

ผลของแคลเซียมและโบรอนต่อการป้องกันการแตกของผลพลับพันธุ์ฟูยู

Effect of calcium and boron on preventing skin cracks of ‘Fuyu’ persimmon

วันตรา แซ่เฮ้ง¹, สมชัย อานุสนธิ์พรเพิ่ม^{1*}, เอิบ เขียววีนรมณ์¹, สุภิษา ธนะจิตต์¹
และ กิตติพงศ์ กิตติวัฒน์โสภณ²

Wantra Saeheng¹, Somchai Anusontpornperm^{1*}, Irb Kheoruenromne¹
Suphicha Thanachit¹ and Kittipong Kittiwatsopon²

บทคัดย่อ: การศึกษาทำในแปลงพลับพันธุ์ฟูยูที่มีอายุ 15 ปี บริเวณสวนสองแสน สถานีวิจัยดอยปุย จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อเปรียบเทียบผลของแคลเซียม และโบรอนที่ให้ทางใบต่อการป้องกันผลแตก คุณภาพ และผลผลิตของพลับพันธุ์ฟูยู และความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบพลับที่ระยะ 2 เดือนก่อนเก็บเกี่ยวผลผลิต วางแผนการทดลอง Randomized Complete Block จำนวน 4 ซ้ำ ดำรับการทดลองเป็นการฉีดพ่นทางใบ ประกอบด้วย น้ำเปล่า (T1) แคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 0.25% (T2) และ 0.5% (T3) กรดบอริกความเข้มข้น 0.15% (T4) และ 0.30% (T5) ใช้ปริมาณน้ำ 5 ลิตร/ต้น ทำการฉีดทั้งหมด 6 ครั้งทุก 2 สัปดาห์ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม - กรกฎาคม 2559 พบว่า การให้แคลเซียมคลอไรด์ทางใบความเข้มข้น 0.5% (T3) ทำให้ได้จำนวนผลพลับสมบูรณ์สูงสุดอย่างมีนัยสำคัญ ยิ่งทางสถิติเท่ากับ 82.5 ผล/ต้น จำนวนผลพลับแตกสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ 169.0 ผล/ต้น และ น้ำหนักผลพลับที่ขายได้สูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ 18.73 กิโลกรัม/ต้น การให้กรดบอริกทางใบทั้งสองความเข้มข้น (T4 และ T5) มีผลทำให้ผลพลับมีความกว้าง ความยาว ความสูง น้ำหนัก และมีความสมบูรณ์ของผลดีที่สูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และยังทำให้ความเข้มข้นของโบรอนในใบสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ 30.7 และ 23.4 มก./กก. ตามลำดับ ขณะที่ความเข้มข้นของธาตุอาหารอื่นไม่มีความแตกต่างกันระหว่างการทดลอง

คำสำคัญ : พลับ, ดินที่สูง, ผลแตก, แคลเซียม, โบรอน

ABSTRACT: The study was conducted in a 15-year old ‘Fuyu’ persimmon plantation at Suan Song Saen, Doi Pui Research Station, Chiang Mai province to compare foliar application effect of calcium and boron on preventing skin cracks, quality and fruit yield of ‘Fuyu’ persimmon and leaf nutrient concentration at 2-month before harvesting fruit yield. The experiment was arranged in a Randomized Complete Block design with four replications. Treatment comprised foliar applications of pure water (T1), calcium chloride 0.25% (T2) and 0.50% (T3), boric acid 0.15% (T4) and 0.30% (T5). Five litres of pure water per tree were used for spray of which the application was carried out every two weeks for six times, starting from May until July 2016. Result showed that

¹ ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพมหานคร 10900
Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok, 10900

² ศูนย์วิจัยและถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตร คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900
Agricultural Research and Transfer Technology Center, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok. 10900

* Corresponding author: agrsca@ku.ac.th

foliar application of calcium chloride 0.5% (T3) significantly promoted the highest complete fruit number of 82.5 fruit/tree, skin-cracked number of 169.0 fruit/tree, and sellable fresh weight of persimmon fruit of 18.73 kg/tree. Foliar application of boric acid at both concentrations (T4 and T5) significantly gave the highest fruit's width, length, height, weight and absoluteness and also significantly stimulated the highest leaf boron concentrations of 30.7 and 23.4 mg/kg, respectively, whilst the concentration of other plant nutrients was not different when compared among treatments.

Keywords: persimmon, highland soil, skin cracking, calcium, boron

บทนำ

พลับ (*Diospyros kaki* L.) มีชื่อเรียกทั่วไปว่า Persimmon หรือ Kaki มีถิ่นกำเนิดมาจากประเทศจีน เป็นไม้ผลึ่งร้อนที่มีการผลัดใบชนิดหนึ่ง (Yonemori et al., 2000) การผลิตพลับในประเทศไทยช่วยสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรบนพื้นที่สูง พลับสามารถจำหน่ายได้ทั้งผลสด และแบบแปรรูป มีการแบ่งประเภทพลับออกเป็นสองประเภทใหญ่คือ พลับผาด และพลับหวาน ตัวอย่างพันธุ์พลับผาดที่ปลูกในประเทศไทย ได้แก่ พันธุ์ P1 ไนติงเกล โทเวน่าเวเซ ทานีนาคิ ฮิราทานีนาคิ ชิซู ฮาชิยา อังไส นูชิน และพันธุ์พลับหวาน ได้แก่ พันธุ์ฟูยู และไฮยาคิม เป็นต้น สภาพพื้นที่เหมาะสมในการปลูกพลับขึ้นอยู่กับการเลือกพันธุ์ สามารถปลูกได้ในพื้นที่สูงตั้งแต่ 1,000 ม.จากระดับทะเลปานกลางขึ้นไป มีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ในพิสัย 14-25 องศาเซลเซียส ดินควรเป็นดินลึก มีความอุดมสมบูรณ์สูง และมีการระบายน้ำดี พีเอชดินประมาณ 6.0-6.5 เกือบเกี่ยวผลผลิตได้ตั้งแต่เดือนกรกฎาคมถึงกันยายนขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ (Bellini, 2002) พลับหวานพันธุ์ฟูยู (Fuyu) เป็นพันธุ์ที่ปรับตัวต่อสภาพแวดล้อมได้ดี ให้ผลผลิตสูง ไม่มีเมล็ด มีผลขนาดปานกลางถึงใหญ่ (150-300 กรัม/ผล) ผลมีสีเหลืองอมแดง มีรสหวาน (Martins and Pereira, 1989) ปัญหาการผลิตพลับพันธุ์นี้คือ การแตกบริเวณขั้วผลซึ่งเป็นลักษณะประจำพันธุ์ และรอยแตกบริเวณผิว (skin cracks) ของผลพลับ ซึ่งส่งผลต่อผลผลิตและคุณภาพในการเก็บเกี่ยว (Peet, 1992; Opara, 1996; Woolf et al., 1997; Ferri and Rombaldi, 2004; Quan et al., 2009) สาเหตุของการแตกที่ผิว

ผลพลับยังไม่ทราบชัดเจน โดยมีการสันนิษฐานว่าเกิดจากอาการขาดแคลเซียม (Yang et al., 2005) และ/หรือโบรอน (Quan et al., 2009) ซึ่งจากการศึกษาของ Gonçalves et al. (2004) พบว่า เนื้อบริเวณข้างใต้ผิวพลับที่แตกจะพบสารชื่อ sorbitol ซึ่งถูกสร้างและเคลื่อนย้ายผ่านท่ออาหารภายใต้สภาพเครียด เช่น อุณหภูมิต่ำ สารนี้อาจทำหน้าที่เป็นตัวการในการยับยั้งแคตไอออนที่เคลื่อนย้ายยาก เช่น แคลเซียมและโบรอน ผ่านท่ออาหารมายังผล ดังนั้นการให้แคลเซียมและโบรอนแก่พลับน่าจะทำให้เกิดการสะสมของธาตุทั้งสอง โดยมีผลยืนยันว่าสามารถช่วยทำให้เปลือกผลมีความหนามากขึ้น ซึ่งจะช่วยลดปัญหาการแตกที่ผิวของผลพลับในที่สุด (Brown and Hu, 1996; Gonçalves et al., 2004) Tang et al. (2013) ทำการศึกษาผลของแคลเซียมและโบรอนเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวในพลับพันธุ์กงชิ่ง (Gongcheng var.) ประเทศจีน พบว่า การใช้ปุ๋ยแคลเซียมกิกกรรมสูงให้ผลดีที่สุด รองลงมา ได้แก่ การใส่ปูนรวมกับการฉีดเปปไทด์ (กรดอะมิโน) ที่ช่วยลดอาการแตกของผลได้ร้อยละ 18.87 และ 15.67 ตามลำดับ โดยปริมาณแคลเซียมในส่วนที่เกิดอาการเพิ่มขึ้นร้อยละ 4.55 และ 4.55 ตามลำดับ ขณะที่ปริมาณโบรอนเพิ่มขึ้นร้อยละ 9.90 และ 28.86 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับค่าควบคุมที่ใส่เฉพาะธาตุอาหารหลัก การศึกษาโดยการฉีดพ่นโบรอนและแคลเซียมเพื่อป้องกันการแตกที่ผิวของผลพลับพันธุ์ฟูยูที่ประเทศบราซิล (Ferri and Rombaldi, 2008) พบว่า การฉีดพ่นแคลเซียมหรือโบรอนให้ผลบวกต่อการป้องกันการแตกที่ผิวของผลใกล้เคียงกัน โดยโบรอนให้ผลสะสมในปีถัดไปอีกด้วย ซึ่งการใช้โบรอนและโบรอนร่วมกับแคลเซียมยังพบว่า

สามารถเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของผลไม้เชตอบอุ้น อาทิเช่น ลูกแพร์ (Xuan et al., 2003) แอปเปิล (Wójcik et al., 2008) พลับ (El-Fatah et al., 2008) สตรอเบอรี่ (Singh et al., 2006) เป็นต้น สำหรับในประเทศไทย มีการปลูกพลับหวานพันธุ์ฟูยูในหลายพื้นที่โดยเฉพาะในบริเวณที่สูงทางภาคเหนือของประเทศไทย ซึ่งก็พบปัญหาผลแตกอยู่ทั่วไป แต่อย่างไรก็ตาม ยังไม่พบว่ามีการศึกษาทดสอบการแก้ปัญหาดังกล่าว ดังนั้นการศึกษานี้จึงน่าจะเกิดประโยชน์ต่อการแก้ปัญหาผลแตกของพลับพันธุ์นี้ โดยการศึกษาที่มีวัตถุประสงค์ ดังนี้ 1) เพื่อทดสอบผลของการฉีดพ่นแคลเซียม และโบรอนต่อการให้ผลผลิตพลับหวานพันธุ์ฟูยู และการแก้ปัญหาผลแตก และ 2) เพื่อศึกษาผลของการฉีดพ่นธาตุอาหารทั้งสองต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชในใบ และผลพลับ

วิธีการศึกษา

ทำการศึกษาในแปลงพลับพันธุ์ฟูยูบริเวณสวนสองแสน สถานีวิจัยดอยบุญ จังหวัดเชียงใหม่ วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block (RCB) ประกอบด้วย 5 ตำรับการทดลอง จำนวน 4 ซ้ำ โดยมีรายละเอียดดังนี้ ตำรับการทดลองที่ 1 เป็นตำรับควบคุม (ฉีดน้ำเปล่า ไม่มีการผสมแคลเซียมหรือโบรอน) ตำรับการทดลองที่ 2 ฉีดพ่นแคลเซียมคลอไรด์ (CaCl_2) ความเข้มข้น 0.25% (w/v) ตำรับการทดลองที่ 3 ฉีดพ่นแคลเซียมคลอไรด์ (CaCl_2) ความเข้มข้น 0.5% (w/v) ตำรับการทดลองที่ 4 ฉีดพ่นโบรอน (H_3BO_3) ความเข้มข้น 0.15% (w/v) และตำรับการทดลองที่ 5 ฉีดพ่นโบรอน (H_3BO_3) ความเข้มข้น 0.3% (w/v) โดยใช้น้ำปริมาณ 5 ลิตรต่อการฉีด 1 ครั้ง/ต้น ทำการฉีดพ่นทุก 2 สัปดาห์ จำนวน 6 ครั้งตั้งแต่เดือนพฤษภาคม-กรกฎาคมปี 2559 โดยก่อนการทดลองในช่วงปลายฤดูฝนของปี 2558 ได้ทำการใส่ปุ๋ยหมักอัตรา 5 กก./ต้น ให้กับต้นพลับหวานทุกต้นที่ใช้ในการทดลอง การเก็บข้อมูลพืช ประกอบด้วยคุณภาพผลพลับ ได้แก่ น้ำหนัก ขนาดผลโดยใช้เวอร์เนียร์-คาลิเปอร์แบบดิจิตอล (vernier caliper digital type)

วัดทั้งขนาดความกว้าง ความยาว ความสูงของผลพลับ ความหวานโดยการวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำทั้งหมด (Total Soluble Solid: TSS) ด้วยเครื่องรีแฟรคโตมิเตอร์ (refractometer) หน่วยความหวานเป็นองศาบริกซ์ ($^{\circ}\text{Brix}$) ความแน่นเนื้อ (Fruit Firmness Tester) ของผลพลับโดยใช้เครื่องมือเพเนโตรมิเตอร์ (penetrometer) วัดด้วยหัวเจาะขนาด 5 มม. ความสมบูรณ์ของผล (absoluteness) โดยวิธีการให้คะแนนความสมบูรณ์ของผลพลับ โดยพิจารณาจากรอยแตก แผลที่ผิวของผลซึ่งเกิดจากโรค และแมลง โดยระดับคะแนน 1 หากมีปริมาณรอยแผล = 81-100% ระดับคะแนน 2 = 61-80% ระดับคะแนน 3 = 41-60% ระดับคะแนน 4 = 21-40% และระดับคะแนน 5 = 1-20% วัดสีผล (peel color) ของพลับด้วยการให้คะแนนสีผิวของผลพลับโดยใช้เกณฑ์เดียวกับการประเมินความสมบูรณ์ของผล โดยพิจารณาจากผลพลับที่มีสีเหลืองสดสม่ำเสมอตั้งแต่ 81-100% คิดเป็นระดับคะแนน 5 นอกจากนี้ยังดำเนินการเก็บข้อมูลจำนวนชั้วผลแตก จำนวนชั้วผลไม่แตก และผลผลิต เก็บตัวอย่างใบพลับ โดยสุ่มเก็บที่แม่โดยสมบูรณ์ใบที่ 5 จากยอดที่ระยะเวลา 2 เดือนก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิตพลับหวานเพื่อวิเคราะห์ความเข้มข้นของธาตุอาหารพืช ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน เหล็ก สังกะสี แมงกานีส ทองแดง และโบรอน การวิเคราะห์พืช นำตัวอย่างพืชมาอบให้แห้ง บดให้ละเอียด จากนั้นย่อยสลายตัวอย่างพืช แล้ววิเคราะห์ธาตุอาหารพืช ทำการวิเคราะห์ดินก่อนการทดลอง โดยเก็บตัวอย่างดินบน (0-30 ซม.) และดินล่าง (30-60 ซม.) แบบ composite sample จากนั้นตากดินให้แห้ง บดดินให้ละเอียด ก่อนนำมาวิเคราะห์สมบัติทางเคมี และปริมาณธาตุอาหารพืช ดังที่ระบุไว้ใน Table 1 วิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดด้วยโปรแกรม SPSS version 22 โดยทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ และเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติโดยใช้ Duncan's multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ขึ้นไป

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ลักษณะและสมบัติดินในพื้นที่แปลงทดลอง

ดินในพื้นที่ทดลองมีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับสูง (63.29 ก./กก.) มีปริมาณโบรอนที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำ โดยในดินบนมีเท่ากับ 25.32 มก./กก. และ 38.25 มก./กก. ในดินล่าง ส่วนปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้พบอยู่ในระดับปานกลาง มีค่าเท่ากับ 7.04 เซนติโมล/กก. ในดินบน และ 8.25 เซนติโมล/กก. ในดินล่างปริมาณธาตุอาหารหลัก

พบว่า ดินมีปริมาณไนโตรเจนรวมปานกลาง ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ปานกลางถึงสูง ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์สูง ปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้ต่ำในดินบน และสูงในดินล่าง ดินมีค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนอยู่ในระดับปานกลาง (Table 1) เมื่อทำการประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินพบว่า เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลางทั้งในดินบน (0-30 ซม.) และดินล่าง (30-60 ซม.) (Table 2) โดยมีความอุดมสมบูรณ์เหมาะสมต่อการปลูกพลับ (โอฬาร, 2544)

Table 1 Property of soil in the experimental area prior to conducting the experiment

Properties	Topsoil (0-30 cm)	Subsoil (30-60 cm)
pH (1:1 H ₂ O)	5.42	5.46
Organic matter (g/kg)	63.3	3.29
Total N (g/kg)	2.94	2.86
Available P (mg/kg)	19.1	70.4
Available K (mg/kg)	261	381
Available B (mg/kg)	25.3	38.3
Extractable Ca (cmol _c /kg)	7.04	8.25
Extractable Mg (cmol _c /kg)	0.98	11.61
Extractable K (cmol _c /kg)	0.19	1.16
Extractable Na (cmol _c /kg)	0.20	0.01
Cation exchange capacity (cmol _c /kg)	11.1	10.2
Base saturation percentage (%)	38.4	60.8

Table 2 Fertility level of soil in the experimental area prior to conducting the experiment

Depth (cm)	OM (g/kg)	Avail. P (-----mg/kg-----)	Avail. K (mg/kg)	CEC (cmol _c /kg)	BS (%)	Total score	Fertility level
0-30	63.3 (3)	19.1 (2)	261 (3)	11.1 (2)	38.4 (2)	(12)	Medium
30-60	3.3 (1)	70.4 (3)	381 (3)	10.2 (2)	60.8 (3)	(12)	Medium

Scoring is used for the assessment of fertility level.

The score is presented in blanket within the table where:

Level	OM (g/kg)	Avail. P (mg/kg)	Avail. K (mg/kg)	CEC (cmol _c /kg)	BS (%)
Low (1)	<1.5	<10	<60	<10	<35
Moderate (2)	1.5-3.5	10-25	60-90	10-20	35-75
High (3)	>3.5	>25	>90	>20	>75

Total score of 7 or less, fertility level is low; total score between 8-12, fertility level is medium; total score of 13 or more, fertility level is high.

ผลการศึกษาการให้แคลเซียมคลอไรด์ทางใบที่ความเข้มข้น 0.5% (T3) ทำให้ได้จำนวนผลพลับสมบูรณ์สูงสุด (เท่ากับ 82.5 ผล/ต้น) และแตกต่างจากตัวรับอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่การฉีดพ่นด้วยกรดบอริกทั้ง 2 ความเข้มข้น (T4 และ T5) ไม่ทำให้ได้จำนวนผลสมบูรณ์ต่อต้นแตกต่างกับตัวรับควบคุมที่มีการฉีดด้วยน้ำเปล่า (Table 3) อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักผลทั้งหมดต่อต้นกลับพบว่าไม่มีความแตกต่างกันระหว่างตัวรับการทดลอง โดยการให้แคลเซียม และโบรอนทางใบไม่มีผล ทำให้น้ำหนักผลพลับสมบูรณ์และผลพลับที่มีรอยแตกต่อต้นแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อนำจำนวนผลสมบูรณ์ และผลแตกมารวมกัน พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเช่นกัน ยกเว้นในกรณีของการให้แคลเซียมคลอไรด์ทางใบที่ความเข้มข้น 0.25% (T2) ที่มีค่าต่ำกว่าตัวรับการทดลองอื่น ๆ อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาเฉพาะผลพลับที่นำไปขายได้โดยคัดเลือกผลพลับที่มีรอยแตกที่ผิวเล็กน้อยบริเวณผิวรอบขั้วผลไม่เกินร้อยละ 20 แต่ยังสามารถนำไปขายได้รวมกับผลสมบูรณ์ พบว่า การให้แคลเซียมคลอไรด์ทางใบที่

ความเข้มข้น 0.5% (T3) ทำให้ได้น้ำหนักผลสดต่อต้นในส่วนนี้สูงสุดเท่ากับ 18.73 กก./ต้น ซึ่งสูงกว่าตัวรับควบคุมถึง 5.24 กก./ต้น ถึงแม้ว่าจะไม่แตกต่างกันทางสถิติก็ตาม ซึ่งผลการศึกษานี้เป็นไปในทิศทางเดียวกับการศึกษาของ กิรติกา (2548) ในการทดลองฉีดพ่นแคลเซียมและโบรอนทางใบโดยช่วยทำให้ผลพลับพันธุ์ฟูยู่มีการติดผลมากกว่าต้นที่ไม่ได้ฉีดพ่นแคลเซียมและโบรอนทางใบ และการศึกษาของ สุภัทร์ (2543), นฤมล (2544) และสุภาทิพย์ (2545) ในการทดลองฉีดพ่นแคลเซียมและโบรอนทางใบให้กับมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ช่วยทำให้เกิดการติดผลมากกว่าต้นที่ไม่ได้รับการฉีดพ่นแคลเซียมกับโบรอนทางใบ ซึ่งวิจิตร (2552) กล่าวไว้ว่า การมีปริมาณแคลเซียมระดับสูงในผลไม่เพียงแต่ปลด "bitter pit" ในผลแอปเปิลและสาลี่เท่านั้น แต่ยังไปปรับปรุงคุณสมบัติในการเก็บรักษายาวขึ้น ส่งเสริมให้เกิดสีแดงบนผิวผล และลดการเกิด "cork spot", "water core", "flesh (internal) breakdown" และ "cork หรือ drought" ในสาลี่ เช่นเดียวกับผลแตก (cracking) ในเชอร์รี่ พลัม และมะเชือกเทศ

Table 3 Effect of calcium and boron foliar application on fruit yield of 'Fuyu' persimmon

Treatments	Complete fruit		Skin-cracked fruit		Total fruit	Sellable fruit
	(no./tree)	(kg/tree)	(no./tree)	(kg/tree)	(kg/tree)	(kg/tree)
T1	43.5 ^b	7.72	135.0 ^a	14.3	22.04 ^a	13.49 ^a
T2	6.0 ^c	0.57	24.5 ^b	3.5	4.07 ^b	2.27 ^b
T3	82.5 ^a	7.84	169.0 ^a	16.8	24.67 ^a	18.73 ^a
T4	40.0 ^b	3.15	145.5 ^a	17.1	20.03 ^a	13.95 ^a
T5	51.5 ^b	5.67	106.0 ^a	19.7	25.41 ^a	15.47 ^a
F-test	**	ns	*	ns	*	*
%CV	16.3	38.2	25.0	31.8	22.8	22.5

ns = not significant; *, ** significantly different at 0.05 and 0.01 probability levels, respectively; means with different superscript letters within a column indicate a significant difference according to Duncan's multiple range test at $P \leq 0.05$.

T1 = no CaCl_2 nor B; T2 = CaCl_2 0.25% (w/v); T3 = CaCl_2 0.50% (w/v); T4 = H_3BO_3 0.15% (w/v); T5 = H_3BO_3 0.30% (w/v)

ผลของแคลเซียมและโบรอนต่อคุณภาพของผลพลับหวานพันธุ์ฟูยู่

การให้แคลเซียมและโบรอนทางใบส่งผลชัดเจนต่อคุณภาพของผลพลับหวานพันธุ์ฟูยู่ โดยพบว่า การฉีดพ่นกรดบอริกทางใบที่ความเข้มข้น 0.15%

(T4) ทำให้ได้ผลพลับที่มีความกว้างมากที่สุดเท่ากับ 6.94 ซม. แต่ไม่ต่างกับการฉีดพ่นแคลเซียมคลอไรด์ทางใบทั้ง 2 ความเข้มข้น (T2 และ T3) และกรดบอริกความเข้มข้น 0.30% (T5) ซึ่งทำให้ผลพลับมีความกว้างอยู่ในพิสัย 6.75-6.78 ซม. แต่กว้างกว่าผลพลับ

ที่ได้จากตำรับควบคุม (6.57 ซม.) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การฉีดพ่นกรดบอริกทางใบที่ความเข้มข้น 0.30% (T4) ทำให้ได้ผลพลับที่มีความยาวมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเท่ากับ 6.48 ซม. แต่ไม่แตกต่างกับตำรับการทดลองที่มีการฉีดพ่นกรดบอริกทางใบที่ความเข้มข้น 0.15% (T4) และการฉีดพ่นแคลเซียมคลอไรด์ทางใบที่ความเข้มข้น 0.50% (T3) ที่มีค่าเท่ากับ 6.42 และ 6.33 ซม. ตามลำดับ แต่สูงกว่าตำรับควบคุม (6.08 ซม.) ขณะที่การฉีดพ่นกรดบอริกทางใบทั้ง 2 ความเข้มข้น (T4 และ T5) ยังส่งผลให้ได้ผลพลับที่มีความสูงมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติในพิสัย 5.55-5.64 ซม. ขณะที่ตำรับการทดลองที่เหลือผลพลับมีความสูงเพียง 5.12-5.33 ซม. นอกจากนี้การฉีดพ่นกรดบอริกทางใบที่ความเข้มข้น 0.15% (T4) ยังทำให้ผลพลับมีน้ำหนักต่อผลสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเท่ากับ 164.3 ก./ผล แต่ไม่แตกต่างกับการฉีดพ่นกรดบอริกทางใบที่ความเข้มข้น 0.30% (T5) และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 0.25% (T2) ที่มีน้ำหนักเท่ากับ 151.2 และ 140.1 ก./ผล ตามลำดับ ขณะที่ผลพลับจากตำรับควบคุมมีน้ำหนักน้อยที่สุดเท่ากับ 122.4 ก./ผล (Table 4) อย่างไรก็ตาม การให้แคลเซียม และโบรอนไม่ส่งผลชัดเจนต่อร้อยละของค่าปริมาตร ความแน่นของเนื้อผล และสีผิวของผลพลับหวานเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม ส่วนการฉีดพ่นแคลเซียมคลอไรด์ทางใบที่ความเข้มข้น 0.50% (T3) ส่งผลให้ผลพลับมีความสมบูรณ์ของ

ผลโดยภาพรวมสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าคะแนนเท่ากับ 3.8 ซึ่งใกล้เคียงกับการฉีดโบรอนที่ความเข้มข้น 0.15% (T4) ที่ได้ค่าคะแนนเท่ากับ 3.6 ขณะที่ผลพลับในตำรับควบคุมมีค่าคะแนนต่ำที่สุดเท่ากับ 2.8

ผลการศึกษาด้านคุณภาพของผลพลับสอดคล้องกับผลการวิจัยที่ผ่านมาของ Ali et al. (2014) ที่พบว่า การใช้โบรอนร่วมกับสังกะสีและเหล็กให้ผลดีที่สุด โดยทำให้ผลผลิตพลับมีคุณภาพผลดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับต้นที่ไม่มีการให้จุลธาตุอาหารเลย ในตำรับควบคุม และการรายงานของ Quinlan (1969) พบว่าเมื่อฉีดพ่นทางใบด้วยแคลเซียมคลอไรด์หรือแคลเซียมไนเตรต ให้แก่ไม้ยืนต้นจะช่วยป้องกันการขาดแคลเซียมจึงไม่มีปัญหาความผิดปกติ ทั้งยังช่วยให้คุณภาพของผลหลังการเก็บเกี่ยวดีขึ้นอีกด้วย นอกจากนี้ในขณะที่ยอดแอปเปิลกำลังพัฒนามักมีการแย่งแคลเซียมระหว่างใบกับผล จึงควรฉีดพ่นด้วยปุ๋ยแคลเซียมทางใบ Ganie et al., (2013) ดัดแปลงจาก Xuan et al., (2003) รายงานว่า การใส่ปุ๋ยโบรอน และโบรอนร่วมกับแคลเซียมจะช่วยยับยั้งการร้าวสสารเอทิลีนในผลไม้ได้อย่างมีประสิทธิภาพสำหรับการเก็บรักษาผลแพร์ โดยการศึกษาผลของปุ๋ยต่อการเกิดแผลที่ผลและการเปลี่ยนสี พบว่า การใส่ปุ๋ยโบรอนร่วมกับแคลเซียมจะช่วยแก้ปัญหาได้ดีที่สุดตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 5 เดือน

Table 4 Effect of calcium and boron foliar application on fruit quality of 'Fuyu' persimmon

Treatments	Width (cm)	Length (cm)	Height (cm)	Weight (g/fruit)	TSS (%brix)	Firmness (kg/cm ²)	Peel color (score)	Absoluteness (score)
1	6.57 ^b	6.08 ^c	5.12 ^c	122.4 ^b	11.36	26.18	3.2	2.8 ^b
2	6.78 ^{ab}	6.17 ^{bc}	5.19 ^c	140.1 ^{ab}	11.52	25.91	2.8	3.2 ^{ab}
3	6.75 ^{ab}	6.33 ^{ab}	5.33 ^{bc}	123.2 ^b	11.58	25.11	3.2	3.8 ^a
4	6.94 ^a	6.42 ^a	5.55 ^{ab}	164.3 ^a	11.67	26.55	3.2	3.6 ^a
5	6.76 ^{ab}	6.48 ^a	5.64 ^a	151.2 ^{ab}	11.21	25.85	3.2	3.2 ^{ab}
F-test	*	**	**	**	ns	ns	ns	*
%CV	2.2	2.1	3.6	14.9	4.7	6.4	11.8	13.0

ns = not significant; *, ** significantly different at 0.05 and 0.01 probability levels, respectively; means with different superscript letters within a column indicate a significant difference according to Duncan's multiple range test at $P \leq 0.05$.

T1 = no CaCl₂ nor B; T2 = CaCl₂ 0.25% (w/v); T3 = CaCl₂ 0.50% (w/v); T4 = H₃BO₃ 0.15% (w/v); T5 = H₃BO₃ 0.30% (w/v)

ผลของแคลเซียมและโบรอนต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบพลับหวนพันธุ์ฟูยู่

การใช้ความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชในใบสามารถนำมาพิจารณาปริมาณธาตุอาหารพืชที่เพียงพอต่อความต้องการสำหรับการเจริญเติบโต โดยในกรณีของพลับ Reuter and Robinson (1997) ได้รวบรวมข้อมูลจากการสำรวจและกำหนดมาตรฐานจากพลับที่ปลูกในประเทศออสเตรเลีย (George et al., 1995) ญี่ปุ่น (Sato et al., 1955) ซึ่งตรวจสอบปริมาณที่ไม่เพียงพอจากการปลูกพลับในวัสดุปลูกที่เป็นทราย ยกเว้นกรณีของแมกนีเซียม และแมงกานีสที่สำรวจจากพลับหวนพันธุ์ฟูยู่ที่ปลูกในประเทศนิวซีแลนด์ (Clark, 1985) และโบรอน (Eaton, 1944) สำหรับความเข้มข้นของธาตุอาหารอื่น ๆ พัฒนาขึ้นมาจากการสำรวจของ Sato et al. (1955) และ Nakamura (1972) ในสวนพลับประเทศญี่ปุ่น และ Clark and Smith (1990) ในประเทศนิวซีแลนด์

การศึกษารายผลของแคลเซียมและโบรอนที่ให้ทางใบต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบพลับหวนในช่วง 2 เดือนก่อนเก็บเกี่ยวผลผลิต พบว่า การฉีดพ่นแคลเซียม และโบรอนทางใบไม่ทำให้ความเข้มข้นของธาตุอาหารหลัก และธาตุอาหารรองมีความแตกต่างกัน โดยเฉพาะในกรณีของแคลเซียมที่พบว่า ความเข้มข้น

ในใบไม่มีความสัมพันธ์กับค่าการทดลองที่มีการฉีดพ่นแคลเซียม (T2 และ T3) แต่อย่างใด (Table 5) เมื่อพิจารณาปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหารหลักเปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบพลับที่รวบรวมโดย Reuter and Robinson (1997) พบว่า ความเข้มข้นของไนโตรเจนพบอยู่ในพิสัย 22.1-24.0 ก./กก. อยู่ในระดับที่พอเพียง (Sato et al., 1955; Nakamura, 1972; George et al., 1995) เช่นเดียวกับฟอสฟอรัสที่มีค่าอยู่ในพิสัย 1.9-2.0 ก./กก. (Sato et al., 1955; Nakamura, 1972; Clark and Smith, 1990) ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในใบแสดงให้เห็นว่า พลับหวนที่ปลูกในการทดลองมีแนวโน้มที่โพแทสเซียมอาจจะไม่เพียงพอ เนื่องจากค่าที่ได้จากการศึกษาอยู่ในพิสัย 10.9-12.6 ก./กก. ซึ่งต่ำกว่าระดับที่เพียงพอซึ่งอยู่ในพิสัย 14.7-30.9 ก./กก. (Sato et al., 1955; Nakamura, 1972) เช่นเดียวกับแมกนีเซียมที่ผลการศึกษามีค่าอยู่ในพิสัย 1.6-1.9 ก./กก. ขณะที่ระดับเพียงพออยู่ในพิสัย 1.7-7.7 ก./กก. (Clark, 1985) ความเข้มข้นของแคลเซียมในใบแสดงให้เห็นว่า พลับหวนที่ปลูกในการทดลองมีแนวโน้มที่จะแสดงอาการขาดเช่นเดียวกัน โดยผลการศึกษามีค่าอยู่ในพิสัย 5.2-8.1 ก./กก. ขณะที่ระดับเพียงพออยู่ในพิสัย 10.1-28.0 ก./กก. (Sato et al., 1955; Nakamura, 1972)

Table 5 Effect of calcium and boron foliar application on primary and secondary plant nutrient concentration in 'Fuyu' persimmon leaf sampled at 2-month before the harvesting time

Treatments	N	P	K	Ca	Mg
	(-----g/kg-----)				
1	24.0	2.0	11.5	6.4	1.9
2	22.7	1.9	12.6	6.5	1.7
3	23.0	2.0	11.3	7.1	1.6
4	23.2	1.9	11.5	5.2	1.6
5	22.1	1.9	10.9	8.1	1.7
F-test	ns	ns	ns	ns	ns
%CV	8.8	6.3	11.6	20.5	27.1

ns = not significant.

T1 = no CaCl_2 nor B; T2 = CaCl_2 0.25% (w/v); T3 = CaCl_2 0.50% (w/v); T4 = H_3BO_3 0.15% (w/v); T5 = H_3BO_3 0.30% (w/v)

การให้แคลเซียมและโบรอนทางใบไม่ทำให้ความเข้มข้นของจุลธาตุอาหารส่วนใหญ่ในใบมีความแตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้น โบรอน ทั้งนี้ความเข้มข้นของเหล็ก แมงกานีส สังกะสี และทองแดงที่พบอยู่ในระดับที่พอเพียง สำหรับโบรอน การฉีดพ่นทางใบด้วยกรดบอริกทั้ง 2 ความเข้มข้น (T4 และ T5) ทำให้ความเข้มข้นของธาตุนี้ในใบพลับหวนมีค่าสูงกว่าค่ารับการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าเท่ากับ 30.7 และ 23.4 มก./กก. ตามลำดับ (Table 6) ซึ่งปริมาณดังกล่าวอยู่ในระดับที่พอเพียงต่อการเจริญเติบโตของพลับหวนเมื่อเปรียบเทียบกับความเข้มข้นในใบของพลับที่สำรวจในประเทศญี่ปุ่น (Sato et al., 1955; Nakamura, 1972) แต่อาจจะไม่เพียงพอเมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลของ Eaton (1944) และ George et al. (1995) ขณะที่ค่าการทดลองอื่นมีค่าอยู่ในพิสัย 13.4-17.5 มก./กก. จะอยู่ในระดับที่ไม่เพียงพอ ซึ่งการขาดโบรอนจะส่งผลเสียต่อผลผลิตพลับ เนื่องจาก โบรอนมีอิทธิพลต่อเมแทบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรต กรดนิวคลีอิก (RNA, DNA) และโปรตีน เมแทบอลิซึมของไนโตรเจน การควบคุมการพัฒนาและการแบ่งเซลล์ (cell differentiation) สภาพให้ซึมได้ของเยื่อ (cell permeability) การลำเลียงสาร การเกิดดอก

และการงอกของเรณู การติดผล ปริมาณน้ำ เมแทบอลิซึมของฮอร์โมนพืช การขนส่งฮอร์โมนพืช ช่วยส่งเสริมการขนย้ายน้ำตาลโดยป้องกันไม่ให้เนื้อเยื่อทอลำเลียงได้รับความเสียหายในการลำเลียงอาหาร การสังเคราะห์สารลิกนินและการเกิดลิกนิน (วิจิตร, 2552) อิทธิพลของโบรอนที่มีต่อการสังเคราะห์โปรตีนและกรดนิวคลีอิก การขาดโบรอนนำไปสู่การสะสมสารประกอบไนโตรเจนที่ละลายได้ (โดยเฉพาะ NO_3^-) ไฮโดรฟลัสซึมมีปริมาณโปรตีนต่ำ เซลล์นิวเคลียสเกิดผิดปกติ และอาการผิดปกติของนิวเคลียส (Hundt et al., 1970) โบรอนมีบทบาทอย่างมากต่อการสร้างและการคงรูปของผนังเซลล์ (Marscher, 1986) โบรอนที่อยู่ในผนังเซลล์นี้มีการแลกเปลี่ยนและเคลื่อนย้ายได้น้อยมาก การขาดโบรอนทำให้ผนังเซลล์เจริญเติบโตผิดปกติ primary cell wall ของเซลล์ที่ขาดโบรอนมีลักษณะไม่เรียบ และมีการทับถมรวมกันกลุ่ม vesicular อย่างไม่เป็นระเบียบ โบรอนมีบทบาทต่อการเจริญเติบโตของผนังเซลล์ของท่อเรณู โดยมีผลบวกต่อ glucan (Shorrocks, 1989) โดยโบรอนจะสะสมอยู่ในผนังเซลล์ทำให้โบรอนมีผลต่อ plasmalemma ซึ่งทำให้เกิดการประสานกันของเนื้อเยื่อในเซลล์พืชได้ดียิ่งขึ้น (เพิ่มพูน, 2546)

Table 6 Effect of calcium and boron foliar application on micronutrient concentration in 'Fuyu' persimmon leaf sampled at 2-month before the harvesting time

Treatments	Fe	Mn	Zn	Cu	B
	(-----mg/kg-----)				
1	32.4	93.1	10.2	1.2	17.5 ^c
2	78.1	101.2	12.5	1.1	14.9 ^c
3	54.8	109.1	12.2	1.1	13.4 ^c
4	74.0	98.0	8.0	1.1	30.7 ^a
5	75.2	136.5	13.9	1.6	23.4 ^{ab}
F-test	ns	ns	ns	ns	*
%CV	24.8	22.6	28.1	27.2	27.7

ns = not significant; * significantly different at 0.05 probability level; means with different superscript letters within a column indicate a significant difference according to Duncan's multiple range test at $P \leq 0.05$.

T1 = no CaCl_2 nor B; T2 = CaCl_2 0.25% (w/v); T3 = CaCl_2 0.50% (w/v); T4 = H_3BO_3 0.15% (w/v); T5 = H_3BO_3 0.30% (w/v)

สรุป

การให้แคลเซียม และโบรอนทางใบมีผลเชิงบวกต่อการป้องกันผลแตก และผลผลิตของพลับพลาพันธุ์ฟูยที่ปลูกบริเวณสวนสองแสน สถานีวิจัยดอยปู่ จังหวัดเชียงใหม่ การให้แคลเซียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้น 0.5% ช่วยทำให้ได้จำนวนผลสมบูรณ์ จำนวนผลแตก น้ำหนักสดของผลที่ขายได้ต่อต้นสูงสุด และมีน้ำหนักสดของผลรวมต่อต้นสูงสุดเมื่อมีการให้ปุ๋ยโบรอนทางใบที่ความเข้มข้นของกรดบอริก 0.3% การให้แคลเซียมทางใบในอัตราข้างต้นยังส่งผลให้ได้ร้อยละของผลสมบูรณ์ต่อต้นสูงสุด โดยภาพรวมการให้โบรอนทางใบทำให้คุณภาพด้านทรงผลของพลับดีกว่าการให้แคลเซียมทางใบ และไม่มีผลให้ธาตุทั้งสองทางใบ การให้โบรอนทั้งสองอัตราชักนำให้ความเข้มข้นของธาตุนี้ในใบที่ระยะ 2 เดือนก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิตมีค่าสูงสุด และอยู่ในระดับที่เพียงพอขณะที่ความเข้มข้นของแคลเซียมไม่แสดงการตอบสนองต่อการให้แคลเซียมทางใบ

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่ง มก. ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณวิจัย และสถานีวิจัยดอยปู่ จังหวัดเชียงใหม่ที่เอื้อเฟื้อสถานที่วิจัย และแรงงาน

เอกสารอ้างอิง

- กิตติกา ศิลป์เพชร. 2548. การเพิ่มการติดผลและคุณภาพพลับพันธุ์ Fuyu โดยการผสมเกสรและการใช้แคลเซียมร่วมกับโบรอน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- นฤมล บัณฑิตทัศนานนท์. 2544. อิทธิพลของสาร Ca-B และ GA3 ต่อการติดผลและการพัฒนาของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้. ปัญหาพิเศษปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- เพิ่มพูน กิตติกลกร. 2546. โบรอน-จุลธาตุอาหารพืช. พิมพ์ครั้งที่ 1. บริษัท โอ เอส พรีนติ้ง เฮาส์ จำกัด, ขอนแก่น.
- วิจิตร วังโน. 2552. ธาตุอาหารกับการผลิตพืชผล. วี.บี. บุ๊คเซ็นเตอร์, กรุงเทพฯ.
- สุภัทร์ อิศรางกูร ณ อยุธยา. 2543. อิทธิพลของแคลเซียมร่วมกับโบรอนต่อคาร์โบไฮเดรตสะสมโปรตีน และการติดผลของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ทะวาย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สุภาทิพย์ อุ่มคำ. 2545. อิทธิพลของแคลเซียม โบรอน และซอร์บิทอลต่อการออกของละอองเกสร การปฏิสนธิ และการติดผลของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ทะวายในการผลิตนอกฤดู. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- โอฬาร ต้นทวีรุฬห์. 2544. การผลิตพลับในประเทศไทย. โรงพิมพ์ชนารักษ์, กรุงเทพฯ.
- Ali, H., A.H. Shah, M. Naeem, J. Khan, A. Majid, Z. Iqbal, and H. Ahmad. 2014. Effect of foliar application of micronutrients on persimmon fruit quality and yield. *Int. J. Biosci.* 4: 82-88.
- Bellini, E. 2002. Cultural practices for persimmon production, pp.39-52. In: E. Bellini and E. Giordani, eds. *First Mediterranean Symposium on Persimmon*. CIHEAM, Italy.
- Brown, P. H., and H. HU. 1996. Phloem mobility of boron is species dependent: Evidence for phloem mobility in sorbitol-rich species. *Ann. Bot.* 77: 497-505.
- Clark, C.J. 1985. Ministry of Agriculture and Fisheries. New Zealand, Ruakuru Soil and Plant Research Station, NZ.
- Clark, C.J., and G.S. Smith. 1990. Seasonal changes in the mineral nutrient concentration of persimmon leaves. *Sci. Hort.* 42: 85-97.
- El-Fatah, D.M. Abd, S.A. Mohamed, and O.M. Ismail. 2008. Effect of biostimulants, ethrel, boron and potassium nutrient on fruit quality of "Costata" persimmon. *Aust. J. Basic Applied Sci.* 2: 1432-1437.
- Eaton, F.M. 1944. Deficiency, toxicity and accumulation of boron in plants. *J. Agric. Res.* 69: 237-277.
- Ferri, V.C., and C. Rombaldi. 2004. Resfriamento rapido e armazenamento de caquis (*Diospyros kaki*, L.), cv. Fuyu, em condicoes de atmosfera refrigerada e modificada. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 26: 36-39.
- Ferri V.C., and C.V. Rombaldi. 2008. Boron and calcium sprayed on 'Fuyu' persimmon tree prevent skin cracks, groove and browning of fruit during cold storage. *Ciencia Rural Santa Maria*. 38: 2146-2150.

- Ganie, M.A., F. Akhter, M.A. Bhat, A.R. Malik, J.M. Junaid, and M.A. Shah and T.A. Bhat. 2013. Boron-a critical nutrient element for plant growth and productivity with reference to temperate fruits. *Current Sci.* 104: 76-85.
- George, A.P., R.J. Nissen, R.J. Collins, and G.F. Haydon. 1995. Seasonal leaf nutrient patterns and standard leaf nutrient levels for non-astringent persimmon in sub-tropical Australia. *J. Hort. Sci.* 70: 807-816.
- Gonçalves, E.D., R. Trevisan, J. A. Silva, and C. V. Rombald. 2004. Estudo da variabilidade genética e escurecimento epidérmico em caqui "Fuyu" (*Diospyros kaki*) após armazenamento refrigerado. *Revista Brasileira de Fruticultura.* 26: 555-557.
- Hundt, I., G. Schilling, F. Fischer, and W. Bergmann. 1970. Investigations on the influence of micronutrient boron on nucleic acid metabolism. *Thaer-Arch.* 14: 725-737. (In German).
- Marschner, H. 1986. *Mineral Nutrition of Higher Plants.* Academic Press, San Diego, CA.
- Martins, F.P., and F.M. Pereira. 1989. *A Cultura do Caqui.* Jaboticabal, SP, Funep, Brazil.
- Nakamura, E.T. 1972. Faculty of Agriculture Gifu University. *Res. Bull.* 33: 37-49.
- Opara, L.U. 1996. Some Characteristics of internal ring-cracking in apples. *Fruit Var. J.* 50: 260-262.
- Peet, M.M. 1992. Fruit cracking in tomato. *Hort. Tech.* 2: 216-223.
- Quan, J., S. Wang, P. Long, Y. Jiang, A. Yang, Z. Yu, R. Liang, and B. Wan. 2009. Preliminary study on cause and occurrence regularity of persimmon top rot. *Chinese Agri. Sci. Bulletin.* 25: 186-190 (in Chinese with English summary).
- Quinlan, J.D. 1969. Chemical composition of developing and shed fruits of Laxton's Foftune apple. *J. Hort. Sci.* 44: 97-106.
- Reuter, D.J., and J.B. Robinson. 1997. *Plant Analysis: An Interpretation Manual.* 2nd ed. CSIRO, Australia.
- Sato, K., M. Ishihara, and R. Harada. 1955. Studies on the leaf analysis of fruit trees, part 12: Studies on the deficiency of mineral nutrient in grape vine, Japanese persimmon, peach, chestnut and apple. *Bull. Nat. Inst. Agri. Sci.* E4: 195-216.
- Shorrocks, V.M. 1989. *Boron Deficiency-Its Prevention and Cure.* Borax Consolidated Ltd., London.
- Singh, R., R.R. Sharma, and S.K. Tyagi. 2006. Preharvest foliar application of calcium and boron influences physiological disorders, fruit yield and quality of strawberry (*Fragaria ananassa* Duch.). *Sci. Hort.* 112: 215-220.
- Tang, Z., N. Sun, L. Feng, L. Meng, and R. Qin. 2013. Effects of calcium and boron elements on top rot of fruit physiological diseases in persimmon (*Diospyros kaki* Thumb.), pp. 333-338. In: Z. Luo and Q. Zhang, eds. *Proc. 5th Int. Symp. on Persimmon.* Acta Hort. 996, ISHS.
- Wójcik, P., M. Wojcik, and K. Klamkowski. 2008. Response of apple trees to boron fertilization under conditions of low soil boron availability. *Sci. Horti.* 116: 58-64.
- Woolf, A.B., S. Ball, K.J. Spooner, M. Lay-Yee, I. B. Ferguson, C. B. Watkins, A. Gunson, and S. K. Forbes. 1997. Reduction of chilling injury in the sweet persimmon 'Fuyu' during storage by dry air heat treatments. *Postharv. Bio. Tech.* 11: 155-164.
- Xuan, H., J. Streif, A.A. Saquet, and F. Bangerth. 2003. Boron application affects respiration and energy status of 'conference' pears during CA-storage. *Acta Hort. (ISHS).* 628: 167-174.
- Yang, C., Q. Lin, and L. Tang. 2005. Cause and occurrence regularity of persimmon top rot in north Guilin. *South China Fruits* 34: 63. (in Chinese).
- Yonemori, K., M. Yamada, and A. Sugiura. 2002. Persimmon genetics and breeding. *Plant Breeding Review.* 191-225.