

รายงานผลงานเรื่องเต็มผลการทดลองที่สิ้นสุด ปีงบประมาณ 2555

1. ชุดโครงการวิจัย : วิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
2. โครงการวิจัย : การศึกษาความรุนแรงของผลกระทบและการเฝ้าระวังสารเคมี
ป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่มีพิษร้ายแรงหรือมีความคงทนใน
สภาพแวดล้อม
กิจกรรม : การเฝ้าระวังสารพิษตกค้างในพืชผักผลไม้
กิจกรรมย่อย (ถ้ามี) : การเฝ้าระวังสารพิษตกค้างในผลไม้จากแหล่งจำหน่าย
3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย) : การศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างในไม้ผลตระกูลส้ม
ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) : Pesticide Residues in Citrus fruits
4. คณะผู้ดำเนินงาน
หัวหน้าโครงการวิจัย : นางผกาสินี คล้ายมาลา กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สปผ.
หัวหน้าการทดลอง : นางสมสมัย ปาลกุล กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สปผ.
ผู้ร่วมงาน : นายประชาติปัติย์ พงษ์ภิญโญ กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สปผ.
: นายวิษณุ แจ้งใบ กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สปผ.
: นางสาวปฎิมาภรณ์ สังข์น้อย กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สปผ.

5. บทคัดย่อ

การศึกษาชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างในไม้ผลตระกูลส้ม เป็นการศึกษาเพื่อเฝ้าระวังและติดตามตรวจสอบสารพิษตกค้าง เพื่อให้ทราบสถานการณ์สารพิษตกค้างและนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการกำหนดมาตรการแก้ไขปัญหาสารพิษตกค้างในไม้ผลตระกูลส้มในอนาคตเมื่อได้รับการแจ้งเตือนจากตลาดต่างประเทศและคุ้มครองผู้บริโภคภายในประเทศ โดยสำรวจสุ่มเก็บตัวอย่างจากแหล่งจำหน่ายในภาคเหนือ 5 จังหวัด ภาคตะวันออก 2 จังหวัด ภาคกลาง 8 จังหวัด และภาคใต้ 4 จังหวัด ในปีพ.ศ. 2555 รวมทั้งหมด 225 ตัวอย่าง จำแนกเป็นส้มชนิดต่างๆ จำนวน 124 ตัวอย่างและส้มโอชนิดต่างๆจำนวน 101 ตัวอย่าง นำตัวอย่างมาสกัดโดยวิธีการของ Steiwandter (1985) และวิธีการ QuEChERS, Anastassiades (2003) ตรวจวิเคราะห์ชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างของวัตถุมีพิษกลุ่มต่างๆได้แก่ กลุ่มออร์แกโนฟอสเฟต กลุ่มออร์แกโนคลอรีน กลุ่มคาร์บาเมท กลุ่มไพรีทรอยด์ และอื่นๆ โดยแยกวิเคราะห์ส้ม แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือส้มทั้งผล(เนื้อรวมเปลือก) และ เนื้อส้มอย่างเดียว ผลการวิเคราะห์ส้มทั้งผล (เนื้อรวมเปลือก) จำนวน 124 ตัวอย่าง พบสารพิษตกค้าง ทุกตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 100 ของตัวอย่างที่วิเคราะห์ และจำแนกชนิดสารพิษตกค้างของวัตถุมีพิษในตัวอย่างส้มทั้งผล พบ 30 ชนิด ซึ่งวัตถุมีพิษที่พบส่วนใหญ่ได้แก่ carbendazim carbofuran+3OH cypermethrin chlorpyrifos

ethion profenofos pyridaben formetanate lambda-cyhalothrin malathion carbaryl tetradifon dimethoate methomyl และ omethoate สัมทั้งผลหนึ่งตัวอย่าง พบสารพิษตกค้างของ วัตถุมิพิษตั้งแต่ 1-18 ชนิด ซึ่งตัวอย่างที่พบวัตถุมิพิษจำนวน 7-8 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 15 และพบ วัตถุมิพิษ 14 -18 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 1 ของตัวอย่างที่วิเคราะห์ ปริมาณสารพิษตกค้างของวัตถุมิพิษอยู่ในระดับปลอดภัย คิดเป็นร้อยละ 49 ของตัวอย่างที่วิเคราะห์ และพบสารพิษตกค้างของวัตถุมิพิษเกินค่า ปลอดภัย คิดเป็นร้อยละ 51 ของตัวอย่างที่วิเคราะห์ ได้แก่ carbendazim carbofuran+3OH profenofos ethion formetanate lambda-cyhalothrin diazinon spiromesifen phenthoate triazophos hexaconazole cypermethrin และ parathion methyl สำหรับตรวจ วิเคราะห์เนื้อส้มอย่างเดียว พบสารพิษตกค้างของวัตถุมิพิษเพียง 3 ชนิดเท่านั้นคือ carbendazim dimethoate และ omethoate ปริมาณอยู่ในระดับต่ำกว่าสัมทั้งผล แสดงให้เห็นว่าสารพิษตกค้างส่วนใหญ่ตกค้างอยู่ในส่วนเปลือก ฉะนั้นควรล้างเปลือกส้มก่อนปอกเปลือกรับประทาน ช่วยลดการปนเปื้อน ได้

ส้มโอ วิเคราะห์ทั้งผล (เนื้อรวมเปลือก) จำนวน 101 ตัวอย่างพบสารพิษตกค้างของวัตถุมิพิษ 74 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 75 ของตัวอย่างที่วิเคราะห์ และจำแนกชนิดสารพิษตกค้างของวัตถุมิพิษใน ตัวอย่างส้มโอ พบ 17 ชนิด ซึ่งวัตถุมิพิษที่พบส่วนใหญ่ได้แก่ carbendazim cypermethrin ethion chlorpyrifos formetanate และ profenofos ปริมาณสารพิษตกค้างของวัตถุมิพิษตรวจพบอยู่ใน ระดับปลอดภัยเป็นส่วนใหญ่ คิดเป็นร้อยละ 99 ของตัวอย่างที่วิเคราะห์ และพบสารพิษตกค้างของ carbendazim เกินค่าปลอดภัยเพียง 1 ตัวอย่างเท่านั้น ส้มโอหนึ่งตัวอย่างพบสารพิษตกค้างของ วัตถุมิพิษตั้งแต่ 1-8 ชนิด และตัวอย่างส่วนใหญ่จะพบวัตถุมิพิษ 1 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 37 ของตัวอย่างที่ วิเคราะห์ รองลงมาพบ 2 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 19 ของตัวอย่างที่วิเคราะห์ และตรวจไม่พบวัตถุมิพิษ ร้อย ละ 27 ของตัวอย่างที่วิเคราะห์

6. คำนำ

ส้มและส้มโอเป็นไม้ผลกิ่งเมืองร้อนตระกูลส้ม สามารถปลูกและเจริญเติบโตได้ดีเกือบทุกภาคของ ประเทศไทย ส้มที่ปลูกในพื้นที่ที่มีอากาศเย็นโดยเฉพาะภาคเหนือ จะช่วยให้ผิวของผลส้มมีสีเหลืองเข้ม มากขึ้น ซึ่งมีการปลูกในจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย แพร่ น่าน พะเยา และภาคใต้ปลูกในจังหวัดชุมพร กระบี่ สุราษฎร์ธานี สงขลา และยะลา เป็นส่วนใหญ่ สำหรับส้มโอ มีการปลูกมากในจังหวัดเชียงราย พิจิตร ชัยนาท สมุทรสงคราม ปราจีนบุรี นครนายก นครปฐม ชุมพร นครศรีธรรมราช สงขลา ฯลฯ เนื่องจากส้มและส้มโอเป็นผลไม้ที่มีรสเปรี้ยวอมหวาน มีคุณค่าทางอาหารสูง คนไทยนิยมบริโภคกันทั่วไป ฉะนั้นเกษตรกรจึงต้องผลิตส้มและส้มโอพันธุ์ต่างๆให้ได้ตามความต้องการของตลาดเพื่อบริโภค ภายในประเทศแล้ว ยังสามารถส่งออกไปจำหน่ายต่างประเทศปีละหลายสิบล้านบาท โดยมีตลาดส่วนใหญ่อยู่ในทวีปเอเชีย เช่น มาเลเซีย สิงคโปร์ ฮองกง อินโดนีเซีย กัมพูชา, ประเทศในยุโรป, ประเทศทาง ตะวันออกกลาง

การผลิตส้มและส้มโอ นั้น มีปัญหาเรื่องโรค แมลง และศัตรูพืชหลายชนิดเข้าทำลาย เกิดความเสียหาย ทำให้ผลผลิตลดลง และคุณภาพไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคและตลาดผู้รับซื้อ ดังนั้นการผลิตให้ได้คุณภาพดีและเพิ่มปริมาณผลผลิต ให้ได้ตามความต้องการของตลาดนั้น มีความจำเป็นต้องใช้วัตภูมิพืช เพื่อป้องกันกำจัดโรคแมลงและศัตรูพืช ซึ่งเกษตรกรจะต้องมีความรู้ความเข้าใจการใช้สารเคมีอย่างเหมาะสม ถูกต้องตรงตามฉลากและปลอดภัย เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาสารพิษตกค้างในผลผลิต ซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งส่งผลกระทบต่อสุขภาพของเกษตรกรผู้ใช้ ผู้บริโภค และการส่งออกไปจำหน่ายต่างประเทศ ตลอดจนส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม ตกค้างในดิน และปนเปื้อนในแหล่งน้ำ

ฉะนั้นการศึกษาชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างในไม้ผลตระกูลส้ม เพื่อให้ได้ข้อมูลพื้นฐานด้านสารพิษตกค้างในส้มและส้มโอ จากการใช้สารเคมีของเกษตรกร จึงจำเป็นต้องสุ่มเก็บตัวอย่างส้มและส้มโอชนิดต่างๆจากแหล่งจำหน่ายภาคต่างๆของประเทศไทย เพื่อให้ได้ข้อมูลดังกล่าวนำไปประกอบการศึกษาความรุนแรงของผลกระทบและการเฝ้าระวังสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่มีพิษร้ายแรง หรือมีความคงทนในสภาพแวดล้อมต่อไป

7. วิธีดำเนินการ

7.1 อุปกรณ์

7.1.1. สารเคมีชนิดต่างๆ ได้แก่ acetone AR grade ,dichloromethane AR grade ,ethyl acetate PR grade, acetonitrile PR grade, hexane PR grade, sodium chloride (NaCl), sodium sulfate (Na_2SO_4) anhydrous, primary secondary amine (PSA), silicagel , magnesium sulfate anhydrous (MgSO_4), tri sodium citrate, di sodium hydrogen citrate 1,5 hydrate, Graphitized carbon black(GCB), formic acid

7.1.2. สารมาตรฐานวัตภูมิพืชชนิดต่างๆ (Pesticide Standards) มีความบริสุทธิ์ 81- 99 %

7.1.3. เครื่องแก้วชนิดต่างๆ ได้แก่ บีกเกอร์ (beaker) กระบอกตวง (cylinder) กรวยแก้ว (funnel)ขวดแก้วก้นกลม (round bottom flask) ปิเปต (pipette) ขวดปรับปริมาตร (volumetric flask) ขวดตัวอย่าง (vial) ขวดมีฝาปิด(erlenmeyer flask) ขวดแก้ว (duran) หลอดหมุนเหวี่ยง (centrifuge tube)

7.1.4. เครื่องมือชนิดต่างๆ เช่น เครื่องบดตัวอย่าง เครื่องสกัดตัวอย่าง(ultra turrax) เครื่องลดปริมาตรสารละลาย เครื่องชั่งชนิดละเอียด 2, 4 และ 5 ตำแหน่ง เครื่องตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างของวัตภูมิพืชชนิด GC-MS, LC-MS/MS, GC –FPD/ECD, HPLC-postcolumn

7.2 วิธีการ

7.2.1 ส้มชนิดต่างๆตัวอย่างละ 12 ผล หรือน้ำหนักไม่น้อยกว่า 2 กิโลกรัม และส้มโอชนิดต่างๆตัวอย่างละ 5 ผล จากแหล่งจำหน่ายทุกภาคของประเทศไทยดังนี้

ภาคเหนือ ได้แก่ เชียงราย เชียงใหม่ สุโขทัย พิษณุโลก

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ ระยอง จันทบุรี

ภาคกลาง ได้แก่ นครนายก ปราจีนบุรี ปทุมธานี นครปฐม ราชบุรี สมุทรสงคราม ชัยนาท
กรุงเทพมหานคร กาญจนบุรี นนทบุรี

ภาคใต้ ได้แก่ สงขลา ชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช

7.2.2 การเตรียมตัวอย่าง

7.2.2.1 ตัวอย่างส้ม แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ วิเคราะห์ส้มทั้งผล (เปลือกรวมเนื้อ) และเนื้อส้มอย่างเดียว

7.2.2.2 ตัวอย่างส้มโอ วิเคราะห์ส้มโอทั้งผล (เปลือกรวมเนื้อ)

7.2.3. การสกัดตัวอย่าง แบ่งออกเป็น 2 วิธี

วิธีการที่1 ดัดแปลงจากวิธีวิเคราะห์รวม ของ Steinwandter (1985) ซึ่งตัวอย่างส้ม/ส้มโอ 25 กรัม ใส่ในขวดแก้ว สกัดด้วย acetone AR grade 50 มิลลิลิตร sodium chloride 8 กรัม และ dichloromethane AR grade 40 มิลลิลิตร ปั่นที่ความเร็วสูงนาน 1 นาที เทสารละลายลงในขวดที่มีฝาปิด และเติม sodium sulfate 1 ซ้อนโต๊ะ คนให้เข้ากัน ปิดฝา ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที แล้วกรองสารละลายผ่าน sodium sulfate 50 มิลลิลิตรลงในขวดก้นกลมขนาด 250 มิลลิลิตร นำไปลดปริมาตรสารละลายโดยใช้เครื่อง Rotary evaporator อุณหภูมิ water bath 40 องศาเซลเซียส ลดปริมาตรจนแห้งพอดี และปรับปริมาตรด้วย ethyl acetate PR grade 5 มิลลิลิตร แบ่งสารละลายเพื่อวิเคราะห์ชนิดและปริมาณของวัตถุพิษด้วยเครื่อง GC-FPD และ GC-MS และแบ่งสารละลายผ่านขั้นตอนการกำจัดสารปนเปื้อนเพื่อนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC-ECD และ HPLC-postcolumn

วิธีการที่2 จากวิธีการ QuEChERS, Anastassiades(2003) ซึ่งตัวอย่างส้ม/ส้มโอ 10 กรัมใส่ใน centrifuge tube เติม acetonitrile 10 มิลลิลิตร เขย่าด้วยมือนาน 1 นาที และเติม tri sodium citratedihydrate 1 กรัม, di sodium hydrogen citrate 1,5 hydrate 0.5 กรัม, magnesium sulfate 4 กรัมและ sodium chloride 1 กรัม เขย่าด้วย Vortex mixture 1 นาที นำไป centrifuge นาน 5 นาที แบ่งสารละลายส่วนใสมา 5 มิลลิลิตร ใส่ใน centrifuge tube ขนาด 15 มิลลิลิตรกำจัดสิ่งปนเปื้อนด้วย PSA 0.125 กรัม และ MgSO₄ 0.75 กรัม GCB 0.05 กรัม ปิดฝาและเขย่าทันทีด้วย Vortex mixture 1 นาที นำไป centrifuge นาน 5 นาที แบ่งสารละลายส่วนใสมา 1 มิลลิลิตรใส่ขวด vial และเติม 5%Formic acid 10 ไมโครลิตรกรองผ่าน PTFE Syringe Filters ขนาด 0.2 ไมครอน นำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง LC-MS/MS

7.2.4. การเตรียมสารมาตรฐานวัตถุพิษ

เตรียมสารมาตรฐานวัตถุพิษชนิดต่างๆมีความบริสุทธิ์ 81-99% ละลายด้วยสารละลายที่เหมาะสม ระดับความเข้มข้น 1000 ppm (1มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) เป็น stock standard solution และเจือจาง stock solution ลง 10 เท่าด้วย สารละลายที่เหมาะสม ได้สารละลายความเข้มข้นระดับ 100

ppm (100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) เป็น intermediate standard solution และ เตรียมสารมาตรฐาน
 วัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบระดับความเข้มข้นที่ใช้งานตามความเหมาะสมของเครื่องวิเคราะห์ชนิดนี้

7.2.5. การวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้างด้วยเครื่อง gas chromatograph

การทำงานของเครื่อง GC ปรับสภาวะการทำงานดังนี้

-GC-ECD

Column : capillary column DB-1 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.32 มิลลิเมตร ยาว 30 เมตร
 ความหนาของฟิล์ม 0.25 ไมโครเมตร

Temperature: oven 80°C (1 min) ;15°C/min to 180°C(4 min) ;23°C/min to
 250°C(20.3min) Run time : 35 min

Injector: splitless mode: 250°C Detector: 300°C

Carrier gas: He 1.7 ml/min makeup gas: N₂ = 60ml/min

-GC-FPD

Column : capillary column DB-5.62 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางยาว0.32 มิลลิเมตรยาว 30 เมตร
 ความหนาของฟิล์ม 0.25 ไมโครเมตร

Temperature: oven 80°C (1 min) ;15°C/min to 180°C(4min) ;23°C/min to
 250°C(20.3min) Run time : 35 min

Injector: splitless mode: 250°C Detector: 250°C

Carrier gas: He 2 ml/min H₂ =150 ml/min Air=110ml/min
 makeup gas: N₂=60ml/min

-GC-MSD

Column : capillary column DB-5MS ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.32 มิลลิเมตร ยาว 30 เมตร
 ความหนาของฟิล์ม 0.25 ไมโครเมตร

Temperature: oven 50°C (1 min) ;25°C/min to 125°C(0min) ;10°C/min to
 300°C(10min) Run time : 31.5 min

Injector: splitless mode: 250°C

Detector: 5973N mass selective detector (scan mode)

Carrier gas: He ที่ความดันคงที่

การทำงานของเครื่อง HPLC ปรับสภาวะการทำงานดังนี้

-HPLC – postcolumn

Column: Lichrosphere60 RP-Select B (5µm) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4.0 มิลลิเมตร
 ยาว 250 มิลลิเมตร

Column flow : 0.8 ml/min Run time: 15min

Detector: Fluorescence

Injection volume: 20 ไมโครลิตร

Solvent A : water 92%

Solvent B : MeOH 3%

Solvent C : ACN 5%

การทำงานของเครื่อง LC-MS/MS ปรับสภาวะการทำงานดังนี้

Column: Kinetex XB-C18 100A (2.6 μ m) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.1 มิลลิเมตร

ยาว 100 มิลลิเมตร

Column flow : 0.3 ml/min Run time: 15 min

Detector: MS QQQ

Injection volume: 5 ไมโครลิตร

Solvent A : 5mM AF 0.01% Formic acid 80%

Solvent B : ACN 20%

7.3 ระยะเวลาและสถานที่ ระยะเวลา(เริ่มต้น-สิ้นสุด): ตุลาคม 2554 – กันยายน 2555

สถานที่ดำเนินการ: ห้องปฏิบัติการกลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สปผ.

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการสำรวจเก็บตัวอย่างไม้ผลตระกูลส้มจากแหล่งจำหน่ายในภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียง ภาคตะวันออก ภาคกลาง และภาคใต้ ในปี พ.ศ. 2555 จำนวน 225 ตัวอย่างได้แก่ ส้ม จำนวน 124 ตัวอย่าง และ ส้มโอ จำนวน 101 ตัวอย่าง (ตารางที่1) ตรวจวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างของวัตถุมีพิษ กลุ่มออร์แกโนฟอสเฟต ออร์แกโนคลอรีน กลุ่มไพรีทรอยด์ กลุ่มคาร์บาเมท และอื่นๆพบสารตกค้างของวัตถุมีพิษ จำนวน 174 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 77 ของตัวอย่างทั้งหมด

ส้มชนิดต่างๆได้แก่ ส้มเขียวหวาน ส้มสายน้ำผึ้ง และส้มโชกุน จำนวน 124 ตัวอย่าง โดยแยกวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วนคือวิเคราะห์ส้มทั้งผล (เนื้อรวมเปลือก) และวิเคราะห์เนื้อส้มอย่างเดียว ปรากฏผลวิเคราะห์ส้มทั้งผล พบสารพิษตกค้างของวัตถุมีพิษทุกตัวอย่าง ปริมาณสารพิษตกค้างอยู่ในระดับปลอดภัยร้อยละ 49 ของตัวอย่างที่วิเคราะห์ และจำแนกชนิดสารพิษตกค้างของวัตถุมีพิษในตัวอย่างได้ 30 ชนิด ซึ่งวัตถุมีพิษที่พบมาก 6 อันดับแรกคือ carbendazim, carbofuran, cypermethrin, chlorpyrifos, ethion และ profenofos ร้อยละ 81, 81, 68, 68, 57 และ 54 ตามลำดับ ถึงแม้ว่าจะพบสารพิษตกค้างของ cypermethrin และ chlorpyrifos ในส้มมากกว่าร้อยละ 50 แต่ปริมาณสารพิษตกค้างอยู่ในระดับปลอดภัย และพบว่าสารพิษตกค้างของ profenofos เกินค่าปลอดภัยมากที่สุด ร้อยละ 34 และรองลงคือ ethion, diazinon และ carbendazim ร้อยละ 16, 13 และ 12 ตามลำดับ สำหรับวัตถุมีพิษที่กรมวิชาการเกษตรประกาศห้ามใช้ในประเทศไทยแล้วนั้นคือ parathion-methyl ยังคงตรวจพบร้อยละ 2 และถือว่าเกินค่าปลอดภัย (ตารางที่2) จากการวิเคราะห์ชนิดของวัตถุมีพิษในหนึ่งตัวอย่าง

จะตรวจพบสารพิษตกค้างของวัฏภูมิพิษจำนวนมากบ้างน้อยบ้างแตกต่างกันไป ตั้งแต่ 1-18 ชนิด ซึ่งจะพบวัฏภูมิพิษในหนึ่งตัวอย่าง 7- 8 ชนิด ร้อยละ 15 และพบวัฏภูมิพิษในหนึ่งตัวอย่าง 14-18 ชนิด ร้อยละ 1 (ตารางที่3) สำหรับผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสอย่างเดียว พบสารพิษตกค้างของวัฏภูมิพิษ 3 ชนิด ได้แก่ carbendazim, dimethoate และ omethoate ปริมาณสารพิษตกค้างอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับสารพิษตกค้างในสัมผัสทั้งผล (ตารางที่ 4) เมื่อจำแนกจังหวัดที่สุ่มเก็บตัวอย่างสัมพบว่า ตัวอย่างสัมผัสทั้งผลจากทุกจังหวัดตรวจพบสารพิษตกค้างทุกตัวอย่าง นอกจากนี้ตัวอย่างในจังหวัดระยอง กาญจนบุรี นนทบุรี ชุมพร นครศรีธรรมราช และ สงขลา พบปริมาณสารพิษตกค้างอยู่ในระดับปลอดภัย และตัวอย่างในจังหวัดอื่นๆ จะพบปริมาณสารพิษตกค้างสูงเกินค่าปลอดภัย ร้อยละ1-19 ของตัวอย่าง ทั้งหมด (ตารางที่5)

สัมผัสชนิดต่างๆได้แก่ ทองดี ขาวแตงกวา ขาวน้ำผึ้ง ขาวใหญ่ ท่าช้อย หับทิมสยาม และหอม หาดใหญ่ จำนวน 101 ตัวอย่าง ตรวจวิเคราะห์สัมผัสทั้งผล (เนื้อรวมเปลือก) พบสารพิษตกค้างของ วัฏภูมิพิษ 74 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ75 ของตัวอย่างที่วิเคราะห์ ปริมาณสารพิษตกค้างของวัฏภูมิพิษอยู่ในระดับปลอดภัยร้อยละ 99 ของตัวอย่างที่วิเคราะห์ และพบปริมาณ carbendazim สูงเกินค่าปลอดภัย เพียง 1 ตัวอย่าง และจำแนกชนิดของสารพิษตกค้างของวัฏภูมิพิษพบ 17 ชนิด วัฏภูมิพิษที่พบมาก 4 อันดับแรกได้แก่ carbendazim, cypermethrin, ethion และ chlorpyrifos ร้อยละ 37, 35, 22 และ 19 ตามลำดับ นอกจากนี้วัฏภูมิพิษชนิดอื่นๆ พบอยู่ในระดับต่ำกว่าร้อยละ 8 (ตารางที่6) จากการจำแนก ชนิดของวัฏภูมิพิษตกค้างในหนึ่งตัวอย่างพบตั้งแต่ 1- 8 ชนิด และสัมผัสส่วนใหญ่จะมีวัฏภูมิพิษตกค้าง 1 และ2 ชนิด ร้อยละ 37และ 19 ตามลำดับ (ตารางที่ 7) เมื่อจำแนกแยกจังหวัดที่สุ่มเก็บตัวอย่างจาก 13 จังหวัด ตรวจพบสารพิษตกค้างในระดับปลอดภัยเป็นส่วนใหญ่ ยกเว้นปราจีนบุรี พบปริมาณสารพิษ ตกค้างสูงเกินค่าปลอดภัย 1 ตัวอย่างเท่านั้น (ตารางที่ 8)

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างของวัฏภูมิพิษในไม้ผลตระกูลส้ม พบว่าเกษตรกรมีการใช้วัฏภูมิพิษในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชมากทั้งชนิดและปริมาณ บางครั้งอาจใช้เกินความจำเป็นและขาดความระมัดระวังส่งผลกระทบต่อวัฏภูมิพิษตกค้างในผลผลิต ซึ่งจากการวิเคราะห์สัมผัสต่างๆ ตรวจพบสารพิษตกค้างในตัวอย่างสัมผัสทั้งผลทุกตัวอย่าง และมีปริมาณเกินค่าปลอดภัยร้อยละ 51 สำหรับเนื้อสัมผัส วิเคราะห์พบสารพิษตกค้างของวัฏภูมิพิษปริมาณค่อนข้างต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับสัมผัสทั้งผล แสดงให้เห็นว่าสารพิษตกค้างของวัฏภูมิพิษส่วนใหญ่ตกค้างอยู่ในเปลือกส้มเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นการบริโภคส้มให้ปลอดภัยยิ่งขึ้น ควรทำความสะอาดเปลือกภายนอกก่อนปอกเปลือกรับประทาน ช่วยลดการปนเปื้อนได้ สำหรับสัมผัสตรวจพบสารพิษตกค้างร้อยละ75 ปริมาณสารพิษตกค้างอยู่ในระดับปลอดภัยร้อยละ99 เป็นการชี้ให้เห็นว่า สัมโอเป็นพืชหนึ่งที่มีศักยภาพ สามารถขยายตลาดส่งออกเพิ่มต่อไปได้ ไม่มีปัญหาด้านสารพิษตกค้าง จากการตรวจพบสารพิษตกค้างของ profenofos และ ethion ในไม้ผลตระกูลส้ม บ่อยครั้ง และมีปริมาณเกินค่าปลอดภัยจำนวนมากนั้น เกษตรกรควรระมัดระวังหรือหลีกเลี่ยงการใช้วัฏภูมิพิษทั้ง 2 ชนิด ฉีดพ่นในไม้ผลตระกูลส้มในระยะก่อนเก็บเกี่ยว เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาสารตกค้างของ

วัตถุพิษในผลผลิตและปลอดภัยต่อผู้ใช้ ผู้บริโภค และลดปัญหาการส่งออกไปจำหน่ายต่างประเทศ นอกจากนี้ สัมยังคงมีการตรวจพบวัตถุพิษที่ทางราชการประกาศห้ามใช้แล้วคือ parathion-methyl ดังนั้นกรมวิชาการเกษตรควรเพิ่มความเข้มงวด มาตรการบังคับใช้วัตถุพิษทางการเกษตรโดยเคร่งครัด และเผยแพร่การใช้วัตถุพิษอย่างถูกต้องเหมาะสมและปลอดภัย เพื่อให้เกิดความเป็นอยู่ที่ดีของผู้ใช้ ผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อม

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

- 10.1 ข้อมูลพื้นฐานด้านสารพิษตกค้างของวัตถุพิษในไม้ผลตระกูลส้มนี้นำไปใช้เป็นแนวทางแก้ปัญหาสารพิษตกค้างและกำหนดมาตรการแก้ไขปัญหาการส่งออก เมื่อได้รับการแจ้งเตือนจากตลาดต่างประเทศ
- 10.2 ได้ทราบสถานการณ์สารพิษตกค้างในไม้ผลตระกูลส้มซึ่งเป็นพืชที่มีศักยภาพขยายการผลิต เพื่อสร้างตลาดส่งออกเพิ่มขึ้นในอนาคต
- 10.3 ข้อมูลนี้สามารถนำไปใช้เผยแพร่ให้แก่ เจ้าหน้าที่ผู้เกี่ยวข้อง เกษตรกรและประชาชนทั่วไป ทราบถึงผลกระทบจากการใช้วัตถุพิษอย่างไม่ถูกต้องและไม่เหมาะสมนั้น ก่อให้เกิดปัญหาสารพิษตกค้างซึ่งมีผลเสียต่อสุขภาพอนามัยของเกษตรกร ผู้ใช้ ผู้บริโภคภายในประเทศและสิ่งแวดล้อม และส่งผลกระทบต่อการส่งออกไปจำหน่ายต่างประเทศ
- 10.4 นำข้อมูลการตรวจวิเคราะห์พบวัตถุพิษที่ทางราชการประกาศห้ามใช้แล้ว เสนอกรมวิชาการเกษตร เพื่อพิจารณาตรวจสอบการจำหน่ายวัตถุพิษทางการเกษตรในร้านค้ารวมถึงการลักลอบนำเข้าโดยผิดกฎหมายอย่างเคร่งครัด

11. คำขอขอบคุณ(ถ้ามี)

12. เอกสารอ้างอิง

- นิรนาม, 2551 . มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ มก.อช.9002-2547, สารพิษตกค้าง : ปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
- Anonymous, 2012. Codex Alimentarius commission, List of Maximum Residue Limits for Pesticide Residues in Food and Animal Feeds.
- Anonymous, 2006. Maximum Residue Limits Under Positive List System Food Sanitation Law: Japan
- Anonymous, 2010. EU Pesticide Data base Residue
- M. Anastassiades, S. J. Lehotay, D.Stajnbaher, F.J. Schenck., 2003. Fast and Easy Multiresidue Method Employing Acetonitrile Extraction/Partitioning and “Dispersive Solid-Phase Extraction” for the Determination of Pesticide Residues in Produce, J. AOAC Int., 86, 412-431.
- C D S Tomlin, 2006. The Pesticide Manual. Fourteenth Edition.

H. Steinwandter. 1985. Universal 5 Min on - line Method for Extracting and Isolating Pesticide Residues and Industrial Chemicals. Fresenius Z. Anal. Chem. 322, 752 – 754.

12. ภาคผนวก

ตารางที่ 1 จำแนกจำนวนตัวอย่างไม้ผลตระกูลส้มจากแหล่งจำหน่าย ปี 2555

แหล่งจำหน่าย	ส้มเขียวหวาน	ส้มโอ	รวม
ภาคเหนือ	76	25	101
ภาคตะวันออก	4	-	4
ภาคกลาง	32	65	97
ภาคใต้	12	11	23
รวม	124	101	225

ตารางที่ 2 ชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างของวัตถุมีพิษในส้มชนิดต่างๆ จำนวน 124 ตัวอย่าง

ลำดับ ที่	ชนิด	ตัวอย่างที่พบ		ปริมาณสารพิษตกค้าง (มก./กก.)	ตัวอย่างเกินค่า ปลอดภัย	
		จำนวน	ร้อยละ		จำนวน	ร้อยละ
1	carbendazim	100	81	0.01 – 3.14	12**	10
2	carbofuran+3OH	100	81	0.01 – 0.89	3**	2
3	cypermethrin	84	68	0.01 – 2.19	1*	1
4	chlorpyrifos	84	68	0.01 – 0.79	-	-
5	ethion	71	57	0.01 – 2.76	16*	13
6	profenofos	67	54	0.04 – 1.82	42*	34
7	pyridaben	42	34	0.01 – 0.11	-	-
8	formetanate	41	33	0.01 – 0.13	3****	2
9	lambda cyhalothrin	38	31	0.01 – 1.65	2*	2
10	malathion	29	23	0.01 – 0.59	-	-
11	carbaryl	27	22	0.01 – 0.80	-	-
12	tetradifon	24	19	0.02 – 0.63	-	-

13	dimethoate + omethoate	21	17	0.03 – 2.55	-	-
14	metalaxyl	21	17	0.01 – 0.11	-	-
15	methomyl	20	16	0.01 – 0.22	-	-
16	diazinon	18	15	0.01 – 0.49	13*	10
17	prochloraz	13	10	0.01 – 0.36	-	-
18	spiromesifen	9	7	0.01 – 0.09	5****	4
19	fenazaquin	9	7	0.01 – 0.11	-	-
20	fenobucarb	6	5	0.01 – 0.27	-	-
21	hexythiazox	6	5	0.01 – 0.04	-	-
22	acetamiprid	5	4	0.01 – 0.23	-	-

ตารางที่ 2 (ต่อ) ชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างของวัตถุมีพิษในส้มชนิดต่างๆ จำนวน 124 ตัวอย่าง

ลำดับที่	ชนิด	ตัวอย่างที่พบ		ปริมาณสารพิษตกค้าง (มก./กก.)	ตัวอย่างเกินค่าปลอดภัย	
		จำนวน	ร้อยละ		จำนวน	ร้อยละ
23	triazophos	5	4	0.01 – 0.90	3*	2
24	isazofos	5	4	0.02 – 1.12	-	-
25	phenthoate	4	3	0.04 – 0.26	1***	1
26	hexaconazole	4	3	0.03 – 0.06	4****	3
27	acephate	3	2	0.01 – 0.49	-	-
28	parathion methyl	3	2	0.01 – 0.05	3*	2
29	fenitrothion	2	2	0.01 – 0.32	-	-
30	pirimiphos methyl	2	2	0.03 – 0.05	-	-

* พิจารณาค่าปลอดภัยประเทศไทย

** พิจารณาค่าปลอดภัยCodex

*** พิจารณาค่าปลอดภัยJapan

**** พิจารณาค่าปลอดภัยEU

ตารางที่ 3 จำนวนชนิดวัตถุมีพิษที่พบในส้มหนึ่งตัวอย่าง

จำนวนชนิดวัตถุมีพิษที่พบ ในหนึ่งตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่างที่พบ สารพิษตกค้าง	คิดเป็นร้อยละ ของตัวอย่างที่วิเคราะห์
---	------------------------------------	--

1	5	4
2	4	3
3	10	8
4	9	7
5	16	13
6	10	8
7	19	15
8	19	15
9	10	13
10	4	3
11	3	2
12	5	4
13	6	5
14	1	1
15	1	1
16	1	1
17	1	1
18	1	1

ตารางที่ 4 ชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างในเนื้อส้มจำนวน 124 ตัวอย่าง

ลำดับ	ชนิด	ตัวอย่างที่พบ		ปริมาณ	ตัวอย่างเกินค่า ปลอดภัย	
		จำนวน	ร้อยละ		จำนวน	ร้อยละ
1	carbendazim	82	66	0.02-0.63	-	-
2	dimethoate+omethoate	11	9	0.01-0.39	-	-

หมายเหตุ - ไม่มีค่าปลอดภัยกำหนดในเนื้อส้ม

ตารางที่ 5 แหล่งจำหน่ายที่เก็บตัวอย่างส้มชนิดต่างๆจำนวน 124 ตัวอย่าง

แหล่งจำหน่าย ภาค/จังหวัด	จำนวน ตัวอย่างที่ วิเคราะห์	ตัวอย่างที่พบ		ตัวอย่างเกินค่า ปลอดภัย	
		จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ภาคเหนือ (76) เชียงราย	25	25	100	15	12

	เชียงใหม่	38	38	100	24	19
	สุโขทัย	2	2	100	1	1
	พิษณุโลก	8	8	100	6	5
	กำแพงเพชร	3	3	100	2	2
ภาคตะวันออก (4)	จันทบุรี	2	2	100	1	1
	ระยอง	2	2	100	-	-
ภาคกลาง (32)	สมุทรสงคราม	3	3	100	1	1
	ชัยนาท	2	2	100	2	2
	กรุงเทพมหานคร	3	3	100	2	2
	นครปฐม	5	5	100	2	2
	กาญจนบุรี	2	2	100	-	-
	นนทบุรี	1	1	100	-	-
	ปทุมธานี	6	6	100	3	2
ภาคใต้ (12)	ราชบุรี	10	10	100	4	3
	ชุมพร	3	3	100	-	-
	สุราษฎร์ธานี	4	4	100	1	1
	นครศรีธรรมราช	1	1	100	-	-
	สงขลา	4	4	100	-	-

ตารางที่ 6 ชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างของวัตถุดิบพืชในส้มโอชนิดต่างๆ จำนวน 101 ตัวอย่าง

ลำดับ ที่	ชนิด	ตัวอย่างที่พบ		ปริมาณสารพิษตกค้าง (มก./กก.)	ตัวอย่างเกินค่า ปลอดภัย	
		จำนวน	ร้อยละ		จำนวน	ร้อยละ
1	carbendazim	37	37	0.01 - 1.04	1	1
2	cypermethrin	35	35	0.01 - 0.33	-	-
3	ethion	22	22	0.01 - 0.40	-	-
4	chlorpyrifos	19	19	0.01 - 0.07	-	-

5	formetanate	8	8	0.01 - 0.03	-	-
6	profenofos	6	6	0.02 - 0.09	-	-
7	carbofuran+3OH	6	6	0.01 - 0.03	-	-
8	dimethoate+omethoate	6	6	0.02 - 0.19	-	-
9	methidathion	3	3	0.02 - 0.04	-	-
10	carbaryl	3	3	0.02 - 0.58	-	-
11	phenthoate	2	2	0.03 - 0.04	-	-
12	malathion	2	2	0.01	-	-
13	phosalone	2	2	0.22 - 0.23	-	-
14	lambda cyhalothrin	1	1	0.01	-	-
15	tetradifon	1	1	0.04	-	-
16	EPN	1	1	0.24	-	-
17	pirimiphos- methyl	1	1	0.02	-	-

ตารางที่ 7 จำแนกจำนวนชนิดของสารพิษตกค้างที่พบในแต่ละตัวอย่าง

จำนวนชนิดของสารที่พบ (ใน 1 ตัวอย่าง)	จำนวนตัวอย่างที่พบ	คิดเป็นร้อยละของตัวอย่างที่วิเคราะห์
1	37	37
2	19	19
3	6	6
4	5	5
5	3	3
6	2	2
7	1	1
8	1	1

ตารางที่ 8 แหล่งจำหน่ายที่เก็บตัวอย่างส้มโออนิตต่างๆเพื่อตรวจวิเคราะห์สารพิษค้าง

แหล่งจำหน่าย ภาค/จังหวัด	จำนวน ตัวอย่างที่	จำนวนตัวอย่างที่พบ สารพิษตกค้าง	ตัวอย่างเกินค่าปลอดภัย
-----------------------------	----------------------	------------------------------------	------------------------

		วิเคราะห์	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ภาคเหนือ (25)	เชียงใหม่	5	4	80	-	-
	พิษณุโลก	6	3	50	-	-
	พิจิตร	14	12	86	-	-
ภาคกลาง (65)	ชัยนาท	18	18	100	-	-
	นครนายก	5	4	80	-	-
	ปราจีนบุรี	12	9	75	1	1
	สมุทรสงคราม	20	10	50	-	-
	นครปฐม	7	5	71	-	-
	ราชบุรี	2	2	100	-	-
	นนทบุรี	1	1	100	-	-
	ภาคใต้ (11)	นครศรีธรรมราช	8	4	50	-
	สงขลา	3	2	67	-	-

ตารางที่ 9 ค่าปลอดภัยในไม้ผลตระกูลส้มจากประเทศต่างๆ

ชนิดของวัตถุมีพิษ	ค่าปลอดภัย			
	ประเทศไทย (มก.อช.)	Codex	Japan	EU
cypermethrin	2	2	2	2
chlorpyrifos	1*,2*	1	1	0.3
ethion	1	-	5	0.01
profenofos	0.1	-	0.05	0.05
carbofuran+3OH	0.1	0.5	0.3	0.5
tetradifon	-	-	3	2
pyridaben	-	-	2	0.5
malathion	7	7	4	0.02
carbaryl	15	15	7	0.05
dimethoate+omethoate	5	5	2	0.02
lambda cyhalothrin	0.1*,0.5*	0.2*	1	0.2
methidathion	0.5	2	5	5
fenobucarb	-	-	7	-
diazinon	-	0.1*,0.3*	0.1	0.01

carbendazim	-	1	1	3
methomyl	1	1	-	0.02
ชนิดของวัตถุมีพิษ	ค่าปลอดภัย			
	ประเทศไทย (มก.อช.)	Codex	Japan	EU
fenitrothion	-	0.5*	2	0.01
metalaxyl	5	5	1	0.5
acephate	-	7	5	0.02
triazophos	0.2*	0.2*, 0.05*	0.02	0.01
parathion methyl	0	0.2*,0.3*	0.2	0.02
formetanate	-	-	-	0.05
prochloraz	-	10	10	10
pirimiphos methyl	-	-	5	-
phenthoate	-	-	0.1	-
acetamiprid	-	10	5	1
phosalone	1	2*	1	0.05
hexaconazole	-	-	0.02	0.02
Isazofos	-	-	-	-
hexythiazox	-	0.5	1	2
fenazaquin	-	-	-	0.5

* กำหนดในผลไม้ชนิดอื่น - ไม่มีค่าปลอดภัยกำหนดไว้

ภาคผนวก 1 สารมาตรฐานของวัตถุมีพิษที่ตรวจวิเคราะห์

acephate	DDVP	hexythiazox	phenthoate
3-OH carbofuran	deltamethrin	hexaconazole	prochloraz
acetamiprid	diazinon	Isoprocarb	profenofos
a-endosulfan	dicrotophos	Isazofos	promecarb
aziphos ethyl	dimethoate	lambda cyhalothrin	propiconazole
azoxystrobin	dimethomorph	malathion	prothiophos
b-endosulfan	endosulfan sulfate	metalaxyl	pyridaben
bifenthrin	EPN	methomyl	spiromesifen
carbaryl	ethion	omethoate	tebuconazole

carbendazim	fenitrothion	parathion ethyl	tetradifon
carbofuran	fenobucarb	parathion methyl	thiabendazole
chlorpyrifos	fenvalerate	permethrin	triazophos
chlorpyrifos methyl	fenazaquin	pirimiphos ethyl	triadimenol
cyfluthrin	formetanate	phosalone	trifloxystrobin
cypermethrin	fipronil	pirimiphos methyl	tebufenozide

ภาคผนวก 2 ตำแหน่งของจุดเก็บตัวอย่างส้ม

จังหวัด	จุดเก็บตัวอย่าง	พิกัด
กรุงเทพมหานคร	บางเขน	N13 50.42 E100 34.30
นครปฐม	เมือง	N13 49.21 E100 33 40
ราชบุรี	ดำเนินสะดวก	N13 31.54 E99 58 00
ราชบุรี	เมือง	N13 31.43 E99 58 40
สมุทรสงคราม	เมือง	N13 24 48 E 100 0 12
ชัยนาท	มโนรมย์	N15 11 15 E 100 07 25
นนทบุรี	เมือง	N13 50 31 E 100 29 30
กาญจนบุรี	เมือง	N14 0 12 E 99 33 0
นครนายก	บ้านนา	N14 03.093 E10123043
ปทุมธานี	เมือง	N14 04.94 E100 37 50
เชียงใหม่	ฝาง	N19 48.131 E99 10.100
เชียงใหม่	สันทราย	N18 49.522 E99 00.710
เชียงใหม่	แม่ริม	N18 54.832 E98 56.749
เชียงใหม่	แม่แตง	N19 22.527 E98 58.014
เชียงใหม่	เชียงดาว	N19 22.527 E98 58.014
เชียงใหม่	แม่สาย	N19 59.200 E99 14.912
เชียงราย	เมือง	N19 53.467 E99 49.827
เชียงราย	แม่สาย	N20 25.506 E99 53.062
เชียงราย	แม่จัน	N20 08.915 E99 51.356
เชียงราย	พาน	N19 32.549 E99 44.567
กำแพงเพชร	เมือง	N16 28.163 E99 31.417
พิษณุโลก	เมือง	N16 48.495 E100 15.552
สุโขทัย	เมือง	N1817.198 E09930049

ชุมพร	เมือง	N10 29 35 E 99 10 49
สุราษฎร์ธานี	เมือง	N10 25.891 E99 15.578
นครศรีธรรมราช	ขนอม	N 9 12 17 E99 51 40
สงขลา	หาดใหญ่	N7 01.099 E100 28.943
จันทบุรี	เมือง	N12 14.716 E102 30.665
ระยอง	แกลง	N12 29.353 E102 10.453

ภาคผนวก 3 ตำแหน่งของจุดเก็บตัวอย่างส้มโอ

จังหวัด	จุดเก็บตัวอย่าง	พิกัด
เชียงใหม่	เชียงดาว	N19 17.288 E98 57.507
พิจิตร	วชิรบำรุง	N16 30.416 E100 08.338
พิษณุโลก	เมือง	N16 48.495 E100 15.552
พิจิตร	เมือง	N16 23.230 E100 18.104
นครศรีธรรมราช	สิชล	N10 25.891 E99 15.577
นครศรีธรรมราช	ปากพนัง	N8 24.803 E99 58.527
นครศรีธรรมราช	เมือง	N8 25.12 E99°57.48
นครปฐม	เมือง	N13 49.21 E100 33.4
นครปฐม	นครชัยศรี	N13 47 344 E100 10 119
ราชบุรี	ดำเนินสะดวก	N13 31.126 E99 57 343
สมุทรสงคราม	อัมพวา	N13 27 400 E99 57 361
สมุทรสงคราม	บางคนที	N13 27 370 E 99 57 369
ชัยนาท	เมือง	N15 11.153 E100 07.259
ชัยนาท	มโนรมย์	N15 17.032 E100 05525
นนทบุรี	เมือง	N13 50 31 E 100 29 30
ปราจีนบุรี	เมือง	N14 08.108 E 101 19.222
ปราจีนบุรี	ศรีมโหสถ	N13 52 54 E 101 24 24
ปราจีนบุรี	ศรีมหาโพธิ	N13 58 0 E 101 30 48

