ผลของ Forchlorfenuron และ Boric acid ต่อการกระตุ้นการแตกตาดอกขององุ่น

Effect of Forchlorfenuron and Boric Acid on Flower Bud Initiation of Table Grape

ภูริทัต กองบุญสุข[1]* วาริน สุทนต์[2] อรพินธุ์ สฤษดิ์นำ[1] และชินพันธ์ ธนารุจ[1]

Puritus Kongboonsuk[1]* Warin Suton[2] Orapin Saritnum[1] and Chinnapan Thanarut[1]

[1]สาขาวิชาไม้ผล คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290

[1]Division of Pomology, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, San Sai, Chiang Mai 50290

[2]สาขาวิชาสมุนไพร คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290

[2]Division of Medicinal Plant Science, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, San Sai, Chiang Mai 50290

* Corresponding author: baspuritus@gmail.com

(Received: 20 May 2024; Revised: 19 August 2024; Accepted: 9 September 2024)

Abstract

Grapes can grow well in all climates. However, after pruning, there is often a problem of non-simultaneous bud breakage. Therefore, hydrogen cyanamide is often used (the commercial bud-breaking agent). However, it is a substance that is dangerous to users and is highly toxic. Therefore, the effects of Forchlorfenuron (CPPU) and boron (boric acid) on the stimulation of flower bud break of grape 'Gold Bailey A' were investigated to compare with 2.5% of hydrogen cyanamide. The results showed that hydrogen cyanamide at 2.5 percent gave the highest bud break percentage of 30.0 percent, which was not significantly different from CPPU at 10 mg/L with bud break percentages of 16.6 percent. CPPU at 10 mg/L also gave the highest flower bud percentage of 10.6 percent without significant differences found when compared to hydrogen cyanide and boric acid at 1,000 mg/L (9 and 8.3 percent of flower bud percentages, respectively). For the fruit set, CPPU 10 mg/L showed the highest fruit set at 13.3 percent. CPPU 10 mg/L and boric acid 1,000 mg/L can be used as the stimulating substances for flower buds and replace toxic substances (hydrogen cyanamide) that are harmful to grape farmers. Furthermore, using CPPU and boric acid can reduce costs by up to 4.75 percent (35.4 baht) and 4.7 percent (35.85 baht), respectively, when compared to using hydrogen cyanamide (per liter of water mixing rate).

Keywords: CPPU, boric acid, flower bud initiation, reduce costs

บทคัดย่อ

องุ่นสามารถเจริญเติบโตได้ดีในทุกสภาพอากาศ แต่เมื่อหลังจากตัดแต่งกิ่ง มักพบปัญหา คือ การแตกตาที่ไม่พร้อมกัน จึงนิยมใช้สาร hydrogen cyanamide ซึ่งเป็นสารที่ใช้กระตุ้นการเปิดตาขององุ่น และพืชเขตหนาว แต่เป็นสารที่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้ และมีความเป็นพิษสูง ดังนั้นจึงศึกษาสาร CPPU และ boron (boric acid) ต่อการกระตุ้นการแตกตาดอกขององุ่นพันธุ์ 'Gold Bailey A' เพื่อเปรียบเทียบกับสาร hydrogen cyanamide ที่ระดับความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ จากการทดลองพบว่า การพ่น hydrogen cyanamide 2.5 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์การแตกตาสูงสุด 30.0 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติกับการพ่น CPPU ที่ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ทำให้องุ่นมีเปอร์เซ็นต์การแตกตา 16.6 เปอร์เซ็นต์ และสำหรับเปอร์เซ็นต์การแตกตาดอก พบว่าการพ่น CPPU ที่ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร มีเปอร์เซ็นต์การแตก

ตาดอกสูงสุด 10.6 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติกับการพ่นสาร hydrogen cyanamide และ boric acid ที่ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ทำให้องุ่นมีเปอร์เซ็นต์การแตกตาดอก เท่ากับ 9 และ 8.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนเปอร์เซ็นต์การติดผล พบว่าการพ่น CPPU ที่ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้องุ่นมีเปอร์เซ็นต์การติดผลสูงสุด 13.3 เปอร์เซ็นต์ จากผลการทดลอง CPPU ที่ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร และ boric acid ที่ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้ออกดอก และใช้ทดแทนสาร hydrogen cyanamide ซึ่งเป็นอันตรายต่อเกษตรกรที่ปลูกองุ่นได้ อีกทั้ง CPPU และ boric acid ยังสามารถลดต้นทุนได้ถึง 4.75 เปอร์เซ็นต์ (35.4 บาท) และ 4.7 เปอร์เซ็นต์ (35.85 บาท) ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้สาร hydrogen cyanamide (ต่ออัตราการผสมน้ำ 1 ลิตร)

คำสำคัญ: ไซโตไคนิน โบรอน แตกตาดอก ลดต้นทุน

คำนำ

องุ่น (Grape) อยู่ในวงศ์ Vitaceae สกุล *Vitis* การแบ่งองุ่นตามลักษณะทางภูมิศาสตร์ แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ ได้แก่ องุ่นยุโรป องุ่นพื้นเมืองอเมริกา และองุ่นลูกผสม ส่วนการแบ่งตามลักษณะการนำไปใช้ประโยชน์ แบ่งออกเป็น 4 กลุ่มใหญ่ ได้แก่ องุ่นบริโภคสด องุ่นทำไวน์ องุ่นแห้ง และองุ่นผลิตเหล้า ส่วนที่นิยมนำมาปลูกมากที่สุด คือ องุ่นยุโรป (*Vitis vinifera*) ซึ่งมีมากกว่า 8,000 สายพันธุ์ (Lertwattanakiat, 2018) เนื่องจากสามารถปรับตัวให้เข้ากับทุกสภาพอากาศได้ดี ทำให้เจริญเติบโตได้ดีทั้งในพื้นที่เขตหนาว เขตกึ่งร้อน และเขตร้อน โดยทั่วไปองุ่นเป็นไม้ผลผลัดใบ ซึ่งจะผลัดใบเมื่อเข้าสู่ฤดูใบไม้ร่วง จากนั้นจะพักตัวในฤดูหนาว และเริ่มแตกตาในฤดูใบไม้ผลิและมีการเจริญเติบโตจนถึงฤดูร้อน ส่วนองุ่นที่นำมาปลูกในเขตร้อนลักษณะไม่ผลัดใบ เพราะไม่มีการพักตัวตามธรรมชาติ จึงต้องมีการตัดแต่งกิ่งและปลิดใบทิ้ง เพื่อให้เกิดการแตกตาและออกดอกได้ (Surasak and Thakhieo, 1999) ในประเทศไทยไม่มีอุณหภูมิเพียงพอสำหรับให้องุ่นมีการพักตัว จึงมีการเจริญทางกิ่งใบได้ดีตลอดทั้งปี และสามารถบังคับให้ผลผลิตได้มากกว่า 1 ครั้งต่อปี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์และความพร้อมของต้นที่ต้องมีการสะสมอาหาร เพื่อการพัฒนาตาดอก ซึ่งมีปัจจัยต่าง ๆ มาเกี่ยวข้อง เช่น อุณหภูมิ แสง ธาตุอาหาร ฮอร์โมน ความเครียด และความสม่ำเสมอของกิ่ง เป็นต้น อย่างไรก็ตาม การให้ผลในรุ่นที่ 2 อาจน้อยลงเนื่องจากการสะสมอาหารที่ไม่มากพอ หรือช่วงเวลาสะสมอาหารสั้น รวมถึงสภาพพื้นที่และการดูแลรักษา และยังขึ้นอยู่กับชนิด และพันธุ์ขององุ่น ซึ่งนิยมใช้สารในการกระตุ้นให้เกิดการแตกตา เนื่องจากมีความหนาวเย็นไม่เพียงพอ โดยสารที่นิยมใช้ ยกตัวอย่างเช่น ไฮโดรเจนไซยานาไมด์ โพแทสเซียมไนเตรต ไธโอยูเรีย ไดไนโตรฟีนอล จิบเบอเรลลิน และไซโตไคนิน (Erez and Lavi, 1984; Shulman *et al*., 1986) ทั้งนี้สารที่นิยมใช้ในการกระตุ้นการแตกตาขององุ่นที่นำมาใช้มากที่สุด คือ Hydrogen cyanamide ที่มีชื่อการค้าว่า Dormex ซึ่งมีประสิทธิภาพในการกระตุ้นการแตกตาของไม้ผลเขตหนาว และเขตอบอุ่นที่ได้รับความหนาวเย็นไม่เพียงพอ (Mohamed, 2008) การพักตัวของตาพืชมีส่วนเกี่ยวข้องกับ endogenous abscisic acid และ reactive oxygen species (ROS) ส่งผลให้องุ่นที่ได้รับช่วงแสง และอุณหภูมิที่ลดลงเกิดการพักตัว ซึ่งการใช้สาร hydrogen cyanamide จะส่งผลให้เกิดการเผาผลาญพลังงาน เช่น คาร์โบไฮเดรต ที่จำเป็นสำหรับการแบ่งเซลล์ นอกจากนี้ยังกระตุ้นการทำงานของโปรตีน ที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระให้เกิดการทำงาน เพื่อทำลายอนุมูลอิสระ (ROS) ดังนั้นเมื่อได้รับสาร hydrogen cyanamide จึงเกิดการเผาผลาญพลังงาน และส่งสัญญาณไปสู่เนื้อเยื่อเจริญบริเวณส่วนปลายรากและปลายยอดให้เกิดการทำงาน การใช้ hydrogen cyanamide จึงสามารถใช้เป็นสารทำลาย

การพักตัวตามธรรมชาติ (endodormancy) (Rehman *et al*., 2020) แต่ตาที่แตกออกมาอาจเป็นได้ทั้งตาดอกหรือยอดอ่อน หากการสะสมอาหารไม่เพียงพอต่อการสร้างตาดอก นอกจากนี้สาร hydrogen cyanamide เป็นสารที่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้ และมีความเป็นพิษสูง ดังนั้นการวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสารควบคุมการเจริญเติบโต Forchlorfenuron (CPPU) เป็นฮอร์โมนกลุ่มไซโตไคนิน โดยทั่วไปแล้วจะทำหน้าที่ในการสร้างตำแหน่งของ Anlagen ในต้นองุ่น ซึ่งทางกายภาพและสัณฐานวิทยาขององุ่นที่เปลี่ยนแปลงไปเป็นตาดอก (flower bud differentiation) โดยเริ่มจากการเกิดตำแหน่งของ Anlagen (flower initiation) ซึ่งแยกออกมาจากส่วนปลาย (apices) โดย Anlagen สามารถพัฒนาเป็นช่อดอก มือจับ (หนวด) หรือยอดอ่อน หากมีฮอร์โมนจิบเบอเลลลินสูงกว่าไซโตไคนิน Anlagen จะพัฒนาไปเป็นยอดอ่อน แต่ถ้าหากฮอร์โมนไซโตไคนินสูงกว่าจิบเบลเลลิน Anlagen จะถูกพัฒนาไปเป็นช่อดอก (Jaidee, 2010) ธาตุโบรอน ซึ่งเป็นธาตุอาหารรองสามารถอยู่ในรูปของสารประกอบได้หลายชนิด เช่น boric acid หรือ sodium borate ในงานวิจัยได้นำสาร boric acid 99 เปอร์เซ็นต์ ที่มีส่วนประกอบของโบรอน 17 เปอร์เซ็นต์ มาทำการวิจัยในครั้งนี้ โบรอนมีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายละอองเรณู (pollination) Sharafi and Raina (2020) กล่าวว่า บริเวณที่พบการทำงานของโบรอนมากที่สุดในเกสร คือ บริเวณยอดเกสรตัวเมีย (stigma) หลอดเรณู (pollen tube) จนใกล้ถึงบริเวณรังไข่ (ovary) โบรอนยังสามารถช่วยเพิ่มอัตราการงอกของละอองเรณู (pollen grain) ในองุ่นได้อีกด้วย (Alva *et al*., 2015) นอกจากนี้ ยังพบอีกว่า การพ่นโบรอนทางใบจะถูกสะสมที่ใบแก่ และจะเคลื่อนย้ายผ่านทางท่ออาหาร (phloem) ไปสะสมที่เปลือกไม้ชั้นใน (inner bark) ที่อยู่ระหว่างท่อลำเลียง (vascular cambium) และเปลือก (cork cambium) ชั้นในสุด เพื่อรอใช้สำหรับการแตกตาแฝงและช่อดอกขององุ่น (Hanson, 1991) จึงศึกษาหาระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมของสาร CPPU และ boric acid โดยเปรียบเทียบกับสาร hydrogen cyanamide ต่อการกระตุ้นการแตกตา และกระตุ้นการแตกตาดอกขององุ่น

อุปกรณ์และวิธีการ

คัดเลือกองุ่นพันธุ์ ‘Gold Bailey A’ อายุ 5 ปี ปลูกในโรงเรือนพลาสติก สาขาไม้ผล คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ โดยให้ปุ๋ยเพิ่มการสะสมอาหารก่อนการทดลอง คือ 15-15-15 และ 8-24-24 ทุก 15 วัน โดยเริ่มทำการทดลอง เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2563 ซึ่งมีอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยคือ 15.4 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยคือ 30.5 องศาเซลเซียส วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design; CRD) แบ่งการทดลองออกเป็น 8 กรรมวิธี จำนวน 3 ซ้ำ (ต้น) ซ้ำละ 10 กิ่ง โดยมีกรรมวิธีดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 น้ำเปล่า (control)

กรรมวิธีที่ 2 Hydrogen cyanamide ที่ระดับความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ (check)

กรรมวิธีที่ 3 CPPU ที่ระดับความเข้มข้น 5 มิลลิกรัมต่อลิตร

กรรมวิธีที่ 4 CPPU ที่ระดับความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตร

กรรมวิธีที่ 5 CPPU ที่ระดับความเข้มข้น 15 มิลลิกรัมต่อลิตร

กรรมวิธีที่ 6 Boric acid ที่ระดับความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อลิตร

กรรมวิธีที่ 7 Boric acid ที่ระดับความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

กรรมวิธีที่ 8 Boric acid ที่ระดับความเข้มข้น 2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

ทำการตัดแต่งกิ่งและปลิดใบออกเหลือตาไว้ 5 ตา พ่นสาร CPPU และ boric acid ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันในแต่ละกรรมวิธี เพื่อเปรียบเทียบสาร hydrogen cyanamide ที่ระดับความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ วิธีการทดลองโดยพ่นทางใบ (พ่นช่วงเย็นหรือช่วงเวลาที่ไม่มีแสงแดด) ในทุกกรรมวิธีจะพ่น 4 ครั้ง (สัปดาห์ละ 1 ครั้ง) ใน 2 ครั้งแรกพ่นก่อนการตัดแต่งกิ่ง (สัปดาห์ที่ 1 และ 2) อีก 2 ครั้ง พ่นหลังตัดแต่งกิ่ง (สัปดาห์ที่ 3 และ 4) ส่วน hydrogen cyanamide พ่นตามคำแนะนำการใช้ คือ พ่นเพียง 1 ครั้ง และพ่นภายใน 7 วัน หลังจากตัดแต่งกิ่ง และเป็นกรรมวิธีที่ใช้เปรียบเทียบ (check) ทุกกรรมวิธี หลังจากพ่นสารให้น้ำทันที (ในแต่ละกรรมวิธีจะพ่นสาร 1,000 มิลลิลิตร ใน 1 กิ่งจะทำการพ่นสารเฉลี่ยโดยประมาณ 100 มิลลิลิตร)

บันทึกข้อมูล ดังนี้ วันที่เริ่มแตกตา (วัน) การแตกตา (เปอร์เซ็นต์) ทำการเก็บผลการทดลองหลังจากตัดแต่งกิ่ง 2 สัปดาห์ การแตกตาดอก (เปอร์เซ็นต์) การแตกตาใบ (เปอร์เซ็นต์) ความยาวยอดตาดอก (เซนติเมตร) และความยาวยอดตาใบ (เซนติเมตร) ทำการเก็บผลการทดลองหลังจากตัดแต่งกิ่ง 3 สัปดาห์ ความยาวช่อดอก (เซนติเมตร) ทำการเก็บผลการทดลองหลังจากตัดแต่งกิ่ง 5 สัปดาห์ เปอร์เซ็นต์การติดผล (เปอร์เซ็นต์) และน้ำหนักช่อผล (กรัม) ทำการเก็บผลการทดลองหลังจากตัดแต่งกิ่ง 12 สัปดาห์

ผลการวิจัยและวิจารณ์

วันที่เริ่มแตกตา พบว่า การพ่นด้วย hydrogen cyanamide 2.5 เปอร์เซ็นต์ มีการแตกตาเร็วที่สุด 9.1 วัน ซึ่งแตกต่างทางสถิติกับทุกกรรมวิธีอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง รองลงมา ได้แก่ การพ่น CPPU ที่ 5 และ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งทำให้องุ่นเริ่มแตกตาในวันที่ 15.5 และ 15.7 วัน ตามลำดับ แต่พบว่า การพ่นด้วย boric acid ที่ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้องุ่นมีการแตกตาช้าที่สุด 20.7 วัน (Table 1) ทั้งนี้สาร hydrogen cyanamide เป็นสารกระตุ้นการทำงานของโปรตีนที่เกี่ยวข้องกับการเผาผลาญพลังงานน้ำตาล ที่จำเป็นสำหรับการแบ่งเซลล์และเป็นโมเลกุลส่งสัญญาณสำหรับเนื้อเยื่อเจริญ (meristematic) ที่เกี่ยวข้องกับการพักตัวของพืช (Chang *et al*. 2018) จากการรายงานของ Or *et al*. (2000) พบว่า hydrogen cyanamide กระตุ้นโปรตีนที่เกี่ยวข้องกับการเผาผลาญแอลกอฮอล์ (alcohol dehydrogenase) ที่เกิดจากความเครียดออกซิเดชัน จึงทำให้พืชเกิดการหายใจเมื่ออยู่ภายใต้ความเครียด เช่น การพักตัวของตาพืช (dormancy) ซึ่งสามารถทดแทนชั่วโมงความหนาวเย็นในการพักตัวของพืชเขตหนาวที่มีความหนาวเย็นไม่เพียงพอได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Rehman *et al*. (2020) ที่กล่าวว่า ในองุ่นพันธุ์ ‘Shine Muscat’ หลังจากใช้ hydrogen cyanamide ระยะเวลา 6 12 18 และ 21 วัน พบว่าให้เปอร์เซ็นต์การแตกตาที่สูงกว่าชุดควบคุม

เปอร์เซ็นต์การแตกตา หลังจากพ่นสารกระตุ้นการแตกตาที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ จากนั้นทำการบันทึกผลเปอร์เซ็นต์การแตกตาหลังจากตัดแต่งกิ่งได้ 2 สัปดาห์ พบว่า การพ่นด้วย hydrogen cyanamide 2.5 เปอร์เซ็นต์ ทำให้องุ่นมีเปอร์เซ็นต์การแตกตาสูงสุด คือ 30.0 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับการพ่น CPPU ที่ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร มีเปอร์เซ็นต์การแตกตา (16.6 เปอร์เซ็นต์) แต่พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการพ่นด้วยสารอื่น ๆ รวมถึงน้ำเปล่า โดยพบว่า การพ่น CPPU ที่ 5 และ 15 มิลลิกรัมต่อลิตร การพ่น boric acid ที่ 500 1,000 และ 2,000 และการพ่นด้วยน้ำเปล่า ทำให้องุ่นมีเปอร์เซ็นต์การแตกตาอยู่ในช่วง 3.0-11.3 เปอร์เซ็นต์ (Table 1) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Pattamas and Nilsamranchit (2009) กล่าวว่า กีวีฟรุตพันธุ์ ‘Bruno’ ที่ได้รับสาร hydrogen cyanamide ที่ระดับความเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ ช่วยกระตุ้นการแตกตา และมีจำนวนตา

ต่อกิ่งมากกว่าชุดควบคุม แต่ทั้งนี้การพ่นสาร CPPU อาจส่งผลให้ endogenous cytokinin มีการเพิ่มขึ้น มีรายงานของ Lombard *et al*. (2006) ที่กล่าวว่า การพ่น hydrogen cyanamide ส่งผลให้ endogenous zeatin riboside เพิ่มขึ้นอย่างมากที่บริเวณ xylem sap ส่วนปลายยอดของต้นองุ่น

เปอร์เซ็นต์การแตกตาดอก เมื่อเก็บข้อมูลหลังจากตัดแต่งกิ่งได้ 3 สัปดาห์ พบว่า การพ่นด้วย CPPU ที่ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้เปอร์เซ็นต์การแตกตาดอกสูงสุด คือ 10.6 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับการพ่น hydrogen cyanamide 2.5 เปอร์เซ็นต์ และ boric acid ที่ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้องุ่นมีเปอร์เซ็นต์การแตกตาดอก 9.0 และ 8.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่พบว่า มีค่าแตกต่างทางสถิติกับการพ่น CPPU ที่ 15 มิลลิกรัมต่อลิตร (3.3 เปอร์เซ็นต์) รองลงมา คือ boric acid ที่ 2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร และ CPPU ที่ 5 มิลลิกรัมต่อลิตร และน้ำเปล่า ที่ทำให้มีเปอร์เซ็นต์การแตกตาดอกเท่ากัน คือ 2.0 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่การพ่นด้วย boric acid ที่ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าทำให้องุ่นไม่เกิดการแตกตาดอก (Table 1) ทั้งนี้เนื่องจากสาร CPPU จัดอยู่ในกลุ่มไซโตไคนิน ซึ่งเป็นสารที่เป็นปัจจัยสำคัญในการสร้างช่อดอกขององุ่น ระยะก่อนการพัฒนาเป็นช่อดอกจะมีสัดส่วนของไซโตไคนินสูง การให้ไซโตไคนินสังเคราะห์จากภายนอกจะส่งผลให้เปลี่ยนจากยอดอ่อนเป็นช่อดอกได้ (Srinivasan and Mullins, 1981) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Assad (2013) ที่กล่าวว่า พลัมพันธุ์ ‘Hollywood’ และ ‘Santarosa’ ที่ได้รับสาร CPPU 10 มิลลิกรัมต่อลิตร หลังจากดอกบาน 1 สัปดาห์ ช่วยให้มีเปอร์เซ็นต์การติดผลสูงสุดเมื่อเทียบกับทุกสิ่งการทดลอง งานวิจัยของ Mohamed *et al*. (2013) กล่าวว่า เมื่อให้ CPPU 1 มิลลิกรัมต่อลิตร หลังจากดอกบาน 1 สัปดาห์ พบว่าน้ำหนักของช่อองุ่นพันธุ์ ‘Meski’ มากกว่าชุดควบคุม ส่วนโบรอนมีผลต่อระยะช่อดอกที่กำลังพัฒนาจะส่งผลต่อความมีชีวิตของละอองเรณู (pollen grain) และช่วยให้หลอดเรณู (pollen tube) มีความแข็งแรง (Hanson, 1991) ซึ่งจะพบโบรอนมากที่เกสร (pollen) ยอดเกสรเพศเมีย (stigma) และรังไข่ (ovary) (Mengel and Kirkby, 1987; Abd-Allah, 2006) หรือระยะที่ดอกมีการเจริญเติบโตเต็มที่ (anthesis) งานวิจัยของ Souza *et al*. (2017) กล่าวว่า พ่น Boric acid 400 มิลลิกรัมต่อลิตร ช่วงระยะดอกบาน ช่วยให้มีเปอร์เซ็นต์การติดผลของพืชพันธุ์ ‘Centenario’ สูงสุดถึง 100 เปอร์เซ็นต์

เปอร์เซ็นต์การแตกตาใบ เมื่อทำการบันทึกข้อมูลหลังจากตัดแต่งกิ่ง 3 สัปดาห์ พบว่า การพ่นด้วย hydrogen cyanamide 2.5 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์การแตกตาใบสูงสุดคือ 31.0 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับการพ่น CPPU ที่ 5 และ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ทำให้องุ่นมีเปอร์เซ็นต์การแตกตาใบ เท่ากับ 21.6 และ 21.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการพ่น boric acid ที่ 1,000 และ 2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร (13.3 และ 12.6 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ น้ำเปล่า (12.0 เปอร์เซ็นต์) CPPU ที่ 15 มิลลิกรัมต่อลิตร (10.6 เปอร์เซ็นต์) ส่วน boric acid ที่ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร มีเปอร์เซ็นต์การแตกตาใบน้อยที่สุด 7.3 เปอร์เซ็นต์ (Table 1)

เปอร์เซ็นต์การติดผล เมื่อบันทึกข้อมูลหลังจากตัดแต่งกิ่ง 12 สัปดาห์ พบว่า การพ่นด้วย CPPU ที่ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร มีเปอร์เซ็นต์การติดผลสูงสุด คือ 13.3 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับการพ่น hydrogen cyanamide 2.5 เปอร์เซ็นต์ (10.3 เปอร์เซ็นต์) รองลงมา คือ CPPU ที่ 15 มิลลิกรัมต่อลิตร และ boric acid ที่ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีเปอร์เซ็นต์การติดผลเท่ากัน คือ 8 เปอร์เซ็นต์ CPPU ที่ 5 มิลลิกรัมต่อลิตร (5.6 เปอร์เซ็นต์) แต่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการพ่นด้วย น้ำเปล่า มีเปอร์เซ็นต์การติดผล 3.6 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ boric acid

ที่ 2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร (3 เปอร์เซ็นต์) ส่วน boric acid ที่ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร มีเปอร์เซ็นต์การติดผลน้อยที่สุด 0.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 1) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Zabadal and Bukovac (2006) กล่าวว่าพ่น CPPU 15 มิลลิกรัมต่อลิตรทางใบกับองุ่นพันธุ์ 'Himrod' ระยะติดผลขนาดเล็กส่งผลให้มีเปอร์เซ็นต์การติดผลสูงสุดเฉลี่ย 145 ช่อต่อกรรมวิธี

Table 1 Effect of CPPU and boric acid on days to bud break and percentage of bud break, flower bud, leaf bud and fruit set

Treatment	Days to bud break [1] (days)	Bud break [2] (%)	Flower bud [3] (%)	Leaf bud [3] (%)	Fruit set [4] (%)
Water (Control)	16.1 a	3.0 c	2.0 c	12.0 bc	3.6 ab
HC 2.5 % (check)	9.1 b	30.0 a	9.0 a	31.0 a	10.3 ab
CPPU 5 mg/L	15.5 a	11.3 bc	2.0 c	21.6 ab	5.6 ab
CPPU 10 mg/L	15.7 a	16.6 ab	10.6 a	21.3 ab	13.3 a
CPPU 15 mg/L	16.5 a	4.6 bc	3.3 bc	10.6 bc	8.0 ab
Boric acid 500 mg/L	20.7 a	3.0 c	0 c	7.3 c	0.6 b
Boric acid 1,000 mg/L	16.7 a	10.0 bc	8.3 ab	13.3 bc	8.0 ab
Boric acid 2,000 mg/L	16.3 a	7.3 bc	2.0 c	12.6 bc	3.0 ab
F-test	**	**	**	**	*
CV %	26.36	44.65	42.86	31.08	57.00

Remarks: HC: Hydrogen cyanamide, [1]: after pruned, [2]: after pruned 2 weeks, [3]: after pruned 3 weeks, [4]: after pruned 12 weeks
** =significance at $p \leq 0.01$, * =significance at $p \leq 0.05$

ความยาวยอดตาดอก เมื่อทดลองการพ่นสารกระตุ้นการสร้างตาดอกและการแตกตา และทำการเก็บข้อมูลหลังจากการตัดแต่งกิ่ง 3 สัปดาห์ พบว่ากรรมวิธีที่พ่นด้วย boric acid ที่ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตรให้ความยาวยอดตาดอกสูงสุดคือ 13.4 เซนติเมตร ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับการพ่น CPPU ที่ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร (12.2 เซนติเมตร) รองลงมา คือ hydrogen cyanamide 2.5 เปอร์เซ็นต์ (11.1 เซนติเมตร) น้ำเปล่า (5 เซนติเมตร) CPPU ที่ 5 มิลลิกรัมต่อลิตร (4.2 เซนติเมตร) boric acid ที่ 2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร (4.0 เซนติเมตร) แต่มีความแตกต่างทางสถิติกับการพ่น boric acid ที่ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งพบว่า ยังไม่เกิดการแตกตาดอก (Table 2)

ความยาวยอดตาใบ เมื่อเก็บข้อมูลหลังจากตัดแต่งกิ่ง 3 สัปดาห์ พบว่า กรรมวิธีที่พ่นด้วยสาร CPPU ที่ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้ความยาวยอดตาใบสูงสุดคือ 8.8 เซนติเมตร ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการพ่น hydrogen cyanamide 2.5 เปอร์เซ็นต์ (6.1 เซนติเมตร) รองลงมาคือ CPPU ที่ 5 มิลลิกรัมต่อลิตร และ boric acid ที่ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้ความ

ยาวยอดตาใบเท่ากัน คือ 5.7 เซนติเมตร แต่มีความแตกต่างทางสถิติกับการพ่น boric acid ที่ 2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร (4.9 เซนติเมตร) CPPU ที่ 15 มิลลิกรัมต่อลิตร (3.9 เซนติเมตร) น้ำเปล่า (3.4 เซนติเมตร) ส่วน boric acid ที่ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้ความยาวยอดตาใบน้อยสุด (2.9 เซนติเมตร) (Table 2) ทั้งนี้เนื่องจากการให้สารไซโตไคนินมีผลต่อการตอบสนองของคาร์โบไฮเดรต และโพลีเอมีน ทำให้กลูโคสซึ่งเป็นสารอินทรีย์ตั้งต้นที่สังเคราะห์บริเวณส่วนปลายยอดเกิดการเพิ่มขึ้น จึงทำให้เกิดความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตของตาพืชที่พัฒนาไปเป็นตายอดอ่อน (Aragao *et al.,* 2016)

ความยาวช่อดอก เมื่อเก็บข้อมูลหลังจากตัดแต่งกิ่ง 5 สัปดาห์ พบว่า กรรมวิธีที่พ่นสาร CPPU ที่ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้ความยาวช่อดอกสูงสุดคือ 13.3 เซนติเมตร ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับการพ่น hydrogen cyanamide 2.5 เปอร์เซ็นต์ ให้ความยาวช่อดอกรองลงมาคือ 10.3 เซนติเมตร ส่วน CPPU ที่ 15 มิลลิกรัมต่อลิตร และ boric acid ที่ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้ความยาวช่อดอกเท่ากันคือ 8 เซนติเมตร CPPU ที่ 5 มิลลิกรัมต่อลิตร (5.7 เซนติเมตร) น้ำเปล่า (3.6 เซนติเมตร) boric acid ที่ 2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร (3 เซนติเมตร) แต่มีความแตกต่างทางสถิติกับการพ่น boric acid ที่ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าให้ความช่อดอกน้อยสุด 0.6 เซนติเมตร (Table 2 and Figure 1)

น้ำหนักช่อผล เมื่อเก็บข้อมูลหลังจากตัดแต่งกิ่ง 12 สัปดาห์ พบว่า กรรมวิธีที่พ่นสาร hydrogen cyanamide 2.5 เปอร์เซ็นต์ ให้น้ำหนักช่อผลสูงที่สุดคือ 139.1 กรัม ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับการพ่น boric acid ที่ 1,000 และ 2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร (107.6 และ 100.3 กรัม) ตามลำดับ CPPU ที่ 5 10 และ 15 มิลลิกรัมต่อลิตร (66.8 94.1 และ 103.2 กรัม) ตามลำดับ และน้ำเปล่า (87.7 กรัม) แต่มีความแตกต่างทางสถิติกับการพ่น boric acid ที่ 500 มิลลิกรัมต่อลิตรให้น้ำหนักผลน้อยสุด 21.8 กรัม (Table 2 and Figure 2) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Khayyat *et al*. (2007) กล่าวว่าพ่น boric acid 1,500 มิลลิกรัมต่อลิตร ทางใบกับต้นอินทผลัมพันธุ์ ‘Phoenix dactylifera’ พบว่า ให้น้ำหนักผลสูงสุดเฉลี่ย 15 กรัมต่อผล

การพ่นสาร CPPU ที่ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร และ boric acid ที่ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถทดแทนสาร hydrogen cyanamide ต่อการแตกตาดอก การติดผล และน้ำหนักช่อผล รวมถึงความเป็นพิษของสาร hydrogen cyanamide ที่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้ และลดต้นทุนการผลิตในราคาที่แพงกว่า (Table 3)

Table 2 Effect of CPPU and boric acid on length of flowering shoots, length of shoots without flowers, inflorescence length and cluster weight

Treatment	Length of flowering shoots [1] (cm)	Length of shoots without flowers [1] (cm)	Inflorescence length [2] (cm)	Cluster weight [3] (g)
Water (Control)	5.0 ab	3.4 b	3.6 ab	87.69 ab
HC 2.5% (check)	11.1 ab	6.1 ab	10.3 ab	139.14 a
CPPU 5 mg/L	4.2 ab	5.7 ab	5.7 ab	66.78 ab
CPPU 10 mg/L	12.2 ab	8.8 a	13.3 a	94.10 ab
CPPU 15 mg/L	3.0 ab	3.9 b	8.0 ab	103.2 ab
Boric acid 500 mg/L	0 b	2.9 b	0.6 b	21.85 b
Boric acid 1,000 mg/L	13.4 a	5.7 ab	8.0 ab	107.65 a
Boric acid 2,000 mg/L	4.0 ab	4.9 b	3.0 ab	100.33 ab
F-test	*	**	*	**
CV %	67.49	22.94	57.00	32.37

Remarks: HC: Hydrogen cyanamide, [1]: after pruned 3 weeks, [2]: after pruned 5 weeks, [3]: after pruned 12 weeks

** =significance at $p \leq 0.01$, * =significance at $p \leq 0.05$

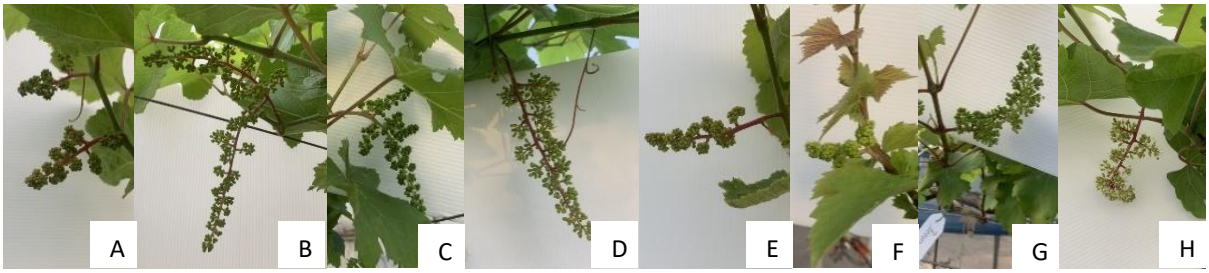


Figure 1 The characteristics of the inflorescence length: (A) Water (control), (B) Hydrogen cyanamide 2.5 percent (check), (C) CPPU 5 mg/L, (D) CPPU 10 mg/L, (E) CPPU 15 mg/L, (F) Boric acid 500 mg/L, (G) Boric acid 1,000 mg/L and (H) Boric acid 2,000 mg/L

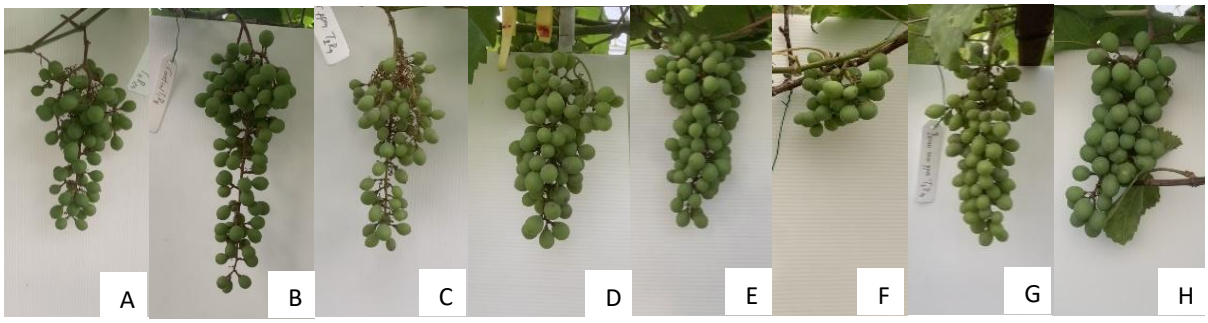


Figure 2 The characteristics of the cluster weight: (A) Water (control), (B) Hydrogen cyanamide 2.5 percent (check), (C) CPPU 5 mg/L, (D) CPPU 10 mg/L, (E) CPPU 15 mg/L, (F) Boric acid 500 mg/L, (G) Boric acid 1,000 mg/L and (H) Boric acid 2,000 mg/L

Table 3 Comparison the costs of various substances use in this study

Substances	Price	Use rate	Price (baht)
Hydrogen cyanamide at 52%	750 baht / L	48 mL	36
CPPU at 2%	1,200 baht / L	0.5 mL	0.6
Boric acid at 99%	150 baht / kg	1 g	0.15

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาผลของสารกระตุ้นการแตกตา พบว่า การพ่น CPPU ที่ระดับความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตร มีเปอร์เซ็นต์การแตกตา 16.6 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งน้อยกว่าเปอร์เซ็นต์การแตกตาในการพ่นสาร hydrogen cyanamide แต่กลับพบว่า มีเปอร์เซ็นต์การแตกตาดอกและเปอร์เซ็นต์การติดผลที่มากกว่าการพ่นสาร hydrogen cyanamide ดังนั้น การพ่น CPPU ที่ระดับความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตร จึงสามารถทดแทนสาร hydrogen cyanamide ซึ่งเป็นสารที่มีความเป็นพิษและเป็นอันตรายต่อเกษตรกรผู้ปลูกองุ่น อีกทั้งยังลดต้นทุนการผลิตได้มากกว่า

เอกสารอ้างอิง

Abd-Allah, A.S.E. 2006. Effect of spraying some macro and micronutrients on fruit-set, yield and fruit quality of Washington Navel orange trees. Journal of Applied Sciences Research 2(11): 1059-1063.

Alva, O., R.N Roa-Roco, R. Perez-Diaz, M. Yanez, J. Tapia, Y. Moreno, S. Ruiz-Lara and E. Gonzalez. 2015. Pollen morphology and boron concentration in floral tissues as factors triggering natural and GA induced parthenocarpic fruit development in grapevine. PLoS ONE, 10(10): e0139503. Available: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0139503.

Aragao, V.P.M., Y.R.S. Ribeiro, R.S. Reis, A.F. Macedo, E.I.S. Floh, V. Silveira and C. Santa-Catarina. 2016. *In vitro* organogenesis of *Cedrela fissilis* Vell. (MELIACEAE): The involvement of endogenous polyamines and carbohydrates on shoot development. Plant Cell, Tissue and Organ Culture 124: 611- 620. Available: https://doi.org/10.1007/s11240-015-0919-8.

Assad, S.A. 2013. Effect of CPPU on fruit set, drop, yield and fruit quality of 'Hollywood' and 'Santarosa' plum cultivars. Egyptian *Journal of Horticulture* 40(2): 187- 204. Available: https://doi.org/10.21608/EJOH.2013.1343.

Chang, E., N. Deng, J. Zhang, J. Liu, L. Chen, X. Zhao, M. Abbas, Z. Jiang and S. Shi. 2018. Proteome-level analysis of metabolism- and stress-related proteins during seed dormancy and germination in *Gnetum parvifolium*. Journal of Agricultural and Food Chemistry 66(11): 3019- 3029. Available: https://doi.org/10.1021/acs.jafc.7b05001.

Erez, A. and B. Lavi. 1984. Breaking bud rest of several deciduous fruit tree species in the Kenyan Highlands. African Symposium on Horticulturae Crops 158: 239-248. Available: https://doi.org/10.17660/Acta Hortic.1985.158.29.

Hanson, E. J. 1991. Sour Cherry trees respond to foliar boron applications. HortScience 26(9): 1142-1145. Available: https://doi.org/10.21273/HORTSCI.26.9.1142.

Jaidee, S. 2010. Effects of growth regulators on yield and quality of table grapes in tropic humidity. Master's Thesis in Crop Production Technology, Suranaree University of Technology. [in Thai]

Khayyat, M., E. Tafazoli, S. Eshghi and S. Rajaee. 2007. Effect of nitrogen, boron, potassium and zinc sprays on yield and fruit quality of date palm. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences 2(3): 289-296.

Lertwattanakiat, S. 2018. Manual of principles for vineyard management. Horticulture Research Institute, Department of Agriculture. [in Thai]

Lombard, P.J., N.C. Cook and D.U. Bellstedt. 2006. Endogenous cytokinin levels of table grape vines during spring budburst as influenced by hydrogen cyanamide application and pruning. Scientia Horticulturae 109(1): 92-96. Available: https://doi.org/10.1016/j.scienta.2006.02.021.

Mengel, K. and E. A. Kirkby. 1987. Principles of plant nutrition. International Potash Institute Bern, Switzerland.

Mohamed, A.K.A. 2008. The effect of chilling defoliation and hydrogen cyanamide on dormancy release, bud break and fruiting of Anna apple cultivar. Scientia Horticulturae 118(1): 25- 32. Available: https://doi.org/10.1016/j.scienta.2008.05.015.

Mohamed, H. B., A. Zrig and H. Khemira. 2013. Effect of date of spraying CPPU (Sitofex) on fruit quality of 'Meski' table grapes. Food Global Science 7(1): 41-43.

Or, E., I. Vilozny, Y. Eyal and A. Ogrodovitch. 2000. The transduction of the signal for grape bud dormancy breaking induced by hydrogen cyanamide may involve the SNF-like protein kinase GDBRPK. Plant Molecular Biology 43: 483-494. Available: https://doi.org/10.1023/A:1006450516982.

Pattamas, T. and S. Nilsamranchit. 2009. Effects of branch girdling and Hydrogen cyanamide on bud break and fruit quality of kiwifruit (*Actinidia deliciosa* C. F. Liang *et*. A. R. Ferguson*)*. Journal Agricultural Science 25(3): 191-200. [in Thai]

Rehman, M.K.U., W. Wang, H. Zheng, M. Faheem, S. Iqbal, Z. G. Shen and J. Tao. 2020. Role of hydrogen cyanamide (HC) in grape bud dormancy. 3 Biotech 10: 1-9. Available: https://doi.org/10.1007/s13205-020-02194-5.

Sharafi, Y. and M. Raina. 2020. Effect of boron on pollen attributes in different cultivars of *Malus domestica* L. National Academy Science Letters 44(3): 189-194. Available: https://doi.org/10.1007/s40009-020-00986-0.

Shulman, Y., G. Nir and S. Lavee. 1986. Oxidative process in bud dormancy and the uses of hydrogen cyanamide in breaking dormancy. Acta Horticulturae 179(11): 141-148. Available: https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1986.179.11.

Souza, F.B.M.D., R. Pio, M. H. Tadeu, C. R. Zambon and G. Reighard. 2017. Boric acid in germination of pollen grains and fruit set of peach cultivars in subtropical regions. Revista Ciencia Agronomica 48(3): 496-500. Available: https://doi.org/10.5935/1806-6690.20170058.

Srinivasan, C. and M.G. Mullins. 1981. Physiology of flowering in the grapevine: A review. American Journal of Enology and Viticulture 32(1): 47-63. Available: https://doi.org/10.5344/ajev.1981.32.1.47.

Surasak, N. and S. Thakhieo. 1999. Grape's cultivation. Pomology pamphlet, 2nd Edition, Royal project foundation. [in Thai]

Zabadal, T.J. and M. J. Bukovac. 2006. Effect of CPPU on fruit development of selected seedless and seeded grape cultivars. HortScience 41(1): 154-157. Available: https://doi.org/10.21273/HORTSCI.41.1.154.