บทที่ 5
วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลองที่ระดับความสูง 750 msl สภาพอากาศในช่วงเดือนตุลาคมอุณหภูมิเฉลี่ยเริ่มลดลง และลดลงอย่างต่อเนื่องในเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคม 2550 โดยเป็นช่วงที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุดของฤดูหนาว มีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 16.2 องศา โดยอุณหภูมิที่ต่ำลงส่งผลทำให้ต้นลิ้นจี่ที่ควั่นกิ่งและไม่ควั่นกิ่งออกดอกแต่มีเปอร์เซ็นการออกดอกค่อนข้างต่ำของทั้ง 2 กรรมวิธี ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าในช่วงก่อนการออกดอกในเดือนตุลาคม และพฤศจิกายน 2550 มีฝนตกตลอด โดยมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยประมาณ 50 มิลลิเมตร และเมื่อสังเกตจากความชื้นสัมพัทธ์ในช่วง 3 เดือนนี้พบว่ามีค่าค่อนข้างสูงประมาณ 80 เปอร์เซนต์ ทำให้มีการแตกใบอ่อนในช่วงก่อนการออกดอก ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การออกดอกค่อนข้างน้อย ในการทดลองนี้ได้สำรวจอัตราส่วนของเพศดอก พบว่าต้นที่ควั่นกิ่งและไม่ควั่นกิ่งไม่มีความแตกต่างกันโดยมีอัตราส่วนดอกเพศผู้มากกว่าดอกเพศเมีย และมีก้านช่อดอกค่อนข้างยาว ส่วนการเปลี่ยนแปลงอัตราการสังเคราะห์แสง การคายน้ำ ค่าประสิทธิภาพของปากใบ และประสิทธิภาพคลอโรฟิลล์ของต้นลิ้นจี่ที่ควั่นกิ่ง และไม่ควั่นกิ่งมีแนวโน้มลดลงในช่วงก่อนการออกดอก อีกทั้งปริมาณไนโตรเจนทั้ง 2 กรรมวิธีมีปริมาณไนโตรเจนลดลงในช่วงก่อนการออกดอกเล็กน้อยและเพิ่มขึ้นในวันที่ออกดอก ส่วนการเปลี่ยนแปลงปริมาณ TNC ในใบ เปลือกไม้ และเนื้อไม้ ทั้งสองกรรมวิธีมีค่าไม่แตกต่างกันและมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นช่วงก่อนการออกดอกจนถึงระยะออกดอก เมื่อดูค่าอัตราส่วน C/N ในใบพบว่าทั้ง 2 กรรมวิธีมีอัตราส่วน C/N เพิ่มสูงขึ้นในช่วงก่อนการออกดอก สำหรับการเปลี่ยนแปลงปริมาณฮอร์โมนในยอด และใบลิ้นจี่ พบว่าการควั่นกิ่งไม่มีผลต่อปริมาณ Z/ZR และ iP/iPA โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วงก่อนการออกดอกทั้งในต้นที่ควั่นกิ่ง และไม่ควั่นกิ่ง ส่วนการเปลี่ยนแปลงปริมาณ IAA ของยอดและใบค่อนข้างคงที่ในช่วงก่อนการออกดอก จากการศึกษาในพื้นที่ 750 msl นี้ พบความแตกต่างระหว่างกรรมวิธีต่างๆน้อยมาก เนื่องจากต้นลิ้นจี่ที่ควั่นกิ่งและไม่ควั่นกิ่งมีการออกดอกทั้ง 2 กรรมวิธี

ส่วนการทดลองที่ระดับความสูง 1,200 msl พบว่าในช่วงก่อนการออกดอกในเดือนเมษายนถึงมิถุนายน 2552 มีฝนตกตลอด ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 3 เดือนนี้เท่ากับ 108 มิลลิเมตร และปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ในช่วง 3 เดือนก่อนการออกดอกค่อนข้างสูงประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิเฉลี่ยช่วงก่อนการออกดอกในเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน 2551 ประมาณ 20 องศาเซลเซียส ซึ่งค่อนข้างสูงกว่าอุณหภูมิเฉลี่ยช่วงก่อนการออกดอกที่ระดับความสูง 750 msl ซึ่งพบว่าต้นที่ไม่ได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ควั่นกิ่งไม่มีการออกดอกแต่มีการแตกใบอ่อนแทน ซึ่งพาวินและนพดล (2543) พบว่าต้นลิ้นจี่ที่ผลิใบใกล้ช่วงเวลาของการออกดอกทำให้โอกาสของการออกดอกลดน้อยลง จากการสังเกตต้นลิ้นจี่ที่ผลิใบอ่อนเกิดขึ้นในเดือนพฤศจิกายนถึงธันวาคม พบว่าออกดอกน้อยลงหรือไม่ออกดอกเลย เช่นเดียวกับ วรินทร์และคณะ (2545) หากลิ้นจี่ผลิใบอ่อนกระชั้นชิดกับช่วงเวลาของการออกดอกจะมีผลทำให้โอกาสในการเกิดดอกลดลง แม้ว่าจะได้รับอุณหภูมิต่ำก็ตาม ทั้งนี้อาจเป็นเพราะใบและยอดอ่อนยังไม่สามารถสร้างสารกระตุ้นการออกดอกได้ หรือเกิดจากใบอ่อนที่มีสารยับยั้งการออกดอก ในขณะต้นที่ควั่นกิ่งสามารถออกดอกได้และมีเปอร์เซ็นต์การออกดอกค่อนข้างสูงประมาณ 89.7 เปอร์เซ็นต์ และไม่มีการแตกใบอ่อนช่วงก่อนการออกดอก อาจเป็นไปได้ว่าการควั่นกิ่งจะไปช่วยลดการเจริญเติบโตทางกิ่งใบ และมีการสะสมอาหารในกิ่งมากขึ้น (Menzel, 1983) ซึ่งตามปกติแล้วลิ้นจี่จะต้องการสภาพอากาศที่เย็น และแห้งเพื่อชะลอการเจริญเติบโตทางกิ่งใบ และกระตุ้นการออกดอก ซึ่งในฤดูหนาวลิ้นจี่ต้องการอุณหภูมิต่ำ 10 ถึง 15 องศาเซลเซียส และปริมาณน้ำฝนต่ำกว่า 60-80 มิลลิเมตร (Subhadrabandhu, 1990) มีรายงานว่าความแห้งแล้งหรือการขาดน้ำสามารถชักนำให้ไม้ผลเขตร้อนออกดอกได้ (Menzel and Waite, 2005; Menzel and Simpson, 1994) แต่ในลิ้นจี่พบว่าไม่ตอบสนองต่อความเครียดของน้ำ (Menzel *et al*., 1989) แต่ผลของการขาดน้ำน่าจะมีผลต่อช่วงเวลาการสร้างจุดกำเนิดช่อมากกว่ามีผลต่อการชักนำให้ออกดอก ซึ่งสภาพที่แห้งแล้งจะมีประสิทธิภาพในการชักนำเพียงช่วงที่มีอุณหภูมิต่ำร่วมด้วย (Menzel and Waite, 2005) นอกจากนี้พบว่าความชื้นในดินไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างการออกดอกของลิ้นจี่พันธุ์ Brewster ซึ่งปลูกในฟลอริดา (Menzel, 1983) อาจเป็นไปได้ว่าการออกดอกของลิ้นจี่น่าจะเกี่ยวข้องกับอุณหภูมิ ช่วงจังหวะของการแตกใบอ่อนจนถึงระยะใบแก่ และอายุของใบก่อนที่จะออกดอก ซึ่งในการทดลองนี้ต้นที่ควั่นกิ่งมีการออกดอกในช่วงที่ใบแก่ ในขณะที่ต้นที่ไม่ได้ควั่นกิ่งมีการแตกใบอ่อน และไม่ออกดอก Nunez-Elisea (1992) ทำการควั่นกิ่ง และเด็ดใบบริเวณเหนือรอยควั่นของยอดมะม่วงออก พบว่ายอดมีการเจริญไปเป็นใบเพียงอย่างเดียว ในขณะที่ทำการควั่นกิ่งโดยไม่เด็ดใบเหนือรอยควั่นทิ้ง จะทำให้ยอดเจริญเป็นช่อดอก จึงเชื่อว่าสารกระตุ้นการเกิดดอกสร้างที่ใบแก่และเคลื่อนย้ายผ่านทางท่ออาหารไปยังส่วนของตายอด ในการทดลองนี้ได้สำรวจอัตราส่วนของเพศดอกพบว่าที่ระดับความสูง 1,200 msl มีอัตราส่วนดอกเพศเมียมากกว่าแต่มีก้านช่อดอกค่อนข้างสั้นเมื่อเปรียบเทียบกับที่ระดับความสูง 750 msl ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานในลิ้นจี่พันธุ์ Fay Zee Siu ที่มีช่อดอกยาวจะมีอัตราส่วนดอกเพศผู้มากในขณะที่ช่อดอกสั้นจะมีสัดส่วนดอกเพศเมียมากกว่า (Wang and Qiu, 1997) นอกจากนั้น Menzel and Simpson (1992) ยังพบว่าอุณหภูมิต่ำสามารถเพิ่มจำนวนของดอกเพศเมียต่อช่อ ซึ่งการที่อุณหภูมิสูง หรือการขาดน้ำทำให้จำนวนดอกเพศเมียลดลงอาจเนื่องจากปัจจัยทั้งสองเพิ่มฮอร์โมนจิบเบอเรลริน (GAs) หรือลดปริมาณไซโตไค

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

นินในต้นลิ้นจี่ (Menzel and Simpson, 1991) ส่วนการขยายขนาดของผล และการหลุดร่วงของผล พบว่ามีการพัฒนาทางด้านความยาวก่อนจากนั้นจึงมีการขยายขนาดความกว้างของผล ส่วนการหลุดร่วงของผลจะร่วงมากในช่วงแรก 3 ถึง 5 สัปดาห์หลังดอกบาน ซึ่งการร่วงของผลอาจเนื่องมาจากการผสมเกสรเกิดขึ้นไม่สมบูรณ์ หรือต้นมีอาหารสะสมไม่เพียงพอ อีกทั้งช่วงเวลาดังกล่าวอาจมีความต้องการแคลเซียมเพื่อใช้ในการขยายขนาดของผลและสร้างเปลือกมากขึ้นทำให้มีการดึงแคลเซียมบริเวณขั้วผลมาใช้ด้วยทำให้แคลเซียมมีไม่เพียงพอที่จะทำให้ผลยึดติดกับก้านช่อผลทำให้เกิดการหลุดร่วงของผลมากขึ้น ดังนั้นการเพิ่มปริมาณอาหารสะสมอาจทำโดยการควั่นกิ่งและการปลิดผลทิ้งบางส่วนเพื่อลดความรุนแรงของการแก่งแย่งอาหารอาจทำให้ผลร่วงน้อยลง (รจเร และคณะ, 2547) หรือในช่วงนี้อาจต้องมีการให้ธาตุอาหารเสริมเช่นแคลเซียม โบรอน

นอกจากนั้นแล้วผลของการควั่นกิ่งที่ระดับความสูง 1,200 msl ทำให้อัตราการสังเคราะห์แสง ประสิทธิภาพของคลอโรฟิลล์มีค่าลดลงในช่วงก่อนการออกดอก และต่ำกว่าต้นที่ไม่ได้ควั่นกิ่ง ในขณะที่การคายน้ำ ค่าประสิทธิภาพของปากใบ แตกต่างกันเพียงเล็กน้อย ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของการใช้สารโพแทสเซียมคลอเรตในลำไยพบว่าอัตราการสังเคราะห์แสงในใบลำไยช่วงก่อนการออกดอกลดลงอย่างชัดเจน แต่ยังไม่เป็นที่เข้าใจเกี่ยวกับสาเหตุของการลดลงดังกล่าว (พิทยา, 2546) และพบว่าอัตราการสังเคราะห์แสง และประสิทธิภาพของคลอโรฟิลล์จะสูงในกิ่งที่ไม่ออกดอกเมื่อเปรียบเทียบกับกิ่งที่ออกดอก ส่วนค่าการยอมให้ก๊าซผ่านของปากใบ และการคายน้ำของต้นลิ้นจี่ที่ออกดอกและไม่ออกดอกพบว่าทั้ง 2 กรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันในช่วงก่อนการออกดอก มีรายงานว่าในไม้ผลหลายชนิด เช่นแอปเปิล ต้องการใช้อาหารสะสมปริมาณมากในการสนับสนุนการชักนำ และพัฒนาตาดอก (Masarovicova and Novara, 1994, Ferree and Palmer, 1992) ซึ่งอัตราการสังเคราะห์แสงน่าจะต้องสูงเพื่อให้ได้อาหารไปใช้ในการออกดอก แต่ในการทดลองนี้พบว่าการควั่นกิ่ง และไม่ควั่นกิ่งมีอัตราการสังเคราะห์แสง การคายน้ำ ค่าประสิทธิภาพของปากใบ และประสิทธิภาพคลอโรฟิลล์ ลดลง ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Shivashankara and Mathai (2000) และ Roper *et al.* (1988) ที่พบว่าอัตราการสังเคราะห์แสงในใบมะม่วง และเชอรี่ของกิ่งที่ออกดอกจะต่ำกว่ากิ่งที่ไม่ออกดอก ซึ่งสาเหตุการลดลงของอัตราการสังเคราะห์แสงยังไม่มีข้อมูลที่ชัดเจน แต่อาจเป็นไปได้ว่าเกิดสารยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ในขบวนการ carboxylation ในชั้น mesophyll ซึ่งกรดแอบไซสิค อาจเป็นสารยับยั้งดังกล่าว เนื่องจากพบว่ามีการสะสมกรดแอบไซสิคในช่วงการออกดอก (Raschke and Fischer, 1987, Jones *et al.,* 1976; Bangerth *et al.,* 1986 and Bower *et al.,* 1990) โดยกรดแอบซิซิคเป็นฮอร์โมนที่ควบคุมการปิดเปิดปากใบ (Mansfield and McAinsh, 1995) แต่อย่างไรก็ตามมีการวัดระดับของกรดแอบซิซิคในต้นลิ้นจี่ (Chen, 1990) และลำไย (Qiu *et al*., 2001) พบว่าไม่เกี่ยวข้องกับการออกดอก (Menzel and Waite, 2005) ดังนั้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสังเคราะห์แสงกับการออกดอกในไม้ผลจึงควรมีการศึกษาในรายละเอียดต่อไป

สำหรับการเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนที่ระดับความสูง 1,200 msl ต้นลิ้นจี่ที่ควั่นกิ่งมีปริมาณไนโตรเจนลดลงในช่วงก่อนการออกดอกค่อนข้างชัดเจน ส่วนต้นที่ไม่ได้ควั่นกิ่งมีปริมาณไนโตรเจนเพิ่มขึ้นและมีการแตกใบอ่อน แสดงว่าปริมาณไนโตรเจนมีผลต่อการออกดอก โดยการควั่นกิ่งสามารถลดปริมาณไนโตรเจนในใบ ยับยั้งการแตกใบอ่อน และส่งเสริมการออกดอกได้ Menzel (1983) พบว่าการควั่นกิ่ง และให้ Auxin เข้าไปทางรอยควั่นจะช่วยลดการแตกใบอ่อนในช่วงการเจริญเติบโตทางกิ่งใบ (vegetative growth) ในขณะที่ Menzel *et al.*, (1988) พบว่าในระยะ 1 เดือนก่อนการออกดอกกิ่งลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวย (Tai So) เริ่มผลิใบใหม่เมื่อไนโตรเจนในใบสูงกว่า 1.5 % และจำนวนกิ่งที่ผลิใบใหม่จะเพิ่มอย่างรวดเร็วเมื่อไนโตรเจนในใบเท่ากับ 1.75 % จากการทดลองก็พบว่าต้นลิ้นจี่ควั่นกิ่งที่ระดับความสูง 1,200 msl มีปริมาณไนโตรเจนต่ำกว่า 1.5 % ในช่วงก่อนการออกดอก Menzel *et al.*, (1995) สรุประดับของไนโตรเจนในช่วง 1.3-1.5 เปอร์เซ็นต์ ในน้ำหนักแห้งของใบเป็นระดับที่เหมาะสมสำหรับการออกดอกของลิ้นจี่ แต่ถ้าความเข้มข้นสูงกว่านี้จะทำให้มีการแตกใบอ่อน และผลผลิตบางปีลดลง สำหรับการขาดน้ำและไนโตรเจนในระดับที่รุนแรงและยาวนานจะทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของรากลดลง โดยเฉพาะต้นที่ถูกควั่นกิ่งซึ่งอาจทำให้รากเจริญเติบโตช้าลง รากจึงดูดธาตุไนโตรเจนไม่ทันต่อความต้องการเพื่อการสังเคราะห์แสง (Menzel and Simpson, 1987) ซึ่งจากการที่ไนโตรเจนลดลงอาจมีความสัมพันธ์กับอัตราการสังเคราะห์แสงที่ลดลงในช่วงก่อนการออกดอก Chaitrakulsup (1981) พบว่าปริมาณไนโตรเจนในใบลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวยเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนถึงสัปดาห์ที่ 9 ก่อนการแตกใบอ่อนหลังจากนั้นจะลดลง จึงอาจเป็นไปได้ว่าใบอ่อนเป็นแหล่งที่ต้องการธาตุอาหารเพื่อนำไปใช้ในการเจริญเติบโต นอกจากนั้นเมื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนโตรเจน (total nitrogen ;TN), iP/iPAและปริมาณ Z/ZR ของต้นควั่นกิ่งที่ระดับความสูง 1,200 msl. พบว่ามีความสัมพันธ์ระหว่าง TN ในใบที่เพิ่มมากขึ้นทำให้ปริมาณ iP/iPAและZ/ZR ในยอดลดลง ซึ่งสอดคล้องกับ Sakakibara *et al.,* (2006) ศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างไนโตรเจน และไซโตไคนิน พบว่าไนโตรเจนที่อยู่ในรูปของไนเตรทจะกระตุ้นการทำงานของชุดยีนในราก และใบเพื่อที่จะไปสร้างกรดอะมิโนสำหรับใช้ในการเจริญเติบโต ในขณะที่การสังเคราะห์ไซโตไคนินจะถูกควบคุม (up-regulate)โดยไนเตรท ซึ่งไซโตไคนินถูกกล่าวว่าเป็นตัวควบคุมการตอบสนองทางสัณฐานวิทยาและความสามารถในการสังเคราะห์โปรตีนแสดงว่าไนเตรทอาจจะไปกระตุ้นการทำงานของชุดยีนในราก และใบที่ใช้ในการสังเคราะห์ไซโตไคนิน ซึ่งในพืช Arabidopsis พบจีโนม IPT ,IPT3, IPT5 และ IPT8 ที่มีรูปแบบการแสดงออกที่ทำให้เกิดการ differentiatiate การวิเคราะห์ IPT ในแต่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ละตัวทำให้ทราบว่า IPT3 ซึ่งพบมากในท่ออาหารจะถูกควบคุมโดยไนเตรท ซึ่งรูปแบบการชักนำ IPT3 นั้นมักเกี่ยวกับการสะสมไซโตไคนิน และการสะสมไนเตรท ตรงกันข้ามกับ IPT5 ที่มักแสดงในส่วนของปลายรากซึ่งสัมพันธ์กับความเข้มข้นของไนเตรทและ แอมโมเนียมไนเตรท (NH_4^+) ในขณะที่ความสัมพันธ์ของปริมาณไนโตรเจนไม่ได้เกี่ยวข้องกับปริมาณ TNC ถึงแม้ว่าในช่วงก่อนการออกดอกต้นที่ควั่นกิ่งจะมีอัตราส่วน C/N สูงก็ตาม ซึ่งสอดคล้องกับ Chaitrakulsup (1981) ปริมาณ TNC ในใบหรือในกิ่งของลิ้นจี่จะเพิ่มขึ้นในช่วงการออกดอกหรือแตกใบอ่อน ในขณะที่ระดับของ TN ไม่ได้ลดลงหรือเพิ่มขึ้น

ส่วนการเปลี่ยนแปลงปริมาณ TNC ในใบ เปลือกไม้ และเนื้อไม้ของลิ้นจี่ ในพื้นที่ 1,200 msl พบปริมาณ TNC ในต้นที่ควั่นกิ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วงก่อนการออกดอก จนถึงระยะออกดอก ในขณะที่ต้นที่ไม่ได้ควั่นกิ่งมีปริมาณ TNC ในใบ เปลือกไม้ และเนื้อไม้ ต่ำกว่าต้นที่ควั่นกิ่งในช่วงก่อนการออกดอก ซึ่งสอดคล้องกับ Chaitrakulsup (1981) พบว่าปริมาณ TNC ในใบและยอดช่วงก่อนการออกดอกเพิ่มขึ้นและลดต่ำลงในระยะออกดอก เช่นเดียวกับ วันทนา (2543) พบว่าปริมาณ TNC ในยอดลำไยเพิ่มขึ้นสูงสุดก่อนการออกดอก หลังจากนั้นลดลงในสัปดาห์ที่มีการสร้างดอก และจากการศึกษาการสะสมอาหารในต้นลิ้นจี่ในระยะออกดอก พบว่ามีปริมาณแป้งในส่วนยอด ใบ ลำต้นและรากมากกว่าต้นที่อยู่ในระยะการเจริญเติบโตทางกิ่งใบ (Menzel *et al.,* 1995) ในขณะที่ Mata and Tominaga (1998) ได้พบว่าในส้มจีน (Citrus reticulate Blanco.) พันธุ์ Yoshida ที่มีปริมาณ TNC ในใบมาก มีการออกดอกเพิ่มขึ้นโดยมีการเจริญทางกิ่งใบน้อย ส่วนต้นที่แตกใบอ่อนนั้น ศิริเพ็ญ (2544) แสดงให้เห็นว่าลิ้นจี่มีการสะสม TNC ไว้ในกิ่งสำหรับใช้ในการสร้างใบอ่อนที่จะเกิดต่อมา เมื่อใบยังอ่อนอยู่ประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงยังต่ำ กิ่งจึงต้องส่งอาหารมาเลี้ยงใบซึ่งแตกมาใหม่ เพื่อนำไปใช้ในการเติบโตและพัฒนาของใบจึงทำให้ปริมาณ TNC ในกิ่งลดลง หลังจากออกดอกแล้วปริมาณ TNC ของต้นที่ออกดอกมีปริมาณ TNC ลดลง ซึ่งสอดคล้องกับกับรายงานของ ดารณี และตระกูล (2545) กล่าวว่า ปริมาณของ TNC ในยอดของต้นลำไยเริ่มสูงขึ้นในช่วงก่อนเห็นตาดอกจากนั้นมีปริมาณลดลงในช่วงเกิดช่อดอกแล้ว เนื่องจากต้นที่มีการออกดอกต้องการปริมาณการสะสมคาร์โบไฮเดรตจำนวนมากจากแหล่งสะสมอาหาร เช่น กิ่งเพื่อใช้ในการเจริญของยอดใหม่ซึ่งมีการแบ่งเซลล์ ขยายเซลล์ และสร้างสารที่เป็นองค์ประกอบของเซลล์มากขึ้น ในขณะที่ Chen and Li (2004) พบว่าต้นลำไยที่ได้รับ $KClO_3$ จะมีแป้งในใบลดลงในช่วงก่อนการออกดอก ซึ่งจะเห็นได้ว่าการส่งอาหารที่สะสมไว้ในกิ่งและใบ นำไปใช้ในการเจริญพัฒนาตาดอกที่มีจำนวนมากจึงทำให้ปริมาณคาร์โบไฮเดรตในกิ่งและใบลดลง เช่นในรายงานของ Filip *et al.* (2006) พบว่าการออกดอกมีส่วนสัมพันธ์กับการเคลื่อนย้าย CHO จากใบไปยังบริเวณปลายยอด ทำให้ปลายยอดมีปริมาณ CHO สูงขึ้น นอกจากนั้น Chaitrakulsup (1981) รายงานว่าเมื่อต้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวยมีการออกดอกทำให้ปริมาณ CHO ในใบลดต่ำลงด้วยเช่นกัน เนื่องจากคาร์โบไฮเดรตที่ได้จากการสังเคราะห์แสงในช่วงที่มีการออกดอกจะใช้สำหรับการเจริญของช่อดอกเป็นส่วนใหญ่

นอกจากนี้ยังมีสมมติฐานเกี่ยวกับ C/N ratio เป็นสัดส่วนที่บ่งบอกถึงปริมาณสารอาหารที่สะสมอยู่ในรูป CHO และปริมาณสารประกอบที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบที่เหมาะสมต่อการออกดอก (จำนง, 2542) เมื่อดูจากค่าอัตราส่วน C/N ในใบของต้นที่ควั่นกิ่งที่ระดับความสูง 1,200 msl พบว่าการควั่นกิ่งทำให้อัตราส่วน C/N เพิ่มสูงขึ้นในช่วงก่อนการออกดอกในขณะที่ต้นไม่ได้ควั่นกิ่งไม่มีการออกดอกและมีอัตราส่วน C/N ต่ำกว่า ทั้งนี้จากการรายงานของ ศศิธร (2533) พบว่าปริมาณ TNC และ TN มีผลต่อการออกดอกของลิ้นจี่ โดยอัตราส่วนระหว่าง TNC ต่อ TN สูงในช่วงก่อนการออกดอกจะทำให้มีเปอร์เซ็นต์การออกดอกสูง ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับ กวิศร์และคณะ (2533) พบว่าการเปลี่ยนตาใบไปเป็นตาดอกของเงาะเกิดขึ้นเมื่ออัตราส่วนระหว่าง TNC ต่อ TN สูง เช่นเดียวกับ กิติโชติ (2537) รายงานว่าต้นลำไยที่มีการออกดอกมาก มีอัตราส่วนระหว่าง TNC ต่อ TN สูง แต่อย่างไรก็ตามการออกดอกไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณแป้งเดิมที่สะสมก่อนการออกดอก (Menzel *et al.,* 1995) นอกจากนี้ที่อุณหภูมิต่ำ (20/12.5 ^{0}C) ชักนำให้ลิ้นจี่ออกดอก ขณะที่ลิ้นจี่ที่ไม่ออกดอกที่อุณหภูมิสูง (30/12.5 ^{0}C) ทั้งที่ปริมาณแป้งที่สะสมอยู่ในใบและกิ่งไม่มีความแตกต่างกัน (Menzel *et al.,* 1989) และได้มีการทดลองในสภาวะควบคุม แสดงให้เห็นถึงการออกดอก หรือการตอบสนองด้านกิ่งใบไม่ได้ขึ้นอยู่กับความแตกต่างของปริมาณคาร์โบไฮเดรตหรือไนโตรเจนในใบทั้งในลิ้นจี่ และมะม่วง (Batten and McConchie, 1995; Davenport and Ying, 2003; Davenport *et al*., 2001) แต่อย่างไรก็ตามเมื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ TNC กับ TN ของต้นลิ้นจี่ในช่วงก่อนการออกดอกพบว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน จากข้อมูลเบื้องต้นอาจจะสรุปได้ว่าในช่วงก่อนการออกดอกมีการสะสมคาร์โบไฮเดรตในกิ่ง และใบเพื่อใช้ในการพัฒนาช่อดอก หลังจากนั้นปริมาณจะลดลง แต่อย่างไรก็ตามความต้องการปริมาณคาร์โบไฮเดรตในไม้ผลที่ต้องการสภาพอากาศที่หนาวเย็นยังมีบทบาทสำคัญในช่วงก่อนการออกดอกถึงแม้ว่าปริมาณคาร์โบไฮเดรตอาจจะไม่ใช่ปัจจัยหลักที่ทำให้ไม้ผลหลายๆชนิดออกดอกก็ตาม

สำหรับการเปลี่ยนแปลงปริมาณฮอร์โมนในยอด และใบลิ้นจี่ที่ระดับความสูง 1,200 msl พบว่าการควั่นกิ่งมีผลทำให้ปริมาณ iP/iPA เพิ่มขึ้นในช่วง 1 สัปดาห์ก่อนการออกดอก และสูงที่สุดในวันที่ออกดอก เช่นเดียวกับปริมาณ Z/ZR ที่มีค่าสูงที่สุดในวันที่ออกดอก ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ ดรุณี (2539) พบว่าปริมาณสารคล้ายไซโตไคนินเพิ่มขึ้นในช่วงก่อนการออกดอกและแตกใบอ่อนมีปริมาณที่ต่ำในสัปดาห์ที่ 9 ก่อนการออกดอกและแตกใบอ่อน และจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 7 และจะคงที่ไปถึงสัปดาห์ที่ 5 ของการออกดอกของต้นลิ้นจี่ เช่นเดียวกับการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ทดลองของโรจน์รวี (2539) พบว่าปริมาณสารคล้ายไซโตไคนินในยอดลำไยพันธุ์ดอเพิ่มขึ้นในช่วงก่อนการแตกใบอ่อน แต่ไม่สามารถวัดปริมาณไซโตไคนินได้ในช่วงก่อนการออกดอก แสดงว่าการแตกใบอ่อนอาจมีความต้องการใช้สารไซโตไคนินด้วยเช่นกัน ในขณะที่ Hegele *et al.* (2004) พบว่าปริมาณไซโตไคนินในยอดลำไยเพิ่มขึ้นหลังการราดสารโพแทสเซียมคลอเรต ปริมาณของไซโตไคนินที่เพิ่มขึ้นอาจเป็นตัวบ่งชี้หรือสัญญาณ (Signal) ถึงการออกดอกของลำไย นอกจากนั้น Chen (1987) พบปริมาณไซโตไคนินในท่อลำเลียงน้ำของมะม่วงสูง ในระยะที่ตาดอกเริ่มมีการพัฒนาจนถึงระดับสูงสุดในระยะที่มีการบานของดอกทั้งหมด ณัฐวดี (2545) พบปริมาณสารคล้ายไซโตไคนินมีแนวโน้มสูงขึ้นในช่วงก่อนการออกดอก ในขณะที่ Stern *et al.* (2003) พบว่าในสภาวะเครียดของลิ้นจี่ปริมาณ ZR ในท่อลำเลียงน้ำลดลง แต่ Dihydrozeatinriboside (DHZR) เพิ่มขึ้น ในขณะที่ลิ้นจี่ออกดอกปริมาณ ZR สูงขึ้น ขณะที่ DHZR ลดลง ซึ่ง Srivastava (2001) กล่าวว่าปริมาณ DHZR ที่ลดลงขณะที่ปริมาณ ZR เพิ่มขึ้น อาจเนื่องมาจาก DHZR เป็นสารที่ได้จากการเกิดปฏิกิริยา reduction ของ ZR ปริมาณของสารทั้งสองจึงมักเกิดขึ้นตรงข้ามกัน ในขณะเดียวกัน DHZ ก็เกิดจากปฏิกิริยา reduction ของ Z เช่นเดียวกัน แต่อย่างไรก็ตามเมื่อหาความสัมพันธ์ระหว่าง Z/ZR และ iP/iPA ของต้นลิ้นจี่ที่ควั่นกิ่ง ที่ระดับความสูง 1,200 msl มีแนวโน้มพบความสัมพันธ์เชิงบวก กล่าวคือเมื่อปริมาณ iP/iPA เพิ่มขึ้นทำให้สาร Z/ZR เพิ่มขึ้นด้วย

นอกจากนั้นการควั่นกิ่งไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณ IAA ที่ความสูง 1,200 msl โดยปริมาณฮอร์โมนในยอดของกรรมวิธีที่ควั่นกิ่งและไม่ควั่นกิ่งมีแนวโน้มลดลงในช่วงก่อนการออกดอก แต่ในช่วงวันที่ออกดอกและหลังจากออกดอกแล้วการควั่นกิ่งมีผลทำให้ปริมาณฮอร์โมน IAA ของต้นที่ควั่นกิ่งต่ำกว่าต้นที่ไม่ได้ควั่นกิ่ง ซึ่งการควั่นกิ่งจะทำลายท่อลำเลียงอาหาร ทำให้ยับยั้งการเคลื่อนที่ของออกซินจากยอดลงไปสู่ปลายราก (Lomax *et al.*, 1995) ซึ่งสามารถลดการเจริญของราก การยับยั้งการเจริญของรากจะมีผลต่อการผลิตไซโตไคนินในส่วนของปลายรากเพิ่มขึ้น (Chen *et al.*, 1985) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Chattrakul (2005) พบว่าเมื่อลิ้นจี่ได้รับอุณหภูมิต่ำที่อุณหภูมิกลางวันต่อกลางคืนเท่ากับ 15/10 องศาเซลเซียส จะทำให้ปริมาณ IAA ในตา ยอด ใบ เปลือก และleaf diffusate เพิ่มขึ้นเล็กน้อยในวันที่ 28 หลังการทดลอง แต่เมื่อมีการเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้นหลังจากได้รับอุณหภูมิต่ำปริมาณ IAA มีแนวโน้มลดลงในทุกส่วนของพืช ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ตายอดของลิ้นจี่ปรากฏตุ่มตาดอก ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าในขณะที่พืชมีการเจริญเติบโตทางด้านการสืบพันธุ์ออกซินจะเปลี่ยนแปลงจากตัวกระตุ้นในระยะการพัฒนาทางลำต้นและใบ มาเป็นตัวยับยั้งการพัฒนาทางด้านสืบพันธุ์ โดยพบว่าออกซินยับยั้งการเกิดตาดอก ซึ่งได้มีการศึกษาการให้ออกซินกับพืชวันสั้น พบว่าในสภาพวันสั้นจะทำให้พืชไม่ออกดอก แสดงว่าออกซินที่ได้จากภายนอกเป็นตัวยับยั้งการสร้างตาดอก (Zeevaart, 1987) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองที่ใช้สาร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โพแทสเซียมคลอเรต กระตุ้นให้ลำไยออกดอกโดยปริมาณไซโตไคนินในยอดลำไยที่ราดสารโพแทสเซียมคลอเรตมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ในขณะที่ปริมาณ IAA มีแนวโน้มลดลงในช่วงก่อนการสร้างตาดอก (พัชรินทร์, 2551) Liang *et al.* (1987) และ Chen (1990) ได้อธิบายระดับ IAA ของลิ้นจี่ในใบอ่อนสูงกว่าในใบแก่ และยังพบว่าการเกิดกิ่งดอกเมื่อระดับ IAA ต่ำเท่านั้น ซึ่งออกซินที่สังเคราะห์ในใบอ่อนจะยับยั้งการเจริญของตาที่กำลังแตก และออกซินจะถูกลำเลียงไปยังรากโดยผ่านทางลำต้นหลังจากที่แตกช่อแล้ว (Lomax *et al.,* 1995)

เมื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ IAA กับปริมาณ iP/iPA และZ/ZR ของต้นที่ควั่นกิ่งที่มีการออกดอกในระดับความสูง 1,200 msl พบว่ามีแนวโน้มให้ความสัมพันธ์เชิงลบกล่าวคือเมื่อปริมาณ IAA เพิ่มขึ้นส่งผลให้ปริมาณ iP/iPA และZ/ZR ลดลง ในขณะที่ต้นที่ไม่ได้ควั่นกิ่งไม่พบความสัมพันธ์ดังกล่าว แสดงว่าสมมุติฐานการออกดอกที่เกี่ยวข้องกับสมดุลฮอร์โมนระหว่างไซโตไคนินที่เพิ่มขึ้น และปริมาณออกซินที่ลดลงน่าจะเป็นจริง ซึ่งการควั่นกิ่งอาจเป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถช่วยทำให้ต้นลิ้นจี่ออกดอกได้ โดยทำให้ปริมาณคาร์โบไฮเดรต และปริมาณไซโตไคนินเพิ่มขึ้น ในขณะที่ปริมาณไนโตรเจน และออกซินอยู่ในระดับต่ำ นอกจากนี้การศึกษาเกี่ยวกับยีนที่ควบคุมการสร้างไซโตไคนิน โดยเฉพาะ iP/iPA และZ/ZR รวมถึงแหล่งที่มีการสร้างไซโตไคนินในช่วงก่อนการออกดอก เป็นสิ่งที่ควรทำการศึกษาต่อไป และเนื่องจากการศึกษาครั้งนี้ เป็นเพียงการศึกษาข้อมูลพื้นฐานทางด้านสรีรวิทยาการออกดอก และไม่สามารถควบคุมปัจจัยภายนอกที่ควบคุมการออกดอกจากสภาวะแวดล้อมได้ ดังนั้นในการทดลองครั้งต่อไป จึงควรวางแผนการศึกษาในห้องปฏิบัติการที่สามารถควบคุมสภาพอากาศเพื่อลดความแปรปรวนจากปัจจัยต่างๆ ซึ่งน่าจะทำให้ได้ผลการทดลองที่ชัดเจนมากขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved