

# รายงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

## ปีงบประมาณ 2556

1. แผนงานวิจัย                      วิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
2. โครงการวิจัย                      การศึกษาความรุนแรงของผลกระทบและการเฝ้าระวังสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่มีพิษร้ายแรงหรือมีความคงทนในสภาพแวดล้อม  
กิจกรรมที่ 2 :                      การเฝ้าระวังสารพิษตกค้างในพืชผักผลไม้  
กิจกรรมย่อยที่ 2.1                      การเฝ้าระวังสารพิษตกค้างในพืชผักจากแหล่งจำหน่าย
3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย) :                      2.2.2 ศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างในเงาะ มะนาว  
ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) :                      Determination of pesticide residues in limes
4. คณะผู้ดำเนินงาน  
หัวหน้าการทดลอง                      ลมัย ชูเกียรติวัฒนา                      สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร  
ผู้ร่วมงาน                      ชนิดา ทองแถม                      สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร  
ปิยะศักดิ์ อรรคบุตร                      สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

### 5. บทคัดย่อ

มะนาว จัดอยู่ใน citrus fruit เป็นพืชสกุลส้มที่มีความสำคัญชนิดหนึ่ง นิยมใช้ประกอบอาหารเนื่องจากมีรสชาติและกลิ่นหอมที่มีความจำเพาะ ปัญหาที่สำคัญของเกษตรกรผู้ปลูกมะนาวคือโรคแคงเกอร์ โรคราดำและโรคกรีนนิ่ง แมลงศัตรูที่สำคัญ ได้แก่ หนอนขนอบ หนอนกินใบ ดังนั้นเกษตรกรจึงมีความจำเป็นต้องใช้สารเคมีป้องกันกำจัดโรคและแมลง การเก็บตัวอย่างมะนาวจากแหล่งปลูกมาวิเคราะห์เพื่อจะได้ทราบว่า มีสารพิษตกค้างในมะนาวมากน้อยเพียงไรและเกินค่าMRLS หรือไม่ ปี 2556 ได้ดำเนินการเก็บตัวอย่างมะนาวจากเกษตรกรจังหวัดสมุทรสาคร, นครปฐม กาญจนบุรี, ราชบุรี, พิจิตร, กำแพงเพชร และตาก รวมตัวอย่างทั้งหมด 105 ตัวอย่าง มีสารพิษตกค้าง 96 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 91.4 ของตัวอย่างทั้งหมด ชนิดสารที่พบตกค้างในมะนาว 4 อันดับแรก ได้แก่ cypermethrin พบใน 66 ตัวอย่าง ปริมาณ 0.01-5.4 มก./กก. รองลงมาคือ fenvalerate, L-cyhalothrin, bifenthrin สารตกค้างที่พบในมะนาวจากแต่ละแหล่งปลูกมีแนวโน้มที่สอดคล้องกันคือ จะพบสารป้องกันกำจัดแมลง cypermethrin, L-cyhalothrin, fenvalerate และ bifenthrin เป็นส่วนใหญ่ รองลงมาจะพบสารป้องกัน

กำจัดโรคพืช ได้แก่ carbendazim แต่อย่างไรก็ตาม ปริมาณสารตกค้างที่พบมีบางส่วนที่พบสูงเกินค่า MRL ดังนั้น จากข้อมูลสารตกค้างในมะนาวที่เก็บจากแหล่งปลูก ทำให้ทราบได้ว่าเกษตรกรมีการใช้สารป้องกันกำจัดแมลงในกลุ่ม ไพริทรอยด์เป็นส่วนใหญ่และรองลงมา คือ carbendazim ซึ่งเป็นสารป้องกันกำจัดโรคพืช ผลจากการทดลองนี้ สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลในการแก้ปัญหาสารพิษตกค้างในผลผลิตทางการเกษตรต่อไป ซึ่งชนิดของสารพิษตกค้างที่ ตรวจพบเป็นการสะท้อนให้เห็นถึงการใช้สารเคมีในการดูแลผลผลิตทางการเกษตรของเกษตรกร และแสดงให้เห็น ถึงปัญหาสารพิษตกค้างถึงแม้จำนวนตัวอย่างที่พบเกินค่า MRL จะไม่มากเหมือนพืชผักชนิดอื่น แต่ก็ไม่อาจละเลยได้ ถ้าเกษตรกรต้องการปลูกมะนาวในเชิงพาณิชย์ โดยเฉพาะถ้าต้องการส่งออก ก็ควรคำนึงถึงเรื่องสารตกค้าง ในผลผลิต ต้องไม่เกินค่า MRL

## 6. คำนำ

มะนาว จัดอยู่ใน citrus fruit เป็นพืชสกุลส้มที่มีความสำคัญชนิดหนึ่ง นิยมใช้ประกอบอาหารเนื่องจากมี รสชาติและกลิ่นหอมที่มีความจำเพาะ ปี 2555 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกมะนาว 94,275 ไร่ เป็นพื้นที่ที่ให้ผลผลิตแล้ว 90,709 ไร่ ผลผลิตรวม 121,384 ตัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร,2556) แหล่งปลูกที่สำคัญ ได้แก่ เพชรบุรี สมุทรสาคร ราชบุรี พิจิตร สุราษฎร์ธานี และกำแพงเพชร ปัญหาที่สำคัญของเกษตรกรผู้ปลูกมะนาว คือ การระบาดของ โรคแคงเกอร์ โรคราดำและโรคกรีนนิ่ง แมลงศัตรูที่สำคัญ ได้แก่ หนอนชอนใบ หนอนกินใบ เพลี้ยไฟและไรแดง ดังนั้นเพื่อเป็นการดูแลผลผลิตมะนาว เกษตรกรจึงต้องใช้วิธีการต่างๆ เพื่อป้องกันกำจัดโรคและแมลงศัตรูที่จะ ทำลาย การใช้สารเคมีป้องกันกำจัดโรคและแมลง เป็นวิธีการที่เกษตรกรผู้ปลูกพืชเป็นการค้านิยมปฏิบัติ เพราะมี ประสิทธิภาพดีและเห็นผลเร็ว แต่อย่างไรก็ตามการใช้สารเคมีกับผลผลิตการเกษตร ก็ต้องคำนึงถึงผลกระทบต่อ ตามมา เนื่องจากอาจสร้างปัญหาสารตกค้าง ในผลผลิตที่เก็บเกี่ยวมาบริโภคและจำหน่าย การทำการทดลองครั้งนี้ เป็นการสำรวจส้มเก็บตัวอย่างจากแหล่งปลูก และแหล่งจำหน่าย โดยเน้นให้ความสำคัญกับแหล่งปลูกมากกว่า เพื่อ จะได้เป็นตัวอย่างที่สะท้อนถึงการใช้สารเคมี ในแต่ละพื้นที่ปลูก ทำให้สามารถประเมินสถานการณ์ของการใช้ สารเคมีว่ามีความเหมาะสมเป็นเหตุเป็นผลสอดคล้องกับการระบาดของโรคและแมลงในมะนาว หรือไม่ ตลอดจนทำ ให้ทราบข้อมูลสารพิษตกค้างในมะนาวที่ผลิตจากแหล่งต่างๆของประเทศ และเป็นภาพรวมของสารพิษตกค้าง ใน ผลผลิตมะนาวทางด้านความปลอดภัยต่อผู้บริโภค

## 7. วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. วัสดุมีพิษมาตรฐาน 131 ชนิด ความบริสุทธิ์ 93.5-99.9 %

2. สารเคมี ได้แก่ acetone, dichloromethane, ethyl acetate, actonitrile, sodium sulfate, sodium acetate, anhydrous magnesium sulfate, primary secondary amine (PSA) และ C-18
3. เครื่องมือในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ เครื่องชั่งตวงวัด 2 ตำแหน่ง และ 5 ตำแหน่ง, Food Processor , rotary evaporator, homogenizer และ centrifuge
4. เครื่องแก้วในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ ขวดแก้วปากกว้างมีฝาปิด, กระจบอกลง, บีกเกอร์ ,volumetric pipet, test tube, volumetric flask, กรวยแก้ว และ centrifuge tubes ขนาด 15 และ 50 ml
5. เครื่องตรวจวิเคราะห์ Gas Chromatograph (GC) ยี่ห้อ Agilent รุ่น 6890 ซึ่งมีหัวตรวจชนิด Electron Captured Detector (ECD) ตรวจวิเคราะห์สารกลุ่ม pyrethroid และ endosulfan เครื่อง GC หัวตรวจชนิด Flame Photometric Detector (FPD) ตรวจวิเคราะห์สารกลุ่ม organophosphate โดยใช้ capillary column ชนิด Ultra-1 ,i.d. 0.32 mm , 25 m, film thickness 0.17  $\mu$ m
6. เครื่องตรวจวิเคราะห์วัดปริมาณสาร Liquid Chromatograph / Mass Spectrometer/ Mass Spectrometer (LC/MS/MS) Triple Quadrupole , Agilent:7890, MSD:5973 N ใช้ column : Kinetex™ 2.6  $\mu$ m XB-C18 100 Å, LC Column 100 x 2.1 mm โดยใช้ ESI, Positive mode

#### วิธีดำเนินงาน

เก็บตัวอย่างมะนาว ในช่วงปี พ.ศ. 2556 จากแหล่งปลูกได้แก่ สมุทรสาคร 6 ตัวอย่าง นครปฐม 21 ตัวอย่าง กาญจนบุรี 19 ตัวอย่าง ราชบุรี 8 ตัวอย่าง พิจิตร 26 ตัวอย่าง กำแพงเพชร 21 ตัวอย่าง และ ตาก 4 ตัวอย่าง รวมทั้งสิ้น 105 ตัวอย่าง นำมาตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง 131 ชนิด ประกอบด้วย สารป้องกันกำจัดแมลงกลุ่ม organophosphate, carbamate , pyrethroid, endosulfan และสารป้องกันกำจัดโรคพืช โดยสกัดตัวอย่างด้วยวิธีการที่ปรับจากวิธีการของ Steinwandter (1985) นำไปวิเคราะห์สารกลุ่ม pyrethroid และ endosulfan ด้วยเครื่อง GC/ECD ตัวอย่างอีกส่วนหนึ่งสกัดด้วยวิธีการ QuEChERS นำไปตรวจวิเคราะห์สารกลุ่มอื่นๆ ด้วยเครื่อง LC-MS/ MS

#### วิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้าง

- 1.การเตรียมตัวอย่าง เด็ดส่วนใบและก้านอ่อนของกะเพรา บด( chop) ให้ละเอียดด้วยเครื่องผสมอาหาร และชั่งน้ำหนักตามวิธีการที่ตรวจวิเคราะห์
2. การวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่ม pyrethroid และ endosulfan ปรับจากวิธีการของ Steinwandter (1985)
  - ซึ่งตัวอย่างที่บดแล้ว 25 g สกัดด้วย acetone, dichloromethane และ sodium chloride โดยใช้เครื่อง homogenizer กรองสารละลายผ่าน sodium sulfate นำสารละลาย 50 ml ไปลดปริมาตรตัวทำละลายด้วยเครื่องลดปริมาตรชนิด rotary evaporator ที่อุณหภูมิ 40<sup>0</sup> C จนเกือบแห้งแล้วเป่าด้วย แก๊สไนโตรเจนจนแห้ง

ปรับปริมาตรสุดท้ายเป็น 5 ml ด้วย hexane แบ่งมา 2 ml นำไปขจัดสิ่งปนเปื้อนด้วย silica gel 60 ซึ่ง deactivated ด้วยน้ำ 10% น้ำหนัก 1.0 กรัม ซึ่ง pack ใน Bond Elut Reservoir โดย elute ด้วย hexane – dichloromethane (4:1) ตามด้วย hexane – dichloromethane (1:1) นำสารละลายที่ออกจากคอลัมน์นำไปลดปริมาตรด้วยเครื่องระเหยสารละลายที่อุณหภูมิ 40 °C จนเกือบแห้ง แล้วเป่าด้วย แก๊สไนโตรเจนจนแห้ง ปรับปริมาตรด้วย hexane ชนิด PR grade เป็น 2 มิลลิลิตร ถ่ายสารละลายตัวอย่างใส่ vial และนำไปตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่ม pyrethroid และ endosulfan ด้วยเครื่อง GC/ECD

3.การวิเคราะห์สารพิษตกค้างชนิดอื่นนอกเหนือจากกลุ่ม pyrethroid และ endosulfan ปรับจากวิธีการ QuEChERS (Lehotay, 2007)

ซึ่งตัวอย่างที่บดแล้ว 15 กรัมใส่ใน centrifuge tubes ขนาด 50 มล. เติม acetonitrile 15 มล. เขย่าโดยใช้ vortex mixer นาน 1 นาที เติม magnesium sulfate anhydrous (MgSO<sub>4</sub>) 6 กรัม sodium chloride 1 กรัม sodium acetate 1.5 กรัม และ แล้วเขย่าโดยใช้ vortex mixer นาน 1 นาที นำสารละลายที่สกัดได้ไป centrifuge ที่ความเร็วรอบ 3,000 รอบต่อนาที นาน 5 นาที แบ่งสารละลายส่วนใส 8 มล. ใส่ใน centrifuge tubes ขนาด 15 มล. ที่มี MgSO<sub>4</sub> 1200 mg, PSA 400 mg และ C-18 400 mg เขย่าด้วย vortex mixer นาน 30 วินาที นำไป centrifuge ที่ความเร็วรอบ 3,000 รอบต่อนาที นาน 5 นาที ดูดสารละลายใส ใส่ใน vial โดยกรองผ่านตัวกรองขนาด 0.2 ไมครอน นำไปวิเคราะห์สารพิษตกค้างด้วยเครื่อง LC-MS/ MS

ระยะเวลา : ตุลาคม 2555 – กันยายน 2556

สถานที่ดำเนินการ : กลุ่มวิจัยวัตถุพิษการเกษตร สปพ. กรมวิชาการเกษตร

## 8. ผลการทดลองและวิจารณ์

ตารางที่ 1 แสดงจำนวนตัวอย่างมะนาวที่เก็บจากแหล่งปลูก ได้แก่ สมุทรสาคร, นครปฐม กาญจนบุรี, ราชบุรี, พิจิตร, กำแพงเพชร และตาก รวมตัวอย่าง ทั้งหมด 105 ตัวอย่าง จากตารางที่ 2 แสดงชนิดสารทั้งหมด 23 ชนิด ที่พบตกค้าง ในตัวอย่างมะนาว 105 ตัวอย่าง ชนิดสารที่พบบ่อยที่สุดในมะนาว ได้แก่ cypermethrin พบใน 66 ตัวอย่าง ปริมาณ 0.01-5.4 มก./กก. รองลงมาพบ fenvalerate, L-cyhalothrin, bifenthrin, ethion และ carbendazim ตามลำดับ จะเห็นว่าสารที่พบตกค้างในมะนาว 4 อันดับแรกเป็นสารป้องกันกำจัดแมลงในกลุ่มไพรีทรอยด์ รองลงมาเป็น ethion เป็นสารกลุ่ม ออร์กาโนฟอสฟอรัส และลำดับต่อไปคือ carbendazim ที่เป็นสารป้องกันกำจัดโรคพืช พบสารเกินค่า Codex MRLs 3 ชนิด ได้แก่ cypermethrin carbendazim และ fenvalerate พบสารเกินค่า EU MRLs 11 ชนิด ได้แก่ ethion, fenvalerate, profenofos, carbendazim, diazinon, cypermethrin , cyfluthrin, malathion, permethrin, cabaryl, phosalone และพบสารเกิน Japan MRL 2

ชนิด ได้แก่ profenofos และ cypermethrin จะเห็นได้ว่า มีตัวอย่างที่พบสารตกค้าง เกินค่า EU MRL มากกว่า Codex และ Japan เนื่องจากค่า EU MRLs มีค่าต่ำกว่าทั้ง Codex และ Japan (ตารางที่ 4)

จากตารางที่ 3 แสดงชนิดและปริมาณสารตกค้างที่พบจำแนกตามแหล่งปลูกที่เก็บตัวอย่าง จะเห็นว่า มะนาวทั้งหมด 105 ตัวอย่างมีสารพิษตกค้าง 96 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 91.4 ของตัวอย่างทั้งหมด ซึ่งมะนาวจาก สมุทรสาคร พบสารตกค้าง 5 ชนิด สารที่พบบ่อยสุดได้แก่ fenvalerat มะนาวจากนครปฐม พบสารตกค้าง 11 ชนิด สารที่พบบ่อยได้แก่ cypermethrin รองลงมาได้แก่ L-cyhalothrin, bifenthrin และ carbendazim มะนาวจากกาญจนบุรี พบสารตกค้าง 11 ชนิด สารที่พบบ่อย ได้แก่ fenvalerate รองลงมา ได้แก่ cypermethrin, carbendazim และ profenofos มะนาวจากราชบุรี พบสารตกค้าง 10 ชนิด สารที่พบบ่อย ได้แก่ cypermethrin รองลงมา ได้แก่ carbendazim, L-cyhalothrin และ fenvalerate มะนาวจากพิจิตร พบสารตกค้าง 12 ชนิด สารที่พบบ่อย ได้แก่ cypermethrin รองลงมา ได้แก่ L-cyhalothrin, bifenthrin และ fenvalerate มะนาวจาก กำแพงเพชร พบสารตกค้าง 12 ชนิด สารที่พบบ่อยได้แก่ L-cyhalothrin รองลงมา ได้แก่ fenvalerate, cypermethrin และ ethio มะนาวจากตาก พบสารตกค้าง 10 ชนิด สารที่พบบ่อย ได้แก่ cypermethrin จาก การพิจารณาสารตกค้างที่พบ ในตารางที่ 2 และ 3 จะเห็นว่าตัวอย่างมะนาวจากแหล่งปลูกต่างๆ มีแนวโน้มของสาร ตกค้างที่สอดคล้องกัน คือ จะพบสารป้องกันกำจัดแมลง กลุ่มไพรีทรอยด์ ได้แก่ cypermethrin, L-cyhalothrin, fenvalerate และ bifenthrin เป็นส่วนใหญ่ รองลงมาจะพบสารป้องกันกำจัดเชื้อรา ได้แก่ carbendazim แต่ อย่างไรก็ตาม ปริมาณสารตกค้างที่พบมีบางส่วนที่พบสูงเกินค่า Codex MRL ได้แก่ cypermethrin พบตกค้างใน 66 ตัวอย่าง จากมะนาวทั้งหมด 105 ตัวอย่าง และพบสูงเกินค่า Codex MRL จำนวน 11 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 10.5 ของตัวอย่างทั้งหมด ดังนั้นจากข้อมูลสารตกค้างในมะนาวที่เก็บจากแหล่งปลูก ทำให้ทราบได้ว่าเกษตรกรมี การใช้สารป้องกันกำจัดแมลงในกลุ่มไพรีทรอยด์เป็นส่วนใหญ่และรองลงมา คือ carbendazim ซึ่งเป็นสารป้องกัน กำจัดเชื้อรา ถึงแม้จำนวนตัวอย่างที่พบเกินค่า MRL จะไม่มากเหมือนพืชผักชนิดอื่น แต่ก็ไม่อาจละเลยได้ ถ้าเกษตรกร ต้องการปลูกมะนาวในเชิงพาณิชย์ โดยเฉพาะถ้าต้องการส่งออก ก็ควรคำนึงถึงเรื่องสารตกค้าง ในผลผลิตต้องไม่เกิน ค่า MRL

**ตารางที่ 1** การเก็บตัวอย่างมะนาวจากแหล่งปลูก 105 ตัวอย่าง ปี2556

จังหวัด	จำนวนตัวอย่าง
สมุทรสาคร	6
นครปฐม	21
กาญจนบุรี	19

ราชบุรี	8
พิจิตร	26
กำแพงเพชร	21
ตาก	4
<hr/>	
รวม	105
<hr/>	

**ตารางที่ 2** ชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างในมะนาว 105 ตัวอย่าง ปี 2556

ชนิดสาร	ตัวอย่างที่พบ สารตกค้าง	ปริมาณ (มก./กก)	ตัวอย่างมีค่าเกิน MRL		
			Codex	EU	Japan
acetamiprid	8	0.02-0.05	0	0	0
bifenthrin	29	0.01-0.04	0	0	0
carbaryl	1	0.02	0	1	0
carbendazim	25	0.01-1.09	1	11	0
carboxin	2	0.01-0.02	-	-	-
cyfluthrin	5	0.01-0.04	0	2	0
L-cyhalothrin	50	0.01-0.06	0	0	0
cypermethrin	66	0.01-5.4	11	3	3
diazinon	9	0.01-0.06	-	6	0
dimethoate	1	0.01	0	0	0
ethion	27	0.01-2.23	-	21	0
fenazaquin	3	0.01-0.18	-	0	0
fenobucarb	6	0.01-0.35	-	-	0
fenvalerate	59	0.01-0.68	1	19	0
malathion	2	0.05-0.17	0	2	0
metalaxyl	3	0.02	0	0	0
methomyl	3	0.01-0.02	0	0	-
permethrin	15	0.01-0.14	0	2	0
phosalone	1	0.04	-	1	0
pirimiphos-methyl	2	0.01-0.08	-	0	0
profenofos	14	0.02-0.55	-	14	9
pyridaben	4	0.01-0.06	-	0	0
thiacloprid	1	0.02	-	0	-

หมายเหตุ - หมายถึงไม่มีค่า MRL กำหนด

**ตารางที่ 3** ชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างในมะนาว จำแนกตามแหล่งเก็บตัวอย่าง ปี 2556

แหล่งเก็บตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่าง		สารตกค้าง	
	ทั้งหมด	พบสาร(%)	ชนิด (%)	ปริมาณ(มก./กก.)
สมุทรสาคร	6	2 ( 33.3%)	carbendazim (16.7%)	0.63
			fenazaquin (16.7%)	0.07
			fenvalerate (33.3%)	0.01-0.02
			methomyl (16.7%)	0.01
			pirimiphos-methyl (16.7%)	0.08
นครปฐม	21	19 (90.5%)	bifenthrin (38.1%)	0.01
			carbaryl (4.8%)	0.02
			carbendazim (23.8%)	0.03-0.75
			L-cyhalothrin (42.9%)	0.01-0.03
			cypermethrin (61.9%)	0.01-0.91
			ethion (9.5%)	0.05-0.3
			fenazaquin (4.8%)	0.11
			fenobucarb (9.5%)	0.02-0.14
			fenvalerate (19%)	0.01-0.68
			methomyl (4.8%)	0.03
			permethrin (23.8%)	0.01-0.03
กาญจนบุรี	19	18 (94.7%)	bifenthrin (15.8%)	0.01
			carbendazim (21%)	0.01-1.09
			L-cyhalothrin (10.5%)	0.01-0.02
			cypermethrin (42.1%)	0.01-5.41
			dimethoate (5.3%)	0.01
			ethion (5.3%)	0.01
			fenobucarb (5.3%)	0.01
			fenvalerate (52.6%)	0.01
			permethrin (5.3%)	0.01
			profenofos (21%)	0.12-0.55
pyridaben (10.5%)	0.05-0.06			



แหล่งเก็บตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่าง		สารตกค้าง	
	ทั้งหมด	พบสาร(%)	ชนิด (%)	ปริมาณ(มก./กก.)
ราชบุรี	8	8 (100%)	bifenthrin(62.5%)	0.01
			carbendazim (75%)	0.01-0.53
			L-cyhalothrin (75%)	0.02-0.03
			cypermethrin (100%)	0.03-3.09
			ethion (25%)	0.02-0.06
			fenazaquin (12.5%)	0.18
			fenvalerate (62.5%)	0.02-0.05
			permethrin (25%)	0.01-0.02
			profenofos (50%)	0.03-0.04
			pyridaben (25%)	0.01
พิจิตร	26	24 (92.3%)	acetamiprid (30.8%)	0.02-0.05
			bifenthrin (38.5%)	0.01-0.04
			carbendazim (19.2%)	0.01-0.02
			carboxin (7.7%)	0.01-0.02
			cyfluthrin (7.7%)	0.01
			L-cyhalothrin (57.7%)	0.02-0.03
			cypermethrin (73.1%)	0.01-0.52
			diazinon (30.8%)	0.01-0.04
			ethion (53.8%)	0.01-0.84
			fenvalerate (42.3%)	0.03-0.04
			permethrin (15.4%)	0.01
			profenofos (3.8%)	0.06
			กำแพงเพชร	21
carbendazim (9.5%)	0.07-0.43			
L-cyhalothrin (80.9%)	0.01-0.06			
cypermethrin (66.7%)	0.01-0.17			
diazinon (4.8%)	0.06			
ethion (23.8%)	0.23-2.23			
fenobucarb (4.8%)	0.35			

แหล่งเก็บตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่าง		สารตกค้าง	
	ทั้งหมด	พบสาร(%)	ชนิด (%)	ปริมาณ(มก./กก.)
			fenvalerate (76.2%)	0.01-0.04
			metalaxyl (9.5%)	0.02
			phosalone (4.8%)	0.04
			profenofos (14.3%)	0.11-0.54
			thiacloprid (4.8%)	0.02
ตาก	4	4 (100%)	carbendazim (50%)	0.01-0.02
			cyfluthrin (50%)	0.03-0.04
			cypermethrin (75%)	0.46-2.12
			ethion (50%)	0.02-0.17
			fenobucarb (25%)	0.03
			fenvalerate (25%)	0.02
			permethrin (25%)	0.02-0.14
			malathion (25%)	0.17
			metalaxyl (25%)	0.02
			profenofos (25%)	0.16
รวม	105	96		

**ตารางที่ 4** ค่ามาตรฐานสารพิษตกค้าง (ค่า MRLs) ในมะนาวของแต่ละประเทศ

ลำดับ	ชนิดวัตถุมีพิษ	ค่า MRLs		
		Codex	EU	Japan
1	acetamiprid	0.8	1	5
2	bifenthrin	0.05	0.1	1
3	carbaryl	15	0.01	7
4	carbendazim	1	0.07	3
5	carboxin	-	0.05	-
6	cyfluthrin	0.3	0.02	2
7	L-cyhalothrin	0.2	0.2	1
8	cypermethrin	0.3	2	2
9	diazinon	-	0.01	0.1
10	dimethoate	5	0.02	2
11	ethion	-	0.01	5
12	fenazaquin	-	0.5	1
13	fenobucarb	-	-	7
14	fenvalerate	0.2	0.02	2
15	malathion	7	0.02	4
16	metalaxyl	5	0.5	1
17	methomyl	1	0.02	-
18	permethrin	0.5	0.05	5
19	phosalone	-	0.01	1
20	pirimiphos-methyl	-	1	5
21	profenofos	-	0.01	0.05
22	pyridaben	-	0.5	2
23	thiacloprid	-	0.02	-

หมายเหตุ - หมายถึงไม่มีค่ากำหนด

## 9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

ผลการศึกษาชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างในมะนาว ปี 2556 เก็บตัวอย่างจากเกษตรกรในจังหวัดสมุทรสาคร, นครปฐม กาญจนบุรี, ราชบุรี, พิจิตร, กำแพงเพชร และตาก รวมตัวอย่างทั้งหมด 105 ตัวอย่าง มีสารพิษตกค้าง 96 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 91.4 ของตัวอย่างทั้งหมด ชนิดสารที่พบตกค้างในมะนาว 4 อันดับแรกเป็นสารป้องกันกำจัดแมลงในกลุ่มไพรีทรอยด์ ได้แก่ cypermethrin พบใน 66 ตัวอย่าง ปริมาณ 0.01-5.4 มก./กก. รองลงมาคือ fenvalerate, L-cyhalothrin, bifenthrin พบสารเกินค่า Codex MRLs 3 ชนิด ได้แก่ cypermethrin carbendazim และ fenvalerate พบสารเกินค่า EU MRLs 11 ชนิด ได้แก่ ethion, fenvalerate, profenofos, carbendazim, diazinon, cypermethrin, cyfluthrin, malathion, permethrin, cabaryl, phosalone และพบสารเกิน Japan MRL 2 ชนิด ได้แก่ profenofos และ cypermethrin สารตกค้างที่พบในมะนาวจากแต่ละแหล่งปลูกมีแนวโน้มที่สอดคล้องกัน คือ จะพบสารป้องกันกำจัดแมลง cypermethrin, L-cyhalothrin, fenvalerate และ bifenthrin เป็นส่วนใหญ่ รองลงมาจะพบสารป้องกันกำจัดโรคพืช ได้แก่ carbendazim แต่อย่างไรก็ตาม ปริมาณสารตกค้างที่พบมีบางส่วนที่พบสูงเกินค่า MRL ดังนั้นจากข้อมูลสารตกค้างในมะนาวที่เก็บจากแหล่งปลูก ทำให้ทราบได้ว่าเกษตรกรมีการใช้สารป้องกันกำจัดแมลงในกลุ่มไพรีทรอยด์เป็นส่วนใหญ่และรองลงมา คือ carbendazim ซึ่งเป็นสารป้องกันกำจัดโรคพืช ผลจากการทดลองนี้สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลในการแก้ปัญหาสารพิษตกค้างในผลผลิตทางการเกษตรต่อไป ซึ่งชนิดของสารพิษตกค้างที่ตรวจพบเป็นการสะท้อนให้เห็นถึงการใช้สารเคมีในการดูแลผลผลิตทางการเกษตรของเกษตรกร และแสดงให้เห็นถึงปัญหาสารพิษตกค้างถึงแม้จำนวนตัวอย่างที่พบเกินค่า MRL จะไม่มากเหมือนพืชผักชนิดอื่น แต่ก็ไม่อาจละเลยได้ถ้าเกษตรกรต้องการปลูกมะนาวในเชิงพาณิชย์ โดยเฉพาะถ้าต้องการส่งออก ก็ควรคำนึงถึงเรื่องสารตกค้าง ในผลผลิตต้องไม่เกินค่า MRL

## 10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. ใช้เป็นข้อมูลในการแก้ปัญหาสารพิษตกค้างในมะนาวและพืชตระกูลส้มและกำหนดชนิดของสารเพื่อการเฝ้าระวังในพืชตระกูลส้ม
2. ใช้ประกอบการกำหนดค่า MRL (Maximum Residue Limited) ของสารพิษตกค้างในมะนาวและพืชตระกูลส้ม
3. ใช้เป็นข้อมูลในการกำหนดชนิดวัตถุพิษเพื่อศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้างในการทำแปลงทดลองเพื่อกำหนดค่า MRL (Maximum Residue Limited) ของสารพิษตกค้างในพืชตระกูลส้ม

4. เป็นข้อมูลในการกำหนดชนิดของวัตถุอันตรายทางการเกษตร ที่ตรวจวิเคราะห์ในตัวอย่างมะนาวและพืชตระกูลส้ม ก่อนการส่งออก

### เอกสารอ้างอิง

- Codex. 1995. Codex Alimentarius volume 3. Residues of Veterinary Drugs in Food.
- European Communities. 2011. The Rapid Alert System for Food and Feed (RASFF) Annual Report 2010.
- Horwitz, W. 2000. The Potential Use of Quality Control Data to Validate Pesticide Residue Method Performance. In : Principle and Practice of Method Validation. A. Fajgeij and A. Ambrus (eds.), the Royal Society of Chemistry 2000, UK. 305 p.
- Lehotay, S. J. 2007. Determination of Pesticides Residues in Foods by Acetonitrile Extraction and Partitioning with Magnesium sulfate : Collaborative Study. J.AOAC. Int. 90, 485-520.
- Pesticide EU-MRLs Regulation (EC) No 396/2005. [http://ec.europa.eu/sanco\\_pesticides/public/index.cfm](http://ec.europa.eu/sanco_pesticides/public/index.cfm) (May 29, 2011).
- SANCO/12495/2011. Method Validation and Quality Control Procedures for Pesticide Residues Analysis in Food and Feed .
- Steinwandter H. 1985. Universal 5 min on-line Method for Extracting and Isolating Pesticide Residue and Industrial Chemicals. Fresenius Z. Anal. Chem. No. 1155.
- The Japan Food chemical Research Foundation. Positive list System for Agricultural Chemical Residues in Foods. “Maximum Residue Limits (MRLs) List of Agricultural Chemicals in Foods”. <http://www.ffcr.or.jp>. (May 29, 2011).
-