บทที่ 2
ตรวจเอกสาร

ลำไย (longan) เป็นไม้ผลที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งที่ทำรายได้อย่างมากให้แก่เกษตรกรในแต่ละปี ส่งผลให้เกิดการขยายพื้นที่ปลูกเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555) และก่อให้มีการแข่งขันมากขึ้นโดยเฉพาะเพื่อการส่งออก ซึ่งต้องการผลผลิตที่ดีได้คุณภาพและมาตรฐานตามที่กำหนด ซึ่งเกษตรกรจะต้องมีการจัดการที่ดี นอกจากนี้ปัญหาด้านแรงงานก็เป็นปัญหาที่ใหญ่ ดังนั้นการนำระบบการปลูกพืชระยะชิดหรือการเพิ่มผลผลิตในแนวนอน (horizontal production system) โดยการเพิ่มจำนวนต้นต่อพื้นที่ จึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งของการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พื้นที่ปลูกแทนการปลูกระยะห่างซึ่งเป็นการผลิตในแนวตั้ง (vertical production system) ทรงพุ่มสูงใหญ่ให้ผลผลิตต่อต้นสูง การปลูกพืชระยะชิดมีข้อได้เปรียบในแง่การดูแลรักษา การให้ผลผลิตที่เร็วและให้ความคุ้มทุนในระยะเวลาสั้น (เปรมปรี, 2530)

วิธีการควบคุมขนาดทรงพุ่มของไม้ผล

สัมฤทธิ์ (2537) ให้ข้อสังเกตว่าการควบคุมขนาดและทรงพุ่มไม้ผลให้ประสบผลสำเร็จนั้นต้องคำนึงถึงสรีรวิทยาของพืชนั้นๆ ว่ามีการตอบสนองต่อวิธีการควบคุมวิธีการต่างๆ อย่างไร การควบคุมทรงพุ่มวิธีการต่างๆ ทั้งในไม้ผลเขตหนาวและเขตร้อนนั้น มักเน้นการเปลี่ยนแปลงทางด้านโครงสร้างของทรงพุ่มและทำให้ทรงพุ่มมีขนาดที่เล็กลง ในขณะที่คุณภาพของผลผลิตดีขึ้นซึ่งวิธีการควบทรงพุ่มมีวิธีการต่างๆ ดังนี้

การใช้ต้นตอ ต้นเตี้ย

ปัจจุบันการผลิตไม้ผลในเชิงการค้านิยมนำพืช 2 หรือ 3 สายพันธุ์มาเชื่อมต่อเข้าด้วยกัน โดยใช้เป็นต้นตอ (rootstock) ต้นตอกลาง (interstock) หรือยอดพันธุ์ดี (scion) จากการศึกษาของมงคล และคณะ (2543) พบว่า ส้มโชกุนบนต้นตอมะขวิด มีความสูงน้อยกว่าบนต้นตอมะกรูด Kosina (2002) พบว่า แอปเปิลบนต้นตอแคระพันธุ์ Tork 9 และ Pajam 2 มีทรงพุ่มเตี้ยเล็กลง และมีผลผลิตต่อต้นเพิ่มขึ้น (Tworkoski and Miller, 2007; Szczygiel and Mika, 2003) Claudio et al. (2009) และ Samad et al. (1998) ศึกษาเปรียบเทียบการใช้ต้นตอกลางพบว่า แอปเปิล

พันธุ์ M 9 ยาว 10 นิ้ว เสียบสูงจากพื้นดิน 20 เซนติเมตร ส่งเสริมการออกดอกได้ดี แอปเปิลพันธุ์ M 27 สามารถควบคุมการเจริญของยอดใหม่ได้ถึง 80 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่พันธุ์ M 9 ควบคุมได้เพียง 50 เปอร์เซ็นต์

การตัดแต่งราก

รากมีหน้าที่สำคัญในการดูดน้ำและวัตถุดิบที่ใช้สร้างอาหารและค้ำยันต้น การตัดแต่งรากทำให้พืชมีการเจริญเติบโตที่ช้าลง ในต่างประเทศนิยมการตัดรากเพื่อควบคุมการเจริญเติบโต ของไม้ผลที่ปลูกในระยะชิด เช่น แอปเปิล (Wtadystaw et al., 2004) และเชอรี่ (Webster, 1998) โดยในแอปเปิลการตัดแต่งรากห่างจากลำต้น 20 และ 30 เซนติเมตร ลึก 30 เซนติเมตร ทำให้การเจริญเติบโตทางด้านความสูงต้นและความยาวของยอดลดลง 12 เปอร์เซ็นต์ และสามารถเพิ่มจำนวนดอกต่อต้นได้ โดยสามารถเห็นผลได้ชัดเจนในปีที่ 1 และ 2 (Khan et al., 1998) เช่นเดียวกัน Sosna (2002) และ Mitre et al. (2012) พบว่าการตัดแต่งรากแอปเปิลห่างจากลำต้น 60 เซนติเมตร ลึก 30 เซนติเมตร ทำให้อัตราเจริญเติบโตของทรงพุ่ม ลำต้น ความยาวของยอดลดลงและเพิ่มผลผลิตในปีต่อมา

ใน pear การตัดรากห่างจากลำต้น 40 เซนติเมตร ลึก 40 เซนติเมตร ทำให้ยอด pear สั้นลง (Asin et al., 2007) การตัดรากต้นลำไยห่างจากปลายทรงพุ่มเข้าไป 15 และ 30 เซนติเมตร ทำให้อัตราการเจริญเติบโตทางด้านความกว้างของทรงพุ่มลดลง (เฉลิมชัย, 2554) การตัดแต่งรากกาแฟออกประมาณ 35-40 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่รากทำให้ความสูงของต้นลดลงและเพิ่มจำนวนใบต่อต้นของกาแฟ (Mallikarjan et al., 2011) ส่วนการตัดราก apricot ห่างจากต้น 55 เซนติเมตร ลึก 60 เซนติเมตร ทำให้ผล apricot แก่เร็วขึ้น ผลมีขนาดเล็กลงแต่ไม่ส่งเสริมต่อการออกดอกและคุณภาพผลผลิต (Kazem et al., 1999)

การตัดแต่งทรงพุ่ม

การตัดแต่งทรงพุ่มเป็นวิธีการหนึ่งที่นำมาใช้ควบคุมขนาดของต้นพืช มานานนับพันปีและเป็นที่รู้จักกันในนามบอนไซ เทคนิคนี้ได้รับการดัดแปลงมาใช้ในทางการเกษตรอย่างกว้างขวางในพืชหลายชนิด เช่น การตัดแต่งต้นมะเฟืองโดยเอากิ่งออก 7-10 กิ่ง สามารถควบคุมการเจริญเติบโต และทำให้ออกดอก และติดผลเร็วขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับต้นไม่ตัดแต่งทรงพุ่ม (Nunez-Elisea and Crane, 2000) ในลำไยการตัดลดความสูงของทรงพุ่มจาก 4.3 เมตร เหลือประมาณ 2 และ

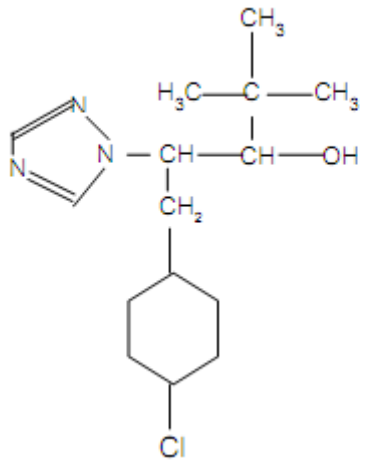
3 เมตร ได้รูปทรงต้นคล้ายฝาชีหงาย สามารถควบคุมความสูงของทรงพุ่มได้ดี ต้นลำไยมีการแตกกิ่งกระโดงบนกิ่งหลักที่เหลืออยู่จำนวนมากแต่ทำให้ผลผลิตลดลงในปีแรก (พาวิน และคณะ, 2546) จากการศึกษาของ Manoj et al. (2010) พบว่าการตัดแต่งกิ่งท้อมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์สามารถควบทรงพุ่มได้ดี และทำให้ผลท้อที่ได้มีขนาดใหญ่และคุณภาพดี แต่ใน peach การตัดแต่งกิ่งออกมากเกินไปจะทำให้ผลผลิตลดลง (Kumar et al., 2010) นอกจากนี้การตัดแต่งทรงพุ่มยังทำให้สะดวกต่อการจัดการและดูแลรักษา เช่น การป้องกันกำจัดศัตรูพืช และการเก็บเกี่ยวผลผลิต ช่วยให้ต้นได้รับแสงอย่างทั่วถึงมีการระบายถ่ายเทอากาศในทรงพุ่มดี (กวิศร์, 2546)

การใช้สารควบควบการเจริญเติบโต

สารชะลอการเจริญเติบโต (plant growth retardants) เป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตที่มีคุณสมบัติในการลดอัตราการเติบโตของพืช สารกลุ่มนี้มีทั้งที่เป็นสารธรรมชาติและสารอินทรีย์ที่มนุษย์สังเคราะห์ขึ้น เพื่อประโยชน์ในทางการเกษตร สารในกลุ่มนี้แต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติแตกต่างกันไปแต่มีคุณสมบัติหลักคือ ชะลอการแบ่งเซลล์และการยืดตัวของเซลล์ บริเวณใต้ส่วนยอดของกิ่งหรือลำต้น ทำให้พืชมีความสูงลดลง สารในกลุ่มนี้บางตัวสามารถยับยั้งการสังเคราะห์จิบเบอเรลลิน มีผลต่อการออกดอก ติดผล ความทนแล้ง และการเพิ่มผลผลิต (สมบุญ, 2544) สารที่นิยมใช้ในการควบคุมขนาดทรงพุ่ม คือสารในกลุ่ม Triazole โดยเฉพาะสารพาโคลบิวทราโซล (Swietlik and Miller, 1985)

โครงสร้างและคุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของสารพาโคลบิวทราโซล

สารพาโคลบิวทราโซลมีชื่อทางเคมีว่า 2RS,3RS-1-(4-chlorophenyl)-4,4-dimethyl-2-(1H-1,2,4-triazol-1-yl) pentan-3-ol มีสูตรทางเคมีคือ $C_{15}H_{20}CIN_{3O}$ (Frakulli and Voyiatzis, 1999)



ภาพ 1 สูตรโครงสร้างทางเคมีของสารพาโคลบิวทราโซล
ที่มา: Wood (2014) อ้างโดย ภาณุพงศ์ (2548)

สารพาโคลบิวทราโซลเป็นสารบริสุทธิ์มีผลึกสีขาว มีจุดหลอมเหลวที่อุณหภูมิ 165-166 องศาเซลเซียส ละลายได้ดีในเมทานอลไดคลอไรด์ (methanol dichloride), อะซิโตน (acetone),ไซโคลเฮกซาโนน (cyclohexanone), และเมทิลีน (methylene) พาโคลบิวทราโซลคงสภาพได้ทุกอุณหภูมิจนถึง 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลาอย่างน้อย 6 เดือน ไม่เป็นพิษต่อพืช มีค่าความเป็นพิษ (LD_{50} acute oral) 1,300-2,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Paclobutrazol plant growth regulator for fruit, 1984 อ้างโดย อรสา, 2547) สารพาโคลบิวทราโซลประกอบด้วย enantiomer 4 ชนิดคือ (+) – (2R, 3R) และ (-) – (3S,2S) (Haughan et al., 1989) มีประสิทธิภาพสูงมากในการควบคุมเชื้อราและชะลอการเจริญเติบโตของพืชตามลำดับ (Sugavanam, 1984) การพ่นสารพาโคลบิวทราโซลทางใบสามารถป้องกันกำจัดโรคราแป้ง และโรคสแค็บในแอปเปิลได้ มีพิษต่อนก ผึ้ง และจุลินทรีย์ในดินน้อย มีผลตกค้างในผลไม้ต่ำ สามารถใช้ได้ดีกับพืชหลายชนิด (Paclobutrazol plant growth regulator for fruit, imperial chemical industries, 1984 อ้างโดย มงคล และ จรัสศรี, 2535)

วิธีการให้สารพาโคลบิวทราโซลและการเคลื่อนย้ายของสารภายในพืช

สารพาโคลบิวทราโซลสามารถให้แก่ต้นพืชได้ด้วยวิธีต่างๆ เช่น พ่นทางใบ (foliar spray) (Sarker and Rahim, 2012; Sao Jose and Reboucas, 2000; Robbertse and Stassen, 2004) ให้ทางดิน (soil application) (Protacio et al., 2000; Robbertse and Stassen, 2004) ฉีดเข้าลำ

ต้น (trunk injection) และการทาสารที่ลำต้น (stem application) (Ahmedullah et al., 1986) ซึ่งการจะเลือกใช้วิธีการใดนั้นขึ้นอยู่กับความเหมาะสม การตอบสนองของพืชและชนิดของพืชด้วย (Quinlan and Richardson, 1986) การให้โดยการพ่นสารทางใบพืชจะได้รับสารส่วนใหญ่จากบริเวณยอดอ่อน ส่วนในใบแก่และลำต้นพืชจะได้รับสารน้อยมาก (Lever, 1986; Shearing and Jones, 1986) และการให้สารโดยการฉีดพ่นทางใบหลายครั้งจะให้ผลดีกว่าการให้สารเพียงครั้งเดียว (Mertens, 1993 อ้างโดย การิตา, 2552) สำหรับการให้สารโดยวิธีการรดลงดินนั้น พืชสามารถดูดซึมสารได้ดี โดยรากพืชจะดูดซึมสารไปพร้อม ๆ กับน้ำและธาตุอาหารต่าง ๆ ไปสู่ส่วนบนของต้นพืช (พีรเดช, 2529)

สารพาโคลบิวทราโซลเคลื่อนที่ได้ดีในท่อน้ำ (xylem) ไม่เคลื่อนย้ายในท่ออาหาร (phloem) เมื่อพืชได้รับสารพาโคลบิวทราโซลจะมีการเปลี่ยนแปลงทางสรีระ และกระบวนการทางชีวเคมีเกิดขึ้น (Steffens and Wang, 1986) การยับยั้งการสังเคราะห์จิบเบอเรลลินจึงมีผลทำให้การเจริญเติบโตและการขยายตัวของเซลล์ลดลง เซลล์จึงมีลักษณะเล็กกว่าเซลล์พืชปกติ (Suh and Chung, 1988; Curry and Williams, 1983)

ผลของสารพาโคลบิวทราโซลต่อการตอบสนองของพืช

พืชเมื่อได้รับสารพาโคลบิวทราโซลจะเกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางสรีรวิทยา กายวิภาค และกระบวนการทางชีวเคมี ดังนี้

การเปลี่ยนแปลงทางด้านลำต้น และกิ่ง ก้าน ใบ

พืชผักและไม้ดอกไม้ประดับ

ปัจจุบันได้มีการใช้สารพาโคลบิวทราโซลในการผลิตไม้ดอกและไม้ประดับอย่างแพร่หลายโดยนำมาใช้ในการควบคุมการเจริญเติบโตของทรงพุ่มไม่ให้มีขนาดใหญ่ ช่วยให้การจัดการดูแลรักษาง่าย ตลอดจนทำให้คุณภาพของดอกดีขึ้น เช่น ทำให้สีของดอกดีขึ้นในดอกคาร์เนชัน (Banan et al., 2002) ดอกแพนซี pansy (Benedtto, 2007) และดอก Consoliad orientalis (Gay) (Sibel et al., 2009) ลดความสูงของดอกทานตะวัน (Barbosa et al., 2009), ดอกเดปเดซี่ *Osteospermum* (Barnes et al., 2008) และดอกลิ้นมังกร Snapdrogan (Jalal-ud-din et al., 2013) Jungklana and Saengnil (2012) รายงานว่าการให้สารพาโคลทางดินเมื่อ Patumma สูง 10-15 เซนติเมตร แล้วงดการให้น้ำ 40 วัน มีผลให้ความสูงของต้นลดลง ภานุพงศ์ (2548) รายงานว่าต้น

เข็มเชียงใหม่ ต้นพุดจีบ และต้นไทรย้อยใบแหลมที่ได้รับสารพาโคลบิวทราโซล มีความสูงต้น ความกว้างทรงพุ่ม ความยาวปล้อง ขนาดของใบ และน้ำหนักแห้งของต้นลดลง ต้นเข็มเชียงใหม่มีปริมาณคลอโรฟิลล์และจำนวนช่อดอกเพิ่มขึ้น แต่ความยาวของช่อดอกพุดจีบลดลง

ในข้าวพาโคลบิวทราโซลทำให้ความสูงต้นลดลง และช่วยลดการหักล้มของต้นข้าวแตกกอมากขึ้น และเพิ่มจำนวนรวงข้าวต่อพื้นที่ (อรสา, 2547; Kwon and Yim, 1986; Khalil and Hidayat-ur-Rahman, 1995; นิวัฒน์ และ Datta, 2537) ในพืชผักสารพาโคบิวทราโซลทำให้ความสูง ความยาวปล้อง ความยาวของรากและขนาดของใบพริกลดลง (Hafeez-ur-Rahman et al., 1989) และทำให้ความยาวใบหอมหัวใหญ่สั้นลงมาก (Ashrafazzaman et al., 2009)

ไม้ผลและไม้ยืนต้น

สารพาโคลบิวทราโซลทำให้ความยาวของยอดสั้นลง เช่น ในมะม่วง (Protacio et al., 2000) อาโวคาโด (Whiley and Jack, 1992; Wolstenholme et al., 1988; Kohne and Kremer-Kohne, 1989) maple (Arron, 1986) สาลี่ (Asin and Vilardell, 2006; Asin et al., 2007) แอพพริคอท (Jacyan and Dodds, 1995) พีแคน (pecan) (Worley et al., 1996) พีช (Chan and Lee, 1989; Arzani et al., 2009) ทุเรียน (สุขวัฒน์ และคณะ, 2546) olive (Porlingis and Voyiatzis, 1999) ส้มและองุ่น (Ahmedullah et al., 1986) Plums (Viorica et al., 2009) สารพาโคลบิวทราโซลทำให้ความสูงของต้นและความยาวของใบอินทผลัมลดลงได้ (Aloni et al., 2010) แต่ขนาดของลำต้นลองกองเพิ่มขึ้น แต่ความสูงต้น ความยาวปล้อง ความยาวใบประกอบ พื้นที่ใบ และการเจริญเติบโตของรากลดลง (มงคล และคณะ, 2547)

Chaitrakulsub et al. (1992) พ่นสารพาโคลบิวทราโซลทางใบกับลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวย ทำให้เส้นผ่าศูนย์กลางยอดเพิ่มขึ้น Wieland and Wample (1985) รายงานว่าให้สารพาโคลบิวทราโซลทางดินและทางลำต้นกับแอปเปิลอายุ 1 ปี ทำให้น้ำหนักแห้งและน้ำหนักสดของใบลดลง ขนาดของใบสั้น แต่เพิ่มจำนวนกิ่งใบของต้น apricot (Wani et al., 2007) ส่วน Arzani and Roosta (2004) รายงานว่าสารนี้ลดการเจริญเติบโตกิ่งใบของ Apricot ปริมาณไนโตเจนในใบ ส่วนปริมาณโพแทสเซียมและฟอสฟอรัสไม่เปลี่ยนแปลง (Jacyna and Dodds, 1995) ในเกาลัดทำให้ความยาวของยอดใหม่สั้นลง (Xu and Yang, 2006) สารพาโคลบิวทราโซลทำให้ความหนาเปลือกของผลมะเดื่อฝรั่งเพิ่มขึ้น (Abo-Rawush et al., 1991)

การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา และกายวิภาค

พืชล้มลุกและไม้ดอกไม้ประดับ

ดอกกล็อกซิเนียพันธุ์สีแดงซ้อนหลังจากได้รับสารพาโคลบิวทราโซล เป็นเวลา 45 วัน แล้วนำไปเพาะเลี้ยงบนอาหารนาน 1 เดือน พบว่า ปริมาณคลอโรพลาสต์ ความกว้าง ความยาวของปากใบ และความหนาแน่นของปากใบลดลง ในขณะที่ปริมาณของคลอโรฟิลล์เอ บี และคลอโรฟิลล์รวมเพิ่มขึ้น (ศริญญา และ สมปอง, 2551) ในข้าวสารพาโคลบิวทราโซลทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีอิทธิพลต่อ จำนวนปากใบ ขนาดของเซลล์ และอัตราการสังเคราะห์แสง (Yim et al., 1997)

ส่วนข้าวโพดพบว่าจำนวนใบต่อต้นและปริมาณคลอโรฟิลล์เอและบีภายในใบเพิ่มมากขึ้น (Lremiren et al., 1997) แต่ไม่มีอิทธิพลต่ออัตราการสังเคราะห์แสง (khalil and Hidagut-ur-Rahman, 1995) ในขณะที่ต้นขมิ้นมีปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (Relative water content) และน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้น แต่ในขณะที่ปริมาณ malondialdehyde (MAD) ซึ่งเป็นตัวชีวัดในการเกิด lipid peroxidation ในใบลดลง แต่ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และบี ไม่มีการเปลี่ยนแปลง (Jungklana and Saengnil, 2012) สารพาโคลบิวทราโซลทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงของต้นดอกแพงพวยเพิ่มขึ้น และท่อน้ำท่ออาหารของลำต้น และเซลล์ผิวชั้นนอก เช่น epidermis และ cuticle มีขนาดใหญ่ขึ้น (Abdul et al., 2007) ในมันฝรั่งการฉีดพ่นสารพาโคลบิวทราโซลในระยะออกดอกทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้น (Gon et al., 2012)

ไม้ผลและไม้ยืนต้น

ในไม้ผลไม้ยืนต้น เช่น ลองกอง การให้พาโคลบิวทราโซลทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์เพิ่มขึ้น (มงคล และคณะ, 2547; เพ็ญศิริ และ มงคล, 2544) นอกจากนี้ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบของต้นประดู่บ้าน อายุ 4 เดือน จะเพิ่มขึ้นแล้ว และปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ได้อยู่ในรูปโครงสร้างของใบ เพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของสารที่เพิ่มขึ้น (ศุมาริน, 2545) ในขณะที่ความกว้าง และความยาวของพาลิเลสพาเรนคิมาเซลล์ ความกว้างของสปอนจีพาเรนคิมาเซลล์ และอินเตอร์เซลลูลาร์สเปซของใบมีค่าลดลง ขณะที่ความหนาของชั้นสปอนจีมีโวฟิลล์เพิ่มขึ้น (การิตา, 2552) Aguirre and Blanco (1992) พบว่าพาโคลบิวทราโซลทำให้ต้นท้อ (*Prunus persica*) มีท่ออาหาร (phloem) และคอร์เท็ก (cortex) ภายในลำต้นเพิ่มขึ้น ต้นเนคทารีนมีปริมาณปริมาณคลอโรฟิลล์และการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้น (Dejong and Doyle, 1984) ส่วนขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางยอด และปริมาณคาร์โบไฮเดรต (Total Nonstructural Carbohydrates หรือ TNC) เพิ่มขึ้น ทำให้มีการสะสมของปริมาณคาร์โบไฮเดรตในต้นมากขึ้น (Blanco, 1990) ในสตรอเบอรี

อัตราการสังเคราะห์แสงลดลง 3 เดือนหลังจากที่ได้รับสาร แต่เพิ่มขึ้นอีกครั้งในช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิต ส่วนในแอปเปิลพบว่าเมื่อได้รับสารนี้ทำให้ความหนาของใบและปริมาณคลอโรฟิลล์เพิ่มขึ้น (Hao et al., 1999) ราดเบอรี respberry เมื่อได้รับสารนี้ทำให้จำนวนของ chloroplasts ภายในเนื้อเยื่อลดลง ลักษณะรูปร่างของเซลล์ palisade และ sponge mesophyll ไม่มีการเปลี่ยนแปลง (Karyata, 1998) ความหนาของใบแอปเปิล ปริมาณคลอโรฟิลล์ และการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้น (Kim et al., 1990) มะกอก Olive เมื่อได้รับสารพาโคลบิวทราโซลทำให้ปริมาณคาร์โปไฮเดรตในใบเพิ่มขึ้น (Oliveira et al., 2013) สบู่ดำที่ได้รับสารพาโคลบิวทราโซลทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ เนื้อเยื่อผิว (epidevmal cells) จำนวนปากใบ ความเข้มข้นของไนโตเจนและอัตราการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้น (Ghosh et al., 2011)

การออกดอก ติดผล และคุณภาพผลผลิต

สารพาโคลบิวทราโซลเป็นสารที่นิยมใช้ผลิตไม้ผลก่อนและนอกฤดู เช่น มะม่วง ทุเรียน และชมพู่ เป็นต้น โดยในมะม่วง พาโคลบิวทราโซลทำให้เปอร์เซ็นต์การออกดอกและคุณภาพของผลผลิตดีขึ้น (Protacio et al., 2000; Robbertse and Stassen, 2004; Sarker and Rahim, 2012; Singh and Bhattacherjee, 2005; นารีรัตน์ และคณะ, 2532) การให้สารพาโคลบิวทราโซลสามารถกระตุ้นให้ทุเรียนการออกดอก 32-43 วัน เร็วกว่าต้นที่ไม่ได้รับสาร และเพิ่มเปอร์เซ็นต์การออกดอก 91.7 เปอร์เซ็นต์ (สุขวัฒน์ และคณะ, 2546)

Mauk et al. (1986) กล่าวว่าสารพาโคลบิวทราโซลสามารถชักนำการออกดอกของพืชตระกูลส้มได้ เช่น ส้มในกลุ่ม sweet oranges (Martinez-Fuentes et al., 2004; Martinez-Fuentes et al., 2013) และส้มในกลุ่ม mandarin (Martinez-Fuentes et al., 2013) นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มเปอร์เซ็นต์ตาดอก แต่ลดจำนวนตาใบของส้ม (Martinez-Fuentes et al., 2013; รัชนีวรรณ, 2547; จริญญา และ ดรุณี, 2553) ทุเรียน (จักรพงษ์ และคณะ, 2536; เสริมสุข และ คณะ, 2536 อ้างโดย อรสา, 2547) และท้อ (*Prunus persica*) Arzani et al. (2009) รายงานว่าสารพาโคลบิวทราโซลสามารถเพิ่มจำนวนดอกของเนคทาริน (Dejong and Doyle, 1984) และชมพู่ (สาธิต และ คณะ, 2549) นอกจากนี้ยูคาลิปตัสเมื่อได้รับสารพาโคลบิวทราโซลเพียงครั้งเดียวก็สามารถออกดอกได้ (สุดารัตน์ และ คณะ, 2544) สตรอเบอรีเมื่อได้รับสารพาโคลบิวทราโซลทำให้ความยาวของช่อดอกสั้นลง แต่เพิ่มจำนวนช่อดอก และจำนวนดอก (Jamalian et al., 2008a) Ghosh et al. (2009) พบว่าพาโคลบิวทราโซลทำให้ช่อดอกของสบู่ดำมีขนาดสั้นลงมาก และเพิ่มเปอร์เซ็นต์การติดผลต่อต้น

มีรายงานของ Kaska (1992) กล่าวว่าการพ่นพาโคลบิวทราโซลในระยะก่อนดอกบานทำให้การงอกของ pollen ดีขึ้น ช่วยในการติดผลของ Pistachio nut และในมังคุด (จิรวิทย์ และคณะ, 2541) Christo et al. (1995) รายงานว่าพาโคลบิวทราโซลเพิ่มปริมาณผลผลิตต่อต้นในองุ่นพันธุ์ Rkatsiteli เช่นเดียวกับ ต้นท้อ (Arzani et al., 2009) สตรอเบอรีเมื่อได้รับสารพาโคลบิวทราโซลทำให้ผลผลิตมีคุณภาพสูงขึ้น (Jamalian et al., 2008b) และสตรอเบอรีพันธุ์ Selva มีรสชาติดีขึ้น (Abdollahi et al., 2012) Christo et al. (1995) ในแอปเปิลจำนวนยอดไม่เปลี่ยนแปลง แต่จำนวนช่อดอกและจำนวนผลต่อกิ่งเพิ่มขึ้น Khurshid et al. (1997a) ทดลองใช้สารพาโคลบิวทราโซลกับแอปเปิล 2 สายพันธุ์ คือ Braeburn และ Oregon พบว่าสารนี้ทำให้แอปเปิลเพิ่มปริมาณผลผลิตต่อต้นได้ดีเช่นกัน Khurshid et al. (1997b) พบว่าสารพาโคลบิวทราโซลมีผลต่อคุณภาพผลผลิตทำให้น้ำหนักผลผลิตลดลง 8.2 เปอร์เซ็นต์ ความยาวและความกว้างของผลลดลง 3 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ลดลง แต่ปริมาณเนื้อของผลพันธุ์ OSD เพิ่มขึ้น แต่ลดลงในพันธุ์ Braeburn ในมะละกอเมื่อได้รับสารนี้ทำให้เปอร์เซ็นต์ของน้ำยางและปริมาณผลผลิตเพิ่มมากขึ้น (Auxcilia et al., 2010) Qing-Song and Xiao-Hui (2011) รายงานว่า สารพาโคลบิวทราโซลเพิ่มปริมาณแป้งในมันสำปะหลังพันธุ์ Nanzhil 99 7.21 % และ 44.72 % ในพันธุ์ GR 911 แต่ในแตงโมพบว่า ขนาดผลและน้ำหนักของผลลดลง (Huang et al., 1989)