

ผลของสารประกอบแคลเซียมและสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ต่อคุณภาพผลสตรอว์เบอร์รี่พันธุ์พระราชทาน 80

Effects of Calcium Compounds and Plant Growth Regulators on Fruit Qualities of Strawberry cv. Praratchatan 80

ชิตาพร ผิวแดง และ ดรุณี นามพรหม*
Chitaphorn Peawdang and Daruni Naphrom*

ภาควิชาพืชศาสตร์และปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200
Department of Plant and Soil Sciences, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

*Corresponding author: Email: daruni.n@cmu.ac.th

(Received: 6 July 2018; Accepted: 5 November 2018)

Abstract: Study on the effects of calcium compounds and plant growth regulators on the fruit quality of strawberry cv. Praratchatan 80 was carried out at farmer's farm in Mae Sa Mai village, Mae Rim district, Chiang Mai province. The experiment was designed based on factorial in randomized complete block design (3x3x3) + 1. Factor A was 3 stages of flower development; after full bloom, 14 days after full bloom and 21 day after full bloom, factor B was 3 types of calcium compounds; CaCl_2 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, and Ca^{2+} chelated which sprayed at 200 mg/L and factor C was 3 types of plant growth regulators; 50 mg/L GA_3 , 10 mg/L CPPU and 50 mg/L NAA. The spraying treatments were compared to water spraying (control). The results revealed that spraying Ca^{2+} chelated combined with NAA at 21 days after full bloom gave bigger fruit size and higher fruit weight than control significantly and tended to has fruit size and fruit weight higher than other spraying treatments, while the spraying at full bloom stage showed that spraying all calcium compounds combined with CPPU and NAA gave higher TSS than control significantly and tended to has higher TSS than other spraying treatments. In addition, the spraying of Ca^{2+} chelated combined with 3 types of plant growth regulators enhanced fruit firmness. Furthermore, spraying CaCl_2 and Ca^{2+} chelated combined with NAA could prolong shelf-life of strawberry fruit as compared to control.

Keywords: Ca^{2+} chelated, CaCl_2 , CaNO_3 , NAA, CPPU, GA_3

บทคัดย่อ: การศึกษาผลของสารประกอบแคลเซียมร่วมกับสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชต่อคุณภาพผลของสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ทำการทดลอง ณ แปลงสตรอว์เบอร์รีของเกษตรกร หมู่บ้านแม่สาใหม่ อ.แมริม จ.เชียงใหม่ วางแผนการทดลองแบบ Factorial ($3 \times 3 \times 3$) + 1 in RCBD ปัจจัยแรกคือ ระยะการพ่นสาร 3 ระยะ ได้แก่ 1) ระยะหลังดอกบานเต็มที่ 2) ระยะ 14 วันหลังดอกบานเต็มที่ และ 3) ระยะ 21 วันหลังดอกบานเต็มที่ ปัจจัยที่ 2 คือ ชนิดสารประกอบแคลเซียม 3 ชนิด ได้แก่ 1) CaCl_2 , 2) $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ และ 3) Ca^{2+} chelated ความเข้มข้น 200 มก./ล. ปัจจัยที่ 3 คือ ชนิดสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช 3 ชนิด ได้แก่ 1) GA_3 50 มก./ล., 2) CPPU 10 มก./ล. และ 3) NAA 50 มก./ล. เปรียบเทียบกับการพ่นน้ำกลั่น ผลการทดลองพบว่า การพ่น Ca^{2+} chelated ร่วมกับ NAA ที่ระยะ 21 วันหลังดอกบานเต็มที่ ให้น้ำหนักและขนาดของผลมากกว่ากรรมวิธีควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีแนวโน้มของน้ำหนักผล และขนาดผลมากกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ ในขณะที่การพ่นสารในระยะดอกบานเต็มที่พบว่าการพ่นสารประกอบแคลเซียมทุกชนิดร่วมกับ CPPU และ NAA ทำให้มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) มากกว่ากรรมวิธีควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีแนวโน้มให้ค่า TSS มากกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ และการพ่น Ca^{2+} chelated ร่วมกับสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชทั้ง 3 ชนิด สามารถเพิ่มความแน่นเนื้อได้ นอกจากนี้การพ่น CaCl_2 และ Ca^{2+} chelated ร่วมกับ NAA สามารถยืดอายุการเก็บรักษาของผลสตรอว์เบอร์รีได้เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม

คำสำคัญ: แคลเซียมคลอไรด์ แคลเซียมคลอไรด์ แคลเซียมไนเตรท เอ็นเอเอ ซีพีฟิยู จิบเบอเรลลิน ออกซิน

คำนำ

สตรอว์เบอร์รี (*Fragaria × ananassa* Duch.) เป็นไม้ผลเศรษฐกิจชนิดหนึ่งที่มีการปลูกกระจายกันมากที่สุด ในเขตประเทศที่มีภูมิอากาศหนาวเย็น เช่น สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น และประเทศในทวีปยุโรป สำหรับประเทศไทยสตรอว์เบอร์รีจัดได้ว่าเป็นผลไม้ที่ได้รับความนิยมมากขึ้นในปัจจุบัน ซึ่งมีพื้นที่ปลูกมากในภาคเหนือ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในจังหวัดเชียงใหม่ ในปี พ.ศ. 2558 มีพื้นที่ปลูกสตรอว์เบอร์รีถึง 6,537 ไร่ โดยมีผลผลิตเฉลี่ย 2,129 กิโลกรัมต่อไร่ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2559) สตรอว์เบอร์รีที่นิยมปลูกเป็นพันธุ์พระราชทาน 80 ซึ่งได้รับการพัฒนาปรับปรุงพันธุ์โดยมูลนิธิโครงการหลวงจัดเป็นสตรอว์เบอร์รีประเภทวันสั้น (short day type) มีความต้องการความหนาวเย็นปานกลาง (ประมาณ 15-18 องศาเซลเซียส) ในการกระตุ้นการสร้างตาดอก ให้ผลผลิตต่อต้นสูง มีกลิ่นหอม และสามารถทนต่อโรคแอนแทรกโนสและราแป้ง (ณรงค์ชัย และคณะ, 2551) อย่างไรก็ตาม สตรอว์เบอร์รีเป็นผลไม้ที่เน่าเสียได้ง่ายเมื่อเปรียบเทียบกับผลไม้ชนิดอื่น เนื่องจากมีลักษณะนิ่ม ผิวบาง ง่ายต่อการเกิดความเสียหายทั้งในขณะเก็บเกี่ยว และในระหว่าง

การขนส่ง การที่มีลักษณะที่นิ่มนั้น เนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของเพกตินที่อยู่ในผนังเซลล์ ซึ่งเพกตินเป็นองค์ประกอบสำคัญที่เชื่อมกับแคลเซียมอยู่ในส่วนของมิดเดิลลามลลา (middle lamella) ทำหน้าที่เชื่อมเซลล์ให้ติดกันส่งผลให้ผนังเซลล์มีความแข็งแรง (दनัย, 2540) มีการรายงานว่าการใช้แคลเซียมสามารถเพิ่มคุณภาพผลและความแน่นเนื้อของผลได้ และยังสามารถลดการเข้าทำลายของเชื้อรา ซึ่งการฉีดพ่นแคลเซียมเป็นวิธีการที่นิยมอย่างแพร่หลายในสตรอว์เบอร์รี (Singh *et al.*, 2007) และผลไม้หลายชนิด เช่น แอปเปิ้ล (Kadir, 2004) และมะละกอ (Madani *et al.*, 2014) โดยการใช้แคลเซียมในรูปแบบต่าง ๆ เช่น CaCl_2 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ และ Ca^{2+} chelated เป็นต้น คุณภาพผลของ สตรอว์เบอร์รีสามารถพิจารณาจากขนาดของผล สี และความหวาน ซึ่งเป็นลักษณะสำคัญต่อการวางจำหน่ายสตรอว์เบอร์รีผลสด ผลสตรอว์เบอร์รีที่มีขนาดเล็กน้ำหนักผลประมาณ 6-8 กรัม เป็นขนาดผลที่ไม่สามารถนำมาวางจำหน่ายได้ ซึ่งพบมากถึง 39.69% (ณรงค์ชัย, 2550) จากหลายงานทดลองพบว่าสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชในกลุ่มออกซิน จิบเบอเรลลิน และไทโตไคนินที่ ความเข้มข้นระหว่าง 10-200 มก./ล. มีผลส่งเสริมการแบ่งเซลล์และการขยายขนาดของเซลล์ในพืช

หลายชนิดจึงนำมาใช้เพิ่มขนาดของผลไม้ชนิดต่าง ๆ เช่น ในการพ่น NAA 200 ppm และ CPPU 40 ppm กับผล แก้วมังกรระยะ 10 วันหลัง ดอกบาน ทำให้ผลมีขนาดใหญ่กว่าชุดควบคุม (ธนากร และคณะ, 2559) ในการพ่น CPPU 10 ppm กับผลกีวี่ระยะ 2 สัปดาห์หลังติดผล ให้ความยาวและน้ำหนักของผลที่ดีกว่าการให้ในปริมาณ 2.5, 5.0, 7.5, 12.5 และ 15.0 ppm (Kumar and Thakur, 2013) และในการพ่น GA₃ ที่ความเข้มข้น 15, 20 และ 25 ppm กับผลเชอรี่ที่ระยะผลสีเหลือง พบว่าให้ขนาดของผลที่ใหญ่กว่ากรรมวิธีควบคุม (Canli and Orhan, 2009)

ดังนั้นการทดลองนี้จึงมุ่งเน้นศึกษาผลของสารประกอบแคลเซียมและสารควบคุมการเจริญเติบโตในระยะเวลาพัฒนาของดอกในระยะต่าง ๆ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาคุณภาพผล และยืดอายุการเก็บรักษาของสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80

อุปกรณ์และวิธีการ

คัดเลือกต้นสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่มีความสมบูรณ์ ซึ่งปลูกที่ระดับความสูง 700 เมตร เหนือระดับน้ำทะเล ณ แปลงสตรอว์เบอร์รีของเกษตรกรรมบ้านแม่สาใหม่ อำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่ โดยปลูกต้นใหม่ในช่วงเดือนกันยายน 2559 วางแผนการทดลองแบบ Factorial (3×3)+1 in RCBD ทำการทดลอง 3 ซ้ำ โดยใช้ต้นสตรอว์เบอร์รีจำนวน 30 ต้น ต่อ 1 ซ้ำ ปัจจัยที่ 1 คือ ระยะการพัฒนาของดอกสตรอว์เบอร์รี 3 ระยะ ได้แก่ 1) ระยะดอกบานเต็มที่ (มีอับเรณูเป็นสีน้ำตาล) 2) ระยะ 14 วันหลังดอกบานเต็มที่ (ผลสีเขียวขนาดความกว้าง 11 มม.) และ 3) ระยะ 21 วันหลังดอกบานเต็มที่ (ผลสีขาวยาวขนาดความกว้าง 16 มม.) ปัจจัยที่ 2 คือ ชนิดของสารประกอบแคลเซียม 3 ชนิด ได้แก่ 1) CaCl₂, 2) Ca(NO₃)₂ และ 3) Ca²⁺ chelated โดยที่สารประกอบแต่ละชนิดมีความเข้มข้นของแคลเซียม 200 มก./ล. ปัจจัยที่ 3 คือ ชนิดของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช 3 ชนิด ได้แก่ 1) GA₃ 50 มก./ล. 2) CPPU 10 มก./ล. และ 3) NAA 50 มก./ล. และกรรมวิธีที่พ่นน้ำกลั่น (กรรมวิธีควบคุม)

คัดเลือกต้นสตรอว์เบอร์รีที่ระยะดอกบานเต็มที่ และทำเครื่องหมายครั้งที่หนึ่งในวันที่ 28 ธันวาคม 2559

เพื่อเป็นตัวแทนของดอกระยะ 21 วันหลังดอกบานเต็มที่ ต่อมาในวันที่ 4 มกราคม 2560 เลือกต้นสตรอว์เบอร์รีที่ระยะดอกบานเต็มที่ ทำเครื่องหมายครั้งที่สอง เพื่อเป็นตัวแทนของดอกสตรอว์เบอร์รีในระยะ 14 วันหลังดอกบานเต็มที่ ต่อมาในวันที่ 18 มกราคม 2560 เลือกต้นสตรอว์เบอร์รีที่ระยะดอกบานเต็มที่ ทำเครื่องหมายครั้งที่สาม เพื่อเป็นตัวแทนของดอกสตรอว์เบอร์รีในระยะหลังดอกบานเต็มที่ และในครั้งนี้ทำการพ่นสารละลายตามกรรมวิธีต่าง ๆ กับต้นที่ได้มีการทำเครื่องหมายไว้ทั้งหมด โดยพ่นสารให้ชุ่มทั้งต้นสตรอว์เบอร์รีจำนวน 1 ครั้ง จากนั้นเมื่อผลสตรอว์เบอร์รีมีอายุ 28 วันหลังดอกบานเต็มที่ หรือมีระยะความสุกที่ 50-65% ทำการเก็บเกี่ยวผลสตรอว์เบอร์รีในแต่ละกรรมวิธี เพื่อบันทึกคุณภาพผล ได้แก่ ขนาดผล (ความกว้าง ความยาว และความหนา) น้ำหนักผล ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้ (TSS) ปริมาณกรดไทเทรตได้ (TA) ความแน่นเนื้อ วัดด้วยเครื่องวัดความแน่นเนื้อขนาด 1 กก. หัววัดรูปทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มม. และประเมินอายุการเก็บรักษา โดยพิจารณาจากการเข้าทำลายของเชื้อราหรือการเน่าของผลสตรอว์เบอร์รี ซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส หากผลมีเชื้อราและ/หรือเน่าเสียเพียง 1 ผล ภายในภาชนะบรรจุแสดงว่าหมดอายุการเก็บรักษา ในขั้นตอนของการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของข้อมูลผลการทดลอง ใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการทดลอง

คุณภาพผล

ผลการทดลองพบว่าทั้ง 3 ปัจจัย (ระยะการเจริญเติบโตของดอก ชนิดของสารประกอบแคลเซียม และ ชนิดของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช) มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันในด้านน้ำหนักผลและขนาดของผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยพบว่าการพ่นสารประกอบแคลเซียมและสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชทุกกรรมวิธี ที่ระยะ 21 วันหลังดอกบานเต็มที่ ให้แนวโน้มของ

คุณภาพผลในด้านน้ำหนักผลและขนาดผลมากกว่าการพ่นในระยะดอกบานเต็มที่ และระยะ 14 วันหลังดอกบานเต็มที่ และพบว่า การพ่นสารประกอบแคลเซียมและสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชทุกกรรมวิธี ให้น้ำหนักผลมากกว่ากรรมวิธีควบคุม โดยเฉพาะอย่างยิ่ง Ca^{2+} chelated ร่วมกับ NAA ที่ระยะ 21 วันหลังดอกบานเต็มที่ ทำให้ผลสตอร์วเบอร์รี่ที่เก็บเกี่ยวในระยะความสุก 50-60% มีน้ำหนักผลเฉลี่ยเท่ากับ 13.17 มก. มากกว่ากรรมวิธีควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีน้ำหนักผลเฉลี่ยเท่ากับ 6 มก. (ภาพที่ 1) และมีปฏิสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับขนาดผล โดยพ่น Ca^{2+} chelated ร่วมกับ NAA ที่ระยะ 21 วันหลังดอกบานเต็มที่ สามารถทำให้ขนาดผลสตอร์วเบอร์รี่เพิ่มขึ้น มีความกว้าง ความยาว และความหนาผล เท่ากับ 26.06, 28.89 และ 28.42 มม. ตามลำดับ มากกว่ากรรมวิธีควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 2)

ด้านการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของน้ำคั้นสตอร์วเบอร์รี่ พบปฏิสัมพันธ์ร่วมกันของทั้ง 3 ปัจจัยต่อปริมาณ TSS อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่า การพ่นสารประกอบแคลเซียมและสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่ระยะดอกบานเต็มที่ ให้แนวโน้มของปริมาณ TSS ที่มากกว่าการพ่นในระยะ 14 วัน และระยะ 21 วัน หลังดอกบานเต็มที่ และพบว่า การพ่นสารประกอบแคลเซียมทุกชนิดร่วมกับ CPPU และ NAA ให้ปริมาณ

TSS มากกว่ากรรมวิธีควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการพ่นสารประกอบแคลเซียมทั้ง 3 รูป ร่วมกับ GA_3 นั้น ให้ปริมาณ TSS ไม่แตกต่างจากกรรมวิธีควบคุม (ภาพที่ 3) ในส่วนของปริมาณ TA พบว่าทั้ง 3 ปัจจัยไม่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน และทุกกรรมวิธีไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม กรรมวิธีการพ่น CaCl_2 ร่วมกับ GA_3 และ NAA ที่ระยะ 21 วันหลังดอกบานเต็มที่ มีแนวโน้มให้ปริมาณ TA ต่ำกว่ากรรมวิธีควบคุม (ภาพที่ 4)

ในด้านความแน่นเนื้อของผลสตอร์วเบอร์รี่นั้น ทั้ง 3 ปัจจัย มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันอย่างมีนัยสำคัญ พบว่าการพ่นสารประกอบแคลเซียม และสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชในทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มให้ความแน่นเนื้อมากกว่ากรรมวิธีควบคุม โดยแต่ละระยะมีการตอบสนองต่อการพ่นสารแต่ละชนิดแตกต่างกัน กล่าวคือ ในระยะดอกบานเต็มที่ พบว่าการพ่น CaCl_2 ร่วมกับ GA_3 และ NAA การพ่น $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ร่วมกับ GA_3 และการพ่น Ca^{2+} chelated ร่วมกับ GA_3 , CPPU และ NAA เพิ่มความแน่นเนื้อได้ โดยเฉพาะเมื่อเทียบกับกรรมวิธีควบคุม ส่วนในการพ่นระยะ 14 วันหลังดอกบานเต็มที่ พบว่าทุกกรรมวิธีสามารถเพิ่มความแน่นเนื้อได้ โดยเฉพาะ Ca^{2+} chelated ร่วมกับ CPPU และ NAA เช่นเดียวกันกับการพ่นในระยะ 21 วันหลังดอกบานเต็มที่ พบว่าทุกกรรมวิธีสามารถเพิ่มความแน่นเนื้อได้ โดยเฉพาะ Ca^{2+} chelated ร่วมกับ NAA มีแนวโน้มให้ความแน่นเนื้อมากกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ (ภาพที่ 5)

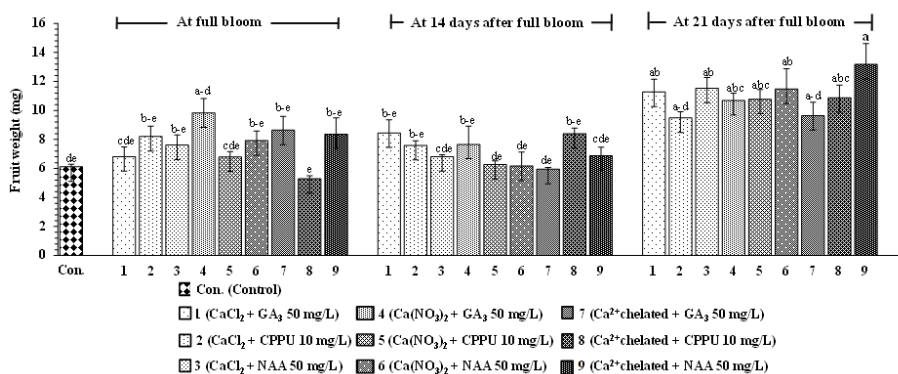


Figure 1. Fruit weight of strawberry at harvesting stage after spraying with calcium compounds and plant growth regulators at different flower development stages

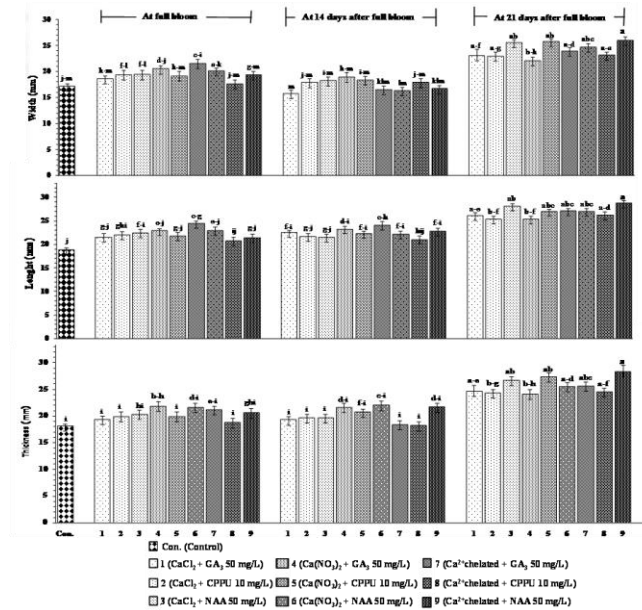


Figure 2. Fruit size (width, length and thickness) of strawberry at harvesting stage after spraying with calcium compounds and plant growth regulators at different flower development stages

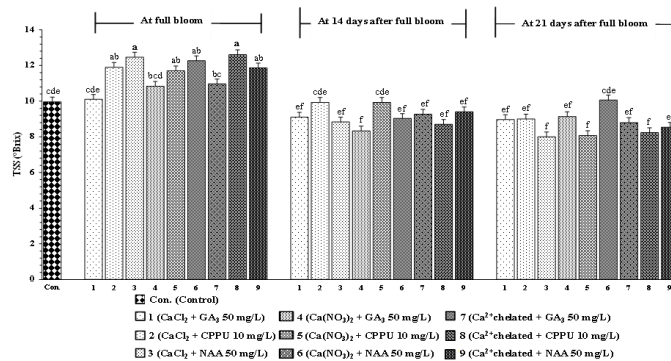


Figure 3. TSS (°Brix) of strawberry fruit at harvesting stage after spraying with calcium compounds and plant growth regulators at different flower development stages

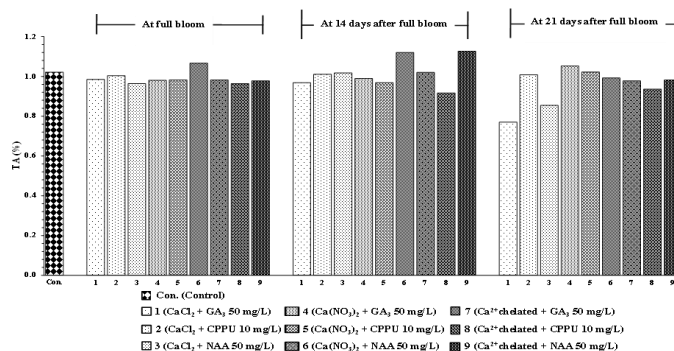


Figure 4. TA (%) of strawberry fruit at harvesting stage after spraying with calcium compounds and plant growth regulators at different flower development stages

อายุการเก็บรักษา

การเก็บรักษาผลสตอร์วเบอร์รี่หลังการเก็บเกี่ยวที่อุณหภูมิ 5 ± 1 องศาเซลเซียส ทั้ง 3 ปีวิจัย มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันอย่างมีนัยสำคัญ พบว่า ในทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มให้อายุการเก็บรักษาของผลสตอร์วเบอร์รี่มากกว่ากรรมวิธีควบคุม ซึ่งสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้ถึง 26 วัน ในขณะที่กรรมวิธีควบคุมเก็บรักษาได้ 13 วัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการพ่น CaCl_2 และ Ca^{2+} chelated ร่วมกับ GA_3 , CPPU และ NAA ที่ระยะดอกบานเต็มที่ การพ่น Ca^{2+} chelated ร่วมกับ CPPU และ NAA ที่ระยะ 14 วันหลังดอกบานเต็มที่ และการพ่น CaCl_2 ร่วมกับ GA_3 และ Ca^{2+} chelated ร่วมกับ NAA ในระยะ 21 วันหลังดอกบานเต็มที่ สามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลสตอร์วเบอร์รี่ได้ (ภาพที่ 6)

วิจารณ์

จากการศึกษาผลของสารประกอบแคลเซียมและสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ที่พ่นในระยะดอกบานเต็มที่ ระยะ 14 วันหลังดอกบานเต็มที่ และระยะ 21 วันหลังดอกบานเต็มที่ ต่อคุณภาพผลและอายุการเก็บรักษาของผลสตอร์วเบอร์รี่พันธุ์พระราชทาน 80 พบว่าการพ่น Ca^{2+} chelated ร่วมกับ NAA ที่ระยะ 21 วันหลังดอกบานเต็มที่ ทำให้น้ำหนัก และขนาด (ความกว้าง ความยาว และความหนา) ของผล มีแนวโน้มสูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ ในการศึกษาครั้งนี้การพ่นสารโดยตรงกับผลที่ระยะ 21 วันหลังดอกบานเต็มที่ เป็นช่วงระยะที่เหมาะสมในการเพิ่มน้ำหนักและขนาดผล ซึ่งเป็นระยะที่ผลแห้งเมล็ดล่อน (achene) มีสีเขียว และเนื้อผลมีสีขาว เรียกว่า white stage จากการเจริญเติบโตของ

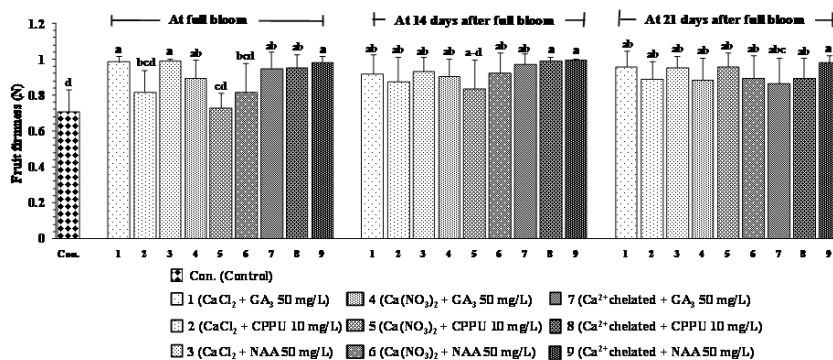


Figure 5. Fruit firmness of strawberry fruit cv. Paratchatan 80 at harvesting stage after spraying with calcium compounds and plant growth regulators at different flower development stages

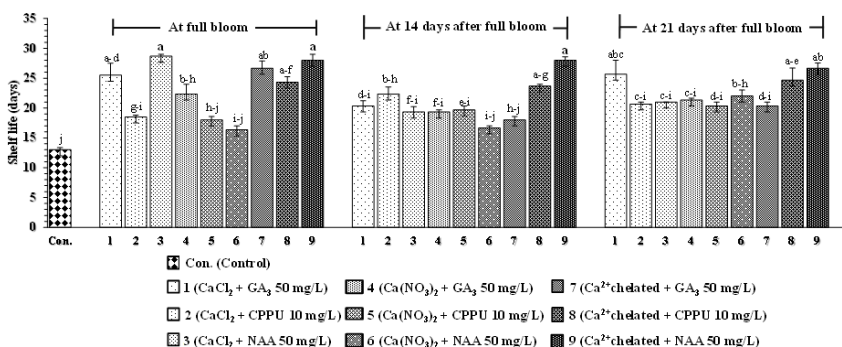


Figure 6. Shelf life of strawberry fruit cv. Paratchatan 80 after different treatments

ผลสตรอว์เบอร์รีเป็นแบบ sigmoid curve ในช่วงระยะ 21 วันหลังดอกบานเต็มที่เป็นช่วงที่ผลสตรอว์เบอร์รีมีการขยายขนาดเพิ่มสูงขึ้น (Fait *et al.*, 2008; Symons *et al.*, 2012) และการให้ NAA ในระยะนี้อาจเป็นช่วงที่สามารถตอบสนองกับผลสตรอว์เบอร์รีได้ดีกว่าที่ระยะอื่น ๆ เนื่องจากผลสตรอว์เบอร์รีมีการเจริญเติบโตด้วยการขยายขนาดของเซลล์อย่างต่อเนื่องจนกระทั่งผลแก่ (Avigdor-Avidov, 1986) โดยคุณสมบัติของ NAA ซึ่งเป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชในกลุ่มออกซิน มีบทบาทช่วยในการแบ่งเซลล์และขยายขนาดของเซลล์ (Davies, 2010) และ achene ที่ติดอยู่กับผลสตรอว์เบอร์รี เป็นส่วนสำคัญในการพัฒนาผลโดยการสร้างฮอร์โมนออกซินที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของผล ซึ่งออกซินสามารถช่วยเพิ่มการพัฒนาของผลให้มีขนาดใหญ่ขึ้นได้ (สังคม, 2532) ใน การ ท ด ล อ ง ข อ ง Singh *et al.* (2017) ได้รายงานว่าการพ่น NAA กับผลฝรั่งทำให้ขนาดและน้ำหนักของผลฝรั่งมากกว่ากรรมวิธีควบคุม แต่เมื่อเปรียบเทียบการใช้ของ NAA และ GA_3 ที่ปริมาตร 50 มก./ล. กับผลเงาะ ไม่พบความแตกต่างของน้ำหนักผล (พณิตา และคณะ, 2559) สำหรับผลของแคลเซียมในการทดลองของ Sotiropoulos *et al.* (2010) พบว่าการพ่นแคลเซียมกับผลท้อก่อนเข้าสู่ระยะที่ผนังผลชั้นในมีความแข็ง (pit hardening) ไม่พบความแตกต่างของความกว้าง ความยาว และน้ำหนักของผลเมื่อเทียบกับกรรมวิธีควบคุม

ส่วนปริมาณ TSS ในผลสตรอว์เบอร์รีพบว่าการพ่น $CaCl_2$ ร่วมกับ NAA และการพ่น Ca^{2+} chelated ร่วมกับ CPPU ที่ระยะดอกบานเต็มที่ ให้แนวโน้มของปริมาณ TSS ที่มากกว่ากรรมวิธีอื่น ซึ่ง CPPU และ NAA เป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตในกลุ่มกระตุ้นการเจริญเติบโต มีผลต่อการเคลื่อนย้ายของสารอาหารได้ดี (Kuiper, 1993) นอกจากนี้การพ่นสารที่ระยะ 14 และ 21 วันหลังดอกบาน (ระยะผลอ่อน) ทำให้มีขนาดและน้ำหนักของผลมากกว่า ซึ่งอาจทำให้มีความเข้มข้นของ TSS น้อยกว่าการพ่นในระยะดอกบานเต็มที่ เช่นเดียวกับการพ่น CPPU ที่ความเข้มข้น 5-10 มก./ล. ทำให้ผลของกีวี่ฟรุติมีขนาดใหญ่ขึ้น แต่ปริมาณความเข้มข้น TSS ลดลง (Kim *et al.*, 2006) นอกจากนี้การพ่น Ca^{2+} chelated ร่วมกับ

NAA มีผลทำให้แนวโน้มของความแน่นเนื้อมากขึ้นและมีอายุการเก็บรักษาของผลสตรอว์เบอร์รีนานยิ่งขึ้นเฉลี่ย 26 วัน เมื่อเทียบกับกรรมวิธีควบคุมที่เก็บได้เพียง 13 วัน เนื่องจากแคลเซียมมีความสามารถช่วยลดการเข้าทำลายของเชื้อรา โดยการลดการออกของสปอร์ และรักษาความสมบูรณ์ของผนังเซลล์ (Ciccarese *et al.*, 2013) เช่นเดียวกับ Madani *et al.* (2014) ที่พบว่า การพ่นแคลเซียมนั้นสามารถรักษาคุณภาพของผลมะละกอได้ โดยสามารถรักษาความแน่นเนื้อและลดการเข้าทำลายของเชื้อรา การพ่นแคลเซียมในรูป Ca^{2+} chelated มีประสิทธิภาพดีกว่าในรูปอื่น ๆ เพราะสารคีเลตมีโครงสร้างที่เป็นลิแกนด์มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวมากกว่าหนึ่งคู่ที่ใช้ในการสร้างพันธะโคออดิเนตโคเวเลนต์กับไอออน ทำให้การยึดเกาะระหว่างสารคีเลตกับไอออนของแคลเซียมมีความเหนียวแน่น ไอออนของธาตุอื่นเข้ามายึดเกาะได้ยาก ส่งผลให้ตกตะกอนได้ยาก ไม่เกิดการแก่งแย่งการดูดใช้ธาตุอาหารกับธาตุอื่น ๆ ภายในพืช และทำให้ธาตุแคลเซียมพร้อมใช้สำหรับการดูดซึมของพืช (ยงยุทธ, 2557) และการพ่นแคลเซียมโดยตรงที่ผลสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของแคลเซียมได้ดีกว่าการให้ทางดิน หรือการพ่นทางใบ เช่น ในกรณีของแอปเปิล การพ่นสารละลายแคลเซียมขณะที่ผลกำลังพัฒนากับผลโดยตรง มักจะให้ผลดีว่าการพ่นทางใบ ทั้งนี้เพื่อลดการแก่งแย่งระหว่างใบและผล ซึ่งสารละลายแคลเซียมจะไปสร้างเสถียรภาพให้เพกตินในมิดเดิลลามেলাในผนังเซลล์ของผลโดยตรง แคลเซียมเพกตินมีผลสำคัญต่อการรักษาความแข็งแรงของโครงสร้างเนื้อเยื่อ (วิจิตร, 2552) จึงลดความเสียหายขณะผลขยายขนาดอย่างรวดเร็ว รวมทั้งลดความเสียหายหลังการเก็บเกี่ยวได้ สอดคล้องกับการทดลองของ Lester and Grusak (2004) พบว่าการฉีดพ่นปุ๋ยแคลเซียม คีเลตให้กับแตงฮันนี่นิว ทำให้เก็บรักษาผลหลังการเก็บเกี่ยวได้นาน 3 สัปดาห์ อีกทั้งยังคงมีความแน่นเนื้อและความเข้มข้นของแคลเซียมในผลสูงกว่ากรรมวิธีที่ไม่พ่นแคลเซียม ทำให้ยังคงสภาพเหมาะแก่การจำหน่าย และเมื่อแคลเซียมทำงานร่วมกันกับ NAA ที่มีการเคลื่อนย้ายแบบ basipetal ไปยังผลสามารถช่วยให้การเคลื่อนย้ายของแคลเซียมไปสะสมที่ผลเพิ่มขึ้นด้วย (Zhou *et al.*, 1999) สอดคล้องกับการทดลองของ Abbasi

et al. (2013) ในการพ่น NAA ร่วมกับ แคลเซียมกับต้นมะเขือเทศที่อยู่ในระยะช่อดอกแรกบาน พบว่าสามารถเพิ่มการสะสมของแคลเซียมในผลได้ ส่งผลให้ขณะเก็บรักษาสามารถรักษาสภาพได้ดีกว่าเมื่อเทียบกับกรรมวิธีควบคุม

สรุป

ผลการศึกษาพบว่าทั้งสามปัจจัยมีปฏิสัมพันธ์กันในด้านน้ำหนักและขนาดผล ในการเพิ่มขนาดและน้ำหนักของผลสตอร์วเบอร์รี่พันธุ์พระราชทาน 80 ควรพ่น Ca^{2+} chelated ร่วมกับ NAA ที่ระยะ 21 วันหลังดอกบานเต็มที่ ส่วนในระยะดอกบานเต็มที่การพ่นสารประกอบแคลเซียมทุกชนิดร่วมกับ CPPU และ NAA ให้ปริมาณ TSS มากกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ การพ่น Ca^{2+} chelated ร่วมกับสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชทุกชนิดสามารถเพิ่มความแน่นเนื้อได้ และการพ่น $CaCl_2$ และ Ca^{2+} chelated ร่วมกับ NAA สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้ แต่ด้วยราคาของ CPPU ที่ค่อนข้างสูงจึงควรใช้ NAA ที่มีราคาถูกกว่า ในการศึกษาครั้งต่อไปอาจจะเปรียบเทียบจำนวนครั้งของการพ่นสาร เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบพัฒนาคุณภาพของผลสตอร์วเบอร์รี่ให้ดีขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ บริษัท ปตท.จำกัด (มหาชน) ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณในการวิจัย และขอขอบคุณสวนสตอร์วเบอร์รี่เกษตรกร หมู่บ้านแม่สาใหม่ อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2559. สตอร์วเบอร์รี่ 2558. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล : www.agriinfo.go.th/year59/plant/rortor/fruit.pdf (30 พฤศจิกายน 2560).

ณรงค์ชัย พิพัฒน์ธนาวงศ์. 2550. การผลิตไม้ผลเมืองหนาวขนาดเล็กในเขตร้อน. สำนักพิมพ์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 176 หน้า.

ณรงค์ชัย พิพัฒน์ธนาวงศ์ เวช เตชะ และ อิทธิ วาจากิ. 2551. สตอร์วเบอร์รี่ "พันธุ์พระราชทาน 80". เอกสารจากงานวิจัยสตอร์วเบอร์รี่ มูลนิธิโครงการหลวง, เชียงใหม่. 3 หน้า.

ดนัย บุญยเกียรติ. 2540. สรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวของพืชสวน. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 226 หน้า.

ธนากร บุญกล้า พุทธิศ ศรัยวัณ พิมพินิภา เพ็งช่วง อีร์หะวานนท์ และ ภาสันต์ ศารทูลทัต. 2559. ผลของ GA_3 NAA และ CPPU ต่อขนาดและคุณภาพผลแก้วมังกร 'แดงสยาม'. เกษตร 44(1): 887-891.

พนิดา สุขโข สุทธิศา ชัยกุล นงนุช ชนะสิทธิ์ และ ธนะชัย พันธุ์เกษมสุข. 2559. ผลของ GA_3 NAA และ สารคล้ายบราสซิน (BS) ต่อขนาดและน้ำหนักของผลเงาะพันธุ์โรงเรียน. วารสารเกษตร 33(2): 175-184.

ยงยุทธ ไชยสถ. 2557. การให้ปุ๋ยทางใบ. พิมพ์ครั้งที่ 4. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 164 หน้า.

วิจิตร วังโน. 2552. ธาตุอาหารกับการผลิตพืชผล. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ. 371 หน้า.

สังคม เตชะวงศ์เสถียร. 2532. สตอร์วเบอร์รี่. วิทยาลัยอุบลราชธานี มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น. 144 หน้า.

Abbasi, N.A., L. Zafar, H.A. Khan and A.A. Qureshi. 2013. Effects of naphthalene acetic acid and calcium chloride application on nutrient uptake, growth, yield and post harvest performance of tomato fruit. Pakistan Journal of Botany 45(5): 1581-1587.

Avigdor-Avidov, H. 1986. Strawberry. pp. 419-448. In: S.P. Monselise (ed.). Handbook of Fruit Set and Development. CRC Press, Boca Raton, Florida.

- Canli, F.A. and H. Orhan. 2009. Effects of preharvest gibberellic acid applications on fruit quality of 0900 Ziraat sweet cherry. HortTechnology 19(1): 127-129.
- Ciccarese, A., A.M. Stellacci, G. Gentile and P. Rubino. 2013. Effectiveness of pre- and post-veraison calcium applications to control decay and maintain table grape fruit quality during storage. Postharvest Biology and Technology 75: 135-141.
- Davies, P.J. 2010. The plant hormones: their nature, occurrence, and functions. pp. 1-15. In: P.J. Davies (ed.). Plant Hormones: Biosynthesis, Signal Transduction, Action!. Springer, Dordrecht.
- Erogul, D. 2014. Effect of preharvest calcium treatments on sweet cherry fruit quality. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca 42(1): 150-153.
- Fait, A., K. Hanhineva, R. Beleggia, N. Dai, I. Rogachev, J.V. Nikiforova, R.A. Fernie and A. Aharoni. 2008. Reconfiguration of the achene and receptacle metabolic networks during strawberry fruit development. Plant Physiology 148: 730-750.
- Kadir, S. A. 2004. Fruit quality at harvest of ‘Jonathan’ apple treated with foliarly applied calcium chloride. Journal of Plant Nutrition 27(11): 1991-2006.
- Kim, J.G., Y. Takami, T. Mizugami, K. Beppu, T. Fukuda and I. Kataoka. 2006. CPPU application on size and quality of hardy kiwifruit. Scientia Horticulturae 110: 219-222.
- Kuiper, D. 1993. Sink strength: established and regulated by plant growth regulators. Plant Cell & Environment 16(9): 1025-1026.
- Kumar, J. and D. Thakur. 2013. Effect of different concentration of CPPU and fruit thinning on yield and quality of kiwifruit cv. Allison and Hayward. The Asian Journal of Horticulture 8(2): 701-705.
- Lester, G.E. and M.A. Grusak. 2004. Field application of chelated calcium: postharvest effects on antelope and honeydew fruit quality. HortTechnology 14: 29-38.
- Madani, B.M., T.M. Mohamed, C.B. Watkins, J. Kadir, Y. Awang and T. R. Shojaei. 2014. Preharvest calcium chloride sprays affect ripening of Eksotika III papaya fruits during cold storage. Scientia Horticulturae 171: 6-13.
- Singh, K., M. Sharma and S.K. Singh. 2017. Effect of plant growth regulators on fruit yield and quality of guava (*Psidium guajava*) cv. Allahabad Safeda. Journal of Pure and Applied Microbiology 11(2): 1149-1154.
- Singh, R., R.R. Sharma and S.K. Tyagi. 2007. Pre-harvest foliar application of calcium and boron influences physiological disorders, fruit yield and quality of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.). Scientia Horticulturae 112: 215-220.
- Sotiropoulos, T., L. Therios and N. Voulgarakis. 2010. Effect of various foliar sprays on some fruit quality attributes and leaf nutritional status of the peach cultivar ‘Andross’. Journal of Plant Nutrition 33: 471-484.
- Symons, G.M., Y.J. Chua, J.J. Ross, L.J. Quittenden, N.W. Davies and J.B. Reid. 2012. Hormonal changes during non-climacteric ripening in strawberry. Journal Experimental Botany 63(13): 4741-4750.

Zhou, W., H. Wang, L. Zhao and B. Lin. 1999. Study on characteristics of calcium uptake by young fruit of apple (*Malus pumila*) and its regulation by hormone. Scientia Agricultura Sinica 3: 5-9.
