บทที่ 5
วิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการทดลองพบว่า โพแทสเซียมคลอเรตสามารถกระตุ้นให้ลำไยออกดอกนอกฤดูได้ โดยสารโพแทสเซียมคลอเรตอาจไปเปลี่ยนแปลงสมดุลของฮอร์โมนภายในต้นพืชทำให้มีการออกดอก (ธนะชัย, 2542) นอกจากนี้ยังพบว่า ต้นที่ราดสารร่วมกับการพรางแสงจะออกดอกน้อยกว่าต้นที่ราดสารในสภาพมีแสง และลักษณะดอกจะเป็นดอกปนใบมากกว่า อีกทั้งการพรางแสงจะทำให้การออกดอกล่าช้ากว่าในสภาพมีแสง เช่นเดียวกับการทดลองของสุภาวดี (2545) ที่รายงานผลของการพรางแสง 0, 50 และ 90% ต่อต้นลำไยที่ปลูกในกระถางแล้วให้สารโพแทสเซียมคลอเรตอัตรา 1 กรัมต่อกระถาง พบว่าเปอร์เซ็นต์การออกดอกของลำไยลดลงตามระดับการพรางแสงที่เพิ่มขึ้น ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการพรางแสงทำให้การกระตุ้นการออกดอกของโพแทสเซียมคลอเรตเกิดขึ้นไม่สมบูรณ์ ทั้งนี้เนื่องมาจากเมื่อโพแทสเซียมคลอเรตเข้าสู่พืชจะมีการแตกตัวเป็นคลอเรต (ClO_3^-) และเปลี่ยนไปเป็นคลอไรท์ (Chlorite, ClO_2^-) โดยการทำงานของเอนไซม์ไนเตรทรีดักเตส (Nitrate reductase, NR) (Solomonson and Vennesland, 1972; LaBrie *et al.*, 1991; Borges, 2004; ธนะชัย, 2542) ซึ่งต้องการแสงในการทำงาน (Bowsher *et al.*, 1991) โดยจะต้องอาศัยสารให้อิเล็กตรอนหรือ NADH หรือ NADPH ซึ่งสารดังกล่าวได้มาจากกระบวนการสังเคราะห์แสง และการหายใจ (สมบุญ, 2548) จากรายงานของ Huber *et al.* (1992) พบว่า เมื่อให้แสง (350 µmol $m^{-1}s^{-2}$) กับต้นผักโขม (*Spinacia oleracea* L.) สามารถกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ไนเตรทรีดักเตสในใบสูงที่สุด และเมื่อย้ายสู่ที่มืดการทำงานของเอนไซม์จะลดลงต่ำสุดภายในเวลา 10 นาที นอกจากนี้ยังพบการกระตุ้นทำงานของเอนไซม์ไนเตรทรีดักเตสด้วยแสง ในลักษณะเดียวกันในต้นอ่อนข้าวโพด (Zea mays L.) ดังนั้น การกระตุ้นการออกดอกในต้นลำไยด้วยสารโพแทสเซียมคลอเรตต้องทำในสภาพที่ต้นได้รับแสงแดดเต็มที่จึงจะได้ผลดี

ในการทดลองนี้ต้นลำไยมีการแตกใบอ่อน 2 ระยะ คือ ระหว่างวันที่ 3-7 และ 17-26 วันหลังเริ่มการทดลอง น่าจะเป็นผลมาจากปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมา ในวันที่ 3 ซึ่งมีปริมาณ 0.3 มิลลิเมตร และในระหว่างวันที่ 17-19 มีปริมาณเฉลี่ย 38.43 มิลลิเมตร จึงทำให้ต้นลำไยมีการแตกใบอ่อนและทำให้มีการออกดอกล่าช้ากว่าปกติ และมีผลต่อเนื่องถึงรูปแบบการเปลี่ยนแปลงปริมาณ IAA

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในช่วงก่อนการออกดอกของลำไย ซึ่งพบว่าหลังการราดสารโพแทสเซียมคลอเรตปริมาณ IAA shoot-diffusates ในทุกกรรมวิธีมีการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงตลอดช่วงก่อนการออกดอก โดยปริมาณ IAA shoot-diffusates จะสูงขึ้นในช่วงแตกใบอ่อนและลดลงเมื่อใบมีอายุมากขึ้น ซึ่งเป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่าในเนื้อเยื่ออ่อนที่กำลังมีการพัฒนาจะมีการสังเคราะห์และระดับ IAA สูง (Davies, 1995; Srivatava, 2002) สอดคล้องกับ Chen (1987) ที่พบว่ามีปริมาณออกซินสูงในต้นมะม่วงที่อยู่ในระยะการพัฒนาของ vegetative shoot และใบอ่อนมีปริมาณ IAA สูงกว่าใบแก่ และจะลดลงเมื่อใบมีอายุมากขึ้น (Davenport, 1997; Hegele, 2004a) อย่างไรก็ตามในการทดลองนี้เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีและชุดควบคุมพบว่าปริมาณ IAA shoot-diffusates ในต้นที่ราดสารจะต่ำลงในระยะออกดอก Koshita and Takahara (2004) ที่ชักนำการออกดอกในส้ม (Satsuma mandarin) ด้วยวิธีการงดน้ำเพื่อให้พืชเกิดสภาวะเครียด ในระหว่างการชักนำ พบว่า ปริมาณ IAA เพิ่มสูงขึ้นเป็น 2 เท่า จากนั้นจะลดต่ำลงจนเกิดการออกดอก ในลักษณะเดียวกันกับมะม่วง ในระยะการพัฒนาของใบ พบปริมาณ IAA ที่เคลื่อนที่ใน xylem sap สูง จากนั้นจะลดลงในระยะที่ใบแก่ และลดต่ำที่สุดในระยะการสร้างตาดอก จากนั้นจะเพิ่มขึ้นอีกครั้งในระยะที่ดอกเริ่มบาน (Chen, 1987) จึงอาจกล่าวได้ว่าโพแทสเซียมคลอเรต และการพรางแสงมีผลกระตุ้นการสร้าง IAA บริเวณปลายยอดลำไย แต่อย่างไรก็ตามในการออกดอกอาจต้องการ IAA ในปริมาณต่ำ

ส่วนปริมาณ IAA ใน leaf-diffusates พบว่าการเปลี่ยนแปลงปริมาณ IAA ในทุกกรรมวิธีเพิ่มขึ้นตามระยะการแตกใบอ่อน และลดลงเมื่ออายุใบมากขึ้นเช่นเดียวกัน และทั้ง 3 กรรมวิธีมีปริมาณค่อนข้างต่ำกว่าชุดควบคุมตลอดช่วงการทดลอง ซึ่งตรงข้ามกับปริมาณ IAA ใน shoot-diffusates จากผลการทดลองดังกล่าว อาจอธิบายได้ว่า IAA shoot-diffusates ที่ส่งออกมาตามเนื้อเยื่อข้างท่อลำเลียงเพื่อไปสู่รากมีความเข้มข้นสูง จึงไปยับยั้ง IAA leaf-diffusates บริเวณก้านใบที่บรรจบกับกิ่งทำให้ปริมาณ IAA leaf-diffusates ที่ส่งออกจากใบลดลง เรียกปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นนี้ว่า Autoinhibition (Bangerth,1997; Bangerth *et al.*, 2000 ; Naphrom, 2004) นอกจากนี้ยังอาจเกี่ยวข้องกับการสร้างเอทธีลีนที่ใบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการพรางแสงซึ่งพบว่ามีการสร้างเอทธีลีนสูงกว่าในชุดควบคุม และมีรายงานว่าเอทธีลีนมีผลยับยั้งการเคลื่อนย้ายของออกซิน (Sanyal and Bangerth, 1998; Bangerth, 1997; Suttue, 1998) Naphrom (2004) พบว่า ปริมาณไซโตไคนินใน leaf-diffusates ของมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์เพิ่มขึ้นหลังราดสารพาโคลบิวทาโซล ในขณะที่ปริมาณ IAA ใน leaf-diffusates ไม่แตกต่างจากชุดควบคุม และต้นมะม่วงไม่มีการออกดอก ดังนั้นอาจเป็นไปได้ว่าสภาพใบที่มีปริมาณไซโตไคนินสูง และ IAA ต่ำ จะมีผลกระตุ้นการออกดอกได้ดัง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รายงานของ Nunez-Elisea and Davenport (1992) ที่เสนอว่าสิ่งกระตุ้นการออกดอกถูกสร้างในใบแก่ (mature leaves) และถูกส่งไปที่ตายอดของมะม่วง เพื่อชักนำให้เกิดการพัฒนาของตาดอก

การเปลี่ยนแปลงปริมาณเอทธีลีนจากใบ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันในชุดควบคุมและชุดราดสาร แต่เมื่อมีการพรางแสงใบมีการสร้างเอทธีลีนเพิ่มขึ้น ซึ่งอาจเกิดจากความเป็นพิษของอนุมูลของคลอไรท์ที่กระตุ้นการสร้างเอทธีลีนเพิ่มขึ้น (สมบุญ, 2548; Solomonson and Vennesland, 1972; Huang *et al.*, 2006; Li, 2006) นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าความเข้มแสงต่ำมีบทบาทในการกระตุ้นการสร้างเอทธีลีนโดยแสงความเข้มสูงจะไปลดกิจกรรมของเอนไซม์ 1-aminocyclopropane-1-caboxylic acid oxidase (ACO) ซึ่งเป็นตัวควบคุมการเปลี่ยนแปลงจาก 1-aminocyclopropane-1-caboxylic acid (ACC) ไปเป็นเอทธีลีน (Vandenbussche *et al.*, 2003) ดังนั้นในสภาวะที่ความเข้มแสงต่ำจึงทำให้เอนไซม์ ACO ทำงานได้ดีส่งผลให้เกิดการสร้างเอทธีลีนมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองใน Arabidopsis ที่พบว่าในต้นกล้า Arabidopsis ที่ปลูกในสภาพความเข้มแสงต่ำ (30 µmol $m^{-2}s^{-1}$) จะมีปริมาณเอทธีลีนมากกว่าต้นที่ปลูกในความเข้มแสงสูง (130 µmol $m^{-2}s^{-1}$) (Vandenbussche *et al.*, 2003)

การเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยาในตายอดของชุดควบคุมและชุดพรางแสง พบว่า ตายอดมีการเปลี่ยนแปลงเป็นลักษณะของการเจริญของใบ ซึ่งเป็นรูปโดมปลายแหลมตลอดช่วงการทดลอง และไม่มีการสร้างตาดอกถึงแม้ปริมาณ IAA shoot-diffusates จะมีปริมาณต่ำลงในช่วงท้าย

ในชุดราดสารและชุดราดสารร่วมกับพราง มีการเปลี่ยนแปลงไปในทางเดียว คือมีการชักนำให้เกิดตาดอกจากสารโพแทสเซียมคลอเรต โดยชุดราดสารและราดสารร่วมกับพรางแสงสามารถสังเกตเห็นปลายยอดที่มีลักษณะขยายกว้างขึ้น ในวันที่ 19 หลังการราดสารซึ่งเป็นลักษณะของการเจริญเติบโตของ reproductive bud และเห็นตุ่มตาดอกชัดเจนในวันที่ 28 ซึ่งสัมพันธ์กับปริมาณ IAA ในยอดที่ลดลง สอดคล้องกับ พรรัตน์ (2543) รายงานว่า การให้สารโพแทสเซียมคลอเรตจำนวน 300 กรัม ด้วยวิธีการราดสารบริเวณโคนต้น ทำให้ปลายยอดลำไยมีการพัฒนาเป็นตาดอกในระยะเวลา 12 วันภายหลังการราดสาร ซึ่งบริเวณปลายยอดมจะขยายขนาดออกทั้งสองข้างทำให้บริเวณปลายของยอดโดมมีลักษณะแบนราบ และการพัฒนาของตาดอกตั้งแต่เริ่มมีการสร้างตาดอกไปจนกระทั่งออกดอกใช้เวลาประมาณ 12-15 วัน ซึ่งการพัฒนาของตาดอกเกิดขึ้นได้เร็วกว่าการพัฒนาที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ซึ่งหลังการกระตุ้นให้เกิดดอกแล้ว จึงมีการสังเคราะห์สารพันธุกรรมเพิ่มขึ้นและมีการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสเกิดตามมา ทำให้มีจำนวนเซลล์เพิ่มมากขึ้น เป็นจุดเริ่มเกิดของดอก (flower primordium) ต่อไปการเปลี่ยนแปลงในส่วนของ apical meristem ที่เริ่มมองเห็นได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เป็นการเปลี่ยนแปลงทางรูปร่าง ซึ่งต่างไปจากใบ คือแทนที่จะนูนสูงขึ้นไป การเจริญของส่วนกลางดูจะยุติลง ทำให้บริเวณยอดสุด แบนราบลงและเกิดปุ่มเล็กๆ ขึ้นไป เป็นจุดเริ่มต้นของดอก ประกอบด้วยเนื้อเยื่อเจริญซึ่งจะมีการแบ่งตัวคล้ายกัน โดยเซลล์ใต้ epidermis ลงไปจะแบ่งตัวแบบขนานกับผิว และในบางครั้ง epidermis ก็แบ่งตัวด้วย ระดับความลึกของส่วนที่แบ่งตัวนี้อาจจะเหมือนกับในใบหรืออาจต่างกันออกไป (เทียมใจ, 2546)

จากการทดลองจะเห็นได้ว่า การออกดอกอาจถูกควบคุมโดยสมดุลของฮอร์โมนหลายชนิด ทั้งกลุ่มกระตุ้นและกลุ่มยับยั้งการเจริญเติบโต ดังนั้นนอกจากการศึกษาปริมาณ IAA ใน shoot และ leaf diffusates ในระหว่างการชักนำการออกดอกแล้ว อาจมีการศึกษาปริมาณฮอร์โมนพืชชนิดอื่นๆ เพื่อให้ทราบปริมาณและอัตราส่วนของฮอร์โมนแต่ละชนิดในช่วงที่มีการชักนำการออกดอก ซึ่งความรู้นี้อาจนำไปใช้ในการควบคุมการออกดอกของลำไยได้ ดังเช่นงานทดลองของ Hegele *et al.* (2004) ที่รายงานว่า ภายหลังราดสารโพแทสเซียมคลอเรตต้นลำไยมีออกดอกในวันที่ 17 ในขณะที่ปริมาณไซโตไคนิน (cytokinin) ในปลายยอดเพิ่มสูงขึ้น โดย isopentenyladenosin/ isopentenyladenin : iAdo/iAde เพิ่มสูงขึ้นในวันที่ 15 หลังการราดสาร และ zeatin/ zeatiriboside เพิ่มสูงขึ้นหลังจากนั้นอีก 4 วัน คือในวันที่ 19 ในขณะที่ IAA ในปลายยอดมีปริมาณต่ำที่สุดในช่วงออกดอก คือ ระหว่างวันที่ 15-19 หลังการราดสาร ซึ่งคาดว่าการเพิ่มขึ้นของไซโตไคนินและการลดลงของออกซินมีผลต่อการออกดอก

ในการทดลองครั้งนี้ยังพบว่า การเปลี่ยนแปลงสัณฐานวิทยาของตายอดลำไยมีความแตกต่างกันในจำนวนซ้ำที่เก็บ ดังนั้นควรมีการเพิ่มจำนวนซ้ำให้มากขึ้น หรือควรสุ่มตัวอย่างปลายยอดที่มีขนาดใกล้เคียงกันมากที่สุด รวมทั้งบันทึกลักษณะการเปลี่ยนแปลงเป็นระดับคะแนน หรือเปอร์เซ็นต์ เพื่อให้เกิดการเปรียบเทียบที่ชัดเจน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved