสเตียรอยด์ 0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้ผลลำไยมีความกว้าง ความยาว ความหนาของผล น้ำหนักสด น้ำหนักผลแห้ง น้ำหนักเนื้อแห้ง ความหนาของเนื้อเพิ่มขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

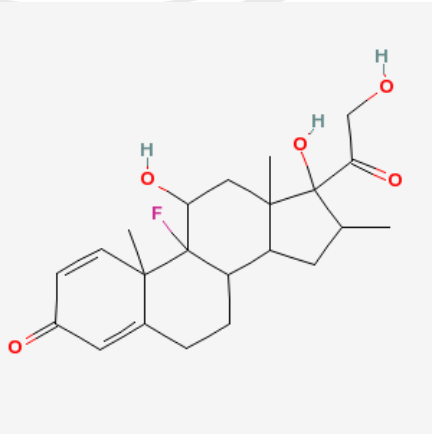
2.14 เด็กซามีธาโซน (Dexamethasone)

เด็กซามีธาโซน เป็นสารสเตียรอยด์สังเคราะห์ ในกลุ่ม โครติคอสเตียรอยด์ (Corticosteroid) หรือ กลูโคโครติคอยด์ เป็นสารละลายใส ไม่มีสี มีสูตรโครงสร้างเป็น 9-fluoro-11β, 17, 21-trihydroxy-16a-methylpregna-1, 4-diene-3, 20-dione (ภาพที่ 5) (Tayside University Hospital NHS Trust, 2000: Online) เด็กซามีธาโซน ซึ่งเป็นกลุ่มหนึ่งของฮอร์โมนสัตว์ ที่มีผลในการต่อต้านการอับเสบของสัตว์ และใช้ลดอาการที่เกิดจากภูมิคุ้มกัน (Anonymous, 2006 a)

2.14.1 **เด็กซามีธาโซนกับการเติบโตของพืช**

ในทางพืชแล้วพบว่า เด็กซามีธาโซนนั้นส่งผลต่อการชักนำให้มีการแสดงออกของยีน Green Inflorescent Protein ในพืชกลายพันธุ์ได้ (transgenic plant) (Tang *et al*., 2004) จากการให้เด็กซามีธาโซนกับยาสูบ (*Nicotiana plumbaginifolia* Viv.) และถั่วเขียว (*Phaseolus vulgaris*) พบว่าการพ่นเด็กซามีธาโซนนั้นสามารถควบคุมการสูญเสียน้ำจากใบได้ (Qin, 2002) การใช้เด็กซามีธาโซน ในลักษณะที่เป็น dexamethasone inducible promoter นั้นสามารถชักนำให้เกิดการขยายตัวของผนังเซลล์ในช่วงสุดท้ายของการพัฒนาได้ (Somerville, 2005)

Nathaniel and Bowman (2004) พบว่า เด็กซามีธาโซนมีผลต่อการทำงานของออกซิน ซึ่งเด็กซามีธาโซนมีผลต่อการยับยั้งการทำงานของกรดอินโด-3-อะซิติค (indo-3-aetic acid) ในการยับยั้งการยาวของรากอาราบิดอฟซีส ซึ่งจะเห็นได้ว่า การใช้เด็กซามีธาโซนอาจมีผลต่อการทำงานของฮอร์โมนพืชได้เช่นกัน แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อศึกษาการทำงานของเด็กซามีธาโซนในเชิงของการเป็นโปรโมเตอร์ของการทำงานของยีน พบว่า มีโปรตีนหลายตัวที่ต้องการชักนำจาก dexamethasone inducible promoter ซึ่งโปรตีนดังกล่าวจะเป็นโปรตีนที่อยู่ในนิวเคลียสมากกว่าในไซโตพลาซึม



ภาพที่ 5 โครงสร้างเคมีของ Dexamethasone (Tayside University Hospital NHS Trust, 2000: Online)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved