บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

ลิ้นจี่เป็นพืชในตระกูล Spindaceae มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Litchi chinensis* Sonn. มีชื่อสามัญว่า Litchi, Lychee Laichi, Leechee และ Lichee

ลิ้นจี่เป็นผลไม้ยืนต้นเขตกึ่งร้อน มีถิ่นกำเนิดในแถบตอนใต้ของประเทศจีน บริเวณมลฑล เสฉวน กวางเจา และยูนาน ซึ่งชาวจีนแถบนั้นปลูกกันมาไม่ต่ำกว่า 2,000 ปี แต่การแพร่กระจายจากถิ่นเดิมนั้นมีน้อยมาก และค่อนข้างช้ากว่าไม้ผลชนิดอื่นๆ หลังจากนั้นจึงมีการแพร่กระจายสู่ประเทศต่างๆอย่างกว้างขวาง

ในปัจจุบันลิ้นจี่ได้มีการแพร่พันธุ์ไปปลูกยังภูมิภาคต่างๆ เป็นอุตสาหกรรมท้องถิ่น เช่น ภาคใต้ของอเมริกาในรัฐฟลอริดา ประเทศอินเดีย ศรีลังกา ฮาวาย ไต้หวัน ฮ่องกง รัฐควีนส์แลนด์ของออสเตรเลีย ภาคใต้ของแอฟริกา และฟิลิปปินส์ (ศรีมูล, 2524)

สำหรับในประเทศไทย มีการนำเข้ามาปลูกครั้งแรกในปี พ.ศ. 2397 และแพร่ขยายไปตามจังหวัดต่างๆ ซึ่งส่วนใหญ่นิยมปลูกมากในภาคเหนือ เช่น ในจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย พะเยา น่าน แม่ฮ่องสอน และจังหวัดทางภาคกลางบางจังหวัดอีกด้วย (ศรีมูล, 2529)

สายพันธุ์ลิ้นจี่ที่ปลูกในประเทศไทย

สำหรับสายพันธุ์ของลิ้นจี่ที่ปลูกกันในประเทศไทยโดยทั่วไปนั้น Chaitrakulsub (1981) และ Subhadrabundhu (1990) กล่าวว่า มีอยู่ 2 กลุ่มใหญ่ คือ

1. พันธุ์ที่ไม่ต้องการช่วงอากาศหนาวเย็นมากนัก ก็สามารถออกดอกได้ ซึ่งเป็นลิ้นจี่ในเขตที่ลุ่มภาคกลาง และถือได้ว่าเป็นพันธุ์เศรษฐกิจของภาคกลางและภาคตะวันออก ลิ้นจี่ในกลุ่มนี้ได้แก่ พันธุ์ค่อม กะโหลกใบยาว สาแหรกทอง สำเภาแก้ว กระโถนท้องพระโรง กะโหลกใบอ้อ(จีนไทย) เป็นต้น

2. พันธุ์ที่ต้องการช่วงอากาศหนาวเย็นนานๆในการชักนำการออกดอก ซึ่งมีการปลูกกันมากทางภาคเหนือของไทย เช่น จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย เพชรบูรณ์ น่าน แพร่ ลิ้นจี่กลุ่มนี้ได้แก่ พันธุ์ฮงฮวย โอเฮียะ กิมเจง จักรพรรดิ กวางเจา และบริวสเตอร์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ลักษณะทั่วไปของลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวย

ลิ้นจี่พันธุ์ฮงอวย เป็นพันธุ์ที่มีทรงพุ่มขนาดใหญ่ ใบหนา สีเขียว ขอบใบบิด ยอดสีเหลืองอ่อนปนเขียว จัดเป็นพันธุ์กลาง ออกดอกในช่วงเดือนธันวาคมถึงมกราคม และผลแก่ในเดือนพฤษภาคม (พาวินและสัณห์, 2543)

มนตรีและคณะ (2516) ได้กล่าวถึงลักษณะพันธุ์ของลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวยไว้ดังนี้

ลำต้น ลักษณะลำต้นกลม ไม่เป็นพู ไม่มีร่อง เป็นพุ่มกว้างใหญ่ กิ่งห่างและเปราะง่าย ผิวเรียบ มีสีเทาปนน้ำตาล บางส่วนของลำต้นมีสีแดงบางส่วน ตกสะเก็ดเล็กน้อย

ใบ มีขนาดใหญ่ ยาว ด้านบนใบสีเขียวเข้มเป็นมัน เส้นใบใหญ่ ก้านใบสีน้ำตาลม่วง ยอดอ่อนสีเหลืองปนเขียวชุดละ 6-8 ใบ ใบเป็นรูปโล่ (elliptic) ปลายใบแหลม (acute) แผ่นใบมีการห่อตัวเล็กน้อย ขอบใบเป็นคลื่น ใบอ่อนสีเหลืองอมเขียว ใบแก่สีเขียวเข้ม การเรียงตัวของใบย่อยบนใบรวม มีทั้งแบบสลับ และตรงข้าม ใบย่อยมีจำนวน 2-4 คู่ เส้นกลางใบมีเส้นเดียว (สาโรจน์, 2538)

ดอก สีเหลืองครีม ดอกบานประมาณกลางเดือนกุมภาพันธ์ ช่อดอกยาว 20-30 เซนติเมตร ก้านดอกยาวประมาณ 4 มิลลิเมตร ช่วงเวลาดอกยังไม่บาน ช่อดอกมีสีดำปนน้ำตาล ช่วงเวลาแตกช่อดอกถึงเวลาดอกบาน ใช้เวลา ประมาณ 2 เดือน ดอกบานครั้งแรกมักเป็นดอกตัวผู้ (ศรีมูล, 2527)

ผล รูปทรงผลกลมรี รูปไข่ ไหล่กว้าง ผลโตปานกลาง ผลแก่เดือนพฤษภาคม ใน 1 กิโลกรัม จะมี 30-40 ผล หนามของผลห่าง ถ้าแก่จัดหนามจะเป็นตุ่มสั้นกว่าตอนยังไม่แก่ (มนตรีและคณะ, 2516) เปลือกบาง ผิวผลสีแดงอมชมพู เนื้อผลสีขาวขุ่น ความหวานประมาณ 17 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ รสหวานอมเปรี้ยว มีกลิ่นหอม เมล็ดขนาดปานกลาง (พาวินและสัณห์, 2543)

การติดผล

การติดผล (fruit setting) เป็นกระบวนการเริ่มแรกของการพัฒนาจากดอกไปเป็นผล สิ่งที่เป็นตัวบ่งชี้ว่าเริ่มมีการติดผล คือ รังไข่เริ่มมีการขยายขนาดขึ้น เมื่อดอกบานเต็มที่ และพร้อมที่จะรับการผสมเกสร จะสังเกตได้ว่าอับละอองตัวผู้จะแตกออก และปลดปล่อยละอองเกสรตัวผู้ ซึ่งมีขนาดเล็กมากออกมา เมื่อละอองเกสรตัวผู้ไปสัมผัสกับยอดเกสรตัวเมีย ไม่ว่าด้วยวิธีไหนก็ตามจะเกิดการพัฒนาต่อไป โดยละอองเกสรตัวผู้จะยืดตัวออกเป็นหลอดยาวงอกลงไปตามก้านเกสรตัวเมียเพื่อเข้าไปผสมกับไข่ ซึ่งอยู่ภายในรังไข่นั้น และเกิดการปฏิสนธิขึ้น ซึ่งเป็นจุดเริ่มแรกของการติดผล (นพดล, 2537)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การเจริญเติบโตของผลลิ้นจี่

การเจริญเติบโตของผลลิ้นจี่มี 3 ระยะ คือ 1. การเจริญเติบโตของเปลือกคัภพะและเปลือกหุ้มเมล็ด ใช้เวลา 7-8 สัปดาห์ 2. การเจริญของใบเลี้ยง และเริ่มมีการเจริญของเนื้อผล (aril) ใช้เวลา 2-3 สัปดาห์ 3. การเจริญของเนื้อ ใช้เวลา 5-6 สัปดาห์ (Menzel, 1984)

ผลลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวย มีการเจริญเติบโตแบบ single sigmoid curve อายุตั้งแต่ดอกบานจนถึงเก็บเกี่ยวได้อยู่ในช่วงระหว่าง 100-130 วัน อย่างไรก็ตามสภาพภูมิอากาศก็ยังเป็นตัวแปรที่สำคัญด้วย ซึ่งหากมีอุณหภูมิต่ำการเจริญเติบโตของผลจะเป็นไปค่อนข้างช้า ตามปกติการเจริญเติบโตของผลตั้งแต่เริ่มติดผลถึงผลแก่ใช้เวลาประมาณ 12 สัปดาห์ ขนาดความกว้างของผล น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และปริมาตรของผลเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ ในระยะตั้งแต่ติดผลถึงสัปดาห์ที่ 4 จากนั้นจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนถึงสัปดาห์ที่ 9 และจะค่อนข้างคงที่จนถึงระยะผลแก่ เปลือกผลมีน้ำหนักเปลือกเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ ตั้งแต่ติดผลจนถึงสัปดาห์ที่ 2 จากนั้นเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนถึงสัปดาห์ที่ 8 หลังจากนั้นจะค่อนข้างคงที่จนระยะผลแก่ ส่วนเนื้อจะเพิ่มขึ้นอย่ารวดเร็วตั้งแต่สัปดาห์ที่ 5 ถึงสัปดาห์ที่ 10 หลังจากนั้นจะเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ จนกระทั่งผลแก่ ในขณะที่ความกว้างของเมล็ดและน้ำหนักของเมล็ดเพิ่มขึ้นนับจากติดผลถึงสัปดาห์ที่ 3 และเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนถึงสัปดาห์ที่ 6 จากนั้นการเจริญจะค่อนข้างคงที่ ความยาวของเมล็ดเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในสัปดาห์ที่ 1 ถึงสัปดาห์ที่ 6 จากนั้นจะค่อนข้างคงที่จนถึงระยะผลแก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้จะมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เมื่อผลมีอายุ 6 สัปดาห์ จนถึงสัปดาห์ที่ 9 จากนั้นจะค่อนข้างคงที่ ส่วนปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ วัดหลังจากติดผล 7 สัปดาห์ มีปริมาณลดลงตามลำดับจนกระทั่งผลแก่ (Chaitrakulsub *et al*., 1988)

การร่วงของผล

การร่วงของผลก่อนกำหนด อาจเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติโดยไม่มีสิ่งแวดล้อมเข้ามาเกี่ยวข้อง หรืออาจเกิดจากการกระทำของสิ่งแวดล้อมก็ได้ ก่อนที่ผลจะร่วงบริเวณขั้วผล จะมีชั้นของคอร์กเซลล์ (cork cell) เกิดขึ้น เรียกว่า “abcission layer” เกิดเป็นบริเวณแคบๆ ไปตามด้านกว้างของผล ซึ่งผลจะหลุดร่วงออกจากต้นตรงจุดนี้

ปัจจัยที่ทำให้ผลร่วงก่อนแก่ เกี่ยวข้องกับทั้งปัจจัยภายในของพืชเอง เช่น พันธุ์ที่ใช้ปลูก ความสมบูรณ์ของต้น และสมดุลของอาหาร ตลอดทั้งปัจจัยภายนอก ไม่ว่าจะเป็นสภาพภูมิอากาศและการปฏิบัติดูแลรักษา

การร่วงของผลลิ้นจี่เกิดขึ้นได้ 2 ลักษณะ (รวี, 2540) คือ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

1. เกิดจากผลที่ไม่มีการผสมพันธุ์ (failure in fertilization) การร่วงของผลจะเกิดขึ้นภายในระยะเวลา 5-10 วัน หลังดอกบาน รังไข่มีการขยายขนาดได้เล็กน้อย ผลที่พบมีความยาวประมาณ 1.5 เซนติเมตร เมื่อผ่าออกดูจะไม่พบเมล็ดเลย จึงสามารถระบุสาเหตุได้ว่าเป็นผลที่ไม่มีการปฏิสนธิของไข่
2. เกิดจากการแห้งของเอมบริโอ หรืออาการผิดปกติของใบเลี้ยง (embryo abortion ; abnormal cotyledon) ผลอ่อนที่ร่วงนี้มีอายุระหว่าง 2-5 สัปดาห์ เมื่อผ่าผลออกดูมีส่วนของเมล็ดและ aril เจริญขึ้นมาแล้ว ส่วนของใบเลี้ยงอาจพบที่เป็น 3 ใบ ซึ่งสาเหตุของการเกิดการแห้งของเอมบริโอยังไม่ทราบแน่ชัด

Stern *et al.* (1995) ได้ศึกษาถึงลักษณะหรือ pattern ของการหลุดร่วงของผลอ่อนลิ้นจี่ ในปี 1988-1990 พบว่า การหลุดร่วงของผลมี 2 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 เกิดหลังจากสัปดาห์ที่ 4 สุดท้ายของระยะนี้ประมาณ 5-10 เปอร์เซ็นต์ ของจำนวนดอกเพศเมียเริ่มต้นสามารถอยู่รอดได้ และมีการพัฒนาจนถึงผลเล็กๆ

ระยะที่ 2 หลังจากนั้น 1 สัปดาห์ ถัดจากระยะที่ 1 อัตราการหลุดร่วงของผลอ่อนเกิดขึ้นสูงมาก (ในสัปดาห์ที่ 1 ของปี 1989 และสัปดาห์ที่ 2 ของปี 1988 และ 1990) จากนั้นจะลดลงทีละเล็กน้อย และเกือบหลุดสนิทในสัปดาห์ในสัปดาห์ที่ 8 และ 9 หลังดอกบาน ผลทั้งหมดที่หลุดร่วงในระยะนี้ พบว่า มี องค์ประกอบของ seed coat ที่พัฒนาเต็มที่ และอาจมี embryo ปกติหรือเป็นตำหนิก็ได้ ส่วนน้ำหนักผลอยู่ระหว่าง 2-6 กรัม ระยะนี้ประมาณครึ่งหนึ่งของผลที่เหลืออยู่มีการหลุดร่วง ดังนั้นเพียง 3-5 เปอร์เซ็นต์ ของจำนวนดอกเพศเมียเริ่มต้นเท่านั้นที่สามารถพัฒนาไปเป็นผลแก่ได้

อย่างไรก็ตาม พบว่า การเจริญของเอ็มบริโออย่างรวดเร็วนั้น เกิดขึ้นในระยะเดียวกันกับการหลุดร่วงครั้งที่ 2 ดังนั้นการเจริญของเมล็ดและการหลุดร่วงมีความสัมพันธ์กันในแต่ฤดูกาล และการหลุดร่วงครั้งสุดท้ายของระยะที่ 2 นี้ เกิดขณะที่ต้นลิ้นจี่มีการแตกใบอ่อน

ฮอร์โมนและสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช (ปรารถนา และคณะ, 2006)

ฮอร์โมนพืช (Plant Hormone หรือ Phytohormone) หมายถึงสารเคมีที่สร้างขึ้นภายในต้นพืช และในปริมาณเพียงเล็กน้อยก็สามารถที่จะมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชได้ ซึ่ง Takahashi (1988) ได้ให้คำจำกัดความกว้างๆของคำว่าฮอร์โมนพืชไว้ดังนี้

- เป็นสารที่สังเคราะห์ขึ้นโดยกระบวนการทางชีววิทยา ในส่วนหนึ่งส่วนใดของพืช และสามารถแสดงให้เห็นถึงลักษณะทางเคมีได้
- เป็นสารที่พบได้ทั่วๆไปอย่างกว้างขวางในอาณาจักรพืช

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

- สามารถแสดงออกถึงกิจกรรมทางชีววิทยาที่เฉพาะเจาะจงได้ที่ความเข้มข้นต่ำมาก และต้องสามารถแสดงถึงหน้าที่พื้นฐานในการควบคุมปรากฏการณ์ทางสรีรวิทยาได้ ในการทดสอบในห้องปฏิบัติการ

- โดยทั่วไปสารนั้นจะมีการเคลื่อนย้ายในต้นพืช จากแหล่งที่มีการสังเคราะห์ไปสู่บริเวณที่มันจะทำหน้าที่ควบคุมการเจริญเติบโต

สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช (Plant Growth Regulators) เป็นสารอินทรีย์ที่ไม่จำกัดว่าจะสร้างขึ้นภายในต้นพืช หรือมนุษย์สังเคราะห์ขึ้นมาโดยกระบวนการทางเคมี และเมื่อใช้ในปริมาณเพียงเล็กน้อย ก็จะไปมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชได้ ดังนั้นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชจึงรวมไปถึงฮอร์โมนพืช และสารสังเคราะห์ต่างๆที่มนุษย์คิดค้นขึ้นมา ปกติสารที่เรานำมาใช้มักเป็นสารสังเคราะห์ ไม่ได้นำฮอร์โมนพืชมาใช้โดยตรงเพราะการที่จะสกัดสารฮอร์โมนพืชออกมานั้นทำได้ยาก และต้นทุนสูง มีสารหลายชนิดที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการออกดอก แต่สารนั้นอาจไม่นับเป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชก็ได้เมื่อพิจารณาถึงคำจำกัดความของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ดังนี้

- ต้องเป็นสารอินทรีย์ ประกอบด้วย คาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน เป็นหลัก ดังนั้นปุ๋ยชนิดต่างๆ, สารโปแตสเซียมไนเตรทที่ใช้เร่งการออกดอกของมะม่วง ก็ไม่นับว่าเป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

- ต้องไม่ใช่สารอาหาร หรือธาตุอาหารพืช เช่น น้ำตาล กรดอะมิโน ฯลฯ

- ใช้ในปริมาณเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ก็สามารถแสดงผลต่อพืชได้

ฮอร์โมนและสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชในหลายๆกลุ่มนั้น พบว่า มีผลต่อคุณภาพของผลในไม้ผลหลายชนิด ซึ่งในปัจจุบันได้มีการใช้สารเคมีที่มีคุณสมบัติคล้ายกับฮอร์โมนและสารควบคุมการเจริญเติบโตชนิดต่างๆเหล่านั้นมาใช้ประโยชน์ในการขยายขนาดผล และพัฒนาคุณภาพผลผลิตในไม้ผล เช่นสารในกลุ่มหรือสารที่มีคุณสมบัติคล้าย Auxin Gibberellin และ Cytokinin

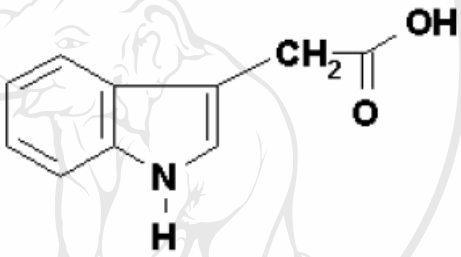
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ออกซิน (Auxins)

เป็นกลุ่มของสารที่สามารถชักนำให้เกิดการยืดตัวของเซลล์ และจะต้องมีคุณสมบัติทางสรีรวิทยาเหมือนกับ กรดอินดอลอะซิติก (IAA) ซึ่งเป็นออกซินธรรมชาติที่พบในพืช ออกซินเป็นสารที่มีคุณสมบัติทางเคมีเป็นกรด มีโครงสร้างเป็นวงแหวนที่ไม่อิ่มตัว (unsaturated ring)

ออกซินธรรมชาติ (Natural auxin)

พืชสังเคราะห์ออกซินขึ้นมาเพื่อใช้ควบคุมการเจริญเติบโต นอกจากนั้นแบคทีเรีย เชื้อรา และสาหร่ายบางชนิดก็สังเคราะห์ออกซินได้ IAA เป็นออกซินที่สังเคราะห์ขึ้นในธรรมชาติ กล่าวได้ว่าเป็น ออกซินธรรมชาติชนิดเดียวในพืช มีรายงานถึงสารหลายชนิดในพืช ที่กระตุ้นการเจริญเติบโตเหมือนกับออกซิน เช่น indolepyruvic acid, indoleacetaldehyde ฯลฯ สารเหล่านี้มักมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับ IAA อาจเป็นสารต้นกำเนิด (precursors) ของ IAA และจะแสดงออกถึงปฏิกริยาของออกซินก็ต่อเมื่อเปลี่ยนรูปไปเป็นออกซินแล้ว



ภาพที่ 1 สูตรโครงสร้างของ IAA

ออกซินสังเคราะห์ (Synthetic auxins)

ออกซินสังเคราะห์มีหลายชนิด สามารถแบ่งตามลักษณะทางเคมี ได้เป็น 5 กลุ่ม ดังนี้

1) Indole acid : ได้แก่ indoleacetic acid (IAA), indolepropionic acid (IPA), indolebutyric acid (IBA)

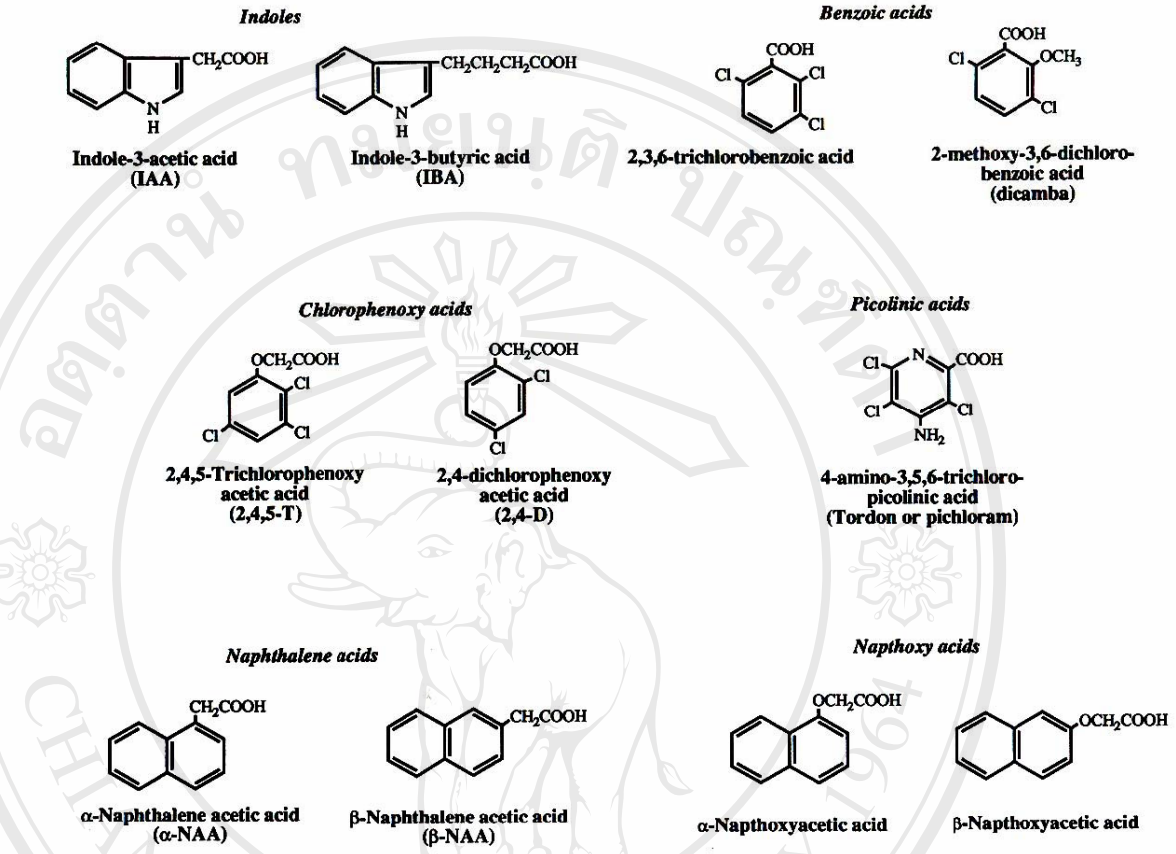
2) Naphthalene acid : ได้แก่ naphthaleneacetic acid (NAA), B-naphthoxyacetic acid (NOA)

3) Chlorophenoxy acid : ได้แก่ 2,4-D, MCPA, 2,4,5-T เป็นต้น

4) Benzoic acid : ได้แก่ 2,3,6-TBA, 2,4,6-TBA, 2-methoxy-3,6-dichlorobenzoic acid (dicamba) เป็นต้น

5) Picolinic acid : ได้แก่ pichloram เป็นต้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 2 ออกซินสังเคราะห์ชนิดต่างๆ

ผลของออกซินต่อกระบวนการทางสรีรวิทยาและการเจริญเติบโตของพืช

1) เร่งการเจริญเติบโตของพืช
2) ควบคุมการเจริญเติบโตของตาข้างและกิ่ง
3) การควบคุมการเจริญของผล
4) ควบคุมการเกิด
5) ควบคุมการหลุดร่วงของอวัยวะของพืช
6) เร่งการออกดอกของพืชบางชนิด
7) การยืดตัวของเซลล์
8) การตอบสนองต่อแสง (Phototropism)
9) การตอบสนองต่อแรงโน้มถ่วง (Geotropism)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

10) การสังเคราะห์เอทธิลีน

การใช้ประโยชน์ ของ Auxin ในการปรับปรุงคุณภาพไม้ผลนั้นมีมากมาย และใช้แพร่หลายในพืชหลายชนิด เช่น Ghosh *et al.*(1990) ใช้ NAA ที่ระดับความเข้มข้น 20 สตล. พ่นในสัปดาห์ที่ 2 จะทำให้ลิ้นจี่พันธุ์ Bombai ติดผลดีที่สุด นอกจากนั้น Stern and Gazit (1999) ใช้ สาร 3, 5, 6-TPA ซึ่งเป็น ออกซินสังเคราะห์กับลิ้นจี่พันธุ์ Kaimana และพบว่า สามารถลดการร่วงของผล และเพิ่มผลผลิตได้ 130-170 เปอร์เซ็นต์ นพดล (2537) ใช้ NAA ความเข้มข้น 100-400 สตล. ฉีดพ่นช่อผลลางสาดในระยะที่ผลเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเหลือง จะช่วยลดการหลุดร่วงของผลได้ นอกจากนั้นในอินทผลัม Amorós *et al.* (2004) พบว่าการใช้ NAA ในระยะที่ผลมีขนาดครึ่งหนึ่ง จะช่วยยืดระยะเวลาการสุกแก่ของผลได้

Quinmerac

เป็นสารประกอบที่มีสมบัติคล้ายออกซิน (Auxin-like compound) มีสูตรโครงสร้าง คือ $C_{11}H_8ClNO_2$ และมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า 7-chloro-3-methylquinoline-8-carboxylic acid ซึ่งโดยปกติแล้วจัดว่าเป็นสารกำจัดวัชพืชในรูปของ quinolinecarboxylic acid herbicides แต่มีรายงานว่า มีการนำมาใช้ในการพัฒนาคุณภาพของไม้ผลเช่นกัน เช่น Wittmann (2002) ได้ทดลองใช้สารนี้กับลิ้นจี่พันธุ์ Mauritius ที่ระดับความเข้มข้น 40, 50 และ 60 สตล. และพบว่าสามารถเพิ่มปริมาณ และน้ำหนักของผลขนาดใหญ่ได้ นอกจากนั้นยังมีการทดลองใช้กับผลไม้หลายๆชนิด เช่น ส้ม หรือมะกอกอีกด้วย

ภาพที่ 3 สูตรโครงสร้างของ Quinmerac

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

จิบเบอเรลลิน (Gibberellins)

เป็นสารพวก isoprenoid ที่มีโครงสร้างหลักเป็น ent-gibberellane สามารถกระตุ้นการแบ่งตัวและการยืดตัวของเซลล์ได้ มักเรียกว่า กรดจิบเบอเรลลิก (gibberellic acid ,GA) เพราะมีหมู่คาร์บอกซิล อยู่ในโครงสร้าง ปัจจุบันพบว่ามีมากกว่า 90 ชนิด พบทั้งในเชื้อราและในพืชชั้นสูง จิบเบอเรลลินแต่ละชนิดแตกต่างกันที่ตำแหน่งของ double bondและหมู่ hydroxyl (OH)

ผลของจิบเบอเรลลินที่มีต่อกระบวนการทางสรีรวิทยาและการเจริญเติบโตของพืช

1) ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชทั้งต้น โดยส่งเสริมการยืดยาวของลำต้น หรือการแบ่งเซลล์ หรือทั้งสองอย่าง แต่จะมีความแตกต่างกันมากในระหว่างชนิดของจิบเบอเรลลิน ซึ่งโดยทั่วไปการกระตุ้นการเจริญเติบโตของจิบเบอเรลลินในต้นพืช จะได้ผลดีกว่าในส่วนของพืชที่ตัดออกมา ซึ่งแตกต่างจากในออกซินมาก

2) พันธุกรรมต้นเตี้ย (Genetic dwarfism)

3) การตั้งท้องและการออกดอก (Bolting and Flowering)

4) การเคลื่อนย้ายอาหารสะสม, ผลต่อการงอกและการพักตัวของเมล็ด (Mobilization of storage compounds, effect on seed germinatiuon and dormancy)

5) กระตุ้นการงอกของเมล็ด โดยบางครั้งเมล็ดพืชบางชนิดจะไม่งอก ถึงแม้ว่าจะได้รับสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการงอกก็ตาม เนื่องมาจากเมล็ดเหล่านั้นอยู่ในระยะพักตัวเกิดได้จากหลายสาเหตุ และการแก้การพักตัวสามารถทำได้หลายวิธี ทั้งทางเคมีและกายภาพ เช่น เมล็ดพืชบางชนิดต้องผ่านความหนาวเย็นช่วงระยะเวลาหนึ่งเป็นการแก้การพักตัว และการให้จิบเบอเรลลินแก่เมล็ดพืชเหล่านั้น สามารถทำให้เมล็ดงอกเป็นปกติโดยไม่ต้องผ่านความเย็น

นอกจากนั้นยังมีการใช้ จิบเบอเรลลินในการเปลี่ยนเพศดอก (พืชตระกูลแตง), กระตุ้นการเกิดดอกตัวผู้, เร่งและยับยั้งการเกิดดอกในพืชบางชนิด, กระตุ้นการงอกของเมล็ดและตา และเพิ่มขนาดของผล

GA_3 (Gibberellic acid)

มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ คือ 2, 7-dihydroxy-1-methyl-8-methylene-13-oxo-1, 2, 4b, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 10a-decahydro-4a, 1-(epoxymethano)-7, 9a-methanobenzo[a]azulene-10-carboxylic acid GA_3 เป็นสารที่รู้จักกันมากที่สุดในกลุ่มของจิบเบอเรลลิน และมีการนำมาใช้ประโยชน์ในทางการเกษตรอย่างแพร่หลาย GA_3 หรืออาจเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า gibberellic acid ถ้าเป็นสารบริสุทธิ์จะเป็นผลึกสีขาว ละลายได้ดีในแอลกอฮอล์ แต่ไม่ละลายในน้ำ GA_3 ที่ผลิตขึ้นมาใช้ในทางการเกษตรมีอยู่ 3 รูปด้วยกัน คือ รูปสารบริสุทธิ์ รูปผงละลายน้ำ และสารละลายเข้มข้น การผลิต

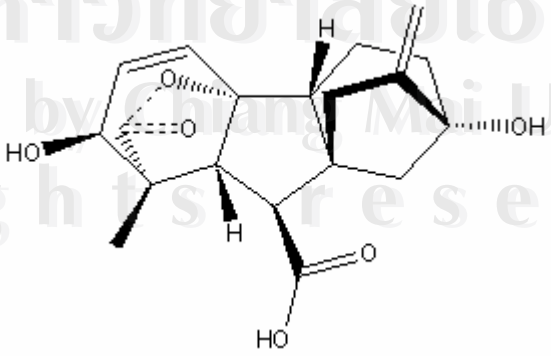
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

มักจะใช้ GA_3 ในรูปของเกลือโซเดียมหรือโปแตสเซียม (sodium และ potassium gibberellate) ซึ่งเกลือเหล่านี้จะละลายน้ำได้ดี

เมื่อมีการพ่นสาร GA_3 ให้พืช จะทำให้การสร้าง GA_3 ภายในพืชหยุดชะงักลง และจะเริ่มกระบวนการทำลาย GA_3 ส่วนเกินนั้นๆ เพื่อให้เข้าสู่ระดับปกติ ดังนั้นการสูญเสียประสิทธิภาพของ GA_3 ภายหลังการให้กับพืชแล้วจึงเป็นไปอย่างรวดเร็ว บางครั้งจึงจำเป็นต้องให้สารซ้ำ เพื่อให้พืชแสดงการ ตอบสนองออกมาได้เด่นชัดยิ่งขึ้น โดยปกติมักจะมีการให้สาร 3-4 ครั้ง โดยเว้นช่วงห่างกันประมาณ 3-14 วันต่อครั้ง (สุเมษ, 2537)

การใช้ GA_3 ในการเพิ่มผลผลิตของไม้ผลนั้นมีแพร่หลาย ทั้งในแง่ของการเพิ่มการติดผล หรือเพิ่มขนาดของผล เช่นในองุ่นพันธุ์ Perlette พบว่า การควั่นกิ่ง ร่วมกับการใช้ GA_3 ความเข้มข้น 40 สตล. สามารถเพิ่มขนาด และน้ำหนักของช่อ รวมถึงสามารถเพิ่มผลผลิตโดยรวมได้ (Ahmad *et al.*,2006) ส่วนใน เชอร์รีหวาน พันธุ์ Sweetheart การใช้ GA_3 ที่ระดับความเข้มข้น 20 สตล. สามารถเพิ่มขนาดผล ความแน่นเนื้อ และยืดอายุการเก็บเกี่ยวออกไปด้วย (Kappel and Macdonald, 2002) ในลิ้นจี่ Hansan and Chattopadhyay (1993) ทำการฉีดพ่นสารละลาย GA_3 ที่ระดับความเข้มข้น 50 สตล. จำนวน 2 ครั้ง ครั้งแรกในระยะดอกบานเต็มที่ ครั้งที่ 2 ห่างจากครั้งแรก 1 สัปดาห์ สามารถเพิ่มการติดผลของลิ้นจี่ได้ และ Brahmachari (1996) พบว่า การใช้ GA_3 ความเข้มข้น 50 สตล. ฉีดพ่นกับลิ้นจี่ ในระยะที่มีผลขนาดเท่าเมล็ดถั่ว และพ่นอีกครั้งห่างกัน 21 วัน สามารถเพิ่มความยาวผล ขนาดของผล และยังทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำสูงขึ้น ขณะเดียวกันก็มีปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ต่ำลง กิติโชติ (2537) ใช้ GA_3 กับลำไยพันธุ์ดอที่ระดับความเข้มข้น 50 สตล. ในระยะหลังดอกบาน ทำให้ขนาดผลและความหนาของเนื้อผลสูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ

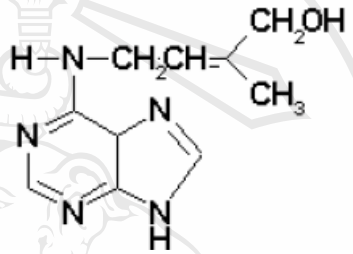
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 4 สูตรโครงสร้างของ GA_3

ไซโตไคนิน (Cytokinins)

เป็นสารประกอบ substituted adenine ที่มีคุณสมบัติในการกระตุ้นการแบ่งเซลล์ ซึ่งคำว่า Cytokinins ก็ตั้งขึ้นมาตามคุณสมบัติของมันในข้อนี้ ไซโตไคนินนั้นพบในพืชชั้นสูง, มอส, รา, แบคทีเรีย และใน tRNA ของจุลินทรีย์และเซลล์สัตว์จำนวนมาก ปัจจุบันพบว่ามีไซโตไคนินมากกว่า 200 ชนิด ทั้งที่เป็นสารธรรมชาติและสารสังเคราะห์



ภาพที่ 5 สูตรโครงสร้างของ Cytokinins

ไซโตไคนินที่พบในพืช

Zeatin [6-(4-hydroxy-3-methyl-trans-2-butenyl-amino)purine] : เป็นไซโตไคนินตัวแรกที่สกัดได้จากพืชชั้นสูง จากเอนโดสเปอร์มของเมล็ดข้าวโพด

Zeatin riboside พบในข้าวโพดหวาน และน้ำมะพร้าว

Isopentenyl adenine ในถั่วลันเตา

ไซโตไคนินพบมากที่สุดในบริเวณที่กำลังเจริญเติบโตและบริเวณที่มีการเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่องรวมทั้งราก ใบอ่อน ผลและเมล็ดที่กำลังพัฒนา เชื่อกันว่าแหล่งสำคัญที่สร้างไซโตไคนินคือ ปลายราก แล้วส่งไปยังส่วนต่างๆ ทางท่อลำเลียง

ไซโตไคนินสังเคราะห์

หลังจากที่พบว่า ไคนีทิน ในธรรมชาติเป็นสารพวก 6 – furfuryladenine ก็ได้มีการศึกษาสารสังเคราะห์อื่นๆ ที่คิดว่าจะมีคุณสมบัติเป็นไซโตไคนิน โดยเฉพาะสารในกลุ่ม 6-substituted purines ทำให้พบสารไซโตไคนินที่สำคัญจำนวนมาก ปัจจุบันมีไม่ต่ำกว่า 100 ชนิด เช่น

Kinetin (6-furfurylaminopurine)

BA (6-benzylaminopurine) เป็นไซโตไคนินที่มีกิจกรรมเท่าไคนีทิน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

BPA [6-(benzylamino)-9-(2-tetrahydropyranyl)-9H-purine]

ผลของไซโตไคนินที่มีต่อกระบวนการทางสรีรวิทยาและการเจริญเติบโตของพืช

1) การพัฒนาของตาและยอด (Bud and Shoot Development) โดยไซโตไคนินจะส่งเสริมการแตกตาข้าง และแก้การข่มของตายอด (apical dominance)
2) การแบ่งเซลล์และการสร้างอวัยวะ (Cell division and organ formation)
3) การงอกของเมล็ด และการขยายขนาดของเซลล์และอวัยวะ (Seed Germination, Cell and Organ Enlargement)
4) การชะลอการเสื่อมตามอายุ และการส่งเสริมการเคลื่อนย้ายสารอาหาร (Delay of senescence and promotion of translocation of nutrients and organic substances)

การนำไซโตไคนินมาใช้ทางการเกษตร

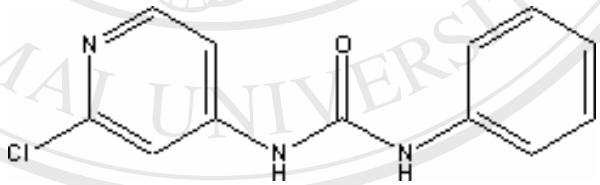
- ใช้ในงานเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ
- ใช้ควบคุมทรงพุ่มของต้นไม้ กระตุ้นการเกิดกิ่งแขนง
- กระตุ้นการเจริญของตา ในการขยายพันธุ์โดยการติดตา
- ใช้ชะลอการแก่ของผลผลิต ช่วยรักษาพืชผักให้สดอยู่ได้นานกว่าปกติ และยืดอายุดอกไม้
- ใช้ในการปรับปรุงคุณภาพผลผลิต โดยเฉพาะในเรื่องการขยายขนาดผล

CPPU

เป็นฮอร์โมนพืชสังเคราะห์ในกลุ่มของไซโตไคนิน มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า (N-(2-chloro-4-pyridyl)-N'-phenylurea ถูกค้นพบโดยนักวิทยาศาสตร์ชาวญี่ปุ่น ในทศวรรษที่ 70 มีการนำมาใช้ในการเพิ่มคุณภาพผลผลิต ในแง่ของการเพิ่มขนาดและน้ำหนักของผล ในพืชหลายชนิด เช่น ยาสูบ ส้ม สาลี่ แอปเปิล และองุ่น เป็นต้น (Dookoozlian, 2001) CPPU มีส่วนช่วยในการขยายขนาด และเพิ่มจำนวนของเซลล์ ชะลอการแก่ของผลผลิต และส่งเสริมการเคลื่อนย้ายของสารอาหารเข้ามาสู่ผล โดยในไม้ผล ปัจจุบันมีการทดลองนำมาใช้อย่างแพร่หลาย เช่น ในประเทศญี่ปุ่น Kano (2000) ได้ทดลองใช้ CPPU กับแตงโมพันธุ์ white-coloured rinds และพบว่ามีความกว้าง และจำนวนเซลล์เพิ่มขึ้นมากกว่าการไม่ใช้สาร Flaishman *et al.*(2001) พบว่า การใช้ CPPU ที่ระดับความเข้มข้น 10-20 สตล. ในระยะหลังดอกบาน 2 สัปดาห์ กับสาลี่พันธุ์ 'Spadona' และ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

'Costia' สามารถเพิ่มขนาดผลขึ้นได้ ในองุ่น Sabadal (2006) ทดลองให้ CPPU ที่ระดับความเข้มข้น 5, 10 และ 15 สตล. กับองุ่นทั้งพันธุ์ไร้เมล็ด และมีเมล็ด สามารถเพิ่มขนาดของผลให้ใหญ่ขึ้นด้วยเช่นกัน ส่วนในลิ้นจี่นั้น พบการใช้ CPPU ในแง่ของการยืดระยะเวลาการสุกและการเก็บรักษาของผลผลิต ยกตัวอย่างเช่น ในอิสราเอล Stern *et al.* (2006) ทำการให้ CPPU ที่ระดับความเข้มข้น 5-10 สตล. ในระยะที่ผลยังเป็นสีเขียว หรือระยะเริ่มเปลี่ยนสีผิวเป็นสีแดง ซึ่งพบว่าสามารถยืดอายุการเก็บเกี่ยวออกไปได้ 2-3 สัปดาห์ เมื่อเปรียบเทียบกับที่ไม่ได้ให้สาร และสารถเก็บรักษาได้ถึง 6 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส ในประเทศไทย การใช้ CPPU ในการพัฒนาคุณภาพของไม้ผลนั้นยังไม่กว้างขวาง เท่ากับการใช้ฮอร์โมนในกลุ่มของออกซิน เช่น NAA หรือ IAA และกลุ่มของจิบเบอเรลลิน เช่น GA_3 แต่มีการศึกษาก่อนหน้านี้ที่ได้ทดลองใช้ CPPU ในระดับความเข้มข้น 10, 30 และ 50 สตล. ชุบช่อผลลิ้นจี่จำนวน 2 ครั้งห่างกัน 1 สัปดาห์ ที่ระยะ 3 สัปดาห์หลังติดผล พบว่าการชุบช่อผลด้วย CPPU 50 สตล. มีแนวโน้มให้ผลขนาดใหญ่ทั้งความกว้าง และความยาวของผลสูงที่สุด ในส่วนของขนาดและน้ำหนักของส่วนต่างๆ ของผล พบว่าการชุบช่อผลด้วย CPPU ทุกระดับความเข้มข้นมีแนวโน้มในการเพิ่มทั้งความหนาและน้ำหนักของเนื้อผลได้ เมื่อเทียบกับการไม่ชุบสาร



ภาพที่ 6 สูตรโครงสร้างของ CPPU

การปลิดผล (Fruit thinning)

การปลิดผลออกบางส่วนเป็นวิธีหนึ่งที่นิยมทำกันในการเพิ่มคุณภาพผลผลิตของไม้ผล โดยหลักการของการปลิดผลก็คือ การจำกัดจำนวนผลของผลผลิตภายในต้น หรือในช่อไม่ให้มีมากจนเกินไป เป็นการลดการแข่งขันของผลในการใช้อาหารเพื่อใช้ในการเติบโต ซึ่งการติดผลที่มากจนเกินไปนั้นอาจส่งผลให้ผลมีขนาดเล็ก หรือคุณภาพผลผลิตต่ำได้ สำหรับวิธีที่มีการใช้ในการปลิดผลนั้น สามารถทำได้ทั้งการปลิดออกด้วยมือ หรือการใช้สารเคมี เช่น ethephon เป็นต้น การจำกัดจำนวนผลภายในต้น หรือภายในช่อ นอกจากจะใช้การปลิดผล ในไม้ผลหลายชนิดยังใช้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

วิธีการจำกัดการติดผลโดยการทำลาย หรือกำจัดดอกออกบางส่วน โดยการตัดปลายช่อดอกออก หรือการปลิดดอกออกด้วยมือ หรือการใช้สารเคมีเข้าช่วย เช่นในลำไย Wang *et al.* (2006) รายงานว่า การตัดปลายช่อของลำไยออก 50 –70 เปอร์เซ็นต์ สามารถช่วยเพิ่มขนาดของผลได้มากกว่าการตัดช่อดอกออก 30 เปอร์เซ็นต์ หรือการไม่ตัดปลายช่อดอก นอกจากนั้น Morton (1987) ยังรายงานว่า การกำจัดช่อดอกย่อยภายในยอดออก 3 ใน 4 และหลังจากติดผลก็ทำการปลิดผลออกบางส่วน สามารถเพิ่มขนาดและคุณภาพของผลลำไยได้ ส่วนในลิ้นจี่นั้น Huang (2006) พบว่า การปลิดช่อดอกหรือการตัดปลายช่อดอกออกบางส่วน สามารถเพิ่มการติดผลของลิ้นจี่พันธุ์ 'Feizixiao' ได้ นอกจากนั้น วินัย (2547) ได้ทำการตัดปลายช่อดอกของลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวย ออกประมาณ 1/3 ของความยาวช่อดอก และพบว่าการตัดช่อดอกมีแนวโน้มเพิ่มการติดผล รวมทั้งน้ำหนักของผลลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวยได้ การปลูกลิ้นจี่ในประเทศไทย โดยเฉพาะพันธุ์จักรพรรดิ เกษตรกรนิยมทำการปลิดผลลิ้นจี่ออกบางส่วนเพื่อเพิ่มคุณภาพ และขนาดของผล โดยเกษตรกรจะทำการปลิดผลออกด้วยมือให้เหลือจำนวนผลประมาณ 3-5 ผลต่อช่อ

จากข้อมูลที่ได้รวบรวมไว้ดังกล่าวข้างต้น จะเห็นได้ว่า ในการปรับปรุงคุณภาพผลผลิตในไม้ผลและการขยายขนาดของผล มีการใช้ฮอร์โมน และสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ในกลุ่มของออกซิน จิบเบอเรลลิน และไซโตไคนิน กันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากคุณสมบัติของฮอร์โมนดังกล่าวในการส่งเสริมการขยายขนาด การเพิ่มจำนวนของเซลล์ และการส่งเสริมการดึงอาหารมาใช้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง Quinmerac, GA_3 และ CPPU ซึ่งมีการนำมาใช้ในไม้ผลหลายชนิด รวมทั้งลิ้นจี่เอง โดยความเข้มข้นที่มีการใช้กันอยู่ตั้งแต่ 10 สตล. ขึ้นไป และพบว่า ความเข้มข้นที่สูงขึ้นจะยิ่งส่งผลส่งเสริมการออกฤทธิ์ของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชเหล่านี้ โดยความเข้มข้นที่เหมาะสมที่ใช้กันแพร่หลายของสารต่างๆ ดังกล่าว อยู่ในช่วง 50 สตล. นอกจากนี้ ยังได้มีการศึกษาหลายครั้งในการพยายามขยายขนาดของผลผลิตไม้ผลรวมถึงการปรับปรุงคุณภาพของผลผลิตให้ดีขึ้นโดยการจำกัดปริมาณผลผลิตโดยมีทั้งการใช้วิธีการทำลายดอก หรือผลให้มีจำนวนลดลงด้วยการใช้สารเคมี หรือการกระทำด้วยมือ ซึ่งก็พบว่ามีส่วนช่วยในการขยายขนาด และปรับปรุงคุณภาพของผลผลิตให้ดีขึ้นได้เช่นกัน ดังนั้น ในการศึกษาครั้งนี้จึงได้ทำการรวบรวมแนวทาง และวิธีการต่างๆ ทั้งการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช และการจำกัดปริมาณผลผลิต เพื่อช่วยในการปรับปรุงคุณภาพผล และขยายขนาดของผล และหาแนวทางและวิธีการที่เหมาะสมที่จะใช้ปฏิบัติกับลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวยต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved