บทที่ 5

วิจารณ์ผลการทดลอง

การพ่นเอทิฟอนสามารถกระตุ้นให้เกิดการร่วงของดอกและผลขนาดเล็ก โดยเฉพาะความเข้มข้น 750 และ 500 มิลลิลิตรต่อลิตร ทำให้เกิดเปอร์เซ็นต์การร่วงของดอกสูงสุด คือ 78.6 และ 70.6 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งสังเกตพบในวันที่ 5 หลังจากการพ่นสาร แต่เมื่อเปรียบเทียบผลกระทบที่เกิดกับใบส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งของต้นส้มที่พ่นด้วยเอทิฟอนเข้มข้น 750 และ 500 มิลลิลิตรต่อลิตร พบว่าต้นส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งที่พ่นด้วยเอทิฟอนเข้มข้น 750 มิลลิลิตรต่อลิตร เกิดการร่วงของใบจำนวนมากกว่าต้นส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งที่พ่นด้วยเอทิฟอนเข้มข้น 500 มิลลิลิตรต่อลิตร เอทิฟอนจัดอยู่ในกลุ่มเอทิลีน มีบทบาทสำคัญต่อการควบคุมการเรียงตัวของเซลล์ขั้วผล ในชั้น abscission layer ที่มีการจัดเรียงตัวค่อนข้างหลวม เมื่อเนื้อเยื่อชั้น abscission มีการเจริญเติบโตจนเบียดทับและขัดขวางการทำงานของเนื้อเยื่อท่อลำเลียง (vascular tissue) ที่เชื่อมต่อบริเวณขั้วผล ทำให้เกิดการร่วง (Iwagaki, 1997) การพ่นเอทิฟอนทำให้เกิดการร่วงของดอกและผลอ่อนในฤดูได้ แต่ควรศึกษาอัตรา และช่วงเวลาการใช้ให้เหมาะสม ผลกระทบข้างเคียงต่อใบ และการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาส่วนอื่นๆ ของพืช เปอร์เซ็นต์การร่วงที่สูงเป็นประโยชน์ในกระบวนการผลิตส้มนอกฤดู เพราะทำให้เหลือดอกที่ยังไม่เกิดการร่วงจำนวนน้อย ซึ่งดอกที่ไม่ร่วงเจริญเติบโตจนติดผลแล้วจะทำให้เหลือผลในฤดูที่ต้องปลิดทิ้งจำนวนน้อยลงด้วย ในไม้ผลชนิดอื่น เช่น มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองมีการตอบสนองต่อการพ่นเอทิฟอนเข้มข้น 600 และ 800 มิลลิลิตรต่อลิตร ทำให้เกิดเปอร์เซ็นต์การร่วงของดอกสูงสุด(นิสสา, 2552) การร่วงของดอกยังขึ้นอยู่กับความสมดุลระหว่างออกซิน และเอทิลีนในพืชด้วย ออกซินภายในที่มีปริมาณ หรือความเข้มข้นที่ต่ำ ส่งผลต่อการทำงานของเอทิลีนในเนื้อเยื่อ abscission ความรวดเร็วในการรับ ส่งสัญญาณของตัวรับสัญญาณเอทิลีนในเนื้อเยื่อ abscission เป็นสาเหตุหนึ่งของการร่วงของดอก และผลปัจจัยสำคัญในการควบคุมความรวดเร็วในการรับ ส่งสัญญาณจึงขึ้นอยู่กับระดับความเข้มข้นของออกซิน ความสัมพันธ์ของฮอร์โมนพืช 2 กลุ่มนี้เป็นสาเหตุหนึ่งในการร่วงของดอก และผล เช่น ส้ม มะม่วง แอปเปิล และท้อ (Bangerth, 2000) การพ่น NAA ความเข้มข้นต่ำช่วยส่งเสริมการขยายขนาดและความเหนียวของขั้วผล ช่วยลดเปอร์เซ็นต์การร่วงของดอก และผล การพ่น NAA ที่ความเข้มข้น 45 ถึง 60 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้แก่ ฝรั่งและเชอร์รี่ จะช่วยลดเปอร์เซ็นต์การร่วงของผล (Iglesias *et al*.,2007) และที่ความเข้มข้น 10 ถึง 80 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้มีเปอร์เซ็นต์การร่วงของดอกส้มพันธุ์เขียวหวานในระยะกลีบดอกโรยต่ำที่สุด แต่หากเพิ่มความเข้มข้นเป็น 160 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เกิดเปอร์เซ็นต์การร่วงของดอกสูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม (ผดุงพงศ์ และรวี 2549) แต่จากการทดลองพบว่า การพ่น NAA ความเข้มข้น 300 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งเป็นความเข้มข้นที่สูงสุด ยังทำให้เกิดเปอร์เซ็นต์การร่วงของดอกส้มต่ำกว่าการพ่นด้วยเอทิฟอน ดังนั้นการพ่นด้วยเอทิฟอนจึงทำให้เกิดประสิทธิภาพการร่วงดีกว่าการใช้ NAA เมื่อสังเกตผลกระทบที่เกิดกับใบส้ม พบว่าถึงแม้การพ่นช่อดอกส้มด้วยเอทิฟอนความเข้มข้น 750 มิลลิลิตรต่อลิตร จะทำให้เกิดเปอร์เซ็นต์การร่วงของดอกส้มรวมทุกระยะสูงกว่าการพ่นช่อดอกส้มด้วยเอทิฟอนเข้มข้น 500 มิลลิลิตรต่อลิตร แต่เปอร์เซ็นต์การร่วงของทั้ง 2 กรรมวิธีไม่มีความแตกต่างทางสถิติ นอกจากนี้ผลกระทบที่เกิดกับใบส้ม คือทำให้ใบส้มเกิดการร่วงจำนวนมากกว่าการพ่นช่อดอกด้วยเอทิฟอนเข้มข้น 500 มิลลิลิตรต่อลิตร การร่วงของใบส้มจำนวนมากเป็นผลเสียต่อต้นส้ม เพราะใบเป็นแหล่งสังเคราะห์แสงของพืช ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของต้นส้มด้วย ดังนั้นการพ่นด้วยเอทิฟอนเข้มข้น 500 มิลลิลิตรต่อลิตร จึงเป็นกรรมวิธีที่เหมาะสมที่สุดเพื่อชักนำการร่วงของดอกส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง

การกระตุ้นการออกดอกทำโดยปลิดดอก และผลในฤดูทิ้ง จากนั้นบำรุงต้นให้มีการแตกใบอ่อน กระตุ้นการออกดอกนอกฤดูโดยการใช้พาโคลบิวทราโซลด้วยการพ่นให้ทางใบและราดให้ทางดิน ผลการทดลองพบว่าต้นส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งที่ให้พาโคลบิวทราโซลทำให้มีการออกดอกช้ากว่าต้นส้มที่ไม่ให้พาโคลบิวทราโซล(กรรมวิธีควบคุม) โดยเฉพาะการราดพาโคลบิวทราโซลอัตรา 2.5 กรัมต่อเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่ม 1 เมตร มีการออกดอกช้ากว่าต้นที่ไม่ให้สารถึง 19 วัน โดยปกติต้นส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งมีการออกดอกได้มากกว่า 1 ครั้งในรอบปีขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของต้นและสภาพแวดล้อม นอกจากนี้การใช้พาโคลบิวทราโซลมีผลต่อการชะลอการเกิดใบอ่อนและเปอร์เซ็นต์ยอดที่ออกดอก การราดพาโคลบิวทราโซลทางดินอัตรา 2.5 กรัมต่อเส้นผ่าศูนย์กลางทรงพุ่ม 1 เมตร ทำให้มีเปอร์เซ็นต์ยอดการออกดอกที่สูงสุด คือ 78.6 เปอร์เซ็นต์ของยอดทั้งหมด ทั้งนี้เนื่องจากพาโคลบิวทราโซลมีผลยับยั้งการสังเคราะห์จิบเบอเรลลิน โดยพาโคลบิวทราโซลจะเข้าไปชะลอกระบวนการ microsomal oxidation ของ kaurene kaurenol และ kaurenal ในกลไกการสังเคราะห์จิบเบอเรลลิน (Yasushi *et al*., 2008) จิบเบอเรลลินมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตทางด้านการเจริญพันธุ์ รวมทั้งกลุ่มเนื้อเยื่อเจริญปลายยอดที่กำลังพัฒนาเพื่อสร้างตาดอก จิบเบอเรลลินมีผลต่อวงจรการแบ่งเซลล์ทำให้ระยะเวลาการแบ่งเซลล์ดำเนินอย่างรวดเร็ว ส่งผลต่อระยะเวลาการออกดอกที่เร็วกว่า ดังนั้นต้นส้มที่ให้พาโคลบิวทราโซลจึงมีจำนวนวันที่ใช้ในการออกดอกมากกว่าต้นส้มที่ไม่ให้พาโคลบิวทราโซล เพราะพาโคลบิวทราโซลที่ให้แก่ต้นส้มนั้นได้เข้าไปยับยั้งการสังเคราะห์จิบเบอเรลลิน นอกจากนี้วิธีการให้สารพาโคลบิวทราโซลแก่ต้นส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งในระยะใบแก่ ยังมีความสำคัญต่อจำนวนที่ใช้ในการออกดอก จากการทดลองพบว่าการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ราดพาโคลบิวทราโซลให้ต้นส้มทางดิน มีระยะเวลาการออกดอกที่ช้ากว่าการพ่นพาโคลบิวทราโซลให้ทางใบ เพราะในระยะที่ต้นส้มมีการพัฒนาทางด้านวัฒนภาค ประสิทธิภาพการดูดซึมสารอินทรีย์เข้าสู่ต้นผ่านระบบรากจะดีกว่าการดูดซึมสารอินทรีย์ผ่านทางปากใบ รวมทั้งคุณสมบัติของพาโคลบิวทราโซลที่เคลื่อนย้ายผ่านทางระบบรากเข้าสู่ท่อลำเลียงได้ดีกว่าการแทรกซึมเข้าทางปากใบ(พีรเดช, 2542) ดังนั้นวิธีการราดพาโคลบิวทราโซลทางดินจึงมีประสิทธิภาพการยับยั้งการเกิดใบอ่อนเกิดที่ดีกว่าวิธีการพาโคลบิวทราโซลให้พ่นทางใบ จากรายงานของ จันทนาและรวี (2551) การพ่นพาโคลบิวทราโซลเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ 60 วันหลังการตัดแต่งกิ่งมะนาวพันธุ์แป้น พบว่ามีเปอร์เซ็นต์การออกดอกสูงสุด คือ 76.7 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการพ่นที่ความเข้มข้น 1,500 มิลลิกรัมต่อลิตร แก่ต้นส้มโอพันธุ์หอมหาดใหญ่ มีการออกดอกสูงถึง 142 ดอกต่อต้น (รุ่งนภา และ วิจิตต์, 2551) ส่วนการพ่นพาโคลบิวทราโซลเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อลิตร หลังจากการตัดปลายยอดของต้นมะกรูดวันที่ 60 หลังการตัดปลายยอด (วิลาสินี และ รวี, 2551) ทำให้ต้นมะกรูดมีเปอร์เซ็นต์การออกดอกสูงถึง 91.7 เปอร์เซ็นต์ การใช้พาโคลบิวทราโซลยังมีผลต่อการออกดอกของต้นส้มจุกอายุ 3 ปีที่ปลูกในกระถางดินเผาขนาด 30 ลิตร พบว่าการพ่นพาโคลบิวทราโซลให้ทางใบที่ความเข้มข้น 1,000 และ 2,000 มิลลิกรัมต่อลิตรและการราดพาโคลบิวทราโซลให้ทางดินอัตรา 1.5 กรัมต่อต้น ช่วยทำให้ต้นส้มจุกมีเปอร์เซ็นต์การออกดอกสูงสุด (รัชนีวรรณ, 2548) จำนวนวันที่ใช้ในการติดผลมีค่าแปรผันตามจำนวนวันที่ใช้ในการออกดอก การราดพาโคลบิวทราโซลอัตรา 2.5 กรัมต่อเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่ม 1 เมตรแก่ต้นส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง ทำให้มีการออกดอกช้ากว่าต้นที่ไม่ให้พาโคลบิวทราโซลถึง 20 วัน ซึ่งเป็นผลจากระยะเวลาการออกดอกที่ล่าช้า ส่วนเปอร์เซ็นต์การติดผลพบว่าทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ยกเว้นต้นที่ได้รับพาโคลบิวทราโซลด้วยวิธีการราดอัตรา 1.5 กรัมต่อเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่ม 1 เมตร มีเปอร์เซ็นต์การติดผลต่ำที่สุดคือ 77.5 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากความสมบูรณ์ของช่อดอกและต้นส้ม รวมทั้งปัจจัยเกี่ยวกับโรคและแมลงศัตรูพืช อาจเป็นตัวแปรสำคัญในกระบวนการพัฒนาของดอกส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งนอกฤดู (พิทยา และ คณะ, 2552) แต่เมื่อการติดผลที่ระยะ 90 วันหลังการออกดอก พบว่าเปอร์เซ็นต์การติดผลและการร่วงของผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เนื่องจากในระยะนี้เป็นระยะที่ผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งมีความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางผลประมาณเหรียญ 10 บาท (ประมาณ 25 - 30 มิลลิเมตร) ซึ่งเป็นช่วงที่ต้นส้มได้ผ่านพ้นระยะการเกิดผลร่วงสูงสุดแล้ว (ภาพที่ 22) และผลส้มในระยะนี้สามารถเจริญเติบโตต่อไปจนถึงระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ ดังนั้นเปอร์เซ็นต์การติดและการร่วงของผลในระยะ 90 วันหลังการออกดอก จึงเป็นค่าที่สามารถใช้ประมาณการปริมาณผลผลิตที่เกิดขึ้นในระยะการเก็บเกี่ยวได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยภายในต้นพืช เช่น ความสมบูรณ์ของต้นส้ม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ประสิทธิภาพการดูดซึมสารอินทรีย์ของระบบรากและใบ การเข้าทำลายของโรคและแมลงศัตรูพืช เป็นต้น รวมทั้งสภาพแวดล้อมนอกด้วย (พิทยา และ คณะ, 2552)

ภาพที่ 22 ผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งที่ติดผลอายุ 90 วันหลังการออกดอกที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางของผลประมาณเหรียญ 10 บาท (ประมาณ 25 - 30 มิลลิเมตร)

ปริมาณธาตุอาหารในใบเป็นปัจจัยหนึ่งในการควบคุมการเจริญเติบโตของและการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของพืช จากการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนรวมจากใบส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง พบว่าวันที่ 7 ถึงวันที่ 28 หลังการให้สาร ปริมาณไนโตรเจนรวมในใบของต้นส้มมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นทุกกรรมวิธี แสดงว่าในช่วงนี้ต้นส้มเริ่มมีการสะสมธาตุไนโตรเจน การสะสมไนโตรเจนในใบส้มเริ่มสังเกตเห็นความแตกต่างในวันที่ 35 หลังการให้สาร การราดสารให้ทางดินมีแนวโน้มการสะสมไนโตรเจนสูง โดยเฉพาะการราดพาโคลบิวทราโซลอัตรา 2.0 กรัมต่อเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่ม 1 เมตร ให้แก่ต้นส้มหลังจากนั้นปริมาณไนโตรเจนรวมเริ่มมีแนวโน้มลดลง การลดลงของปริมาณไนโตรเจนรวมอาจเป็นสัญญาณที่บ่งชี้ถึงการเปลี่ยนแปลงการเจริญเติบโตจากด้านวัฒนภาคเป็นด้านเจริญพันธุ์ เพราะธาตุไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารหลักซึ่งองค์ประกอบสำคัญของ โปรตีน กรดอะมิโน ฮอร์โมนพืช กรดนิวคลีอิก และสารประกอบไนโตรเจนอื่นๆ โดยเฉพาะกรดนิวคลีอิกทำหน้าที่สำคัญในการเป็นศูนย์กลางการส่งผ่านข้อมูลทางพันธุกรรม (ยงยุทธ, 2546) ในระยะก่อนการออกดอกเป็นช่วงที่พืชมีอัตรากระบวนการเมทาบอลิซึมที่สูง รวมทั้งมีการแบ่งและขยายขนาดของเซลล์ เพื่อนำไปใช้ในส่งเสริมการสร้างองค์ประกอบต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเจริญพันธุ์ เช่น รังไข่ กลีบดอก เกสรเพศผู้และเพศเมีย เป็นต้น ซึ่งมีความจำเป็นที่ต้องใช้สารชีวเคมีที่มีธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ ดังนั้นหลังจากวันที่ 35 หลังการให้สาร การเปลี่ยนแปลงของปริมาณไนโตรเจนรวมในใบส้มมีแนวโน้มที่ลดลง แสดงว่าต้นส้มชะลอการเจริญเติบโตทางวัฒนภาค ทำให้มีการสะสมไนโตรเจนปริมาณน้อยลงเพื่อทำให้ต้นส้มเข้าสู่ระยะเจริญพันธุ์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ปริมาณของธาตุฟอสฟอรัส พบว่าช่วงวันที่ 7 ถึงวันที่ 14 หลังการให้สาร ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสในใบมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ในวันที่ 14 หลังการให้สาร พบว่ากรรมวิธีการให้พาโคลบิวทราโซลแก่ต้นส้มทั้งวิธีการราดให้ทางดินและพ่นให้ทางใบมีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่สูง ในขณะที่ต้นส้มที่ไม่ได้รับพาโคลบิวทราโซลมีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสในใบที่สูงในวันที่ 21 หลังการให้สาร ซึ่งระดับการสะสมของธาตุฟอสฟอรัสในใบที่สูงของต้นส้มที่ได้รับพาโคลบิวทราโซลนั้นเกิดขึ้นเร็วกว่าต้นส้มที่ไม่ได้รับพาโคลบิวทราโซลเป็นเวลา 7 วัน การเพิ่มปริมาณของธาตุฟอสฟอรัสในใบที่เร็วกว่าอาจเป็นผลดีและช่วยส่งเสริมการออกดอก เพราะธาตุฟอสฟอรัสเป็นส่วนประกอบสำคัญของสารอินทรีย์และมีบทบาทต่อองค์ประกอบของสารที่ทำหน้าที่ถ่ายทอดพลังงานในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงและการหายใจ ซึ่งเป็นสารที่ขับเคลื่อนให้เกิดการสังเคราะห์สารชีวเคมีเพื่อใช้ในกระบวนการเมทาบอลิซึมต่อไป (สัมฤทธิ์, 2537)

ปริมาณของธาตุโพแทสเซียมก่อนการออกดอก พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในช่วงวันที่ 7 ถึงวันที่ 42 หลังการให้สาร แสดงว่าในช่วงเวลาดังกล่าวต้นส้มเริ่มมีการสะสมธาตุโพแทสเซียม ในวันที่ 49 หลังการให้สาร ต้นส้มที่ให้พาโคลบิวทราโซลด้วยวิธีการพ่นให้ทางใบ มีแนวโน้มการสะสมปริมาณธาตุโพแทสเซียมในใบสูง เมื่อพ่นพาโคลบิวทราโซลความเข้มข้นต่ำ คือการพ่นพาโคลบิวทราโซลเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตรแก่ต้นส้ม ทำให้มีแนวโน้มปริมาณธาตุโพแทสเซียมในใบสูง ส่วนการพ่นพาโคลบิวทราโซลแก่ต้นส้มที่ความเข้มข้นสูง คือ การพ่นพาโคลบิวทราโซลเข้มข้น 2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้มีแนวโน้มปริมาณธาตุโพแทสเซียมในใบต่ำ ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของการพ่นพาโคลบิวทราโซลและปริมาณโพแทสเซียมควรมีการศึกษากระบวนการของความสัมพันธ์นี้ เพื่อหาคำตอบของปรากฏการที่เกิดขึ้น การสะสมธาตุโพแทสเซียมเป็นตัวส่งเสริมการออกดอกของพืช เพราะธาตุโพแทสเซียมมีบทบาทสำคัญในการเคลื่อนย้ายสารชีวเคมีที่จำเป็นของกระบวนการเมทาบอลิซึม กระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ รวมทั้งสร้างสมดุลด้านประจุไฟฟ้า ควบคุมศักย์ออสโมซิสที่มีผลต่อการดูดน้ำและการเปิดและปิดของปากใบ (ยงยุทธ, 2546)

การให้พาโคลบิวทราโซลมีผลต่อการสะสมธาตุอาหารหลัก 3 ธาตุนี้ จากบทบาทสำคัญที่ได้กล่าวมา อาจมีผลต่อการออกดอกของต้นส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง Taiz และ Zeiger (2006) กล่าวว่าในขณะที่พืชอยู่ในระยะการเจริญเติบโตด้านการเจริญพันธุ์ พืชจะมีอัตราการสังเคราะห์โปรตีนรวมทั้งอัตราการเกิดกระบวนการเมทาบอลิซึมที่สูงกว่าระยะการเจริญด้านวัฒนภาค ดังนั้นปริมาณธาตุไนโตรเจนที่มีแนวโน้มลดลงในช่วงวันที่ 35 หลังการให้สาร อาจเป็นเพราะธาตุไนโตรเจนถูกนำไปใช้เพื่อเป็นสารตั้งต้นของการสังเคราะห์สารชีวเคมี เช่น โปรตีน กรดอะมิโน ฮอร์โมนพืช และกรดนิคลีอิก เป็นต้น สารเหล่านี้เป็นองค์ประกอบสำคัญของการเจริญเติบโตด้านการเจริญพันธุ์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ซึ่งอาจเป็นการส่งเสริมการออกดอกของต้นส้มได้ นอกจากนี้ธาตุฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมมีผลต่อการออกดอก ต้นพืชในระยะก่อนการออกดอกเป็นช่วงที่พืชมีการสังเคราะห์สารชีวเคมีในอัตราที่สูง เพื่อนำไปใช้เป็นสารตั้งต้นของการเจริญพันธุ์ จากการทดลองของ ณัฐวดี (2545) พบว่าปริมาณธาตุฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในใบลำไยพันธุ์ดอก่อนการออกดอกชุดที่ 2 มีแนวโน้มการสะสมเพิ่มสูงขึ้น สอดคล้องกับการชักนำการออกดอกของมะละกอพันธุ์ Memecik ที่พบปริมาณธาตุฟอสฟอรัสในใบที่สูงในระยะก่อนการออกดอก (Sailh *et al*., 2004)

ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้าง (TNC) ก่อนการออกดอกมีแนวโน้มลดลงตั้งแต่วันที่ 7 ถึงวันที่ 70 หลังการให้สาร เมื่อพิจารณาการลดลงของปริมาณ TNC หลังการให้สาร พบว่าการให้พาโคลบิวทราโซลแก่ต้นส้มด้วยวิธีพ่นทางใบความเข้มข้น 2,000 มิลลิกรัมต่อลิตรและการราดให้ทางดิน 2.0 กรัมต่อเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่ม 1 เมตร มีค่าการลดลงของปริมาณ TNC ในใบที่สูงในวันที่ 63 ถึงวันที่ 70 หลังการให้สาร แสดงว่า TNC ในใบของต้นที่ได้รับพาโคลบิวทราโซลทั้ง 2 กรรมวิธีนี้ถูกนำไปใช้ในการเจริญเติบโตได้มากกว่าต้นที่ไม่ให้สาร ปริมาณ TNC ในใบที่ลดลงอาจถูกนำไปใช้เพื่อส่งเสริมด้านการเจริญพันธุ์ รวมทั้งใบส้มที่ใช้เป็นตัวอย่างในการวิเคราะห์ปริมาณ TNC เป็นใบที่ถูกกระตุ้นให้แตกใหม่และมีการพัฒนาเต็มที่ จึงมีประสิทธิภาพการสังเคราะห์ด้วยแสง การสังเคราะห์ และการเคลื่อนย้ายสารชีวเคมีที่สูงกว่าใบชุดเก่า (พีรเดช, 2537) ทำให้เกิดการสะสมคาร์โบไฮเดรตและน้ำตาลและถูกนำไปใช้ในกระบวนการเมทาบอลิซึมที่ส่งเสริมการเจริญเติบโต แต่เมื่อให้พาโคลบิวทราโซล ซึ่งจะไปยับยั้งการเจริญด้านวัฒนภาค คาร์โบไฮเดรตที่สะสมนี้จะไปส่งเสริมในด้านการเจริญพันธุ์ โครงสร้างที่เกี่ยวข้องกับการขยายพันธุ์จะเป็น strong sink ที่ดึงดูดคาร์โบไฮเดรตให้เปลี่ยนเป็นน้ำตาลเพื่อนำไปใช้ในการแบ่งหรือเพิ่มจำนวนเซลล์ ซึ่งจะเกิดเป็นดอกต่อไป ดังนั้นการวิเคราะห์ปริมาณ TNC ในใบช่วงก่อนการออกดอกจึงมีปริมาณลดลง วันทนา (2544) พบว่าก่อนการออกดอกของลำไยพันธุ์ดอปริมาณ TNC ในยอดจะลดลงเรื่อยๆ สอดคล้องกับ ศิริเพ็ญ (2544) ที่พบว่าในช่วงก่อนการแตกใบอ่อนของลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวยมีปริมาณ TNC ที่ลดลง เช่นกัน

แนวทางการใช้พาโคลบิวทราโซลจึงมีความเป็นไปได้ที่จะทำให้มีการออกดอกนอกฤดูของส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง เกษตรกรควรเลือกใช้วิธีการราดพาโคลบิวทราโซลให้ทางดินเพื่อกระตุ้นการออกดอกในช่วงฤดูฝนทดแทนวิธีการกักน้ำแก่ต้นส้ม โดยเริ่มทำการราดพาโคลบิวทราโซลหลังจากการปลิดผลด้วยเอทิฟอนเข้มข้น 500 มิลลิลิตรต่อลิตรและการกระตุ้นการแตกใบอ่อน การราดพาโคลบิวทราโซลควรราดเมื่อใบอ่อนชุดที่ถูกกระตุ้นพัฒนาจนเป็นใบแก่เต็มที่ วิธีการให้พาโคลบิวทราโซลที่มีประสิทธิภาพกระตุ้นการออกดอก คือการราดพาโคลบิวทราโซลทางดินแก่ต้นส้ม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โดยเฉพาะอัตรา 2.5 กรัมต่อเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่ม 1 เมตร ทำให้ต้นส้มมีจำนวนยอดที่ออกดอกสูงสุด

สารควบคุมการเจริญเติบของพืชแต่ละชนิดส่งผลต่อคุณภาพผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งที่แตกต่างกัน ความกว้างและความยาวของผลเป็นตัวบ่งชี้ถึงขนาดของผลและเป็นตัวแปรสำคัญของราคาจำหน่ายผลผลิต เพราะการจำหน่ายส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งผู้ซื้อมักกำหนดราคาซื้อจากขนาดของผล ดังนั้นผลส้มที่มีขนาดใหญ่ย่อมมีราคาที่แพงกว่าผลส้มขนาดเล็ก จากการทดลองพบว่าการพ่นสารคล้ายบราสซิน เข้มข้น 5 มิลลิลิตรต่อลิตร มีอัตราการขยายขนาดทั้งความกว้างและความยาวที่สูงและสม่ำเสมอ เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงขนาดของผล การพ่นสารคล้ายบราสซินมีเปอร์เซ็นต์การเพิ่มความกว้างของผลที่สูงจำนวน 2 ครั้ง คือในวันที่ 35 และ 70 หลังการพ่นสาร ซึ่งแตกต่างจากผลส้มที่พ่นด้วยน้ำกลั่นที่มีเปอร์เซ็นต์การเพิ่มความกว้างของผลอย่างสม่ำเสมอ สารคล้ายบราสซินมีผลต่อการขยายขนาดของเซลล์ การแบ่งเซลล์ (Sala and Sala, 1985 ; Nakajima *et al*., 1996) การพัฒนาของท่อน้ำท่ออาหาร (Clouse *et al*., 1992) การเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์ คุณสมบัติเยื่อหุ้มเซลล์ การสังเคราะห์ DNA, RNA และโปรตีน การสังเคราะห์แสง และมีผลต่อ source - sink relationships (Mandava, 1988) จากการทดลองของ Clouse *et al*. (1992) พบว่าสารคล้ายบราสซินกระตุ้นให้ลำต้นของถั่วเหลืองยืดยาว การพ่นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชแก่ผลส้มในระยะนี้ มีผลต่อการเพิ่มขนาดของผลเพียงเล็กน้อย เพราะผลส้มที่มีอายุ 7 เดือน เป็นผลที่ใกล้เข้าสู่ระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต ซึ่งในระยะนี้ผลส้มจะมีการพัฒนาทางด้านขนาดของผลที่น้อย แต่จะพัฒนาทางด้านสีผิว ปริมาณน้ำตาลและกรด ปริมาณน้ำภายในผล ดังนั้นการพ่นสารควบคุมการเจริญเติบโตเพื่อมุ่งเน้นให้ผลส้มมีการขยายขนาด จึงเกิดการขยายขนาดของผลส้มเพียงเล็กน้อย

การเปรียบเทียบน้ำหนักผล น้ำหนักเปลือก และน้ำหนักเนื้อผล ของผลส้มที่พ่นด้วยสารควบคุมการเจริญเติบโตแต่ละกรรมวิธีพบว่า การพ่นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชทุกกรรมวิธีไม่ทำให้น้ำหนักผล น้ำหนักเปลือก และน้ำหนักเนื้อผล มีความแตกต่างจากผลส้มที่พ่นด้วยน้ำกลั่น ส่วนค่าความแน่นเนื้อของผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง พบว่าการพ่น 3,5,6-TPA เข้มข้น 10 มิลลิลิตรต่อลิตร มีค่าความแน่นเนื้อต่ำที่สุด ซึ่งความแน่นเนื้อที่ต่ำอาจส่งผลต่อระยะเวลาการเก็บรักษาที่สั้นกว่าผลส้มที่มีความแน่นเนื้อสูง เนื่องจากผลส้มเกิดจากการสูญเสียน้ำภายในเซลล์ ทำให้ความเต่งของเซลล์ที่เปลี่ยนแปลงไป ภายในเซลล์ของผลส้มมีน้ำเป็นส่วนประกอบในสัดส่วนที่มาก ดังนั้นการสูญเสียน้ำภายในเซลล์จากปัจจัยต่างๆ เช่น การคายหรือระเหยของน้ำ บาดแผลบริเวณผิวของผลผลิต อายุผลผลิต และระยะการเก็บรักษา เป็นต้น ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของผลส้ม นอกจากนี้การสลายตัวของเพคตินเป็นสาเหตุที่สำคัญอีกประการหนึ่งของการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ ผลส้มในระยะก่อนเก็บเกี่ยวจะมีความแน่นเนื้อสูงกว่าระยะหลังการเก็บเกี่ยว เพราะ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เพคตินจะอยู่ในรูปของโปรโตเพคตินที่ไม่ละลายน้ำ แต่เมื่อผลส้มถึงระยะสุกเพคตินเหล่านั้นจะสลายตัวอยู่ในรูปกรดเพคติกที่ละลายน้ำได้โดยกิจกรรมของเอนไซม์โพลีกาแลกตูโรเนสและเพคตินเอสเตอเรส ประกอบกับโปรโตเพคตินที่ไม่ละลายน้ำมีแคลเซียมเป็นองค์ประกอบอยู่ในโครงสร้าง ซึ่งทำให้ผลส้มมีความแน่นเนื้อสูง โดยปกติผลส้มหลังเก็บเกี่ยวมักจะมีความแน่นเนื้อที่ลดลง (Steven, 1980) อย่างไรก็ตามค่าความแน่นเนื้อที่ต่ำอาจเป็นลักษณะที่ดีและเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค เพราะเนื้อผลภายในมีความอ่อนนุ่ม และมีความฉ่ำน้ำมากกว่าผลส้มที่มีความแน่นเนื้อสูง

การพ่น NAA เข้มข้น 30 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้ความหนาเปลือกของผลส้มมีค่าลดลง ความหนาเปลือกนั้นจะส่งผลโดยตรงต่อระยะเวลาการเก็บรักษา โดยผลส้มที่มีเปลือกบางระยะเวลาการเก็บรักษาจะสั้นกว่าผลที่มีเปลือกหนา ทั้งนี้เพราะเนื้อเยื่อผิวที่อยู่ชั้นนอกสุด (dermal tissue) มีความสำคัญในการปกป้องเนื้อชั้นในจากการสูญเสียน้ำ รวมทั้งการแลกเปลี่ยนแก๊สของผล (จริงแท้, 2549) ทำให้ผลที่เปลือกบางมีข้อเสียในด้านการเก็บรักษา แต่อาจเป็นลักษณะที่ต้องการของผู้บริโภค เพราะลักษณะประจำพันธุ์ของส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งต้องมีเปลือกบาง สีผิวเหลืองทอง กลิ่นหอม และรสชาติหวานอมเปรี้ยว ดังนั้นการพ่น NAA เข้มข้น 30 มิลลิกรัมต่อลิตร อาจช่วยส่งเสริมลักษณะเด่นของส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง รวมทั้งเปลือกที่บางลงอาจทำให้ผู้บริโภคได้รับประทานส่วนของเนื้อผลซึ่งเป็นส่วนที่รับประทานได้เพิ่มมากขึ้น

สีผิวเปลือกของผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง ในระยะก่อนการเก็บเกี่ยวสีผิวจะมีสีเขียวและเปลี่ยนแปลงเป็นสีเหลืองในระยะเก็บเกี่ยว การเปลี่ยนสีผิวเกิดจากการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ซึ่งมีสีเขียวไปเป็นสารที่ไม่มีสีและมีการสังเคราะห์แคโรทีนเพิ่มขึ้น (Modi และ Reddy, 1967) ทำให้ผลส้มเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลือง การเปลี่ยนแปลงสีผิวนี้มีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับการสุกของผลส้ม ดังนั้นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการสุกจึงมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงสีผิวด้วย (ดิศร, 2541 และ วารุณี, 2543) จากการทดลอง พบว่าทุกกรรมวิธีมีสีส้มแดงถึงสีเหลือง แต่การพ่น 3,5,6-TPA เข้มข้น 10 มิลลิลิตรต่อลิตร มีสีเปลือกออกไปทางสีเหลืองมากที่สุด เพราะค่ามุมของสีผิวมีค่าเข้าใกล้ค่ามุมสีที่ 90 องศามากที่สุดและมีค่าความสว่างของสีเปลือกที่เข้าใกล้ค่า 0 มาก ซึ่งทำให้ผลส้มมีลักษณะสีผิวเป็นสีเหลืองเข้ม

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (TSS) และ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TA) เป็นค่าที่บ่งชี้รสชาติและความหวานของผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง ของแข็งที่ละลายในน้ำคั้นของผลส้มส่วนใหญ่คือน้ำตาล การเปลี่ยนแปลงปริมาณ TSS ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ ส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งเป็นผลไม้ประเภทบ่มไม่สุก (non-climacteric) จะมีอัตราการเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาเคมีหลังการเก็บเกี่ยวเพียงเล็กน้อย และที่ต่ำกว่าผลไม้ประเภทบ่มสุก (climacteric) ดังนั้นการเก็บเกี่ยวผลส้มในระยะสุกเต็มที่ จึงมีค่า TSS ที่สูงกว่าระยะอื่น (จริงแท้, 2549) การสูญเสียน้ำระหว่างการเก็บเกี่ยว การขนส่ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลผลิต และการเก็บรักษา มีผลต่อค่า TSS การสูญเสียน้ำภายในเซลล์ส่งผลต่อความเข้มข้นและสัดส่วนระหว่างน้ำและน้ำตาลภายในเซลล์ ผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งที่เกิดการสูญเสียน้ำทำให้มีความเข้มข้นของน้ำตาลเพิ่มขึ้น ซึ่งส่งผลต่อค่า TSS ที่สูง แต่สำหรับผลไม้ประเภท non-climacteric ปัจจัยนี้มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า TSS เพียงเล็กน้อย (กฤติพงษ์, 2552) ส่วนปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TA) เป็นค่าบ่งชี้ถึงรสเปรี้ยวของส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง โดยส่วนมากกรดอินทรีย์ที่พบมากที่สุดในผลส้มคือ กรดซิตริก (citric acid) ในระยะที่ผลไม้มีการเจริญเติบโตปริมาณกรดอินทรีย์จะค่อยๆ สูงขึ้นและสูงสุดในระยะสุกเต็มที่ แต่หลังจากเก็บเกี่ยวปริมาณกรดอินทรีย์จะมีปริมาณลดลงเล็กน้อย ทั้งนี้เนื่องจากหลังการเก็บเกี่ยว ผลส้มยังมีการหายใจอยู่ ปริมาณกรดที่ลดลงน่าจะเกิดจากการที่กรดอินทรีย์ถูกนำไปเป็นสารตั้งต้นของวัฏจักรเครบส์ (Kreb's cycle) ซึ่งเมื่อกรดซิตริกเข้าไปทำปฏิกิริยา จะถูกออกซิไดซ์ไปเป็นสารอื่นซึ่งได้แก่ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และพลังงาน เป็นผลิตภัณฑ์สุดท้าย (สายชล และคณะ, 2534) อย่างไรก็ตามคุณภาพด้านรสชาติควรใช้อัตราส่วนระหว่างปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตเป็นตัวชี้วัด ซึ่งจะบอกถึงคุณภาพด้านรสชาติได้ดีกว่าการพิจารณาเฉพาะค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้หรือปริมาณกรดที่ไทเทรตเพียงอย่างเดียว (ดนัย และ นิธิดา, 2548) จากการทดลองพบว่า การพ่น 3,5,6-TPA เข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้ค่า TA ต่ำสุด ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อคุณภาพด้านรสชาติ เพราะมีกรดซิตริกในน้ำคั้นปริมาณน้อย Stern *et al.* (2007) รายงานว่า การพ่น 3,5,6-TPA อัตรา 15-20 มิลลิลิตรต่อลิตร ช่วยให้ผลเชอร์รี่มีปริมาณ TA ได้ต่ำที่สุด

ปริมาณวิตามินซีในผักและผลไม้เป็นตัวบ่งชี้ถึงคุณภาพด้านโภชนาการของผลผลิต ในผักที่รับประทานใบหรือช่อดอกมักมีการสูญเสียวิตามินซีรวดเร็วมาก แต่ในผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งซึ่งมีปริมาณวิตามินซีในน้ำคั้นค่อนข้างสูงจะเกิดการสูญเสียเพียงเล็กน้อย ซึ่งอาจเป็นเพราะปริมาณกรดอินทรีย์ที่จะช่วยยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ที่ทำให้เกิดการสลายตัวของวิตามินซีได้ (สมคิด, 2544) นอกจากนี้การเพิ่มขึ้นของแก๊สเอทิลีน อาจมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงวิตามินซีในน้ำคั้นของผลส้ม จริงแท้ (2549) ได้กล่าวว่า แก๊สเอทิลีนเป็นตัวยับยั้งการสูญเสียกรดแอสคอร์บิค (ascorbic acid) ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของวิตามินซี จากการทดลองพบว่าปริมาณวิตามิซีในน้ำคั้นหลังจากการพ่นสารควบคุมการเจริญเติบโตแก่ผลส้มทุกกรรมวิธี ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชเป็นวิธีการหนึ่งที่มีผลต่อคุณภาพผลผลิต การพ่นสารคล้ายบราสซิน เข้มข้น 5 มิลลิลิตรต่อลิตร ช่วยส่งเสริมการขยาดขนาดของผลได้ซึ่งทำให้ผลผลิตส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งมีขนาดผลที่ใหญ่ขึ้น แต่ควรศึกษาช่วงอายุของผลส้มที่สามารถตอบสนองต่อการพ่นด้วยสารคล้ายบราสซิน เพื่อให้ผลส้มที่ได้รับการพ่นด้วยสารคล้ายบราสซินมีประสิทธิภาพการขยายขนาดของผลที่ดี ส่วนการพ่นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชมีผลต่อคุณภาพ กล่าวคือ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การพ่น NAA เข้มข้น 30 มิลลิกรัมต่อลิตร ช่วยให้ความหนาของเปลือกลดลง ส่วนการพ่น 3,5,6-TPA เข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตร มีผลให้สีผิวมีโทนสีที่เหลืองเข้ม ซึ่งส่งผลดีต่อคุณภาพของผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง เกษตรกรควรนำข้อมูลเหล่านี้ไปช่วยในการเลือกใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชเพื่อปรับปรุงผลผลิตให้มีคุณภาพเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved