

รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

1. แผนงานวิจัย : การวิจัยและพัฒนาพันธุ์และเทคโนโลยีการผลิตส้มเปลือกอ่อน
2. โครงการวิจัย : การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตส้มเปลือกอ่อน
กิจกรรม : -
กิจกรรมย่อย (ถ้ามี) : -
3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย) : การผสมผสานการควบคุมโรคกรีนนิ่งของส้มเปลือกอ่อนในสภาพแปลงปลูกส้มเดิม
ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) : Integrate Management Control for Citrus Greening Disease in Rangsit Plantation
4. คณะผู้ดำเนินงาน
หัวหน้าการทดลอง : น.ส.ลาวัลย์ จันทร์อัมพร สถาบันวิจัยพืชสวน
ผู้ร่วมงาน : นายแสนชัย คำหล้า สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช
นายทวีศักดิ์ แสงอุดม สถาบันวิจัยพืชสวน
นางสาวรัชณี ภัทรวาโย สถาบันวิจัยพืชสวน
นางสาววรางคณา มากกำไร สถาบันวิจัยพืชสวน
5. บทคัดย่อ

โรคกรีนนิ่ง (Citrus greening diseases) เป็นโรค สำคัญเกิดจากเชื้อฟาสติเดียมแบคทีเรีย (*Candidatus Liberibacter asiaticus*) การรักษาโรคโดยการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืช โดยทั่วไปยังไม่สามารถทำได้เนื่องจากเชื้อตั้งกล่าวอาศัยเฉพาะในเซลล์ท่ออาหารของพืช แต่สามารถควบคุมโรคโดยการฉีดสารปฏิชีวนะเข้าลำต้นส้มโดยตรง (trunk injection) วัตถุประสงค์การทดลอง เพื่อหาวิธีการจัดการแปลงส้มเปลือกอ่อนโดยใช้สารแอมพิซิลินและกรดซาลิไซลิกร่วมกับการจัดการตามคำแนะนำ GAP ในแหล่งปลูกเดิม (จังหวัดปทุมธานี) เพื่อลดความเสียหายจากโรคกรีนนิ่ง ดำเนินการในปี 2559-2562 ที่แปลงเกษตรกร อำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี วางแผนการทดลองแบบ RCB 5 กรรมวิธี จำนวน 4 ซ้ำ (ซ้ำละ 4 ต้น) ได้แก่ 1) ปฏิบัติดูแลแปลงตามวิธีเกษตรกร ใช้สารแอมพิซิลิน อัตรา 800 มิลลิกรัมต่อต้น 2) ปฏิบัติดูแลแปลงตาม GAP ส้มเปลือกอ่อน 3) ปฏิบัติดูแล

แปลงตาม GAP สัมเปลือกก่อน + การใช้สารแอมพิซิลิน ความเข้มข้น 2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร อัตรา 500 – 600 มิลลิลิตรต่อต้น ทุก 3 เดือน 4) ปฏิบัติดูแลแปลงตาม GAP สัมเปลือกก่อน + การพ่น salicylic acid 0.25% ทุก 3 เดือน (เข้มข้น 2.5 มิลลิกรัมต่อลิตร อัตรา 2 ลิตรต่อต้น) และ 5) ปฏิบัติดูแลแปลงตาม GAP สัมเปลือกก่อน + การฉีดสารแอมพิซิลิน + การพ่น salicylic acid 0.25% ทุก 3 เดือน พบว่า การเจริญเติบโตด้านลำต้นของทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่การฉีดสารปฏิชีวนะแอมพิซิลินเข้าสู่ลำต้นร่วมกับการจัดการแปลงปลูกตามคำแนะนำ GAP ทำให้ผลผลิตสัมมากกว่าทุกกรรมวิธี ซึ่งเมื่อวิเคราะห์สารตกค้างในผลผลิตระยะเก็บเกี่ยวในปี 2560 และ 2561 ไม่พบการตกค้างของสารแอมพิซิลิน เมื่อทำการตรวจสอบเชื้อสาเหตุของโรคโดยเทคนิค PCR ยังคงพบเชื้อสาเหตุโรคในทุกกรรมวิธีการทดลอง

6. คำนำ

โรครินนึ่งเป็นโรคที่มีความสำคัญต่อการปลูกสมเนื่องจากก่อให้เกิดความเสียหายรุนแรง เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *Fastidious bacteria (Candidatus Liberibacter asiaticus)* โรคอาจแพร่ระบาดไปกับกิ่งพันธุ์ โดยมีเพลี้ยไถ้แฉ่งส้ม (*Asian citrus psyllid, Diaphorina citri*) เป็นพาหะ ดูดกินน้ำเลี้ยงใบอ่อนจากต้นส้มที่เป็นโรคและถ่ายทอดสู่ต้นส้มต้นอื่น โรครินนึ่งแสดงอาการใบเหลืองซีดคล้ายอาการขาดธาตุอาหาร เส้นกลางใบและเส้นแขนงมีสีเขียว ขนาดของใบเล็กผิดปกติ ใบหนากว่าปกติและปลายใบตั้งชี้ขึ้น ต้นทรุดโทรม ผลร่วงก่อนถึงอายุเก็บเกี่ยว ซึ่งในปี 2538 โรครินนึ่งระบาดในสวนส้มเขตรังสิตกว่าหนึ่งแสนไร่ และระบาดหนักมากในปี 2543

การควบคุมและป้องกันโรคในปัจจุบันยังไม่มีวิธีการจัดการได้อย่างมีประสิทธิภาพ คำแนะนำโดยทั่วไปคือ ใช้กิ่งพันธุ์ที่ปลอดโรคและการควบคุมเพลี้ยไถ้แฉ่งส้ม ในสภาพแปลงปลูกต้นส้มจะแสดงอาการของโรคหลังจากปลูกแล้ว 1-2 ปี การรักษาโรคโดยการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืชโดยทั่วไปยังไม่สามารถทำได้ เนื่องจากเชื่อกันว่าอาศัยเฉพาะในเซลล์ท่ออาหารของพืชเท่านั้น (Bove, 2006; รัตนา, 2537) การศึกษาวิธีการควบคุมหรือรักษาในระยะแรก คือการฉีดยาปฏิชีวนะเตตราไซคลินไฮโดรคลอไรด์ (tetracycline hydrochloride) เข้าสู่ลำต้นส้มที่เป็นโรครินนึ่ง พบว่าสามารถควบคุมโรคและทำให้ต้นส้มฟื้นจากอาการของโรคได้ (อำไพวรรณ, 2520) แต่ภายหลังหยุดใช้สารปฏิชีวนะ ต้นส้มจะปรากฏลักษณะอาการของโรครินนึ่งเหมือนเดิม และยาปฏิชีวนะเตตราไซคลินไฮโดรคลอไรด์ ทำให้เกิดอาการยอดไหม้ (Schwarz and Van, 1971) และมีรายงานการใช้ยาปฏิชีวนะชนิดอื่นเพื่อควบคุมเชื้อสาเหตุของโรค คือ penicillin G sodium และ DBNPA (Zhang *et al.*, 2010) ต่อมา อำไพวรรณ (2557) ศึกษาการใช้ยาปฏิชีวนะแอมพิซิลินฉีดเข้าไปในต้นส้ม (trunk injection) ในภาคเหนือกับส้มสายน้ำผึ้งโดยการฉีดปีละ 3-4 ครั้ง พบว่าต้นส้มฟื้นจากอาการของโรคและมีสภาพต้นที่ดีขึ้นจนสามารถให้ผลผลิตได้

นอกจากนี้ยังพบว่าไม่มีสารตกค้างในผลผลิตส้มหลังการใช้แอมพิซิลลิน โดยมีคำแนะนำสำหรับการใช้ยาฯ คือ หากต้นอายุ 2 ปี ใช้ปริมาณ 500 – 1,000 มิลลิกรัมต่อต้นต่อครั้ง สำหรับต้นอายุ 5 ปี ใช้ปริมาณ 1,500 – 2,000 มิลลิกรัมต่อต้นต่อครั้ง และ ต้นอายุ 9 ปี ใช้ปริมาณ 2,500 – 10,000 มิลลิกรัมต่อต้นต่อครั้ง นอกจากนี้มีรายงานว่า การฉีดแอมพิซิลลินเข้าลำต้นส้มโอ ทำให้อาการของโรคลดลงภายหลังการใช้สาร 2 เดือน และต้นสามารถฟื้นจากสภาพอาการเป็นโรครอย่างชัดเจนภายหลังใช้สาร 8 เดือน (ศรัญญ และ คณะ, 2560)

Ampicillin (แอมพิซิลลิน) เป็นยาปฏิชีวนะในกลุ่มเพนิซิลลิน ออกฤทธิ์โดยกำจัดหรือยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียบางชนิดในร่างกาย อาจใช้รักษาโรคติดเชื้อในทางเดินปัสสาวะ หลอดลมอักเสบ ภาวะติดเชื้อในกระแสเลือด หรือใช้ป้องกันการติดเชื้อแบคทีเรียสเตรปโตคอคคัสกรู๊ปบีในทารกแรกเกิด

Salicylic acid (กรดซาลิไซลิก) เป็นสารเคมีธรรมชาติที่พบในพืชต่างๆ ไป มีบทบาทสำคัญในการควบคุมกระบวนการทางสรีรวิทยาในพืช (Raskin, 1992) แรกเริ่มถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมยา อาหาร และเครื่องสำอาง ต่อมาได้ถูกนำมาใช้ในระบบการเกษตร เช่น ยับยั้งการสังเคราะห์และการทำงานของเอทิลีน (Nazar *et al.*, 2015) ซึ่งส่งผลให้ผลไม้สุกช้าลง การใช้เพื่อทำลายโรคพืช เช่น การใช้กรดซาลิไซลิกควบคุมเชื้อราที่เป็นสาเหตุโรคใบจุดของกล้วยหอมทองที่ผลิตในระบบเกษตรอินทรีย์เพื่อการส่งออก (วีระณีย์ และคณะ, 2559) อีกทั้งมีรายงานว่า การใช้กรดซาลิไซลิกในต้นส้มที่เป็นโรครินนึ่ง กรดซาลิไซลิกสามารถเหนี่ยวนำให้เกิดการแตกใบและการออกดอกเพื่อชดเชยการร่วงของใบและผลส้ม หากใช้ในความเข้มข้นที่เหมาะสม (Mann *et al.*, 2011) ดังนั้น การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาวิธีการจัดการแปลงส้มเปลือกอ่อนโดยใช้สารแอมพิซิลลินและกรดซาลิไซลิกร่วมกับการจัดการตามคำแนะนำ GAP ในแหล่งปลูกเดิม (จังหวัดปทุมธานี) เพื่อลดความเสียหายจากโรครินนึ่ง

7. วิธีดำเนินการ

- อุปกรณ์

1. ต้นส้มพันธุ์เขียวดำเนินที่ให้ผลผลิตแล้ว
2. สารแอมพิซิลลิน ($C_{16}H_{25}N_3O_7S$: ampicillin trihydrate) 99%
3. กรดซาลิไซลิก ($C_6H_4(OH)COOH$: Salicylic acid)
4. อุปกรณ์ฉีดสารเข้าลำต้น (Injection Tunk)
5. ส่วนไฟฟ้า
6. แอลกอฮอล์ 90%
7. ถังพ่นสารแบบคั่นโยก

8. ปุ๋ยเคมี 46-0-0 18-46-0 และ 0-0-60
9. ชุดสกัดสกัดดีเอ็นเอ (GenUPtm Plant DNA kit)
10. เครื่องพีซีอาร์ (GeneAmp® PCR System 9700)

- วิธีการ

วางแผนการทดลองแบบ RCB 5 กรรมวิธี จำนวน 4 ซ้ำ (ซ้ำละ 4 ต้น) ได้แก่

กรรมวิธีที่ 1 ปฏิบัติดูแลแปลงตามวิธีเกษตรกร (ใช้สารแอมพิซิลิน อัตรา 800 มิลลิกรัมต่อต้น)

กรรมวิธีที่ 2 ปฏิบัติดูแลแปลงตาม GAP สัมเปลือกก่อน

กรรมวิธีที่ 3 ปฏิบัติดูแลแปลงตาม GAP สัมเปลือกก่อน + การใช้สารแอมพิซิลิน ความเข้มข้น 2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร อัตรา 500 – 600 มิลลิกรัมต่อต้น ทุก 3 เดือน

กรรมวิธีที่ 4 ปฏิบัติดูแลแปลงตาม GAP สัมเปลือกก่อน + การพ่น salicylic acid 0.25% ทุก 3 เดือน (เข้มข้น 2.5 มิลลิกรัมต่อลิตร อัตรา 2 ลิตรต่อต้น)

กรรมวิธีที่ 5 ปฏิบัติดูแลแปลงตาม GAP สัมเปลือกก่อน + การฉีดสารแอมพิซิลิน + การพ่น salicylic acid 0.25% ทุก 3 เดือน

การฉีดสารปฏิชีวนะเข้าต้นในสภาพแปลงทดลอง (Trunk injection technique) ทำการฉีดสารเข้าต้นโดยการเจาะลำต้นด้วยสว่านไฟฟ้า เอียงทำมุม 45 องศา ลึก 1 ซม. จากนั้นทำการปักสายพลาสติกที่ต่อจากขวดน้ำอัดลมพลาสติกที่บรรจุสารละลายปฏิชีวนะ เข้าลำต้นสัม ปล่อยให้สารซึมเข้าต้นจนหมดโดยใช้แรงดันลมที่อยู่ในขวดน้ำอัดลมพลาสติกอีกขวด (ภาพที่ 1)



A



B



C



D



E

ภาพที่ 1 A) ampicillin B) สว่านไฟฟ้า C) อุปกรณ์การฉีดสารเข้าต้นสัม D) การเจาะลำต้นสัม E) การปักอุปกรณ์การฉีดสารเข้าต้น

การตรวจสอบเชื้อ *Candidatus Liberibacter asiaticus* โดยเทคนิค Polymerase Chain Reaction (PCR) คู่ไพรเมอร์ OI1[5'-GCG CGT ATG CAA TAC GAG CGG CA-3'] และ OI2c[5'-GCC TCG CGA CTT CGC AAC CCA T-3'] (Jagoueix *et. al.*, 1994)

- เวลาและสถานที่

เริ่มต้น 2559 สิ้นสุด 2562

แปลงเกษตรกร อำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

ดำเนินการวิจัยในพื้นที่สวนส้มเดิม (ร่องสวน) ที่ปลูกส้มเขียวหวานพันธุ์เขียวดำเนิน อายุ ประมาณ 5 ปี ต้นส้มเขียวหวานมีอาการของโรครินนิ่ง คือ ใบเล็ก ชี้ตั้งตรง และมีผลร่วงก่อนการเก็บเกี่ยว (ภาพที่ 2) ซึ่งเกษตรกรแก้ไขโดยการฉีดสารแอมพิซิลินความเข้มข้น 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร อัตรา 800 มิลลิลิตรต่อต้น



ภาพที่ 2 ลักษณะอาการที่ปรากฏของส้มที่มีอาการของโรครินนิ่ง

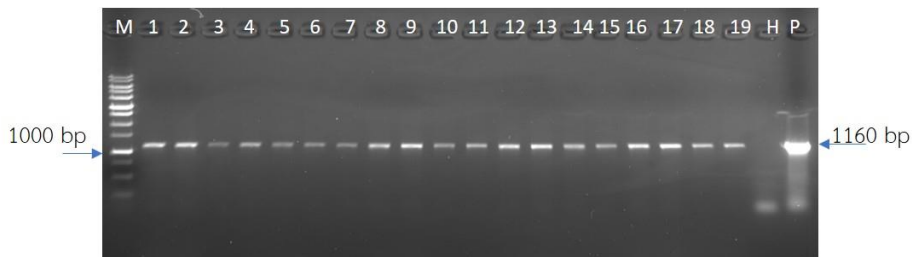
ในปี 2559 พบว่า กรรมวิธีที่ 3 ที่มีการฉีดสารแอมพิซิลิน มีขนาดลำต้นเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 33.0 ซม. รองลงมาได้แก่กรรมวิธีที่ 5 ที่มีการฉีดสารแอมพิซิลินร่วมกับการพ่นซาลิไซลิกแอซิด เท่ากับ 32.9 ซม. และกรรมวิธีที่ 1 ไม่มีการใช้สารมีขนาดลำต้นเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 28.2 ซม. ส่วนความสูงต้น พบว่า กรรมวิธีที่ 5 มีความสูงต้นเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 173.2 ซม. รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 3 และ กรรมวิธีที่ 1 เท่ากับ 171.4 และ 171.0 ซม. ตามลำดับ ส่วนกรรมวิธีที่ 4 และกรรมวิธีที่ 2 มีความสูงต้นน้อยที่สุด เท่ากับ 170.1 และ 170.0 ซม. ตามลำดับ (ตารางที่ 1) การที่ต้นส้มมีความสูงใกล้เคียงกันเนื่องจากเกษตรกรมีการตัดแต่งกิ่งต้นส้ม

เมื่อเก็บตัวอย่างผลผลิตหลังการใช้สาร 2 และ 3 เดือน บันทึกน้ำหนักและขนาดผล พบว่า ผลส้มหลังการใช้สารฯ มีน้ำหนักเฉลี่ย 62.8 และ 149.6 กรัม ตามลำดับ ความสูง-ความกว้างผล เฉลี่ย 4.9-4.6 และ 6.8-5.8 ซม. ตามลำดับ และเมื่อนำไปวิเคราะห์สารตกค้างโดยสถาบันอาหาร กระทรวงอุตสาหกรรม พบว่า ไม่มีการตกค้างของสารแอมพิซิลิน

ในปี 2560 พบว่า การจัดการโดยการปฏิบัติตาม GAP ส้มเปลือกอ่อนร่วมกับการฉีดแอมพิซิลินอัตรา 2,000 มิลลิกรัม/ต้น และ พ่นกรดซาลิไซลิก ความเข้มข้น 0.25% (อัตรา 2.5 กรัม/ลิตร/ต้น) ทุก 3 เดือน ทำให้ต้นส้มมีขนาดเส้นรอบวงต้นมากที่สุด รองลงมาคือการปฏิบัติตามวิธีเกษตรกร ส่วนความสูงต้น พบว่า การปฏิบัติตาม GAP ส้มเปลือกอ่อนร่วมกับการฉีดแอมพิซิลินอัตรา 2,000 มิลลิกรัม/ต้น ทุก 3 เดือน ทำให้ต้นส้มมีความสูงมากที่สุด รองลงมาคือการปฏิบัติตามวิธีเกษตรกร แต่อย่างไรก็ตามการเจริญเติบโตของต้นส้มไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างกรรมวิธี โดยขนาดเส้นรอบวงต้นเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 34.0 – 36.8 เซนติเมตร และความสูงต้นเฉลี่ยระหว่าง 217.0 – 234.0 เซนติเมตร (ตารางที่ 2)

ในปี 2561 การเจริญเติบโตด้านลำต้น พบว่า ขนาดเส้นรอบวงต้นเฉลี่ยและความสูงต้นเฉลี่ยของ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างกรรมวิธี โดยขนาดเส้นรอบวงต้นเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 37.9 – 39.8 เซนติเมตร และความสูงต้นเฉลี่ยระหว่าง 224.3 – 238.5 เซนติเมตร (ตารางที่ 3) เมื่อสุ่มผลผลิต ระยะเก็บเกี่ยวปี 2560/61 นำไปบันทึกน้ำหนัก ขนาดผล และของแข็งที่ละลายได้ (TSS) พบว่า น้ำหนักผลไม่แตกต่างทางสถิติ มีค่าระหว่าง 125.7-136.7 กรัม ของแข็งที่ละลายได้ใกล้เคียงกัน ระหว่าง 9.44-9.90 °Brix (ตารางที่ 4) เมื่อสุ่มผลผลิตนำไปวิเคราะห์ปริมาณสารแอมพิซิลลินในผลส้ม ปรากฏว่า ไม่พบสารแอมพิซิลลินในผลส้มจากกรรมวิธีที่มีการใช้สารแอมพิซิลลิน

สำหรับปี 2562 สุ่มเก็บตัวอย่างใบส้มเขียวหวานจากทั้ง 5 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 4 ตัวอย่าง รวม จำนวน 20 ตัวอย่าง (จำนวน 4 ต้น/ตัวอย่าง) นำมาสกัดสกัดดีเอ็นเอด้วยชุดสกัด (GenUPtm Plant DNA kit) เพื่อตรวจหาเชื้อโรครินนิง และนำตัวอย่างดีเอ็นเอไปตรวจสอบด้วยเทคนิค PCR โดยคู่ใช้ไพรเมอร์ OI1[5'-GCG CGT ATG CAA TAC GAG CGG CA-3'] และ OI2c[5'-GCC TCG CGA CTT CGC AAC CCA T-3'] (Jagoueix et. al.,1994) โดยกำหนดโปรแกรมเครื่องพีซีอาร์ (GeneAmp® PCR System 9700) ดังนี้ 95 องศาเซลเซียส 2 นาที จำนวน 1 รอบ; 95 องศาเซลเซียส 40 วินาที, 60 องศาเซลเซียส 1 นาที, 72 องศาเซลเซียส 1 นาที จำนวน 35 รอบ; 72 องศาเซลเซียส 10 นาที จำนวน 1 รอบ หลังจากนั้นนำไปแยกแถบดีเอ็นเอด้วยเทคนิคอิเล็กโทรโฟรีซิสโดยใช้อะกาโรสเจล 1.5% และตรวจแถบดีเอ็นเอภายใต้แสง UV ด้วยเครื่อง (ChemiDoc™ Touch Imaging System Bio-RAD) พบว่า ทั้ง 20 ตัวอย่าง สามารถตรวจพบเชื้อแบคทีเรีย *Candidatus Liberibacter asiaticus* สาเหตุของโรครินนิง (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 3 แสดงผล gel electrophoresis การตรวจหาเชื้อโรครินนิงจากตัวอย่างใบส้มเขียวหวาน ทั้ง 5 กรรมวิธี (จำนวน 19 ตัวอย่าง*) อ.หนองเสือ จ.ปทุมธานี

- หมายเหตุ:
- M = marker 1 kb DNA Ladder (Solis BioDynetm)
 - 1-4 = กรรมวิธีที่ 1 (วิธีเกษตรกร) ซ้ำที่ 1 – 4 ตามลำดับ
 - 5-8 = กรรมวิธีที่ 2 (GAP) ซ้ำที่ 1 – 4 ตามลำดับ
 - 9-12 = กรรมวิธีที่ 3 (GAP+ ampicillin) ซ้ำที่ 1 – 4 ตามลำดับ
 - 13-16 = กรรมวิธีที่ 4 (GAP+ salicylic acid 0.25%) ซ้ำที่ 1 – 4 ตามลำดับ
 - 17-19 = กรรมวิธีที่ 5 (GAP+ ampicillin+ salicylic acid) ซ้ำที่ 1 – 3 ตามลำดับ
- *กรรมวิธีที่ 5 ซ้ำที่ 4 ไม่ได้แสดงในภาพที่ 1 แต่ตรวจพบโรครินนิง

H = พืชปกติ (negative control)

P = ตัวอย่างส้มเขียวหวานเป็นโรคกรีนนิ่งแสดงแถบดีเอ็นเอขนาดประมาณ 1,160 bp
(positive control)

ส่วนการเจริญเติบโตด้านลำต้น พบว่า ขนาดเส้นรอบวงต้นเฉลี่ยและความสูงต้นเฉลี่ยของไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างกรรมวิธี โดยขนาดเส้นรอบวงต้นเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 41.4 – 42.4 เซนติเมตร และความสูงต้นเฉลี่ยระหว่าง 217.3 – 239.8 เซนติเมตร (ตารางที่ 5) สำหรับผลผลิตเฉลี่ย พบว่า กรรมวิธีที่ 3 มีจำนวนผลผลิตมากที่สุด เท่ากับ 480 ผล รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 5 เท่ากับ 448 ผล มีเส้นผ่านศูนย์กลาง x ความสูงผลเฉลี่ย 5.1 x 4.7 เซนติเมตร สำหรับน้ำหนักผลเฉลี่ย พบว่า กรรมวิธีที่ 3 มีน้ำหนักผลเฉลี่ยมากที่สุด คือ 76.8 กรัม รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 2 และ 5 คือ 71.4 และ 70.5 กรัม ตามลำดับ ส่วนปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (total soluble solid, TSS) พบว่า มีค่าใกล้เคียงกัน คือ 11 °Brix (ตารางที่ 6)

เมื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตด้านลำต้นส้ม 3 ปี (2560-2562) พบว่า ขนาดเส้นรอบวงต้น มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในทางสถิติระหว่างปีที่ดำเนินการทดลอง กล่าวคือมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นทุกปี แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างกรรมวิธีในแต่ละปี ส่วนความสูงต้น พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทั้ง 3 ปี แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติในแต่ละปี

ตารางที่ 1 การเจริญเติบโตเฉลี่ยของต้นส้มพันธุ์เขียวดำเนิน อายุ 4 ปี อำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี
ปี 2559

กรรมวิธี	ขนาดเส้นรอบวงต้น (ซม.)	ความสูงต้น (ซม)
T1 วิธีเกษตรกร	28.2	171.0
T2 วิธี GAP ส้มเปลือกอ่อน	29.2	170.0
T3 GAP ส้มเปลือกอ่อน+การใช้สารแอมพิซิลิน ทุก 3 เดือน	33.0	171.4
T4 GAP ส้มเปลือกอ่อน+การพ่น salicylic acid ทุก 3 เดือน	30.0	170.1
T5 GAP ส้มเปลือกอ่อน+การฉีดสารแอมพิซิลิน+การพ่น salicylic acid ทุก 3 เดือน	32.9	173.2

ตารางที่ 2 การเจริญเติบโตเฉลี่ยของต้นส้มพันธุ์เขียวดำเนิน อายุ 5 ปี อำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี
ปี 2560

กรรมวิธี	ขนาดเส้นรอบวงต้น (ซม.)	ความสูงต้น (ซม)
T1 วิธีเกษตรกร	35.0	227.5
T2 วิธี GAP สัมเปลือกล่อน	34.0	217.0
T3 GAPสัมเปลือกล่อน+การใช้สารแอมพิซิลิน ทุก 3 เดือน	35.1	234.0
T4 GAPสัมเปลือกล่อน+การพ่น salicylic acid ทุก 3 เดือน	34.3	222.0
T5 GAPสัมเปลือกล่อน+การฉีดสารแอมพิซิลิน+การพ่น salicylic acid ทุก 3 เดือน	36.8	225.8
CV (%)	6.7	7.1

ตารางที่ 3 การเจริญเติบโตเฉลี่ยของต้นส้มพันธุ์เขียวดำเนิน อายุ 6 ปี อำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี
ปี 2561

กรรมวิธี	ขนาดเส้นรอบวงต้น (ซม.)	ความสูงต้น (ซม)
T1 วิธีเกษตรกร	38.9	235.0
T2 วิธี GAP สัมเปลือกล่อน	38.2	229.3
T3 GAPสัมเปลือกล่อน+การใช้สารแอมพิซิลิน ทุก 3 เดือน	39.8	244.0
T4 GAPสัมเปลือกล่อน+การพ่น salicylic acid ทุก 3 เดือน	37.9	224.3
T5 GAPสัมเปลือกล่อน+การฉีดสารแอมพิซิลิน+การพ่น salicylic acid ทุก 3 เดือน	39.8	238.5
CV (%)	5.6	5.2

ตารางที่ 4 คุณภาพผลส้มพันธุ์เขียวดำเนิน (อายุ 5 ปี) อ.หนองเสือ จ.ปทุมธานี

กรรมวิธี	นน.ผล ^{1/}	ขนาดผล		TSS ^{2/}
	(กรัม)	เส้นผ่านศูนย์กลางผล (มม.)	ความสูงผล (มม.)	(°Brix)
T1 วิธีเกษตรกร (Amp)	131.9 ab	57.7	62.4	9.54
T2 GAP สัมเปลือกก่อน	136.7 a	58.7	63.2	9.44
T3 GAP+ (Amp)	131.8 ab	57.5	63.1	9.90
T4 GAP+ พ่น SA	125.7 b	56.4	61.4	9.89
T5 GAP+ (Amp) + SA	131.3 ab	57.9	62.3	9.75
C.V. (%)	4.9	-	-	-

^{1/} ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในสมมุติเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

^{2/} total soluble solid

ตารางที่ 5 การเจริญเติบโตเฉลี่ยของต้นส้มพันธุ์เขียวดำเนิน อายุ 7 ปี อำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี ปี 2562

กรรมวิธี	ขนาดเส้นรอบวงต้น (ซม.)	ความสูงต้น (ซม)
T1 วิธีเกษตรกร	42.1	228.0
T2 วิธี GAP สัมเปลือกก่อน	41.7	217.3
T3 GAPสัมเปลือกก่อน+การใช้สารแอมพิซิลิน ทุก 3 เดือน	42.3	239.8
T4 GAPสัมเปลือกก่อน+การพ่น salicylic acid ทุก 3 เดือน	41.4	222.5
T5 GAPสัมเปลือกก่อน+การฉีดสารแอมพิซิลิน+การพ่น salicylic acid ทุก 3 เดือน	42.4	228.0
CV (%)	4.1	5.4

ตารางที่ 6 ผลผลิตเฉลี่ยและคุณภาพผลผลิตส้มพันธุ์เขียวดำเนิน อายุ 7 ปี อ.หนองเสือ จ.ปทุมธานี

กรรมวิธี	ผลผลิต				
	จำนวนผล	เส้นผ่านศูนย์กลางผล (ซม.)	สูงผล (ซม.)	น้ำหนัก (ก.)	TSS ^{1/2} (°Brix)
T1 วิธีเกษตรกร	434	4.9	4.6	64.3	10.5
T2 GAP ส้มเปลือกอ่อน	348	5.2	4.6	71.4	11.0
T3 GAP+ Amp	480	5.3	4.8	76.8	11.1
T4 GAP+ ฟัน SA	318	5.1	4.6	69.1	11.0
T5 GAP+ Amp + SA	448	5.1	4.7	70.5	11.1

^{1/2} total soluble solid

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากผลการทดลองการจัดการแปลงส้มเปลือกอ่อน (พันธุ์เขียวดำเนิน) ด้วยการฉีดสารปฏิชีวนะแอมพิซิลลินเข้าสู่ลำต้น และ/หรือการพ่นกรดซาลิไซลิก ร่วมกับการจัดการแปลงปลูกตามคำแนะนำ GAP พบว่า การเจริญเติบโตด้านลำต้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่การฉีดสารปฏิชีวนะแอมพิซิลลินเข้าสู่ลำต้นร่วมกับการจัดการแปลงปลูกตามคำแนะนำ GAP ทำให้ผลผลิตส้มมากกว่าทุกกรรมวิธี ซึ่งเมื่อวิเคราะห์สารตกค้างในผลผลิตระยะเก็บเกี่ยวในปี 2560 และ 2561 ไม่พบการตกค้างของสารแอมพิซิลลิน เมื่อทำการตรวจสอบเชื้อสาเหตุของโรคโดยเทคนิค PCR ยังคงพบเชื้อสาเหตุโรคในทุกกรรมวิธีการทดลอง

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

11. คำขอขอบคุณ (ถ้ามี)


12. เอกสารอ้างอิง

รัตนา สดุดี. 2537. โรคโทรมของส้มจุก (Citrus reticulata Blanco): เชื้อสาเหตุและปัจจัยส่งเสริมความรุนแรงของโรค. *ว. สงขลานครินทร์* 16: 353-357.


วีระณีย์ ทองศรี, อทิตยา ปาลกะเชนทร์, สุมาพร แสงเงิน, ศศิวิมล ชูชมกลิ่น, มุมีนะห์ ตอฮา, รุจิเรข จรรโลงตระกูล และสมศิริ แสงโชติ. 2559. การควบคุมโรคใบจุดของกล้วยหอมทองโดยใช้กรดซาลิไซลิกในระบบเกษตรอินทรีย์เพื่อการส่งออก. *ว. พืชศาสตร์สงขลานครินทร์* 3 (ฉบับพิเศษ I): M09/59-65

- ศรัญญู ใจเขื่อนแก้ว, ศรีเมฆ ชาวโพงพาง และ อำไพวรรณ ภราดรันุวัฒน์. 2560. โรคฮวงหลงบิง (Huanglongbing) สัมโอและการรักษาโรค. การประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 13. 21-23 พฤศจิกายน 2560. โรงแรมเรื่อรัชฎา จังหวัดตริง.
- อำไพวรรณ พึ่งเจษฎา. 2520. การแยกเชื้อและการศึกษาทางโครงสร้างจุลภาคของจุลินทรีย์จากสัมที่เป็นโรครีนนิง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อำไพวรรณ ภราดรันุวัฒน์. 2557. การรักษาโรคฮวงหลงบิง (Huanglongbing) หรือโรครีนนิง (Greening) ของส้มเขียวหวานและส้มสายน้ำผึ้ง. สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน), กรุงเทพฯ
- Bove, J.M. 2006. Huanglongbing: A destructive, newly-emerging, century-old disease of citrus. *J. Plant Pathol.* 88:7-37.
- Mann et al., 2011
- Nazar, R., S. Umar, N.A. Khan and O. Sareer. 2015. Salicylic acid supplementation improves photosynthesis and growth in mustard through changes in proline accumulation and ethylene formation under drought stress. *S. Afr. J. Bot.* 98: 84-94.
- Raskin, I. 1992. Role of salicylic acid in plants. *Annu. Rev. Plant Physiol. Mol. Biol.* 43:439-463.
- Schwarz, R. E. and S. P. Van Vuuren. 1971. Decreases in fruit greening of sweet orange by trunk injections with tetracycline. *Plant Disease Reporter.* 55: 747-50.
- Zhang, M. Q., Duan, Y. P., Zhou, L. J., Turechek, W. W., Stover, E., and Powell, C. A. 2010. Screening molecules for control of citrus Huanglongbing using an optimized regeneration system for 'Candidatus Liberibacter asiaticus'-infected periwinkle (*Catharanthus roseus*) cuttings. *Phytopathology* 100: 239-245.


13. ภาคผนวก



บริษัท ทีเอสเอ็มทีการเกษตร (ประเทศไทย) จำกัด
Central Lab (Thailand) Co., Ltd.
สาขากรุงเทพฯ - 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
Tel : 02-01-501-511, 02-01-501-512 Fax : 02-01-511-000, 02-01-501-511-1
http://www.centrallabthai.com



บริษัท ทีเอสเอ็มทีการเกษตร (ประเทศไทย) จำกัด
Central Lab (Thailand) Co., Ltd.
สาขากรุงเทพฯ - 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
Tel : 02-01-501-511, 02-01-501-512 Fax : 02-01-511-000, 02-01-501-511-1
http://www.centrallabthai.com



บริษัท ทีเอสเอ็มทีการเกษตร (ประเทศไทย) จำกัด
Central Lab (Thailand) Co., Ltd.
สาขากรุงเทพฯ - 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
Tel : 02-01-501-511, 02-01-501-512 Fax : 02-01-511-000, 02-01-501-511-1
http://www.centrallabthai.com

ใบรายงานผลการทดสอบ

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า	สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร จตุจักร 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กจ
รายละเอียดตัวอย่าง	T1 (องุ่นขาว) ผลส้ม (ส.ส.)
รหัสตัวอย่าง	BK61.02475-001
ลักษณะและสภาพตัวอย่าง	ประเภทผลตัวอย่าง : ผลส้ม ลักษณะบรรจุ : ถุงกระดาษ ปิดสนิท, จำนวน : 1 อุณหภูมิ : อุณหภูมิห้อง, สภาพแวดล้อมปกติ
วันที่รับตัวอย่าง	02 กุมภาพันธ์ 2561
วันที่ทดสอบ	06 กุมภาพันธ์ 2561 - 09 กุมภาพันธ์ 2561

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	LOD
Ampicillin	Not Detected	µg/kg	3.0

Not Detected

รายงานฉบับนี้จัดทำเฉพาะกรณีลูกค้าที่นำผลมา
รายงานผลการทดสอบโดยไม่ถูกต้องฝ่ายขอผลจะพิจารณาว่า ไม่สามารถใช้เป็นกรณีอื่นต่อไปได้อีก

TSE-QP-24-05-005-000311-00-01/PT/3

ใบรายงานผล

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า	สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กจ
รายละเอียดตัวอย่าง	T3 ผลส้ม (ส.ส.)
รหัสตัวอย่าง	BK61.02475-003
ลักษณะและสภาพตัวอย่าง	ประเภทผลตัวอย่าง : ผลส้ม ลักษณะบรรจุ : ถุงกระดาษ ปิดสนิท, อุณหภูมิ : อุณหภูมิห้อง, สภาพแวดล้อมปกติ
วันที่รับตัวอย่าง	02 กุมภาพันธ์ 2561
วันที่ทดสอบ	06 กุมภาพันธ์ 2561 - 09 กุมภาพันธ์ 2561

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	LOD
Ampicillin	Not Detected	µg/kg	3.0

Not Detected

รายงานฉบับนี้จัดทำเฉพาะกรณีลูกค้าที่นำผลมา
รายงานผลการทดสอบโดยไม่ถูกต้องฝ่ายขอผลจะพิจารณาว่า ไม่สามารถใช้เป็นกรณีอื่นต่อไปได้อีก

TSE-QP-24-05-005-000311-00-01/PT/3


วันที่ออก : 09 กุมภาพันธ์ 2561
เลขที่รายงาน : TRBK61-04757
หน้า : 1 / 1

ใบรายงานผลการทดสอบ

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า	สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร จตุจักร กรุงเทพมหานคร 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900
รายละเอียดตัวอย่าง	T5 ผลส้ม (ส.ส.)
รหัสตัวอย่าง	BK61.02475-005
ลักษณะและสภาพตัวอย่าง	ประเภทผลตัวอย่าง : ผลส้ม ลักษณะบรรจุ : ถุงกระดาษ ปิดสนิท, จำนวน : 1 คู่, น้ำหนักปากใบมาตรฐาน : 900 กรัม, อุณหภูมิ : อุณหภูมิห้อง, สภาพแวดล้อมปกติ
วันที่รับตัวอย่าง	02 กุมภาพันธ์ 2561
วันที่ทดสอบ	06 กุมภาพันธ์ 2561 - 09 กุมภาพันธ์ 2561


รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	LOD	วิธีทดสอบอ้างอิง
Ampicillin	Not Detected	µg/kg	3.00	In house method based on Journal of Agricultural Food Chemistry 2015 Jul 8;63 (26): 5993-6000 by LCMS/MS

Not Detected


 สอนมนต์บุญชู ฟูการทีเอสเอ็มทีการ
() สาขากรุงเทพฯ

รายงานฉบับนี้จัดทำเฉพาะกรณีลูกค้าที่นำผลมา
รายงานผลการทดสอบโดยไม่ถูกต้องฝ่ายขอผลจะพิจารณาว่า ไม่สามารถใช้เป็นกรณีอื่นต่อไปได้อีก

TSE-QP-24-05-005-000311-00-01/PT/3



ภาพผนวกที่ 1 ผลวิเคราะห์ปริมาณสารแอมพิซิลลินในผลส้มระยะเก็บเกี่ยว (พฤศจิกายน 2560) สำหรับกรรมวิธีที่ 1 กรรมวิธีที่ 3 และ กรรมวิธีที่ 5