บทที่ 5
วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาผลของสารชะลอการเจริญเติบโตของพืช 3 ชนิด คือ พาโคลบิวทราโซล ยูนิโคนาโซล และคลอมีควอทคลอไรด์ ต่อการออกดอกและสารชีวเคมีของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง พบว่า ต้นมะม่วงมีการออกดอกในวันที่ 70 หลังการพ่นสารชะลอการเจริญเติบโตครั้งแรก โดยการพ่นยูนิโคนาโซล 2 ครั้ง มีเปอร์เซ็นต์การออกดอกมากที่สุด คือ 83.65 เปอร์เซ็นต์ เทียบกับกรรมวิธีควบคุมที่มีการออกดอกเพียง 10.0 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอาจจะเนื่องมาจากสารพาโคลบิวทราโซลเป็นสารที่เคลื่อนย้ายได้ดีทางท่อน้ำและไม่ค่อยเคลื่อนย้ายไปยังส่วนอื่นเมื่อทำการพ่น (สัมฤทธิ์, 2549) ทำให้เมื่อพ่นจำนวนครั้งเพิ่มมากขึ้นจึงมีเปอร์เซ็นต์การออกดอกเพิ่มมากขึ้นตาม โดยสารยูนิโคนาโซลและพาโคลบิวทราโซลเป็นสารชะลอการเจริญเติบโตของพืชในกลุ่มเดียวกัน คือ กลุ่ม triazole ซึ่งจะไปยับยั้งกระบวนการออกซิเดชั่น ของ ent-kaurene ไปเป็น ent-kaurenoic acid ที่กระตุ้นโดย P450 monooxygenases ในกระบวนการสังเคราะห์ GAs ระยะที่ 2 ทำให้ไม่มีการสร้าง GA_{12}-aldehyde (Lalit, 2002) ซึ่งเป็น GAs ชนิดแรกที่สร้างขึ้นในพืชทุกชนิด ซึ่ง GAs เป็นฮอร์โมนพืชที่ส่งเสริมให้พืชมีการเจริญเติบโตทางด้านกิ่งใบเพิ่มขึ้น ดังนั้น เมื่อปริมาณ GAs ลดลงพืชจึงมีการสร้างตาดอกขึ้นมาได้ ในขณะที่ Yeshitela (2004) พบว่า การพ่นพาโคลบิวทราโซลจะช่วยเพิ่มจำนวนช่อดอกต่อต้นในมะม่วงพันธุ์ Tommy Atkin ตามความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบจากการพ่น 500 และ 2000 มิลลิกรัมต่อลิตร และ Olsen and Andersen (1995) พบว่า จำนวนของดอกจะเพิ่มมากขึ้นตามความเข้มข้นของสารชะลอการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้นใน *Osteospermum ecklonis* cv. Calyso โดยทำการพ่นพาโคลบิวทราโซลที่ 8, 16, 24 และ 32 มิลลิกรัมต่อลิตร พ่นยูนิโคนาโซล 2, 4, 6 และ 8 มิลลิกรัมต่อลิตร และพ่นคลอมีควอท คลอไรด์ 122, 204 และ 285 มิลลิกรัมต่อลิตร

การพ่นยูนิโคนาโซล 2 และ 3 ครั้ง ทำให้พบช่อดอกบางส่วนมีความสั้นผิดปกติ ซึ่งอาจเนื่องมาจากยูนิโคนาโซลมีการเคลื่อนที่ที่ดีกว่าและเมื่อมีการพ่นเพิ่มขึ้นอาจทำให้เกิดการเป็นพิษเนื่องจากมีความเข้มข้นมากเกินไป จึงทำให้ช่อดอกบางส่วนเกิดความผิดปกติ คือช่อดอกหดสั้นรวมตัวกันเป็นกระจุก เมื่อวัดขนาดของช่อดอกทั้งความกว้างและความยาว และนับจำนวนเพศดอกเมื่อดอกมะม่วงบานประมาณ 80 – 90 เปอร์เซ็นต์ พบว่าขนาดของช่อดอกทางด้านความยาว กรรมวิธีการพ่นคลอมีควอท คลอไรด์ 1 ครั้ง ทำให้ช่อดอกมีความยาวเฉลี่ยมากที่สุด เมื่อเทียบกับกรรมวิธีอื่นโดยคลอมีควอทคลอไรด์ เป็นสารชะลอการเจริญเติบโตคนละกลุ่มกับพาโคลบิวทรา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โซลและยูนิโคนาโซล คือเป็นกลุ่มสารประกอบพวก onium ซึ่งจะไปยับยั้งกระบวนการสร้าง GAs จากขั้นตอนการเปลี่ยน geranylgeranyl pyrophosphate (GGPP) ไปเป็น ent-kaurene โดยไปยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ copalyl diphosphate synthase และ ent-kaurene synthase (Lalit, 2002) ซึ่งเป็นขั้นตอนแรกในการยับยั้งการสร้าง GAs ผลที่ได้จึงแตกต่างจากการพ่นพาโคลบิวทราโซลและยูนิโคนาโซล ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากความเข้มข้นของสารในระดับความเข้มข้นต่ำทำให้ช่อดอกยืดยาวขึ้นได้ อย่างไรก็ตามเมื่อเพิ่มความเข้มข้นโดยการพ่นซ้ำจึงทำให้ช่อดอกสั้นลง สังเกตได้ว่าเมื่อพ่นในความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้นก็ส่งผลให้ช่อดอกมีความยาวลดลง สอดคล้องกับการศึกษาของ Nadia *et al*. (2005) ที่พบว่า การพ่นคลอมีควอทคลอไรด์ ที่ความเข้มข้น 500 และ 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้ความสูงของต้น *Iris nigricans* Dinsm สูงกว่ากรรมวิธีควบคุม ในขณะที่ Ehud *et al*. (2003) พบว่าการให้สารยูนิโคนาโซลที่ความเข้มข้น 10, 40 100 และ 250 มิลลิกรัมต่อลิตร แก่ *Globularia sarcophylla* จะทำให้ความยาวของช่อดอกสั้นลงความตามเข้มข้นที่เพิ่มขึ้น รวมทั้ง Olsen and Andersen (1995) พบว่าการพ่นคลอมีควอท คลอไรด์ที่ความเข้มข้น 122, 204 และ 285 ทำให้ความสูงต้น *Osteospermum ecklonis* cv. Calyso มีความสูง 13.2, 12.4 และ 12.0 เซนติเมตร ตามลำดับ ขณะที่กรรมวิธีควบคุมมีความสูงต้นเพียง 10.9 เซนติเมตร

ส่วนจำนวนดอกเพศผู้และสมบูรณ์เพศเฉลี่ย พบว่า กรรมวิธีการพ่นคลอมีควอทคลอไรด์ 1 ครั้ง มีจำนวนดอกเพศผู้และดอกสมบูรณ์เพศสูงสุด คือ 1,053.6 และ 182.6 ดอกต่อช่อ ตามลำดับ เนื่องจากการพ่นคลอมีควอทคลอไรด์ 1 ครั้ง ทำให้ช่อดอกมีความยาวและความกว้างมากที่สุด ในขณะที่ทุกกรรมวิธีมีอัตราส่วนระหว่างดอกเพศผู้ต่อดอกสมบูรณ์เพศ ไม่แตกต่างกันในทุกกรรมวิธี ซึ่งการศึกษาถึงผลของสารชะลอการเจริญเติบโตต่อจำนวนเพศดอกของไม้ผลนั้นยังมีไม่มากนักจึงต้องทำการศึกษากันต่อไป แต่จำนวนดอกสมบูรณ์เพศนั้นไม่มีความสัมพันธ์กับกับผลผลิตซึ่งพบว่า กรรมวิธีการพ่นพาโคลบิวทราโซล 2 ครั้ง ให้ปริมาณผลผลิตเฉลี่ยรวมต่อต้นเท่ากับ 45.33 กิโลกรัมต่อ ในขณะที่กรรมวิธีควบคุมให้ผลผลิตเฉลี่ยรวมต่อต้นน้อยที่สุดคือ 9.50 กิโลกรัมต่อต้น ซึ่งเมื่อเทียบกับเปอร์เซ็นต์การออกดอกของการพ่นพาโคลบิวทราโซล 2 ครั้งจะพบว่าน้อยกว่าการพ่นยูนิโคนาโซล 2 ครั้ง ทั้งนี้เนื่องจากในช่วงระยะพัฒนาได้เกิดการหลุดร่วงของผล จึงอาจกล่าวได้ว่าสารพาโคลบิวทราโซลช่วยลดการหลุดร่วงของผลแต่เมื่อความเข้มข้นมากเกินไปก็จะทำให้เกิดการหลุดร่วงของผลมากขึ้น ในขณะที่สารยูนิโคนาโซลและคลอมีควอท คลอไรด์ ไม่มีส่วนช่วยลดการหลุดร่วงของผล บุญเกื้อและคณะ (2539) พบว่าเมื่อใช้สารยูนิโคนาโซล 0.5 มิลลิกรัม แก่ทุเรียนพันธุ์หมอนทอง ให้จำนวนดอกต่อช่อสูงสุดเปรียบเทียบกับการใช้สารพาโคลบิว ทราโซลในความเข้มข้นเดียวกัน ซึ่ง Chutichudet *et al*. (2006) พบว่า เมื่อพ่นพาโคลบิวทราโซลแก่มะม่วงพันธุ์แก้วที่ความเข้มข้นเพิ่มขึ้นในระยะที่ช่อดอกยืดออกประมาณ 1 เซนติเมตรจะ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ช่วยลดการหลุดร่วงของผลแต่เมื่อพ่นในระยะที่ช่อดอกยืดออกประมาณ 5 เซนติเมตร เมื่อความเข้มข้นเพิ่มขึ้นจะทำให้การหลุดร่วงของผลเพิ่มมากขึ้น และยังพบว่าการพ่นพาโคลบิวทราโซลที่ความเข้มข้น 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ในระยะที่ช่อดอกยืดออกประมาณ 5 เซนติเมตร จะให้ผลผลิตมากที่สุดคือ 48,281.25 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ และในการทดลองนี้เมื่อนำขนาดของช่อดอกมาเปรียบเทียบกันก็จะเห็นได้ว่าขนาดของช่อดอกของการพ่นสารชะลอการเจริญเติบโตทั้งสามชนิดก็จะเห็นได้ว่า การพ่นสารยูนิโคนาโซลจะมีขนาดสั้นกว่ากว่าการพ่นพาโคลบิวทราโซลและคลอมีควอทคลอไรด์ และช่อดอกบางส่วนมีความผิดปกติ จึงอาจจะเป็นอีกสาเหตุในการที่จะส่งเสริมต่อการหลุดร่วงของผลให้ง่ายขึ้น

เมื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้าง (TNC) ในใบมะม่วงตั้งแต่เริ่มทำการพ่นจนถึงวันที่ 70 พบว่า ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้างในใบมะม่วงค่อนข้างคงที่และมีแนวโน้มลดลงเมื่อมีตาดอกเกิดขึ้นในวันที่ 70 ทุกกรรมวิธี และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณของ TNC ระหว่างกรรมวิธี พบว่า การพ่นสารชะลอการเจริญเติบโตทุกกรรมวิธี 1 และ 2 ครั้ง ทำให้ปริมาณ TNC สูงกว่ากรรมวิธีควบคุม และมีปริมาณเพิ่มขึ้นในวันที่ 13 สอดคล้องกับการศึกษาของรัชนีวรรณและมงคล (2548) พบว่า เมื่อพ่นสารพาโคลบิวทราโซล 1,000 และ 2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร แก่ส้มจุกปริมาณคาร์โบไฮเดรตในใบมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นก่อนการออกดอก ส่วนการพ่นสารชะลอการเจริญเติบโตทุกกรรมวิธี 3 ครั้ง จะมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้างใกล้เคียงกับกรรมวิธีควบคุม ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการพ่นสารชะลอการเจริญเติบโตในปริมาณที่เข้มข้นทำให้มะม่วงลดประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงลง โดย Yeshitela (2004) พบว่าการพ่นพาโคลบิวทราโซลที่ความเข้มข้น 2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร แก่มะม่วงพันธุ์ Tommy Atkins และ Keitt อายุ 2 ปี ทำให้ใบมะม่วงมีขนาดลดลงเมื่อเทียบกับการพ่นที่ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อลิตร และการให้สารพาโคลบิวทราโซลแก่มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้จะทำให้ปริมาณ TNC ในใบสูงกว่ากรรมวิธีควบคุม เนื่องจากพาโคลบิวทราโซลจะชักนำให้เกิดการสะสมคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้างในระยะเจริญเติบโตทางด้านกิ่งใบ และปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้างในใบจะลดลงเมื่อนำไปใช้ในการออกดอกของมะม่วง (Lop *et al*., 2000) เช่นเดียวกับตระกูล และเสริมสกุล (2542) ที่พบว่าในช่วง 1 สัปดาห์ก่อนการออกดอกของมะม่วงทะวายจะมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้างลดต่ำลงเนื่องจากมีการนำไปใช้ในการออกดอกและพัฒนาช่อดอก

การเปลี่ยนแปลงปริมาณไซโตไคนินในยอดทั้งซีเอตินและซีเอตินไรโบไซด์ พบว่าเปลี่ยนแปลงของต้นมะม่วงเป็นไปในทางเดียวกัน คือปริมาณไซโตไคนินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ในช่วงที่มีการสร้างตาดอก คือในวันที่ 63 ถึง 70 ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Chen (1987) ที่พบปริมาณไซโตไคนินในท่อลำเลียงน้ำของมะม่วงสูง ในระยะที่ตาดอกเริ่มมีการพัฒนา ไปจนสูงที่สุด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในระยะที่มีการบานของดอกทั้งหมด และ Chen *et al*., (1997) ที่ทำการศึกษาปริมาณไซโตไคนินในยอดและใบของลำไยพบว่าปริมาณไซโตไคนินทั้ง ZR และ Z เพิ่มสูงขึ้นในระยะที่ลำไยมีการชักนำการสร้างตาดอกและต่ำในช่วงที่พืชมีการแตกใบอ่อน เช่นเดียวกันกับ ณัฐวดี (2545) พบปริมาณสารคล้ายไซโตไคนินมีแนวโน้มสูงขึ้นในช่วงก่อนการออกดอก ซึ่งปริมาณของไซโตไคนินที่สามารถตรวจพบได้นั้น พบว่าปริมาณไซโตไคนินในใบจะพบได้เยอะกว่าในยอดและจะพบ ZR และ Z ได้มากกว่า iPA และ iP สอดคล้องกับ Chen *et al*., (1997) ที่พบว่าปริมาณ Z/ZR มีมากกว่า iP/iPA ในช่วงระหว่างการชักนำการเกิดดอกในลำไย ซึ่ง iPA และ iP ที่อาจถูกส่งจากรากไปยังใบอาจจะเป็นสารตั้งต้น (precursor) ของ ZR และ Z โดยมีใบแก่ทำหน้าที่เป็นแหล่งเปลี่ยนรูปของอนุพันธ์ไซโตไคนินให้เป็น ZR และ Z ก่อนที่จะเคลื่อนย้ายไปยังส่วนเนื้อเยื่อเจริญปลายยอด เพื่อพัฒนาให้หลายเป็นตาดอกต่อไป (Potchanasin *et al*., 2009) นอกจากนี้ยังคาดว่า NADPH จากใบอาจจะเป็นสื่อกลางที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนการสังเคราะห์ไซโตไคนิน ซึ่งมีความสัมพันธ์ในขั้นตอนการเปลี่ยนจาก iPA และ iP ไปเป็น ZR และ Z โดยกระบวนการย่อยสลายที่บริเวณ isoprenoid side chain ของ iPA และ iP ซึ่งจะต้องใช้เอนไซม์ Cytochrome P450 monoxygenase เป็นตัวกระตุ้นการเปลี่ยน (Chen *et al*., 1997) โดย Lejeune *et al*., (1994) พบว่าไซโตไคนินชนิด tZ-type (Zeatin/Zeatin Riboside, Z/ZR) จะถูกสะสมอยู่ในท่อน้ำ (xylem sap) และไซโตไคนินชนิด iP-type (N^6-($\triangle^2$-Isopentenyl)adenosine/ N^6-($\triangle^2$-Isopentenyl)adenine, iPA/iP) จะถูกสะสมอยู่ที่ท่ออาหาร (phloem)

จากการทดลองนี้สามารถกล่าวได้ว่าการใช้สารชะลอการเจริญเติบโตของพืชโดยการพ่นทางใบสามารถชักนำให้มะม่วงออกดอกได้ โดยกรรมวิธีการพ่นพาโคลบิวทราโซล 2 ครั้งให้ผลดีที่สุด เนื่องจากมีเปอร์เซ็นต์การออกดอกและให้ผลผลิตที่ดี ซึ่งในช่วงก่อนการออกดอกจะพบการเพิ่มขึ้นของฮอร์โมนกลุ่มไซโตไคนินในยอดค่อนข้างชัดเจน อย่างไรก็ตามรูปแบบการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของปริมาณฮอร์โมนดังกล่าวในการควบคุมการออกดอกจะแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับชนิดของสารที่ได้ ความเข้มข้นของปริมาณสารและช่วงระยะเวลาที่จำเพาะเจาะจง ซึ่งจำเป็นต้องมีการศึกษาในรายละเอียดต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved