



อีไธออนตค้ำในส้มเขียวหวานมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.08, 4.19, 3.35, 2.82, 2.15, 1.68, 1.50 และ 0.92 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนในแปลงทดลองครั้งที่ 6 อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ พบปริมาณอีไธออนตค้ำในส้มเขียวหวานมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.53, 4.66, 4.29, 4.17, 3.83, 3.43, 3.10 และ 2.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ที่ระยะเวลาเดียวกัน พบว่าสารพิษตกค้างในวันสุดท้ายของการเก็บเกี่ยวมาวิเคราะห์ยังมีความเสี่ยงที่จะเกินค่ามาตรฐานสารพิษตกค้างในส้มเขียวหวานของประเทศไทย ต้องทิ้งระยะเพื่อเก็บเกี่ยวที่ปลอดภัยมากกว่า 28 วัน ส่วนค่า Codex MRL ไม่ได้กำหนดไว้ในพืชตระกูลส้ม นอกจากนี้ยังได้สำรวจตัวอย่างส้มเขียวหวานจากแหล่งจำหน่ายต่างๆ ทั่วประเทศ จำนวน 67 ตัวอย่าง จาก 37 จังหวัด ผลปรากฏว่า ตรวจพบสารพิษตกค้างร้อยละ 98.5 (66 ตัวอย่าง) ตรวจพบสารพิษตกค้างอีไธออนมากถึงร้อยละ 44.6 และตรวจพบสารพิษตกค้างชนิดอื่นอีก 14 ชนิด ที่ตรวจพบมาก ได้แก่ คลอร์ไพริฟอส ไซเปอร์เมทริน และโพฟีโนฟอส พบตกค้างร้อยละ 83.9, 71.4 และ 42.9 ของจำนวนตัวอย่างทั้งหมด ตามลำดับ ทั้งนี้ตรวจพบสารพิษตกค้างในหนึ่งตัวอย่างตั้งแต่ 1-5 ชนิด

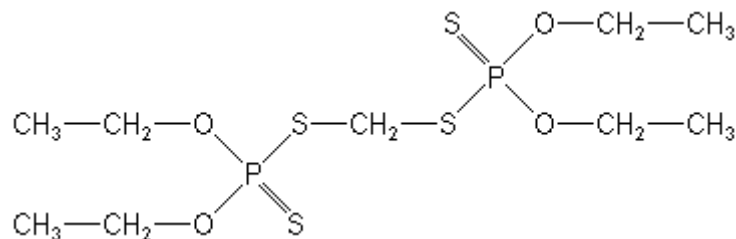
## 6. คำนำ

ส้มเขียวหวาน (Tangerine) อยู่ในกลุ่มส้มเปลือกอ่อน (Mandarins) จัดเป็นส้มกลุ่มที่ปลูกกันมากที่สุดในทวีปเอเชียซึ่งรวมทั้งประเทศไทยด้วย แหล่งที่ผลิตสำคัญได้แก่ ญี่ปุ่น เกาหลีใต้ จีน ไต้หวัน อินเดีย ออสเตรเลีย และย่านเมดิเตอร์เรเนียน ส่วนประเทศในเอเชียที่มีปลูกค่อนข้างมาก ได้แก่ ฟิลิปปินส์ และอินโดนีเซีย รวมทั้งประเทศไทย สายพันธุ์ส้มที่สำคัญของไทยได้แก่ ส้มเขียวหวาน และส้มโชกุน (กาญจน์ และคณะ, 2553) ในปี พ.ศ.2549 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกส้มเปลือกอ่อนไม่น้อยกว่า 500,000 ไร่ กระจายอยู่ทั่วประเทศ โดยมีแหล่งปลูกสำคัญอยู่ในเชียงใหม่ ลำปาง แพร่ เชียงราย สุโขทัย ตาก และชุมพร ได้ผลผลิตรวมกว่า 740,000 แสนตัน/ปี หรือเฉลี่ย 1,950 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งปี 2548 ไทยมีการส่งออกส้มคิดเป็นมูลค่ารวมกว่า 111.12 ล้านบาท ขณะเดียวกันไทยก็ยังมี การนำเข้าส้มจากต่างประเทศในปริมาณมากถึง 2,429.48 ตัน คิดเป็นมูลค่าประมาณ 50.22 ล้านบาท (นิรนาม, 2549)

ส้มเขียวหวานเป็นพืชมีศัตรูรบกวนหลายชนิด ทั้งแมลงและไรศัตรูมาก กรมวิชาการเกษตร (2552) และกลุ่มวิจัยกีฏและสัตววิทยา (2553) ได้แนะนำลักษณะการเข้าทำลายและการป้องกันกำจัดไว้ ได้แก่ หนอนชอนใบส้ม กัดกินใบอ่อนโดยไซคอนอยู่ระหว่างผิวใบ มักพบทำลายด้านใต้ใบมากกว่าบนใบ บริเวณที่ถูกทำลายเป็นรอยสีขาวกวน ใบมีลักษณะบิดงอลงทางด้านที่มีการถูกทำลาย ทำให้ใบเสียรูปร่าง ให้ทำการกำจัดด้วยอิมิดาโคลพริด หรือฟลูเพนออกซุรอน เพลี้ยไฟพริก ดูดกินน้ำเลี้ยงจากยอดอ่อน ใบอ่อนและผลอ่อน ให้ทำการกำจัดด้วยอิมิดาโคลพริด หรือโพซาโลนเพลี้ยไก่แจ้ส้ม ดูดกินน้ำเลี้ยงจากส่วนตาและยอดอ่อนของต้นส้มเขียวหวาน ขณะดูดกินน้ำเลี้ยงตัวอ่อนจะกลั่นสารสีขาวมีลักษณะคล้ายเส้นด้าย และอาจเกิดราดำขึ้นตามส่วนที่ถูกทำลาย ใบมีลักษณะเป็นคลื่น ใบร่วง ควรกำจัดเมื่อพบตัวเต็มวัยด้วยอิมิดาโคลพริด หนอนเจาะสมอฝ้าย กัดกินทำลายดอกและผลอ่อน หนอนวัยแรกจะกินช่อดอกและใบ และเมื่อโตขึ้นจะเข้าทำลายผลส้มที่มีขนาดใหญ่ ทำให้ผลเน่าและร่วงในช่วงส้มออกดอกและ

ผลอ่อน กำจัดด้วยคลอร์ฟลูออซอรอน เพลี้ยอ่อน ดูดกินน้ำเลี้ยงตามยอดอ่อน ใต้ใบอ่อน แมลงจะขับถ่าย มูลหวาน ทำให้เกิดราดำ ให้ตัดและเก็บส่วนที่ถูกทำลายเผา และกำจัดด้วยคาร์โบซัลแฟน ไรแดงแอฟริกัน มีขนาดเล็กมาก มีสีแดง ดูดกินน้ำเลี้ยงที่ผิวใบและเปลือกผลส้ม ให้ทำการกำจัดด้วยโพพาร์เจต์ หรือ อามีตราซ ไรสนิมส้ม ดูดกินน้ำเลี้ยงจากใบและผล ทำให้ใบมีลักษณะกระด้าง สีเขียวคล้ำไม่เป็นมัน การกำจัดเมื่อพบมีการระบาด ทำการกำจัดด้วยกำมะถันหรือไพริดาเบน

อีไธออน (ethion) เป็นสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตประเภท non-systemic (EXTOXNET, 2009) พวกอะลิฟาติก ออร์กาโนไฮโอฟอสเฟต (aliphatic organothiophosphate insecticide) มีทั้งซัลเฟอร์ และฟอสฟอรัส เป็นองค์ประกอบ มีชื่อทาง IUPAC ว่า *O,O,O',O'*-tetraethyl *S,S'*-methylene bis(phosphorodithioate) สูตรโครงสร้างเป็น  $C_9H_{22}O_4P_2S_4$  ดังแสดงในภาพที่ 1 (Wood, 2009) มีมวลโมเลกุล 384.48 เลขทะเบียนบ่งชี้ (CAS No.) 563-12-2 สามารถก่อให้เกิดความเป็นพิษแบบเฉียบพลัน โดยการยับยั้งเอนไซม์อะเซทิลโคลีนเอสเตอเรส (cholinesterase inhibitor) (PAN, 2009) มีความเป็นพิษต่อสัตว์ทดลองประเภท rat ทางปาก ที่ระดับ  $LD_{50}$  21-191 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และทางผิวหนังต่อหนูที่ระดับ 62 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และต่อผิวหนังกระต่ายที่ระดับ 890 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ถ้าได้รับโดยตรงอาจก่อให้เกิดอาการคลื่นไส้ อาเจียน ปวดช่องท้อง ท้องเสีย น้ำลายฟูมปาก ปวดศีรษะ กล้ามเนื้อกระตุก หายใจลำบาก เกิดอาการตาพร่ามัว และแน่นหน้าอก ไปจนถึงเสียชีวิตได้ อาจมีผลบ้างในระบบสืบพันธุ์แต่ไม่เป็นที่เกี่ยวข้องกับระบบสืบพันธุ์ ไม่เป็นสารก่อกลายพันธุ์ และไม่เป็นสารก่อมะเร็ง อาการหลักคือยังยับยั้งระบบประสาท (EXTOXNET, 2011)



ภาพที่ 1 สูตรโครงสร้างของสารอีไธออน (Wood, 2009)

ในประเทศไทย สารอีไธออนที่จดทะเบียนไว้กับสำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร โดยอัตราแนะนำสำหรับฆ่าหนอนชอนใบส้มและเพลี้ยไฟพริก ฟันอีไธออน 50% W/V EC ในต้นส้มเขียวหวานตามที่ระบุในฉลาก เท่ากับ 20 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร และควรทิ้งระยะเก็บเกี่ยวภายหลังการพ่นสาร 21 วัน (กลุ่มกีฏและสัตววิทยา, 2553) สำหรับค่ามาตรฐานสารพิษตกค้างอีไธออนในส้มทั้งชนิดหวานและเปรี้ยว Codex ไม่ได้กำหนดไว้ มีค่า ADI ที่ระดับ 0.002 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมต่อวัน และค่า Acute Reference Dose อยู่ที่ระดับ 0.0005 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมต่อวัน ประเทศไทยกำหนดค่ามาตรฐานของอีไธออนไว้ที่ระดับ 1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งแตกต่างจากค่ามาตรฐานสารพิษตกค้างของ

กลุ่มประเทศในสหภาพยุโรปและประเทศญี่ปุ่น ที่กำหนดไว้ที่ระดับ 0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ดังนั้นจึงต้องมีการศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้างอีไธออนในส้มเขียวหวาน เพื่อการพิจารณาปรับปรุงค่ามาตรฐานสารพิษตกค้างในส้มเขียวหวานของไทย และส่งข้อมูลไปพิจารณาค่ามาตรฐานสารพิษตกค้างที่เหมาะสมในระดับอาเซียน และ Codex ต่อไป

## 7. วิธีดำเนินการ

### 7.1 สารเคมีและอุปกรณ์ :

- 7.1.1 วัตถุอันตรายทางการเกษตรชนิดอีไธออน 50%EC และสารมาตรฐานของอีไธออน
- 7.1.2 อุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างส้มพร้อมถุงพลาสติกบรรจุตัวอย่าง
- 7.1.3 เครื่องแก้วและอุปกรณ์ที่ใช้ในการสกัดและการเตรียมสารมาตรฐาน
- 7.1.4 สารเคมีชนิดต่างๆ ได้แก่ acetone, dichloromethane, n-hexane, ethyl acetate, sodium sulfate anhydrous ชนิด analytical และ pesticide residue grade
- 7.1.5 เครื่องมือที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ เช่น เครื่องชั่ง, Homogenizer, rotary vacuum evaporator, nitrogen evaporator
- 7.1.6 เครื่องมือวิเคราะห์ชนิด GC-FPD

**7.2 วิธีการ :** วางแผนการทดลองแบบ Supervised Trial มี 2 การทดลอง *การทดลองที่ 1* ทดลองในต้นส้มเขียวหวานที่พ่นสารอีไธออนในอัตราแนะนำ เท่ากับ 40 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร โดยใช้สารอีไธออน 42% W/V EC และ *การทดลองที่ 2* เป็นแปลงเปรียบเทียบ (Control) คือ ต้นส้มเขียวหวาน ที่ไม่มีการพ่นอีไธออน โดยพ่นเฉพาะน้ำเปล่า แต่ผลการทดลองมี 8 กรรมวิธี (Treatment) หรือระยะเวลาที่สุ่มเก็บส้มเขียวหวานมาตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง 0 วัน (2 ชั่วโมงหลังการพ่นอีไธออนครั้งสุดท้าย) 1, 3, 5, 7, 14, 21 และ 28 วัน ภายหลังการพ่นสารอีไธออนครั้งสุดท้าย รวมเก็บตัวอย่าง 8 ครั้ง และทำ 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำมีส้มเขียวหวาน 4 ต้น ทำแปลงทดลองส้มเขียวหวานในแปลงของเกษตรกรที่ ตำบลท่าตอน อำเภอแม่เมาะ และตำบลม่อนปิ่น อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ รวม 2 แปลงทดลอง แปลงทดลองที่ อ.ฝาง อยู่ในหุบเขา ส่วนแปลงทดลองที่ อ.แม่เมาะ ปลูกส้มในพื้นที่ราบยกร่อง ทั้งสองแห่งมีระบบให้น้ำแบบสปริงเกอร์ อายุของต้นส้มเขียวหวานประมาณ 10 ปี ในแต่ละการทดลองมีต้นส้มเขียวหวานเปรียบเทียบ พ่นสารอัตราแนะนำของสำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช แนะนำให้ใช้อีไธออน 42% W/V EC เท่ากับ 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร พ่นต้นส้มเขียวหวานให้สม่ำเสมอทั่วทั้งต้นในแต่ละซ้ำ และฉีดพ่นทุก 7 วัน อย่างต่อเนื่องรวม 3 ครั้ง จดบันทึกอุณหภูมิ สภาพดินฟ้าอากาศ ตลอดช่วงการทดลองสุ่มตัวอย่างส้มเขียวหวานจากแปลงทดลอง ภายหลังการพ่นอีไธออนครั้งสุดท้าย โดยทิ้งระยะเวลาไว้ประมาณ 2 ชั่วโมง เพื่อให้สารที่พ่นแห้ง (เป็นตัวอย่างที่ 0 วัน) และสุ่มตัวอย่างส้มเขียวหวาน ในวันที่ 1, 3, 5, 7, 14, 21 และ 28 วัน ตามลำดับ รวม 8 ครั้งบรรจุในถุงพลาสติกปิดถุงให้แน่น บันทึกรายละเอียดของตัวอย่าง แขนงในถังน้ำแข็งเพื่อรักษาสภาพของตัวอย่าง รีบนำกลับห้องปฏิบัติการ นอกจากนี้ยังสุ่มเก็บตัวอย่างส้มเขียวหวานจากแหล่งจำหน่ายต่างๆ นำมาตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง รวมตัวอย่างส้มเขียวหวานทั้งหมด 67 ตัวอย่าง

การเตรียมตัวอย่างและการสกัดตัวอย่างโดยสุ่มตัวอย่างส้มเขียวหวานทุกผล ทั้งส่วนเนื้อและเปลือก หั่นให้เป็นชิ้นเล็กๆ แล้วนำไปปั่นละเอียดอีกครั้งด้วยเครื่องเตรียมตัวอย่าง (Lab Micronizer) คนให้เข้ากันแล้วสุ่มชั่งตัวอย่างละ  $25 \pm 0.1$  กรัม สกัดหาสารพิษตกค้างอีไธออนแต่ละต้น ตามวิธีการที่ดัดแปลงจาก Steinwandter (1985) โดยชั่งตัวอย่างส้มโอที่บดแล้ว  $25 \pm 0.1$  กรัม ใส่ beaker สำหรับสกัด นำมาสกัดโดยปั่นกับ acetone 50 ml ด้วยเครื่อง homogenizer นาน 1 นาที ที่ความเร็ว 13,000 รอบต่อนาที แล้วเติม dichloromethane 40 ml และ sodium chloride 8 กรัม ปั่นอีกครั้งนาน 1 นาที เติม sodium sulfate anhydrous 25 กรัม เขย่าเบาๆ แล้วตั้งทิ้งไว้ 10 นาที เทส่วนใสปริมาตร 50 ml นำสารละลายที่ได้กรองผ่าน sodium sulfate anhydrous 20 กรัม นำไปลดปริมาตรด้วยเครื่องระเหยสารละลายที่ตั้งอุณหภูมิไว้  $40^{\circ}\text{C}$  จนเกือบแห้ง ปรับปริมาตรเป็น 5 ml ด้วย ethyl acetate (PR) ถ้าปริมาตรเกินให้ลดปริมาตรด้วยการเป่าด้วยไนโตรเจน และถ่ายลงใน vial สำหรับการวิเคราะห์สารพิษตกค้างด้วย GC (FPD) มีการทำ calibration curve โดยนำสารละลายมาตรฐานอีไธออน ที่มีความเข้มข้น 0.2, 0.5, 1.0 และ 2.0 นาโนกรัมต่อไมโครลิตร ฉีดเข้าเครื่อง GC ที่มีสภาวะการใช้งานดังนี้

**Column :** DB-1701P,  $0.25\mu\text{m}$  thickness, 30m length, 0.32mm.id.

**Temperature:** injector  $250^{\circ}\text{C}$ , detector  $250^{\circ}\text{C}$ , oven temperature program ดังนี้  
 $120^{\circ}\text{C}$  (2 min)  $\longrightarrow$   $10^{\circ}\text{C}/\text{min}$   $210^{\circ}\text{C}$  (2 min)  $\longrightarrow$   
 $2^{\circ}\text{C}/\text{min}$   $220^{\circ}\text{C}$  (2 min)  $\longrightarrow$   $10^{\circ}\text{C}/\text{min}$   $250^{\circ}\text{C}$  (5 min)

**Inject mode :** splitless (purge on time= 1 min)

**Carrier gas :** helium, flow rate 2 ml/min

**Make up gas :** nitrogen, flow rate 58 ml/min

**Flame gas :** hydrogen, flow rate 75 ml/min  
 air, flow rate 100 ml/min

**Injection volume :** 1  $\mu\text{l}$

คำนวณปริมาณสารพิษตกค้าง โดยวัดค่า retention time ของพีค เปรียบเทียบกับโครมาโตแกรมของสารมาตรฐาน และคำนวณความเข้มข้นของสารพิษตกค้างอีไธออนในสารละลายตัวอย่าง โดยโปรแกรมสำเร็จรูปจากสมการ Linear Regression และต้องมีค่า Correlation ไม่น้อยกว่า 0.99 หากความเข้มข้นของสารในตัวอย่างตามสูตร ดังต่อไปนี้

$$C_{\text{sample}} = C_{\text{calib.}} \times V_{\text{sample}} \times F / W_{\text{sample}}$$

โดยที่  $C_{\text{sample}}$  = ความเข้มข้นของสารพิษในสารละลายตัวอย่าง (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

$C_{\text{calib.}}$  = ความเข้มข้นของสารพิษในสารละลายตัวอย่าง ที่ได้จากการเทียบ Calibration curve ใน GC Report (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ดังนี้

$$C_{\text{calib.}} = \frac{\text{Area of sample} \times \text{Conc. of Standard}}{\text{Area of Standard}}$$

$V_{\text{sample}}$  = ปริมาตรที่ปรับครั้งสุดท้ายของสารละลายตัวอย่างก่อนการฉีด (มิลลิลิตร)

$W_{\text{sample}}$  = น้ำหนักตัวอย่างที่นำมาสกัด (กรัม)

F = Correction Factor = 90ml/50ml

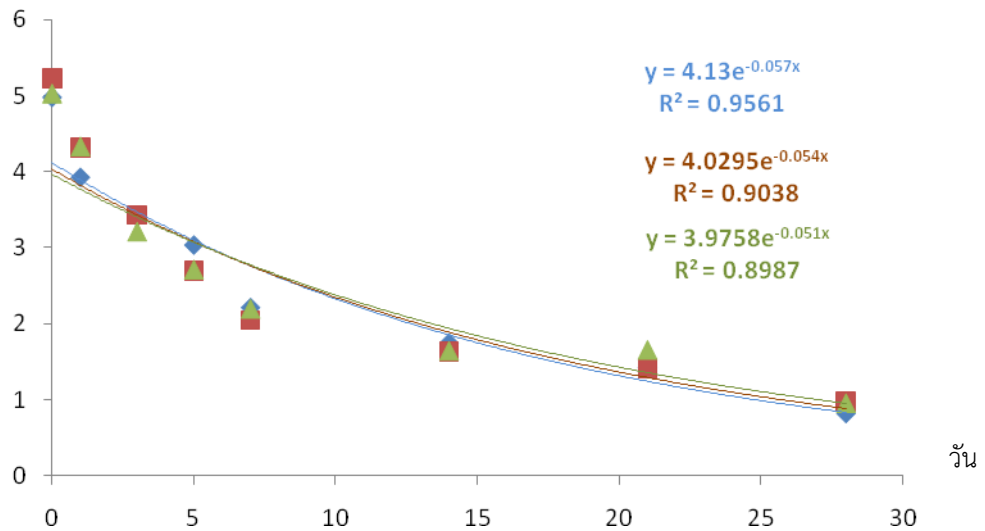
นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ แปรผลข้อมูลและเขียนกราฟการสลายตัวของสารพิษตกค้าง และได้ สุ่มเก็บตัวอย่างส้มเขียวหวานจากแหล่งจำหน่ายต่างๆ รวม 67 ตัวอย่าง นำผลการวิเคราะห์ทั้งหมดมาสรุปข้อมูล ช่วงความเข้มข้นของสารพิษตกค้างที่ตรวจพบ และเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานสารพิษตกค้าง

**เวลาและสถานที่ :** ระยะเวลาดำเนินการตั้งแต่ พฤศจิกายน 2554 – กันยายน 2555 ทำแปลงทดลอง ส้มเขียวหวานของเกษตรกร ในตำบลท่าตอน อำเภอแม่เมาะ และตำบลม่อนปิ่น อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ วิเคราะห์สารพิษตกค้างอีไรออนในส้มเขียวหวาน ณ ห้องปฏิบัติการสารพิษตกค้าง ของศูนย์วิจัยและพัฒนาการ เกษตรเชียงใหม่ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ และห้องปฏิบัติการ สารพิษตกค้าง กลุ่มงานวิจัยสารพิษตกค้าง กลุ่มวิจัยวัตถุดิบพืชการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทาง การเกษตร กรุงเทพฯ

## 8. ผลการทดลองและวิจารณ์

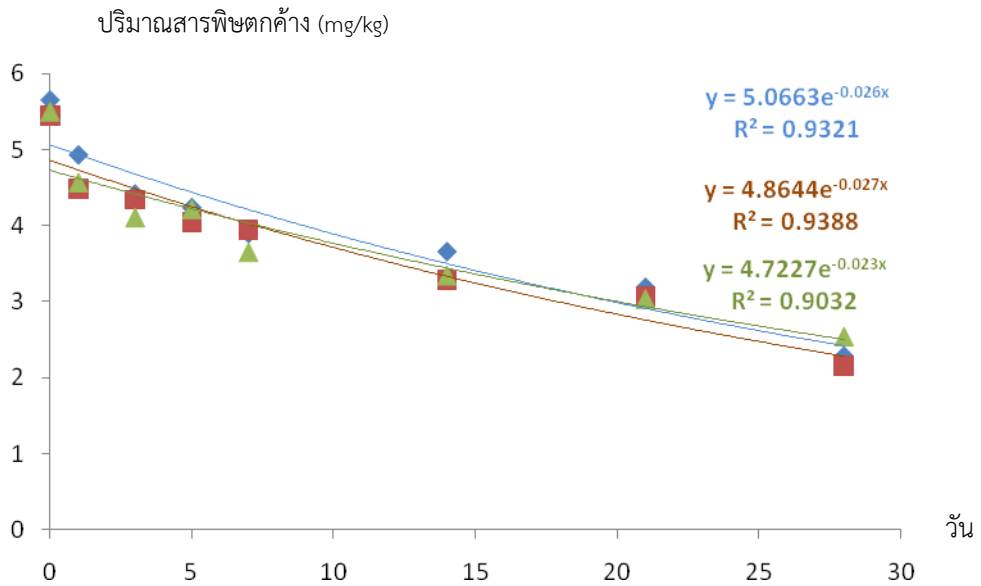
**8.1 แปลงทดลองครั้งที่ 5** ตำบลท่าตอน อำเภอแม่เมาะ จังหวัดเชียงใหม่ ลักษณะพื้นที่ปลูกเป็นที่ราบ ยกคันดินตามแนวปลูก โดยต่อท่อไปตามแนวปลูกต้นส้มและให้น้ำบริเวณใกล้โคนต้น ให้น้ำทุกๆ 3-4 วัน มี แสงแดดน้อย ไม่มีฝนตก อากาศค่อนข้างเย็นที่ระดับ 14 – 20 องศาเซลเซียส พ่นสารที่ทดสอบในช่วงเช้าจำนวน 3 ครั้งๆ ละ 7 วัน หลังการพ่นสารครั้งสุดท้ายสุ่มเก็บผลส้มตาม Codex Guidelines และนำกลับไปยัง ห้องปฏิบัติการสารพิษตกค้าง ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ และวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือ ณ ห้องปฏิบัติการของงานวิจัยสารพิษตกค้าง กลุ่มวิจัย วัตถุดิบพืชการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร ตรวจสอบ วิเคราะห์สารพิษตกค้างพบสารพิษตกค้างอีไรออน ในส้มเขียวหวานเฉลี่ยเท่ากับ 5.08 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ที่ 0 วัน หลังจากนั้นสารพิษตกค้างจะลดลง โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.19, 3.35, 2.82, 2.15, 1.68, 1.50 และ 0.92 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในระยะ 1, 3, 5, 7, 14, 21 และ 28 วัน ภายหลังจากการฉีดพ่นครั้งสุดท้าย ตามลำดับ ซึ่ง สอดคล้องกับการทดลองในแปลงทดลองที่ 3 และ 4 พบสารพิษตกค้างในปริมาณที่สูงกว่าค่า Codex MRL สารพิษสลายตัวอย่างช้าๆ เมื่อนำค่าปริมาณสารพิษตกค้างอีไรออนทั้ง 3 ซ้ำ มาเขียนกราฟความสัมพันธ์กับ ระยะเวลาที่เก็บเกี่ยว (ดังแสดงในภาพที่ 2) จะพบเส้นแนวโน้มการสลายตัวของสารพิษเป็นไปดังสมการ  $y = 4.13e^{-0.057x}$ ,  $y = 4.0295e^{-0.054x}$  และ  $y = 3.9758e^{-0.051x}$  ของการทดลองซ้ำที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ โดยมี ค่า R<sup>2</sup> อยู่ระหว่าง 0.90-0.96 จากการทดลองพบว่า การสลายตัวเป็นไปอย่างช้าๆ ถ้าต้องการให้สารพิษตกค้าง สลายตัวเหลือต่ำกว่า 1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามค่ามาตรฐานสารพิษตกค้างในส้มเขียวหวานของไทย ต้องทิ้ง ระยะเวลาเก็บเกี่ยวไว้อย่างน้อย 28 วัน

ปริมาณสารพิษตกค้าง (mg/kg)



ภาพที่ 2 ปริมาณสารพิษตกค้างอีโรซอน ที่ระยะเวลาเก็บเกี่ยวต่างๆ แผลงทดลองที่ 5 ตำบลท่าตอน อำเภอแม่เมาะ จังหวัดเชียงใหม่

**แผลงทดลองครั้งที่ 6** ตำบลม่อนปิ่น อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ลักษณะพื้นที่ปลูกเป็นที่ราบในหุบเขา ให้น้ำจากบ่อกักน้ำโดยต่อท่อไปตามแนวปลูกแบบสปริงเกอร์ ให้น้ำทุกๆ 2-3 วัน มีแสงแดดน้อย ไม่มีฝนตก อากาศค่อนข้างหนาวที่ระดับ 12 – 20 องศาเซลเซียส พ่นสารที่ทดสอบในช่วงเช้าจำนวน 3 ครั้งๆ ละ 7 วัน หลังการพ่นสารครั้งสุดท้ายสุ่มเก็บผลส้มตาม Codex Guidelines และนำกลับไปยังห้องปฏิบัติการสารพิษตกค้าง ของศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ และวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือ ณ ห้องปฏิบัติการของงานวิจัยสารพิษตกค้าง กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร ตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างตามกรรมวิธี พบสารพิษตกค้างอีโรซอนในส้มเขียวหวานเฉลี่ยเท่ากับ 5.53 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ที่ 0 วัน แล้วค่อยๆ ลดลงเป็น 4.66, 4.29, 4.17, 3.83, 3.43, 3.10 และ 2.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในวันที่ 1, 3, 5, 7, 14, 21 และ 28 วันภายหลังจากการพ่นสารครั้งสุดท้าย ตามลำดับ เมื่อนำค่าปริมาณสารพิษตกค้างอีโรซอนทั้ง 3 ซ้ำ มาเขียนกราฟความสัมพันธ์กับระยะเวลาที่เก็บเกี่ยว (ดังแสดงในภาพที่ 3) จะพบเส้นแนวโน้มการสลายตัวของสารพิษนี้ ในลักษณะเดียวกัน โดยมีการสลายตัวและปริมาณมีแนวโน้มลดลงเมื่อที่ระยะเก็บเกี่ยวมากขึ้น และได้สมการดังนี้  $y = 5.0663e^{-0.026x}$ ,  $y = 4.8644e^{-0.027x}$  และ  $y = 4.7227e^{-0.023x}$  ของการทดลองซ้ำที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ จากการทดลองพบว่า ที่ระดับ 1.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามมาตรฐานสารพิษตกค้างของไทย ควรเว้นระยะเก็บเกี่ยวอย่างน้อยมากกว่า 28 วัน หรือไม่ควรใช้สารนี้ในระยะก่อนเก็บเกี่ยวน้อยกว่า 28 วัน โดยอาจไปใช้สารอื่นที่สลายตัวเร็วทดแทน เพื่อป้องกันและกำจัดศัตรูพืชในระยะก่อนการเก็บเกี่ยว



ภาพที่ 3 ปริมาณสารพิษตกค้างอีไรออน ที่ระยะเวลาเก็บเกี่ยวต่างๆ แปลงทดลองที่ 6 ตำบลม่อนปิ่น อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่

นอกจากนี้ได้สำรวจตัวอย่างส้มเขียวหวานจากแหล่งจำหน่ายต่างๆ จาก 37 จังหวัด จำนวน 67 ตัวอย่าง ผลปรากฏว่า ตรวจพบสารพิษตกค้าง 66 ตัวอย่าง (ร้อยละ 98.5) และพบว่า เกษตรกรมักใช้สารเคมีมากกว่า 1 ชนิดในการพ่นต้นส้มเขียวหวาน ในตัวอย่างเดียวพบสารพิษตกค้างตั้งแต่ 1-5 ชนิด พบสารพิษตกค้างอีไรออนใน 25 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 44.2 และพบเกินค่ามาตรฐานสารพิษตกค้างของไทย จำนวน 9 ตัวอย่าง และยังตรวจพบสารอื่นอีก 14 ชนิด ที่พบมากคือ chlorpyrifos, cypermethrin, profenofos และ triazophos และ ร้อยละ 83.9, 71.4, 42.9 และ 17.9 ตามลำดับ จึงต้องมีการเฝ้าระวังสารพิษตกค้างอีไรออนในส้มเขียวหวาน และแนะนำเกษตรกรให้ใช้สารชนิดอื่นที่สลายตัวเร็ว หรือใช้สารอีไรออนในอัตราที่แนะนำก่อนถึงระยะเก็บเกี่ยวมากกว่า 1 เดือน แนะนำให้ใช้สารฆ่าแมลงเพียงชนิดเดียวหรือน้อยชนิดเพื่อลดต้นทุน และศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้างชนิดอื่นประกอบ เพื่อการพิจารณาการใช้ที่ถูกต้องไม่จำเป็นต้องใช้สารพิษหลายชนิด เพื่อให้ยังมีการบริโภคอย่างปลอดภัย

## 9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

ศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างของอีไรออนในส้มเขียวหวาน ครั้งที่ 5 และ 6 ณ แปลงของเกษตรกรจำนวน 2 แปลง ในพื้นที่ตำบลท่าตอน อำเภอแม่เมาะ และตำบลม่อนปิ่น อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ หลังพ่นสารอีไรออน 50% W/V EC ตามอัตราแนะนำ (40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร) พบปริมาณอีไรออนตกค้างในส้มเขียวหวานมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.08, 4.19, 3.35, 2.82, 2.15, 1.68, 1.50 และ 0.92 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ไม่แตกต่างจากแปลงทดลองครั้งที่ 6 อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ พบปริมาณ



5.53, 4.66, 4.29, 4.17, 3.83, 3.43, 3.10 และ 2.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ที่ระยะเวลา 0, 1, 3, 5, 7, 14, 21 และ 28 วันภายหลังการฉีดพ่นครั้งสุดท้าย ตามลำดับ ทั้งสองแปลงมีความแตกต่างกันอันเนื่องมาจากขนาดและทรงพุ่มของต้นที่แตกต่างกัน พบว่าสารพิษตกค้างเมื่อเปรียบเทียบกับค่า Thai MRL ที่กำหนดไว้ที่ระดับ 1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สามารถเก็บเกี่ยวได้ตั้งแต่ภายหลังการพ่นสารมากกว่า 28 วัน นอกจากนี้ยังได้สำรวจตัวอย่างส้มเขียวหวานจากแหล่งจำหน่ายต่างๆ ทั่วประเทศ จำนวน 67 ตัวอย่าง ตรวจพบสารพิษตกค้างร้อยละ 98.5 (66 ตัวอย่าง) และตรวจพบสารพิษตกค้างอีไธออนร้อยละ 44.2 และพบเกินค่ามาตรฐานจำนวน 9 ตัวอย่าง

## 10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. ข้อมูลที่ได้จากการศึกษา วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างอีไธออน ในส้มเขียวหวานเพื่อนำไปกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง สามารถนำไปใช้ประกอบการพิจารณาค่ามาตรฐานสารพิษชนิดนี้ในส้มเขียวหวานสำหรับประเทศไทย (National MRL) และกลุ่มประเทศอาเซียน (Asean MRL) และใช้เป็นข้อมูลเพื่อประกอบการพิจารณาจัดตั้งค่า Codex MRL ส่วนประเทศญี่ปุ่นได้กำหนดไว้ใน Positive Lists มีค่าเท่ากับ 0.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และสหภาพยุโรปที่กำหนดไว้เพียง 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมเท่านั้น ดังนั้นจึงควรมีการปรับค่า MRL ของไทยใหม่ให้เหมาะสมและสอดคล้องกับผลการทดลอง

2. ได้ข้อมูลเพื่อแนะนำให้เกษตรกร ที่ระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตส้มเขียวหวาน เพื่อจำหน่ายให้ผู้บริโภคได้ทั้งในประเทศและต่างประเทศ โดยไม่เสียเปรียบทางการค้า โดยเฉพาะกับประเทศคู่แข่งที่มีการกีดกันทางการค้าที่มีใช้ภาษี และในปัจจุบันนี้ แต่ละประเทศคำนึงถึงเรื่องความปลอดภัยในการบริโภคอาหารมากขึ้น จึงใช้ค่า MRL เป็นสิ่งบ่งบอกถึงคุณภาพของสินค้าเกษตร และมักเผยแพร่ให้แก่ประเทศอื่นๆ ทั่วโลก ทำให้สินค้าไทยมีมาตรฐานที่สามารถปฏิบัติและจำหน่ายได้มากยิ่งขึ้น

3. ทำให้ได้ข้อมูลการสลายตัวของอีไธออน ในส้มเขียวหวานและใช้เป็นข้อมูลในการกำหนดระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตส้มเขียวหวานที่ปลอดภัย ภายหลังจากการพ่นสารอีไธออน ครั้งสุดท้ายมากกว่า 28 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับค่า MRL ของไทยที่ 1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และต้องระมัดระวังการใช้สารนี้อย่างมาก สำหรับการส่งออก ข้อมูลนี้จะเป็นประโยชน์ต่อคณะกรรมการวัตถุอันตรายของกรมวิชาการเกษตร เพื่อการพิจารณาปรับปรุงฉลากต่อไป

## 11. คำขอบคุณ

ขอขอบคุณในความเอื้อเฟื้อสถานที่ของผู้อำนวยการและเจ้าหน้าที่ ให้ใช้เป็นห้องปฏิบัติการสารพิษตกค้างชั่วคราว ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่

## 12. เอกสารอ้างอิง

กาญจน์ จันทร์ลอย, สามารถ เศรษฐวิทยา, นางมณฑา วงศ์มณีโรจน์ และรวี เสธฐภักดี, 2553. ความหลากหลายของสายพันธุ์พืชตระกูลส้ม. ศูนย์วิจัยและพัฒนาไม้ผลเขตร้อน สถาบันวิจัยและพัฒนา กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ [http://www.rdi.ku.ac.th/kasetresearch52/04-plant/kanchana/plant\\_00.html](http://www.rdi.ku.ac.th/kasetresearch52/04-plant/kanchana/plant_00.html) Available online 16 มีนาคม 2553.

นิรนาม. คมส้มเปลือกอ่อนไทย. หนังสือพิมพ์ข่าวสด ประจำวันอังคารที่ 26 ธันวาคม พ.ศ.2549 [http://news.sanook.com/economic/economic\\_71343.php](http://news.sanook.com/economic/economic_71343.php) Available-online16Mar2010

กรมวิชาการเกษตร, 2552. คู่มือ GAP ส้มเปลือกอ่อน. <http://gap.doa.go.th/gap/academic.html> Available-online 11Oct2009.

กลุ่มวิจัยกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช, 2551. คำแนะนำการป้องกันกำจัดแมลงและสัตว์ศัตรูพืช ปี 2551. เอกสารวิชาการเกษตร กรมวิชาการเกษตร. 295 หน้า.

Wood, A. 2009. Methidathion Data Sheet.

<http://www.alanwood.net/pesticides/methidathion.html> Available-online 11Oct2009

PAN (Pesticide Action Network), 2009. Pesticide Database : Methidathion.

[http://www.pesticideinfo.org/Detail\\_ChemUse.jsp?Rec\\_Id=PC32869](http://www.pesticideinfo.org/Detail_ChemUse.jsp?Rec_Id=PC32869) Available-online 15Oct2009.

EXTOXNET (The Extension Toxicology Network), 2009. Pesticide Information Profile :

Methidathion. <http://pmep.cce.cornell.edu/profiles/extoxnet/haloxypop-methylparathion/methidathion-ext.html> Available-online 15Oct2009.



ภาพแปลงทดลองและการสกัด  
สารพิษตกค้างในส้มเขียวหวาน