

ผลของการตัดแต่งกิ่งร่วมกับการใช้อนุภาคซิลเวอร์นาโนต่อคุณภาพผลส้มที่เป็นโรคกรีนนิ่ง

Effects of Pruning Combined with The Application of Silver Nanoparticles on Fruit Quality of Oranges with Greening Disease

อำพล สอนสระเกษ¹ นพพร บุญพลอด^{1*} ระพีพันธ์ แดงตันกี² Wolfram Spreer² ประพนอม ยังกำมัน¹ และ ดรุณี นภาพรม³

Ampol Sornsaket¹ Nopporn Boonplod¹ Rapeephun Dangtungee² Wolfram Spreer² and Pranom Yangkhamman¹ and Daruni Naphrom³

¹ สาขาวิชาพืชสวน คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290

¹ Division of Horticulture, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, San Sai, Chiang Mai 50290

² วิทยาลัยนานาชาติ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290

² International College, Maejo University, San Sai, Chiang Mai 50290

³ ภาควิชาพืชศาสตร์และปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50200

³ Department of Plant and Soil Sciences, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Muang, Chiang Mai 50200

* Corresponding author: nopporn@mju.ac.th

(Received: 9 June 2022; Revised: 13 August 2022; Accepted: 30 September 2022)

Abstract

This study was about the effects of pruning combined with the application of silver nanoparticles on fruit quality of oranges with greening disease. The experiment plan used 2x3 Factorial in Completely Randomized Design. The first factor consisted of pruning and no pruning. The second factor consisted of 3 types of silver nanoparticles injections: 1. Only one injection, 2. Two injections 7 days apart, and 3. Two injections 14 days apart. As a result, pruning affected to fruit drop of oranges which was less than no pruning, with an average of 8.68% and the oranges contained vitamin C which was as high as 21.25 mg per 100 g of fresh weight. When considering the mutual influences between the factors, it was found that pruning combined with silver nanoparticles had no effects on fruit drop, circumference, amount of total soluble solid (TSS), amount of Titratable acidity (TA), ratio of TSS/TA and the amount of vitamin C. However, pruning combined with a onetime injection of silver nanoparticles resulted in the yield of oranges with the maximum fresh weight of 76.36 g/fruit.

Keywords: Greening disease, pruning, silver nano

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของการตัดแต่งกิ่งร่วมกับการใช้อนุภาคซิลเวอร์นาโนต่อคุณภาพผลส้มที่เป็นโรคกรีนนิ่ง วางแผนการทดลองแบบ 2x3 Factorial in Completely Randomized Design ปัจจัยแรกประกอบด้วย การตัดแต่งกิ่ง และการไม่ตัดแต่งกิ่ง ปัจจัยที่ 2 ประกอบด้วย การฉีดซิลเวอร์นาโน 3 แบบ 1. ฉีดเพียง 1 ครั้ง 2. ฉีด 2 ครั้งห่างกัน 7 วัน และ 3. ฉีด 2 ครั้งห่างกัน 14 วัน ผลการทดลอง พบว่า การตัดแต่งกิ่งส่งผลให้ผลส้มมีอัตราการร่วงน้อยกว่าการไม่ตัดแต่งกิ่ง โดยมีค่าเฉลี่ยเพียง 8.68 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณวิตามินซีสูงถึง 21.25 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด เมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัย พบว่า การตัดแต่งกิ่งร่วมกับการใช้ซิลเวอร์นาโนไม่มีผลต่อการร่วงของผล เส้นรอบวง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ อัตราส่วนของแข็งที่ละลายได้ต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ และปริมาณปริมาณวิตามินซี แต่การตัดแต่งกิ่งร่วมกับการฉีดซิลเวอร์นาโนจำนวน 1 ครั้ง มีผลทำให้ผลให้ผลผลิตส้มหลังการเก็บเกี่ยวมีปริมาณน้ำหนักสดสูงสุดคือ 76.36 กรัมต่อผล

คำสำคัญ: โรคกรีนนิ่ง การตัดแต่งกิ่ง ซิลเวอร์นาโน

คำนำ

ส้มเขียวหวาน *Citrus reticulata* Blanco เป็นไม้ผลเขตกึ่งร้อน ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย จากการสำรวจในปี 2562 พบว่า พื้นที่การปลูกส้มภายในประเทศไทยมีสูงถึง 104,500 ไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2564) ปัจจุบันเกษตรกรผู้ปลูกส้มกำลังเผชิญปัญหาการแพร่ระบาดของโรคกรีนนิ่งเกือบทุกพื้นที่ ซึ่งโรคกรีนนิ่งจะเข้าทำลายบริเวณปลายยอดจากแบคทีเรีย *Candidatus Liberibacter* spp. ที่มีเพลี้ยไก่แจ้ส้ม เป็นแมลงพาหะ โดยเชื้อแบคทีเรียชนิดนี้จะเข้าไปสะสมอยู่ในท่ออาหารของพืช เมื่อมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นจะทำให้การเคลื่อนย้ายอาหารภายในต้นเกิดขึ้นได้อย่างไม่สมบูรณ์ จึงทำให้เกิดลักษณะอาการใบด่างเหลือง หากเป็นมากต้นส้มจะยืนต้นตายในที่สุด (อรพรรณ, 2559) ปัจจุบันได้มีการคิดค้นการใช้ยาปฏิชีวนะ (ampicillin) เข้ามาบำบัดรักษาในการรักษาโรคกรีนนิ่งของพืชตระกูลส้ม โดยพบว่า เมื่อทำการฉีดแอมพิซิลลินเข้าในต้นที่เป็นโรค จะช่วยลดอาการของโรคและสามารถทำให้ต้นฟื้นตัวได้หลังการฉีดรักษา (ศรัญญู และคณะ, 2559) โดย นันทรัตน์ (2558) ได้ทำการทดสอบการตกค้างหลังการฉีด พบว่า ในผลผลิตส้มที่ฉีดสารปฏิชีวนะแอมพิซิลลิน ความเข้มข้น 15,000 ล้านในล้านส่วน ในอัตราที่ต่ำกว่า 200 มิลลิลิตรต่อต้น พบว่า ในระยะ 1 เดือนหลังการฉีดสาร พบสารตกค้างเพียง 0.22 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม และต่ำกว่า 0.20 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมในระยะเวลา 2 เดือนหลังฉีดสาร จึงทำให้มีการศึกษาวิธีการต่าง ๆ เพิ่มเติมเพื่อเป็นตัวเลือกสำหรับการใช้รักษาโรคกรีนนิ่งในส้ม โดย ปวีณา และคณะ (2559) ได้ทำการศึกษารักษาสังเคราะห์อนุภาคซิลเวอร์นาโนสำหรับการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย พบว่า

ซิลเวอร์นาโนที่มีขนาด 100-200 นาโนเมตร สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* และ *Escherichia coli* ที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ได้ นอกจากนี้ การตัดแต่งกิ่งก็ถือเป็นอีกเทคโนโลยีชนิดหนึ่งที่สามารถช่วยลดการเกิดโรค และเพิ่มคุณภาพของผลผลิตส้มได้ด้วยเช่นกัน โดย กวิศร์ (2546) กล่าวว่า หนึ่งในประโยชน์ของการตัดแต่งกิ่งคือการกำจัดกิ่งที่ได้รับความเสียหายจากการเข้าทำลายของโรค และการป้องกันการลุกลามของโรคภายในต้น ทั้งนี้ ัญญกาญจน์ และคณะ (2560) ยังพบว่า การตัดแต่งกิ่งยังสามารถช่วยเพิ่มคุณภาพผลผลิตทางด้าน น้ำหนักผล เส้นรอบวง ความกว้าง และความยาวของผลผลิตในส้มโอพันธุ์มณีอีสานได้อีกด้วย ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาการใช้เทคโนโลยีซิลเวอร์นาโนในการกำจัดเชื้อสาเหตุการเกิดโรคกรีนนิ่ง โดยศึกษาร่วมกับการตัดแต่งกิ่ง เพื่อดูการพัฒนาของผล และคุณภาพของผลผลิตหลังการทดลองในต้นส้มที่เป็นโรคกรีนนิ่ง เพื่อเป็นทางเลือกสำหรับเกษตรกรในการรักษาดูแลต้นส้มที่เป็นโรคกรีนนิ่งในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการ

ดำเนินการทดลอง ณ สวนส้ม ตำบลป่าแป๋ อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ ในเดือนเมษายน 2564 ถึงเดือนมกราคม 2565 วางแผนการทดลองแบบ 2x3 Factorial in Completely Randomized Design (CRD) ประกอบด้วย 2 ปัจจัย คือ 1. การจัดการทรงต้น 2 แบบ คือ การไม่ตัดแต่งกิ่ง และการตัดแต่งกิ่ง ทำการตัดแต่งกิ่งเฉพาะกิ่งที่แสดงอาการเกิดโรคออก 100 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับต้นที่แสดงอาการเกิดโรคที่ไม่ได้รับการตัดแต่งกิ่ง 2. การฉีดซิลเวอร์นาโน ความเข้มข้น 90 ล้านในล้านส่วน จำนวน 3 แบบ (ฉีดเพียง

1 ครั้ง, ฉีด 2 ครั้งห่างกัน 7 วัน และฉีด 2 ครั้งห่างกัน 14 วัน) โดยทำการฉีดสารเข้าลำต้นระยะแตกใบอ่อน ในปริมาณ 500 มิลลิลิตรต่อต้น มีสิ่งทดลองทั้งหมด 6 สิ่งทดลอง จำนวน 3 ซ้ำ ซ้ำละ 3 ต้น จากนั้นบันทึกการพัฒนาผลและคุณภาพของผลส้มหลังการฉีดจำนวน 10 ผลต่อต้น ดังนี้

1. การพัฒนาของผลส้ม

- 1.1 อัตราการร่วงของผล (เปอร์เซ็นต์)
- 1.2 เส้นผ่านศูนย์กลางผล (มิลลิเมตร)
- 1.3 เส้นรอบวง (มิลลิเมตร)
- 1.4 น้ำหนักผล (กรัม)

2. คุณภาพของผลส้ม

- 2.1 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS)
- 2.2 ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TA)
- 2.3 อัตราส่วนของแข็งที่ละลายได้ต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TSS/TA)
- 2.4 ปริมาณวิตามินซี (Ascorbic acid)

วิเคราะห์ข้อมูลตามแผนการทดลอง Factorial in Completely Randomized Design และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

ผลการวิจัยและวิจารณ์

การร่วงและคุณภาพของผล

จากการศึกษาการตัดแต่งกิ่งร่วมกับการฉีดซิลเวอร์นาโนในต้นส้มที่เป็นโรคกรีนนิ่ง พบว่า การฉีดซิลเวอร์นาโนทั้ง 3 รูปแบบ ไม่มีผลต่ออัตราการร่วงของผล โดยมีอัตราการร่วงเฉลี่ย 9.07-9.65 เปอร์เซ็นต์ ด้านการตัดแต่งกิ่ง พบว่า การตัดแต่งกิ่งต้นส้มที่เป็นโรคกรีนนิ่งส่งผลให้การร่วงของผลส้มมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยการตัดแต่งกิ่งมีอัตราการร่วงของผลเพียง 8.68 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีปริมาณที่น้อยกว่าการไม่ตัดแต่งกิ่ง แต่เมื่อทำการทดสอบทั้ง 2 ปัจจัยร่วมกัน พบว่า ปัจจัยด้านการตัดแต่งกิ่ง และปัจจัยด้านรูปแบบการฉีดซิลเวอร์นาโน ไม่มีปฏิสัมพันธ์กันทางสถิติ โดยมีอัตราการร่วงของผลส้มอยู่ระหว่าง 8.55-10.64 เปอร์เซ็นต์ (Table 1) การหลุดร่วงของผลอาจเกิดได้จากหลายสาเหตุ เช่น ธาตุอาหารไม่เพียงพอ ต้นพืชขาดน้ำ โดสนลมกระโชกแรง การเข้าทำลายของโรคและแมลงศัตรูพืช (ฉลองชัย, 2553) ซึ่งจากการศึกษาต้นส้มที่เป็นโรคกรีนนิ่งจะพบว่า ต้นส้มที่เป็นโรคกรีนนิ่งจะมีการหลุดร่วงของผลส้มเป็นจำนวนมากก่อนถึงอายุการเก็บเกี่ยว (ไมตรี, 2548)

โดยการทดลองในครั้งนี้พบว่า เมื่อทำการตัดแต่งกิ่งสัมร่วมกับการฉีดซิลเวอร์นาโนยังส่งผลให้อัตราการร่วงของผลมีค่าต่ำสุดเฉลี่ยเพียง 8.55 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้อาจเกิดจากการตัดแต่งกิ่งเป็นการตัดวงจรการแพร่ระบาดของโรค ถือเป็น การกำจัดโรคไปพร้อมกัน อีกทั้งการใช้ซิลเวอร์นาโนยังเป็นการช่วยยับยั้งการทำงานของแบคทีเรียเชื้อสาเหตุ จึงทำให้ต้นส้มมีความแข็งแรงมากกว่าต้นส้มที่ไม่ได้รับการตัดแต่งกิ่ง นอกจากนี้ ซิลเวอร์ยังสามารถยับยั้งการทำงานของเอทิลีนที่เป็นตัวกระตุ้นการหลุดร่วงของผล โดย นพดล (2536) รายงานว่า การหลุดร่วงของผลเกิดจากฮอร์โมนเอทิลีนและ ABA (abscisic acid) แต่จะถูกควบคุมโดยออกซิน ซึ่งในผลที่มีการหลุดร่วงก่อนการเก็บเกี่ยวเมื่อนำมาตรวจสอบจะพบว่ามีปริมาณออกซินไม่เพียงพอจึงทำให้เกิดการสร้างเอทิลีนจำนวนมาก จึงส่งผลให้เกิดการหลุดร่วงก่อนการเก็บเกี่ยว ซึ่งเมื่อทำการทดสอบด้วยการให้ silver thiosulfate (STS) ในดอกไม้พบว่า หลังการใช้ในดอกไม้หลายชนิดส่งผลให้มีการร่วงของดอกกลดน้อยลง (ปารณนา และคณะ, ม.ป.ป.) ด้านขนาดของผล พบว่า การตัดแต่งกิ่งและการใช้ซิลเวอร์นาโนไม่มีผลต่อขนาดของผลส้มทั้งเส้นผ่านศูนย์กลาง และเส้นรอบวง โดยการตัดแต่งกิ่งส่งผลให้ผลส้มมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง และเส้นรอบวง มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 52.89-54.44 และ 166.21-171.10 มิลลิเมตร ตามลำดับ การใช้ซิลเวอร์นาโนส่งผลให้ผลส้มมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง และเส้นรอบวง มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 53.52-53.88 และ 168.21-169.33 มิลลิเมตร ตามลำดับ ซึ่งปัจจัยทั้ง 2 ไม่มีปฏิสัมพันธ์กันทางสถิติ (Table 1) ทั้งนี้การตัดแต่งกิ่งมีแนวโน้มให้ขนาดของผลส้มมีขนาดใหญ่กว่าต้นที่ไม่ตัดแต่งกิ่ง คล้ายกับ ทะนุพงศ์ (2556) ที่รายงานว่า การตัดแต่งกิ่งในต้นส้มโอจะไม่สามารถกำหนดรูปแบบการตัดแต่งกิ่งได้อย่างตายตัว ขึ้นอยู่กับลักษณะของต้นในแต่ละต้นและรูปแบบการผลิตของเกษตรกรแต่ละพื้นที่ แต่หากตัดแต่งกิ่งได้ตามความเหมาะสมจะส่งผลให้ผลส้มโอมีขนาดผลที่ใหญ่มากกว่าต้นที่ไม่ได้รับการตัดแต่งกิ่ง ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองในครั้งนี้ที่ทดสอบการตัดแต่งกิ่งที่เป็นโรคร่วมกับการฉีดซิลเวอร์นาโน พบว่าผลส้มมีแนวโน้มขนาดผลใหญ่กว่าต้นที่ไม่ได้รับการตัดแต่งกิ่ง โดยมีค่าเฉลี่ยเส้นรอบวงถึง 171.10 มิลลิเมตร และเมื่อตรวจสอบน้ำหนักของผลส้มหลังการเก็บเกี่ยว พบว่า ต้นส้มที่เป็นโรคกรีนนิ่งที่ได้รับการตัดแต่งกิ่งมีปริมาณน้ำหนักสดเฉลี่ยสูงถึง 75.25 กรัมต่อผล ส่งผลให้มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับต้นส้มที่เป็นโรคกรีนนิ่ง

แต่ไม่ได้รับการตัดแต่งกิ่งที่มีปริมาณน้ำหนัสดเฉลี่ยเพียง 70.94 กรัมต่อผล ด้านการฉีดซิลเวอร์นาโน พบว่า รูปแบบการฉีดซิลเวอร์นาโนทั้ง 3 รูปแบบ ในต้นส้มที่เป็นโรคกรีนนิ่งส่งผลให้ผลส้มหลังการเก็บเกี่ยวมีปริมาณน้ำหนัสดเฉลี่ยอยู่ที่ 72.65-73.79 กรัมต่อผล ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ทั้งนี้ยังพบว่า ปัจจัยทั้ง 2 มีปฏิสัมพันธ์กันทางสถิติ โดยต้นส้มที่เป็นโรคกรีนนิ่งที่ได้รับการตัดแต่งกิ่งร่วมกับการฉีดซิลเวอร์นาโนเพียง 1 ครั้ง ทำให้ผลส้มมีปริมาณน้ำหนัสดเฉลี่ยหลังการเก็บเกี่ยวเฉลี่ย 76.36 กรัมต่อผล ซึ่งแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับต้นส้มที่เป็นโรคกรีนนิ่งที่ไม่ได้รับการตัดแต่งกิ่งร่วมกับการฉีดซิลเวอร์นาโนเพียง 1 ครั้ง ที่มีปริมาณน้ำหนัสดเฉลี่ยเพียง 69.33 กรัมต่อผล (Table 2) ทั้งนี้ Stephano-Hornedo *et al.* (2020)

ได้กล่าวว่า การใช้ซิลเวอร์นาโนสามารถลดจำนวนเชื้อแบคทีเรียสาเหตุการเกิดโรคกรีนนิ่งได้สูงถึง 90 เปอร์เซ็นต์ และการตัดแต่งกิ่งยังเป็นการลดการระบาดของโรคภายในต้น (วรวรรณ, 2527) จึงทำให้ต้นส้มที่ได้รับการตัดแต่งกิ่งร่วมกับการฉีดซิลเวอร์นาโนมีปริมาณน้ำหนัสดเฉลี่ยสูงกว่าต้นที่ไม่ได้รับการตัดแต่งกิ่ง ซึ่งสอดคล้องกับ Chiti *et al.* (2006) ที่รายงานว่า การตัดแต่งกิ่งมีผลทำให้ข้อผลลำไยจำนวนผล น้ำหนักผล และขนาดผลมีปริมาณมากกว่าการไม่ตัดแต่งกิ่ง โดย พิรเดช (2529) กล่าวว่า การตัดแต่งกิ่งที่ถูกต้องจะเป็นการลดการแย่งอาหารระหว่างกิ่ง จึงทำให้มีการสะสมอาหารที่เพียงพอสำหรับการพัฒนาการเจริญเติบโตในส่วนต่าง ๆ ของต้นพืช

Table 1 Shows fruit drop, fruit diameter, fruit circumference and fresh fruit weight of the fruit after harvest

Treatment	fruit drop (%) ^{1/}	Fruit diameter (mm)	Fruit circumference (mm)	Fresh fruit weight (g) ^{1/}
Factor A				
No pruning (A ₀)	10.10 ^a	52.89	166.21	70.94 ^b
Pruning (A ₁)	8.68 ^b	54.44	171.10	75.25 ^a
F-test	**	ns	ns	**
Factor B				
1 time (B ₀)	9.65	53.52	168.21	72.84
2 times 7 days after the first (B ₁)	9.45	53.59	168.42	72.65
2 times 14 days after the first (B ₂)	9.07	53.88	169.33	73.79
F-test	ns	ns	ns	ns
Factor A X B				
A ₀ B ₀	10.64	51.77	162.69	69.33 ^e
A ₀ B ₁	10.06	53.30	167.51	71.10 ^{de}
A ₀ B ₂	9.59	53.59	168.42	72.39 ^{cd}
A ₁ B ₀	8.67	55.28	173.73	76.36 ^a
A ₁ B ₁	8.84	53.88	169.33	74.19 ^{bc}
A ₁ B ₂	8.55	54.17	170.25	75.20 ^{ab}
F-test	ns	ns	ns	**
CV (%)	6.94	3.41	3.41	1.13

Remarks: ns = not significantly different, ** = significant difference at $p \leq 0.01$, ^{1/} = Means followed by the same letter within each column are not significantly different according to DMRT.

คุณภาพทางเคมีของผลส้มหลังการเก็บเกี่ยว

การศึกษาการตัดแต่งกิ่งร่วมกับการใช้ซิลเวอร์นาโนในการรักษาต้นส้มที่เป็นโรคกรีนนิ่ง พบว่า ผลส้มหลังการเก็บเกี่ยวจากต้นส้มที่เป็นโรคกรีนนิ่งที่ได้รับการตัดแต่งกิ่งและไม่ได้รับการตัดแต่งกิ่งมีปริมาณ TSS ที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 10.01-10.28 องศาบริกซ์ แต่การฉีดซิลเวอร์นาโน 2 ครั้ง ห่างกัน 7 วัน ทำให้ผลส้มหลังการเก็บเกี่ยวมีปริมาณ TSS เฉลี่ยสูงถึง 11.22 องศาบริกซ์ ซึ่งทำให้มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับการฉีดซิลเวอร์นาโนเพียง 1 ครั้ง ที่มีปริมาณ TSS เฉลี่ยเพียง 8.64 องศาบริกซ์ โดยทั้ง 2 ปัจจัยไม่มีปฏิสัมพันธ์กันทางสถิติ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยปริมาณ TSS อยู่ที่ 7.58-11.59 องศาบริกซ์ (Table 2) และเมื่อทำการทดสอบปริมาณกรดที่ไทเทรตได้พบว่า ในทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.40-0.47 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกับอัตราส่วนของแข็งที่ละลายได้ต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TSS/TA) ที่พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกกรรมวิธีโดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 19.36-27.17 และเมื่อทำการทดสอบปริมาณวิตามินซี พบว่า การตัดแต่งกิ่งส่งผลให้มีค่าปริมาณวิตามินซีเฉลี่ยสูงถึง 21.25 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด ซึ่งแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับการไม่ตัดแต่งกิ่ง ทั้งนี้อาจเนื่องจากการตัดแต่งกิ่งเป็นการกำจัดและป้องกันการลุกลามของโรค และช่วยกำจัดกิ่งที่ไม่มีประโยชน์ทิ้ง จึงสามารถช่วยลดการแย่งอาหารระหว่างกิ่งพืช (พีเรเดช, 2529) ส่งผลให้พืชได้รับธาตุอาหารที่เพียงพอต่อ

การพัฒนาคุณภาพผล โดย Embleton *et al.* (1966) รายงานว่า หากต้นส้มได้รับธาตุอาหารที่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตจะส่งผลให้ผลส้มมีปริมาณวิตามินซีเพิ่มสูงขึ้น แต่ทั้ง 2 ปัจจัยไม่มีปฏิสัมพันธ์กันทางสถิติโดยมีค่าเฉลี่ยปริมาณวิตามินซีระหว่าง 20.77-21.31 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด ทั้งนี้การฉีดซิลเวอร์นาโนมีผลต่อการยับยั้งการเกิดโรคกรีนนิ่ง ช่วยลดการหลุดร่วงของผลส้มก่อนการเก็บเกี่ยว แต่อาจไม่มีผลต่อปริมาณคุณภาพผลผลิตภายหลังการเก็บเกี่ยว ส่วนการตัดแต่งกิ่งส่งผลให้ปริมาณ TSS, TA, TSS/TA และวิตามินซี ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับต้นส้มที่ไม่ได้รับการตัดแต่งกิ่ง ซึ่งแตกต่างกับ วาสนา และคณะ (2563) ที่ทำการทดลองการตัดแต่งกิ่งในต้นมะเขือ พบว่า การตัดแต่งกิ่งส่งผลให้ผลมะเขือมีคุณภาพผลทางด้าน TSS, TA และ TSS/TA รวมถึงวิตามินซี มากกว่าการไม่ตัดแต่งกิ่ง ซึ่ง สายชล (2531) กล่าวว่า การเปลี่ยนแปลงทางด้านคุณภาพผลทางเคมีและทางกายวิภาคของผลเกี่ยวข้องกับปัจจัยหลายอย่าง เช่น สภาพแวดล้อมภายในสวน และวิธีการดูแลรักษาสวนส้ม ดังนั้นนอกจากการตัดแต่งกิ่งแล้วเกษตรกรยังต้องศึกษาปัจจัยอื่น ๆ ร่วมด้วยเช่นกัน เช่น อัตราการให้ปุ๋ย โดย จุฬาลักษณ์ (2530) ได้ทำการศึกษการให้ปุ๋ยสูตร 9-24-24 และ 15-15-15 พบว่า การให้ปุ๋ยดังกล่าวในปริมาณที่สูงจะส่งผลให้ปริมาณกรดในผลผลิตมีแนวโน้มลดลง ซึ่ง Saleem *et al.* (2008) พบว่า ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้จะลดลงเมื่อผลส้มมีอายุเพิ่มขึ้น

Table 2 The chemical quality of the fruit after harvest

Treatment	TSS (°Brix) ^{1/}	TA (%)	TSS/TA ratio	Ascorbic acid (mg/100gFW) ^{1/}
Factor A				
No pruning (A ₀)	10.01	0.44	23.43	20.89 ^b
Pruning (A ₁)	10.28	0.43	23.74	21.25 ^a
F-test	ns	ns	ns	*
Factor B				
1 time (B ₀)	8.64 ^b	0.41	21.48	20.79
2 times 7 days after the first (B ₁)	11.22 ^a	0.45	25.42	21.22
2 times 14 days after the first (B ₂)	10.58 ^{ab}	0.45	23.86	21.20
F-test	*	ns	ns	ns

Table 2 The chemical quality of the fruit after harvest (Cont.)

Treatment	TSS (°Brix) ^{1/}	TA (%)	TSS/TA ratio	Ascorbic acid (mg/100gFW) ^{1/}
Factor A × B				
A ₀ B ₀	7.58	0.40	19.36	20.27
A ₀ B ₁	11.59	0.44	27.17	21.16
A ₀ B ₂	10.87	0.47	23.77	21.25
A ₁ B ₀	9.70	0.42	23.61	21.31
A ₁ B ₁	10.85	0.46	23.67	21.28
A ₁ B ₂	10.28	0.42	23.96	21.16
F-test	ns	ns	ns	ns
CV (%)	16.23	7.58	12.89	1.46

Remarks: ns = not significantly different, * = significant difference at $p \leq 0.05$, ^{1/} = Means followed by the same letter within each column are not significantly different according to DMRT.

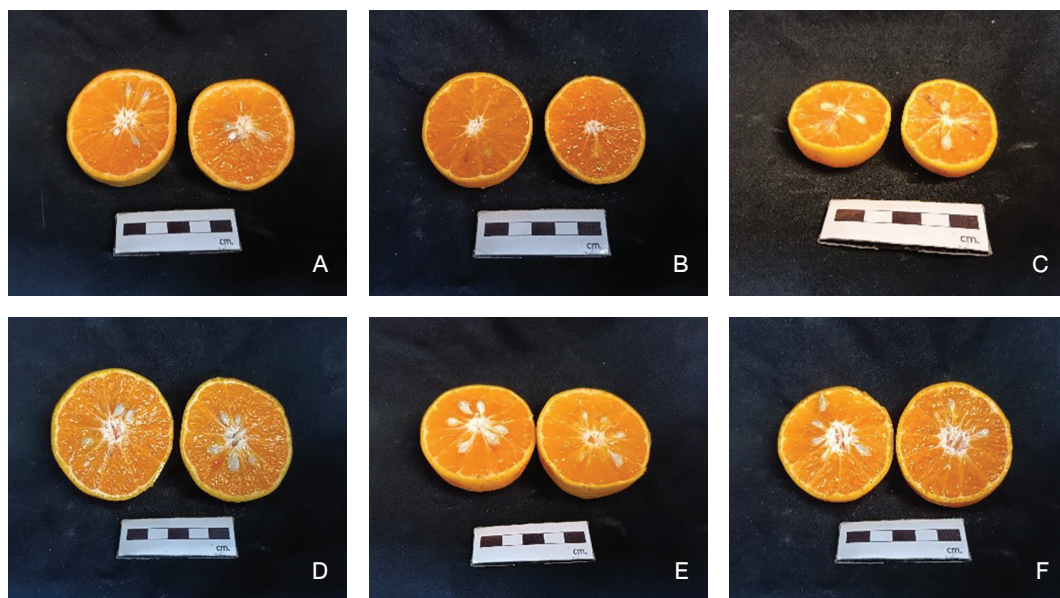


Figure 1 The characteristics of the citrus fruits after harvesting for treatment: (A) A₀B₀, (B) A₀B₁, (C) A₀B₂, (D) A₁B₀, (E) A₁B₁, (F) A₁B₂

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาผลของการตัดแต่งกิ่งร่วมกับการใช้ซิลเวอร์นาโนที่มีผลต่อการพัฒนาผลและคุณภาพของผลส้มที่เป็นโรคกรีนนิ่ง พบว่า ต้นส้มที่เป็นโรคกรีนนิ่งที่ได้รับการตัดแต่งกิ่งร่วมกับการฉีดซิลเวอร์นาโนจำนวน 1 ครั้ง สามารถส่งเสริมให้ผลผลิตส้มหลังการเก็บเกี่ยวมีปริมาณน้ำหนักรวมเฉลี่ยสูงกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 76.36 กรัมต่อผล ด้านคุณภาพทางเคมีของผลผลิตพบว่า การตัดแต่งกิ่งร่วมกับการฉีดซิลเวอร์นาโนไม่มีผลต่อการพัฒนาทางด้านคุณภาพผลผลิต

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสวนส้มอำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ ในการอนุเคราะห์ต้นส้มสำหรับการทดลอง และสาขาวิชาพืชสวน (ไม้ผล) คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่อนุเคราะห์อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการสำหรับดำเนินการเก็บข้อมูล

เอกสารอ้างอิง

- กวิศร์ วานิชกุล. 2546. การจัดทรงต้นและการตัดแต่งกิ่งไม้ผล. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- จุฬาลักษณ์ จิงเจริญ. 2530. การศึกษาปริมาณธาตุอาหารในส้มเขียวหวานและอิทธิพลของการใช้ปุ๋ยและระยะการเจริญเติบโตก่อนการเปลี่ยนแปลงระดับธาตุอาหารในใบส้ม. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ฉลงชัย แบบประเสริฐ. 2533. การปฏิบัติบำรุงสวนมะม่วง. ใน: ไพบุลย์ ไพริฬายฤทธิ์ การทำสวนมะม่วง. ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.
- ทะนุพงศ์ กุสุมา ณ อยู่ยา. 2556. ทำนอกฤดูด้วยการตัดแต่งกิ่งเคล็ดไม่ลับ...ชาวสวนส้มโอ ที่แม่กลอง. วารสารเทคโนโลยีชาวบ้าน 26(564): 50-54.
- ธัญญาญจน์ สี่ฝั่ง สมยศ มีทา สุภัทร์ อิศรางกูร ณ อยุธยา รำไพ นามพิลา พงษ์ศักดิ์ ยิ่งยืน และสังคม เตชะวงศ์เสถียร. 2560. ผลของการตัดแต่งกิ่งต่อปริมาณและคุณภาพผลผลิตของส้มโอพันธุ์มณีอีสาน. แก่นเกษตร 45(1): 331-335.

- นพดล จรัสสัมฤทธิ์. 2536. ฮอโมนพืชและสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช. สำนักพิมพ์รั้วเขียว. กรุงเทพฯ.
- นันทรัตน์ ศุภกานี. 2558. ข้อห่วงใยและคำแนะนำในการใช้สารปฏิชีวนะกับการรักษาโรคกรีนนิ่งของส้ม. วารสารเคหการเกษตร 39(10): 118-122.
- ปรารภนา จันทรทา พิชราพรรณ คงเพชรศักดิ์ และสุกานดา ดอกสันเทียะ. ม.ป.ป. ฮอโมนพืช. แหล่งข้อมูล http://mylesson.swu.ac.th/syllabus/doc_4720040331150456.pdf (25 มกราคม 2565).
- ปวีณา ปรวัฒน์ มณฑกานต์ ทองสม พรไพลิน ขาวสุข และตอยิบะ ดอเลาะหมิ. 2559. การสังเคราะห์ฮอร์โมนซิลเวอร์นาโนแบบเคมีสีเขียวโดยสารสกัดจากเปลือกมังคุดเพื่อยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช 35(1): 26-40.
- พีรเดช ทองอำไพ. 2529. ฮอโมนพืชและสารสังเคราะห์: แนวทางการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย = Plant hormones and the synthetics: potential use in Thailand. ไดนามิคการพิมพ์. กรุงเทพฯ.
- ไมตรี พรหมมินทร์. 2548. โรคกรีนนิ่งหรือโรคใบเหลืองต้นโหม. วารสารเคหการเกษตร 29(11): 126-135.
- วรวรรณ แผ่นรุ่งรัตน์. 2527. การตัดแต่งกิ่งไม้ผล. วารสารเคหการเกษตร 7(93): 26-27.
- วาสนา พิทักษ์พล วชิราภรณ์ ตรีวิยะ ปวีณพล คุณารูป และสมสุดา วรพันธุ์. 2563. ผลของการตัดแต่งกิ่งต่อการออกดอกและคุณภาพของผลมะเกี๋ยง. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 51(1): 243-248.
- ศรัณยู ใจเขื่อนแก้ว อำไพวรรณ ภราดรพันธุ์วัฒน์ และศรีเมฆา ขาวโพธิ์. 2559. โรค Huanglongbing ของส้มโอและการใช้สารปฏิชีวนะเพื่อการควบคุมโรค: กรณีศึกษาในส้มโอพันธุ์ขาวแตงกวา จังหวัดชัยนาท. รายงานการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 54, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2 กุมภาพันธ์-4 กุมภาพันธ์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ, น. 108-115.
- สายชล เกตุษา. 2531. คุณภาพของผลส้มเขียวหวานจากแหล่งปลูกต่าง ๆ. วารสารเกษตรศาสตร์ (วิทย) 22(4): 279-283.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2564. ส้มเขียวหวาน. แหล่งข้อมูล: <https://1th.me/9vgUA> (30 มกราคม 2565).

- อรพรรณ วิเศษสังข์. 2559. โรคกรีนนิ่งของส้มกับการใช้สาร
ปฏิชีวนะ. วารสารเคหการเกษตร 40(5): 171-174.
- Chiti, S., C. Sunti and K. Yuttana. 2006. Effects of
fruit loading and pruning during fruit retention
(summer pruning) on growth water
consumption and nutrient uptake of longan
(*Dimocarpus longan*) cultivar Dow grown in
Lysimeter III. Agricultural Science Journal
37(6): 549-552.
- Embleton, T.W., W.W. Jones and A.L. Page. 1966.
Potassium deficiency in Valencia oranges tree
in California. HortScience 1: 92-93.
- Saleem, B.A., A.U. Malik., M.A. Pervez., A.S. Khan.
and M.N. Khan. 2008. Spring application of
growth regulators affects fruit quality of
'Blood red' sweet orange. Pakistan Journal
of Botany 40: 1013-1023.
- Stephano-Hornedo, J.L., O. Torres-Gutiérrez., Y.
Toledano-Magaña., I. Gradilla-Martínez., A.
Pestryakov., A. Sánchez-González. and N.
Bogdanchikova. 2020. Argovit™ silver
nanoparticles to fight Huanglongbing disease
in Mexican limes (*Citrus aurantifolia* Swingle).
RSC Advances 10(11): 6146-6155.