



วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของโพรพิโนฟอสในส้มโอ เพื่อกำหนดค่า ปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง ครั้งที่ 3 และครั้งที่ 4 (MRLS) Residue Trial of Profenofos in Pomelo to Establish Maximum Residue Limit Trial III and IV (MRLS)

สมสมัย ปาลกุล¹ ประชาธิปัตย์ พงษ์ภิญโญ² วิษณุ แจ่มใบ³ ปฏิมาภรณ์ สังข์น้อย⁴

กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร

สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

บทคัดย่อ

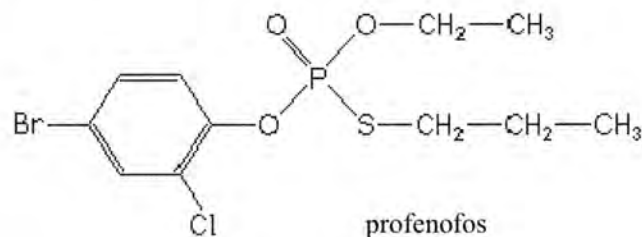
ศึกษาการสลายตัวของโพรพิโนฟอสในส้มโอ เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง โดยกำหนดการทดลองตามวิธีการศึกษาการใช้วัตถุมีพิษอย่างถูกต้องและปลอดภัย (Good Agricultural Practice) ทำการทดลองในแปลงเกษตรกร ณ อำเภอโมนรมย์ จังหวัดชัยนาท ครั้งที่ 3 และอำเภอศรีมโหสถ จังหวัดปราจีนบุรี ครั้งที่ 4 ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2552 ถึงเดือนมกราคม 2553 และเดือนกรกฎาคม 2553 ถึงเดือนสิงหาคม 2553 โดยวางแผนการทดลองแบบ supervised trial แบ่งแปลงทดลองออกเป็น 2 แปลง คือแปลงควบคุม (ไม่ฉีดพ่นวัตถุมีพิษ) และแปลงอัตราตามคำแนะนำ (20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร) มี 3 ซ้ำ (replication) และ 7 วิธีการ (วันเก็บเกี่ยว) ฉีดพ่นโพรพิโนฟอสในแปลงส้มโอ (ซูเปอร์ครอน 500 ซีซี) สัปดาห์ละ 1 ครั้ง จำนวน 4 ครั้ง ภายหลังจากฉีดพ่นครั้งสุดท้าย ทิ้งให้วัตถุมีพิษแห้งสนิท จึงเก็บเกี่ยวส้มโอที่ระยะเวลา 0, 1, 5, 10, 14, 21 และ 28 วัน นำมาสกัดสารพิษตกค้างโดยวิธีทางเคมี และวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษตกค้างของโพรพิโนฟอสด้วยเครื่อง gas chromatograph ปรากฏผลการวิเคราะห์ดังนี้ ส้มโอแปลงฉีดพ่นโพรพิโนฟอสครั้งที่ 3 ใช้อัตราตามคำแนะนำ (20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร) พบสารพิษตกค้างในส้มโอทั้งหมด (เนื้อรวมเปลือก) ปริมาณสูงสุด 1.18, 1.03, 0.90, 0.85, 0.81, 0.73 และ 0.66 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ และส้มโอแปลงฉีดพ่นโพรพิโนฟอส ครั้งที่ 4 พบปริมาณสูงสุด 0.72, 0.74, 0.55, 0.53, 0.31, 0.22 และ 0.16 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ สำหรับแปลงควบคุมตรวจไม่พบสารพิษตกค้าง จากการสำรวจเก็บตัวอย่างจากแหล่งจำหน่าย และแหล่งปลูกในจังหวัดต่าง ๆ เช่น เชียงราย ลำปาง ตาก พิจิตร นครศรีธรรมราช ชุมพร นนทบุรี ราชบุรี นครปฐม สมุทรสงคราม ปราจีนบุรี นครนายก อุทัยธานี และ ชัยนาท จำนวน 60 ตัวอย่าง พบสารพิษตกค้างในส้มโอทั้งหมด จำนวน 22 ตัวอย่าง ได้แก่ cypermethrin, chlorpyrifos, malathion, ethion และ profenofos ปริมาณสารพิษตกค้างส่วนใหญ่อยู่ในระดับปลอดภัย

ประเทศสหภาพยุโรปและประเทศญี่ปุ่น กำหนดค่าปลอดภัยของโพรพิโนฟอสในพืชตระกูลส้ม (Citrus fruit) เท่ากับ 0.05 มก./กก. ประเทศไทย (มก.อช.) กำหนดเท่ากับ 0.1 มก./กก. สำหรับ Codex MRL และ Asean MRL ยังไม่กำหนดค่าปลอดภัย

คำนำ

ส้มโอจัดเป็นไม้ผลตระกูลส้มที่สามารถปลูกและเจริญเติบโตได้ดีเกือบทุกภูมิภาคของประเทศไทย จำแนกได้หลายพันธุ์ได้แก่ ทองดี ขาวแป้น ขาวพวง ขาวน้ำผึ้ง ขาวหอม ขาวใหญ่ ท่าซ้อย และพันธุ์อื่นๆ เนื่องจากส้มโอเป็นผลไม้ที่มีคุณค่าทางอาหารสูง เกษตรกรจึงนิยมปลูกกันอย่างแพร่หลายเพื่อบริโภคภายในประเทศและปลูกเป็นการค้าส่งออกไปจำหน่ายต่างประเทศ ซึ่งตลาดต่างประเทศที่สำคัญมีการนำเข้ามากได้แก่ สิงคโปร์ ฮองกง มาเลเซีย อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ อเมริกา แคนาดา และประเทศในยุโรป และเริ่มขยายไปทางตะวันออกกลางเช่น บาร์เรน คูเวต ซาอุดีอาระเบีย โอมาน ดังนั้นการผลิตส้มโอให้ได้คุณภาพดีและเพิ่มปริมาณได้ตามความต้องการของตลาดนั้น ปัจจัยหนึ่งการผลิตส้มโอมีความจำเป็นต้องใช้วัตถุมีพิษเพื่อป้องกันกำจัดแมลง โรคและศัตรูพืช ฉะนั้นการใช้วัตถุมีพิษจะต้องใช้อย่างถูกต้องและปลอดภัย เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาสารพิษตกค้างในส้มโอซึ่งส่งผลกระทบต่อ การส่งออกไปจำหน่ายต่างประเทศ

โพรฟิโนฟอส เป็นวัตถุมีพิษชนิดหนึ่งที่มีการใช้ในแปลงส้มโอเพื่อป้องกันกำจัดหนอนหนอนใบส้ม ประเภทไม่ดูดซึมออกฤทธิ์เมื่อส้มด้สูกและกินตาย WHO ได้จัดความเป็นพิษอยู่ใน class II คือมีความเป็นพิษปานกลาง ค่า LD₅₀ ทางปากของหนูเท่ากับ 358 มก./กก.



การศึกษา Supervised trials เป็นการศึกษาในแปลงทดลองโดยใช้วัตถุมีพิษอัตราตามคำแนะนำที่ระบุบนฉลากของวัตถุมีพิษที่ใช้กับพืชชนิดนั้นๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลด้านสารพิษตกค้างสำหรับนำไปพิจารณากำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (MRL) ของวัตถุมีพิษในผลิตผล การศึกษา Supervised trial ตาม FAO Guidelines (1990) ต้องมีการวางแผนปฏิบัติงานอย่างระมัดระวังและรอบคอบ เพื่อให้ได้ผลการทดลองที่ถูกต้อง ทั้งนี้ยังขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายๆปัจจัย ที่มีผลต่อการทดลองได้แก่ ขนาดของสารที่ใช้ ภูมิภาค วิธีการสุ่มเก็บตัวอย่าง การเตรียมตัวอย่าง การวิเคราะห์ตัวอย่าง เป็นต้น กรณีวัตถุมีพิษบางชนิดระบุอัตราการใช้ตามคำแนะนำบนฉลากเป็นช่วงต่ำสุดถึงสูงสุดนั้นได้กำหนดแนวทางปฏิบัติให้ใช้อัตราความเข้มข้นสูงสุดของสารตามคำแนะนำที่ระบุบนฉลาก และฉีดพ่นตามวิธีการที่เกษตรกรปฏิบัติทั่วๆ ไป จำนวนครั้งฉีดพ่นมากที่สุดที่แนะนำบนฉลากนั้น โดยไม่คำนึงถึงว่าขณะนั้นมีศัตรูพืชที่ต้องการกำจัดด้วยสารนั้นมีการระบาดหรือไม่ เพื่อให้ได้ปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุดในอัตราตามคำแนะนำ นอกจากนี้ FAO Guideline กำหนดให้เลือกสถานที่ทำการทดลองในพื้นที่หลักที่ทำการเพาะปลูกพืชนั้นอย่างน้อย 2 ฤดูกาล หรือ 2 พื้นที่ แต่ไม่ควรทำการทดลองในพื้นที่ที่มีสภาวะผิดปกติ เพื่อให้ได้ข้อมูลเป็นตัวแทนของพื้นที่และสภาวะต่างๆ การศึกษา Supervised trial ของวัตถุมีพิษที่ใช้ในแต่ละพืชจะต้องศึกษาอย่างน้อย 5 การทดลอง เพื่อให้ได้ข้อมูลเพียงพอต่อการประเมินกำหนดค่า Codex MRL จึงจำเป็นต้องศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างของโพรฟิโนฟอสในส้มโอครั้งที่ 3 และ 4



วิธีดำเนินการและอุปกรณ์

1. สารเคมีชนิดต่างๆ สารมาตรฐานมีความบริสุทธิ์ 98 %,ผลิตภัณฑ์ซูเปอร์ครอน 500 อีซี (profenofos 50% W/V EC) acetone AR grade, dichloromethane AR grade, hexane AR และ PR grade, ethyl acetate PR grade, sodium chloride (NaCl), sodium sulfate (Na₂SO₄) anhydrous

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

3. เครื่องมือชนิดต่างๆ เช่น เครื่องฟุ้งวัตถุมีพิษชนิดเครื่องยนต์ เครื่องบดสุญญากาศ เครื่องสกัดตัวอย่าง (ultra turrax) เครื่องลดปริมาตรสารละลาย เครื่องตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างชนิด Gas Liquid Chromatograph (GLC) ชนิด Flame Photometric Detector (FPD), phosphorus mode และ Electron Capture Detector (ECD) ประกอบด้วย capillary column ชนิด DB -5.625 เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.32 มิลลิเมตร. ความยาว 30 เมตร เคลือบฟิล์มหนา 0.25 ไมโครเมตร และ DB -1 เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.32 มิลลิเมตร. ความยาว 30 เมตร เคลือบฟิล์มหนา 0.25 ไมโครเมตร

4. วิธีการวางแผนการทดลอง Supervised Residue/Field Trial ปฏิบัติตามแนวของ FAO Guide lines (1990) ดังนี้

4.1 การเลือกสถานที่ สํารวจพื้นที่ปลูกส้มโอและสอบถามข้อมูลจากเกษตรกรเจ้าของสวนนั้นๆ ซึ่งจะต้องเลือกแปลงส้มโอที่ไม่มีการใช้วัตถุมีพิษชนิดโทรฟิโนฟอส ต้นส้มโอต้องมีขนาดเหมาะสมในการฉีดพ่นวัตถุมีพิษได้อย่างทั่วถึง มีผลผลิตเพียงพอต่อการเก็บเกี่ยวเพื่อนำมาวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษตกค้างจนเสร็จสิ้นการทดลอง นอกจากนี้เจ้าของสวนต้องยินยอมให้ความร่วมมือ และปฏิบัติตามคำแนะนำอย่างเคร่งครัดในแปลงทดลอง

4.2 การทดลอง (experiment) วางแผนการทดลอง แบบ Special design มี 2 การทดลอง

การทดลองที่ 1 แปลง ต้นเปรียบเทียบ/ควบคุม (Control,C) เป็นต้นฉีดพ่นด้วยน้ำเปล่า

การทดลองที่ 2 แปลง ต้นที่ฉีดพ่นสารอัตราตามคำแนะนำ (Recommended dose,R) บนฉลากผลิตภัณฑ์ แนะนำให้ใช้ 20 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร

4.3 จำนวนซ้ำ (replicates) แต่ละการทดลองทำ 3 ซ้ำโดยใช้ต้นส้มโอ 4 ต้นต่อ 1 ซ้ำ

4.4 วิธีการ (treatment) คือระยะเวลาเก็บเกี่ยวส้มโอ ที่ 0, 1, 5, 10, 14, 21 และ 28 วัน

ภายหลังฉีดพ่นสารครั้งสุดท้าย รวมเป็น 7 ช่วงเวลา

5. การสำรวจส้มเก็บตัวอย่างส้มโอ

สุ่มเก็บตัวอย่างจากแหล่งปลูกและแหล่งจำหน่ายที่มีพื้นที่ปลูกส้มโอก่อนข้างมาก จำนวน 60 ตัวอย่าง เก็บรักษาโดยบรรจุใส่ถุงพลาสติก ปิดป้ายเขียนรายละเอียด ซ่อนถุงอีก 1 ชั้น ใส่ในถังน้ำแข็ง เพื่อรักษาตัวอย่างให้อยู่ในสภาพดี

6. การทำแปลงทดลอง

วางแผนทำแปลงทดลอง ครั้งที่ 3 ณ สวนส้มโอของเกษตรกรอำเภอมโนรมย์ จังหวัดชัยนาท ต้นส้มโอมีอายุ 13 ปี และครั้งที่ 4 อำเภอสรีมโหสถ จังหวัดปราจีนบุรี ต้นส้มโอมีอายุ 13 ปี โดยเลือกต้นที่มีขนาดทรงพุ่มใกล้เคียงกัน และมีผลผลิตเพียงพอต่อการเก็บเกี่ยวนำมาวิเคราะห์ ส้มโออายุ 13 ปี ใช้น้ำประมาณต้นละ 13 ลิตร



เตรียมผสมโพพิโนฟอส อัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ฉีดพ่นให้ทั่วต้นส้มโอใน 1 ไร่ต่อ 4 ต้น (replicates) ทำการฉีดพ่นโพพิโนฟอสสัปดาห์ละ 1 ครั้ง ติดต่อกันรวมเป็น 4 ครั้ง ดังนี้

วันที่ฉีดพ่นโพพิโนฟอสในแปลงส้มโอ

ครั้งที่	วันที่ฉีดพ่นโพพิโนฟอส	
	จังหวัดชัยนาท	จังหวัดปราจีนบุรี
1	22 พฤศจิกายน 2552	6 กรกฎาคม 2553
2	1 ธันวาคม 2552	13 กรกฎาคม 2553
3	8 ธันวาคม 2552	20 กรกฎาคม 2553
4	15 ธันวาคม 2552	27 กรกฎาคม 2553

7. การเก็บตัวอย่าง

สุ่มเก็บตัวอย่างจากแปลงทดลอง (Supervised Field Trial) เมื่อฉีดพ่นครั้งสุดท้ายและทิ้งไว้ประมาณ 2 ชั่วโมง เพื่อให้วัตถุมีพิษแห้ง สุ่มเก็บผลส้มโอที่ละต้น เริ่มจากต้นกลุ่ม C และกลุ่ม R เป็นตัวอย่างเก็บที่ 0 วัน และเก็บผลส้มโอในวันที่ 1, 5, 10, 14, 21 และ 28 วัน รวมทั้งสิ้น 7 ครั้ง การเก็บตัวอย่างส้มโอทุกครั้งเก็บใส่ถุงพลาสติก บันทึกรายการข้างถุง และปิดปากถุงให้แน่นสนิท ซ้อนถุงอีก 1 ชั้น บรรจุแช่ในถังน้ำแข็ง เพื่อรักษาตัวอย่างไม่ให้เสื่อมสภาพเร็ว แล้วรีบนำเข้าสู่ห้องปฏิบัติการเพื่อทำการสกัดและวิเคราะห์

8. วิธีการวิเคราะห์ ใช้วิธีวิเคราะห์รวม Multi-residue Method (MRM) ของ Steinwandter (1985) ที่ได้ดัดแปลงและศึกษาประสิทธิภาพของวิธีการว่าสามารถวิเคราะห์สารพิษตกค้างของวัตถุมีพิษทั้ง 4 กลุ่ม ซึ่งใน 4 กลุ่มนี้มีโพพิโนฟอส รวมอยู่ด้วย และมีเปอร์เซ็นต์การหาค่ากลับคืน (% Recovery test) อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ คือ 70-110%

9. วิธีการสกัด

การสกัดตัวอย่างจากแปลงทดลอง ซึ่งตัวอย่างส้มโอ 25 กรัมใส่ในขวดแก้ว เติม acetone AR grade 50 มิลลิลิตร, sodium chloride 8 กรัม และ dichloromethane AR grade 40 มิลลิลิตร. บันทึกรวดเร็วสูงนาน 1 นาที เติมน้ำละลายลงในขวดที่มีฝาปิด และเติม sodium sulfate 1 ซ้อนโต๊ะ คนให้เข้ากัน ปิดฝา ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที แล้วกรองสารละลายผ่าน sodium sulfate 50 มิลลิลิตร. ลงในขวดก้นกลมขนาด 250 มิลลิลิตร. นำไปลดปริมาตรสารละลายโดยใช้เครื่อง Rotary evaporator อุณหภูมิ water bath 40 องศาเซลเซียส ลดปริมาตรจนแห้งพอดีและปรับปริมาตรด้วย ethyl acetate PR grade 5-10 มิลลิลิตร. ดูดสารใส่ขวด GC vial นำไปวิเคราะห์ปริมาณของโพพิโนฟอส ด้วยเครื่อง GC-FPD

การสกัดตัวอย่างจากแหล่งปลูกและแหล่งจำหน่าย วิเคราะห์วัตถุมีพิษ 4 กลุ่ม โดยใช้วิธีวิเคราะห์ Multi-residue Method (MRM) เช่นเดียวกับการสกัดตัวอย่างในแปลงทดลอง สำหรับวัตถุมีพิษกลุ่มออร์แกโนคลอรีนและกลุ่มไพรีทรอยด์ ต้องผ่านการกำจัดสารปนเปื้อนก่อน นำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Gas Liquid Chromatograph ชนิด Electron Capture Detector



10. การเตรียมสารละลายมาตรฐาน

เตรียมสารละลายของสารมาตรฐานโพรพิโนฟอส ความบริสุทธิ์ 98 % ใน ethyl acetate, PR grade ให้ได้ความเข้มข้นระดับ 1,000 ppm (1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) เป็น stock standard solution และเจือจาง stock solution ลง 10 เท่าด้วย ethyl acetate, PR grade ได้สารละลายความเข้มข้นระดับ 100 ppm (100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) เป็น intermediate standard solution และเจือจางเป็นสารละลายความเข้มข้นระดับ 10 ppm (10 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)

เตรียม working standard solution โดยการเจือจาง intermediate standard solution ด้วย ethyl acetate, PR grade ให้มีความเข้มข้น 0.13, 0.25, 0.51, 1.01 และ 2.05 (ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) สำหรับฉีดเข้าเครื่อง GC เพื่อทำ calibration curve

11. การวิเคราะห์สารพิษตกค้างด้วยเครื่อง gas chromatograph

การทำงานของเครื่อง GC ปรับสภาวะการทำงานดังนี้

11.1 Column : capillary column ชนิด DB-5.625 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.32 มิลลิเมตร.

ความยาว 30 เมตร, เคลือบฟิล์มหนา 0.25 ไมโครเมตร

Temperature : Oven : 80 องศาเซลเซียส (1 นาที), 15 องศาเซลเซียสต่อนาที ถึง 180 องศาเซลเซียส (3 นาที), 30 องศาเซลเซียสต่อนาที ถึง 250 องศาเซลเซียส (17 นาที) รวมเวลา 30 นาที

Injector : splitless mode, 250 องศาเซลเซียส Detector : 250 องศาเซลเซียส

Carrier gas : He 2 มิลลิลิตรต่อนาที, H₂ 150 มิลลิลิตรต่อนาที, Air 100 มิลลิลิตร ต่อนาที

makeup gas : N₂ 60 มิลลิลิตรต่อนาที

11.2 Column : capillary column ชนิด DB -1 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.32 มิลลิเมตร. ความยาว 30 เมตร, เคลือบฟิล์มหนา 0.25 ไมโครเมตร

Temperature : Oven : 80 องศาเซลเซียส (1 นาที), 15 องศาเซลเซียสต่อนาที ถึง 180 องศาเซลเซียส (3 นาที), 30 องศาเซลเซียสต่อนาทีถึง 250 องศาเซลเซียส (17 นาที) รวมเวลา 30 นาที

Injector : splitless mode, 250 องศาเซลเซียส Detector : 300 องศาเซลเซียส

Carrier gas : He 1.7 มิลลิลิตรต่อนาที, makeup gas : N₂ 60 มิลลิลิตรต่อนาที

ระยะเวลา (เริ่มต้น - สิ้นสุด)

- ตุลาคม 2552 - กันยายน 2553

สถานที่ดำเนินการ

- อำเภอโนนรมย์ จังหวัดชัยนาท และ อำเภอศรีมโหสถ จังหวัดปราจีนบุรี
- ห้องปฏิบัติการ กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร

ผลการทดลองและวิจารณ์

การศึกษาการสลายตัวของโพรพิโนฟอสในส้มโอ ครั้งที่ 3 ณ แปลงเกษตรกรอำเภอโนนรมย์ จังหวัดชัยนาท ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2552 ถึงเดือนมกราคม 2553 เมื่อฉีดพ่นสารโพรพิโนฟอสกับต้นส้มโอใช้อัตราตามคำแนะนำ (20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร) สัปดาห์ละ 1 ครั้ง จำนวน 4 ครั้ง ติดต่อกัน พบสารพิษตกค้างในส้มโอทั้งหมด ปริมาณสูงสุด 1.18, 1.03, 0.90, 0.85, 0.81, 0.73 และ 0.66 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ ภายหลังจากฉีดพ่นครั้งสุดท้าย ในวันที่ 0, 1, 5, 10, 14, 21 และ 28 วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 1) จากการวิเคราะห์ทางสถิติหาค่า correlation. ในส้มโอทั้งหมดได้ค่า $R^2 = 0.9108$ และสมการ $Y = 1.0574e^{-0.0178X}$ พบว่ามีอัตราการสลายตัว 0.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมต่อวัน (ภาพที่ 1) แปลงควบคุมตรวจไม่พบสารพิษตกค้าง สำหรับการทดลองครั้งที่ 4



ณ แปลงเกษตรกรรมอำเภอศรีมโหสถ จังหวัดปราจีนบุรี ระหว่างเดือนกรกฎาคม ถึงเดือนสิงหาคม 2553 พบสารพิษตกค้างในส้มโอทั้งผลปริมาณสูงสุด 0.72, 0.74, 0.55, 0.53, 0.31, 0.22 และ 0.16 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับภายหลังจากฉีดพ่นครั้งสุดท้าย ในวันที่ 0, 1, 5, 10, 14, 21 และ 28 วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 1) จากการวิเคราะห์ทางสถิติหาค่า correlation. ในส้มโอทั้งผลได้ค่า $R^2 = 0.9714$ และสมการ $Y=0.7619e^{-0.0567X}$ พบว่ามีอัตราการสลายตัว 0.06 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมต่อวัน (ภาพที่ 2) แปลงควบคุมตรวจไม่พบสารพิษตกค้าง จะเห็นได้ว่าสารพิษตกค้างของ โพรพิโนฟอสในส้มโอจากการทดลองครั้งที่ 3 พบปริมาณสูงกว่าการทดลองครั้งที่ 4 เนื่องจากในช่วงการทดลองครั้งที่ 4 มีฝนตกชุกและโพรพิโนฟอสจัดเป็นวัตถุมีพิษชนิดไม่ดูดซึมทำให้น้ำฝนชะล้างออกได้บางส่วน จึงมีผลต่อปริมาณสารตกค้างและอัตราการสลายตัวต่อวันของโพรพิโนฟอส

จากการสำรวจเก็บตัวอย่างจากแหล่งจำหน่าย และแหล่งปลูกในจังหวัดต่าง ๆ เช่น เชียงราย ลำปาง ตาก พิจิตร นครศรีธรรมราช ชุมพร นนทบุรี ราชบุรี นครปฐม สมุทรสงคราม ปราจีนบุรี นครนายก อุทัยธานี และชัยนาท จำนวน 60 ตัวอย่าง พบสารพิษตกค้างในส้มโอทั้งผล จำนวน 22 ตัวอย่าง ได้แก่ cypermethrin ,chlorpyrifos ,malathion, ethion และ profenofos ปริมาณสารพิษตกค้างส่วนใหญ่อยู่ในระดับปลอดภัย และเมื่อพิจารณาปริมาณสารพิษตกค้างของ profenofos ethion และ malathion กับค่าปลอดภัยของประเทศสหภาพยุโรป พบว่าปริมาณเกินค่าปลอดภัยจำนวน 4 ตัวอย่าง (ตารางที่ 2)

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

ปัจจุบันประเทศสหภาพยุโรปและประเทศญี่ปุ่น กำหนดค่าปลอดภัยของโพรพิโนฟอสในส้มโอเท่ากับ 0.05 มก./กก. สำหรับ Codex MRL และ Asean MRL ยังไม่กำหนดค่าปลอดภัย ปริมาณสารพิษตกค้างจากการทดลองนี้ เมื่อเปรียบเทียบกับค่าปลอดภัยของประเทศสหภาพยุโรปและประเทศญี่ปุ่นแล้ว พบว่าส้มโอฉีดพ่นโพรพิโนฟอส อัตราตามคำแนะนำและทิ้งช่วงระยะเวลาเก็บเกี่ยว 21 วัน ตามที่ระบุบนฉลากมีปริมาณสารพิษตกค้างสูงกว่าค่าปลอดภัยที่กำหนด ฉะนั้นการผลิตส้มโอเพื่อส่งออกไปจำหน่ายประเทศดังกล่าวควรหลีกเลี่ยงการใช้โพรพิโนฟอสฉีดพ่นส้มโอช่วงก่อนเก็บเกี่ยวผลผลิตและทิ้งช่วงระยะเวลาเก็บเกี่ยวนานๆ เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาสารพิษตกค้างก่อนส่งออก ข้อมูลที่ได้จากการศึกษานี้จะแนะนำให้เกษตรกรทราบและนำไปปฏิบัติในแปลงส้มโอได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ช่วยลดและแก้ไขปัญหาระบาดของโพรพิโนฟอสในส้มโอได้

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. ข้อมูลที่ได้จากการศึกษา Supervised residue trial ในส้มโอและข้อมูลการวิเคราะห์ตัวอย่างส้มโอจากแหล่งจำหน่ายและแหล่งปลูก สามารถนำเสนอต่อสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารซึ่งเป็นหน่วยงานประสานส่งข้อมูลเสนอการประชุม Asean MRL และ Codex MRL เพื่อพิจารณากำหนดค่าปริมาณสูงสุดของโพรพิโนฟอสในส้มโอ สำหรับใช้เป็นค่ามาตรฐานสากลในการซื้อขายสินค้าส่งไปจำหน่ายต่างประเทศ และคุ้มครองผู้บริโภคภายในประเทศ
2. การทดลอง Supervised residue trial ของโพรพิโนฟอส ใช้กับต้นส้มโอในสภาพพื้นที่ที่มีภูมิอากาศของประเทศไทย ทำให้ทราบค่าการสลายตัวของโพรพิโนฟอสที่แท้จริง และสามารถนำไปตรวจสอบการกำหนดค่า PHI ที่บริษัทผู้ผลิตแนะนำไว้บนฉลากข้างขวด ซึ่งข้อมูลจากการศึกษานี้ สามารถนำไปพิจารณาเปลี่ยนแปลงแก้ไขคำแนะนำบนฉลากข้างขวดได้ตามความเหมาะสม
3. ข้อมูลนี้สามารถนำไปแนะนำเกษตรกรใช้วัตถุมีพิษฉีดพ่นสวนส้มโอได้อย่างถูกต้อง ปลอดภัยและเหมาะสม ทำให้ไม่มีปัญหาด้านสารพิษตกค้างในการส่งส้มโอไปจำหน่ายต่างประเทศ
4. ข้อมูลจากการทดลองนี้ นำไปเผยแพร่ในการประชุมวิชาการประจำปี ของกรมวิชาการเกษตร ข้าราชการ นิสิต นักศึกษา และประชาชนทั่วไป เพื่อให้รับทราบผลการใช้วัตถุมีพิษอย่างไม่ถูกต้องและไม่เหมาะสม



นั้น ก่อให้เกิดปัญหาสารพิษตกค้างในส้มโอได้ และใช้เป็นข้อมูลประกอบการพิจารณามาตรการแก้ไขและป้องกันการเกิดปัญหาสารพิษตกค้างของวัตถุดิบพืชในผลิตภัณฑ์เกษตร

เอกสารอ้างอิง

นิรนาม, 2551. มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ มก.อช.9002-2547, สารพิษตกค้าง: ปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

Anonymous, 2008. 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

FAO, 1990. Guideline on Producing Pesticide Residue Data from Supervised Trial. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome

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

ตารางที่ 1. ปริมาณสารพิษตกค้างของโพรพิโนฟอสในส้มโอ อัตราตามคำแนะนำ (20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร) การทดลองครั้งที่ 3 และ 4

วันเก็บเกี่ยว	ปริมาณสารพิษตกค้าง อัตราตามคำแนะนำ (มก./กก.)							
	การทดลองครั้งที่ 3 จังหวัดชัยนาท				การทดลองครั้งที่ 4 จังหวัดปราจีนบุรี			
	ซ้ำ 1	ซ้ำ 2	ซ้ำ 3	ค่าสูงสุด	ซ้ำ 1	ซ้ำ 2	ซ้ำ 3	ค่าสูงสุด
0	1.18	1.05	1.15	1.18	0.60	0.55	0.72	0.72
1	1.03	0.95	1.01	1.03	0.55	0.56	0.74	0.74
5	0.90	0.90	0.89	0.90	0.38	0.42	0.55	0.55
10	0.81	0.85	0.83	0.85	0.37	0.39	0.53	0.53
14	0.73	0.79	0.81	0.81	0.23	0.26	0.31	0.31
21	0.72	0.66	0.73	0.73	0.20	0.16	0.22	0.22
28	0.66	0.66	0.58	0.66	0.11	0.13	0.16	0.16



ตารางที่ 2. สารพิษตกค้างของวัตถุมีพิษในส้มโอ จากการเก็บตัวอย่าง ปี พ.ศ.2553 จำนวน 60 ตัวอย่าง

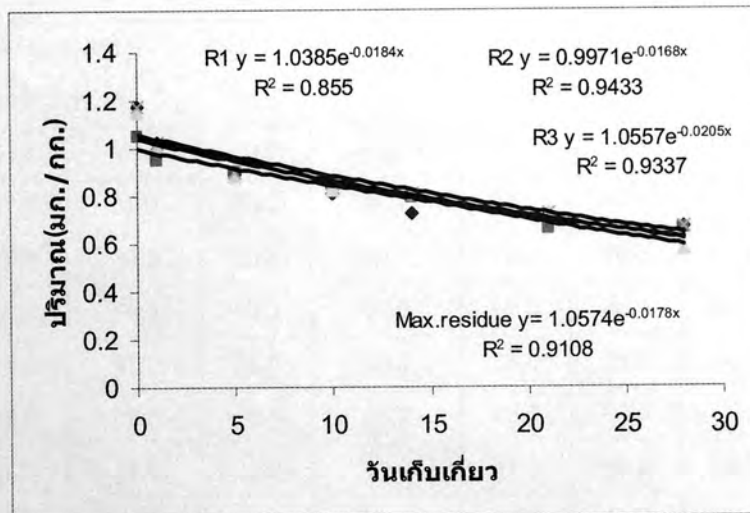
ชนิดวัตถุมีพิษ	ตัวอย่างที่พบ		ปริมาณสารพิษ ตกค้าง มก./กก.	ตัวอย่างเกินค่า ปลอดภัย (EU MRL)		ค่า MRLs			
	จำนวน	ร้อยละ		จำนวน	ร้อยละ	1 ^{1/}	2 ^{2/}	3 ^{3/}	4 ^{4/}
cypermethrin	20	33	0.01 – 0.34	-	-	2	2	2	2
chlorpyrifos	4	7	0.01 – 0.03	-	-	1	0.3	1	-
ethion	2	3	0.01 – 0.44	1	2	5	0.01	5	1
malathion	4	7	0.01 – 0.09	2	3	7	0.02	4	7
profenofos	2	3	0.05 – 0.20	1	2	-	0.05	0.05	0.1

1/ ค่า Codex MRL

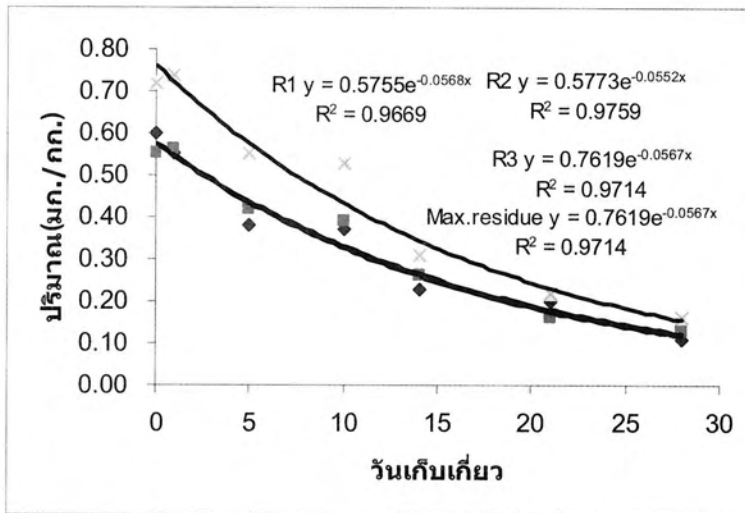
2/ ค่า EU MRL

3/ ค่า Japan MRL

4/ ค่า มก.อช (ประเทศไทย)



ภาพที่ 1. แสดงแนวโน้มการสลายตัวของไซเปอร์มีทรีนในส้มโอโดยใช้อัตราตามคำแนะนำ
(20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร.) การทดลองครั้งที่ 3 จังหวัดชัยนาท



ภาพที่ 2. แสดงแนวโน้มการสลายตัวของโพรพิโนฟอสในส้มโอโดยใช้อัตราตามคำแนะนำ (20 มิลลิกรัมต่อน้ำ 20 ลิตร) การทดลองครั้งที่ 4 จังหวัดปราจีนบุรี