วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างเมทธิดาไธออนในส้มเขียวหวาน เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (ครั้งที่ 1-2)

Residue Trial of Methidathion in Orange to Establish Maximum Residue Limit (MRL)(Trial 1-2)

ประภัสสรา พิมพ์พันธุ์ วะนิดา สุขประเสริฐ ยงยุทธ ไผ่แก้ว

กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

บทคัดย่อ

ศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างของเมทธิดาไธออนในส้มเขียวหวาน ณ แปลงของเกษตรกรจำนวน 2 แปลง ในพื้นที่อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ ในช่วงเดือนตุลาคม ถึงเดือน ธันวาคม 2552 และอำเภอหนองมะโมง จังหวัดชัยนาท ในช่วงเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนกรกฎาคม 2553 ในแต่ละแปลง แบ่งเป็น 2 การทดลอง คือ การทดลองที่ 1 ฉีดพ่นสารเมทธิดาไธออน 42% W/V EC ตามอัตราแนะนำในส้มโอ คือ 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ส่วนการทดลองที่ 2 ไม่มีการฉีดพ่นสารเป็นแปลงเปรียบเทียบ แต่ละการทดลองทำ 3 ซ้ำๆ ละ 4 ต้น ฉีดพ่นสารเมทธิดาไธออนในระยะที่ผลส้มเขียวหวานมีอายุก่อนเก็บเกี่ยวผลผลิตประมาณ 1 เดือน ฉีดพ่นรวม 3 ครั้ง แต่ละครั้งห่างกัน 7 วัน หลังจากฉีดพ่นสารครั้งสุดท้าย สุ่มเก็บตัวอย่างส้มเขียวหวานไปตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษตกค้างเมทธิดาไธออน ที่ระยะเวลา 0, 1, 3, 7, 14, 21 และ 28 วัน โดยใช้เทคนิคทางแก๊สโครมาโตกราฟฟี ผลการวิจัย ในแปลงทดลองที่ 1 จ.เชียงใหม่ พบปริมาณเมทธิดาไธออนตกค้างในส้มเขียวหวานมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.24, 1.91, 1.72, 1.47, 1.00, 0.26 และ 0.18 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในแปลงทดลองที่ 2 จ.ชัยนาท พบปริมาณเมทธิดาไธออนตกค้างในส้มเขียวหวานมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.80, 1.56, 1.20, 0.41, 0.33, 0.26 และ 0.19 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ที่ระยะ 0, 1, 3, 7, 14, 21 และ 28 วัน ภายหลังการฉีดพ่นครั้งสุดท้าย ตามลำดับ พบว่าต้องทิ้งระยะเพื่อเก็บเกี่ยวที่ปลอดภัยมากถึง 21 วัน นอกจากนี้ยังได้สำรวจตัวอย่างส้มเขียวหวานจากแหล่งจำหน่ายต่างๆ ทั่วประเทศ จำนวน 59 ตัวอย่าง ผลปรากฏว่า ตรวจพบสารพิษตกค้างเมทธิดาไธออน จำนวน 21 ตัวอย่าง (ร้อยละ 35.6) ในปริมาณ 0.03 – 0.61 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม Codex MRL ได้กำหนดค่าของสารพิษตกค้างเมทธิดาไธออนในพืชตระกูลส้ม (Citrus fruits) ไว้เท่ากับ 2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แต่ของประเทศไทยกำหนดไว้ที่ 0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

คำนำ

พืชในสกุลส้ม (Citrus) มี 4 กลุ่มย่อยคือ กลุ่มส้มเกลี้ยง (Orange Group) กลุ่มส้มเปลือกล่อน (Mandarins) กลุ่มส้มโอ และ เกรฟฟรุต (Pummelos and Grapefrits) และกลุ่มส้มที่มีรสเปรี้ยวจัด (Common Acid Members) สำหรับ ส้มเขียวหวาน (Tangerine) อยู่ในกลุ่มส้มเปลือกล่อน จัดเป็นส้มกลุ่มที่ปลูกกันมากที่สุดในทวีปเอเชียซึ่งรวมทั้งประเทศไทยด้วย คาดว่าได้มีการนำเข้ามาในประเทศไทยเมื่อกว่า 100 ปีที่ผ่านมา พร้อมกับชาวจีนที่อพยพและได้มีการปลูกและขยายพันธุ์จนได้เป็นส้มเขียวหวานในที่สุด แหล่งที่ผลิตสำคัญได้แก่ ญี่ปุ่น เกาหลีใต้ จีน ไต้หวัน ไทย อินเดีย ออสเตรเลีย และย่านเมดิเตอร์เรเนียน

ส่วนประเทศในเอเชียที่มีปลูกค่อนข้างมาก ได้แก่ ฟิลิปปินส์และอินโดนีเซีย รวมทั้งประเทศไทย สายพันธุ์ส้มที่สำคัญของไทยได้แก่ ส้มเขียวหวาน และส้มโชกุน (กาญจน์ และคณะ, 2553) ในปี พ.ศ.2549 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกส้มเปลือกล่อนไม่น้อยกว่า 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 ขณะเดียวกันไทยก็ยังมีการนำเข้าส้มจากต่างประเทศในปริมาณมากถึง 2,429.48 ตัน คิดเป็นมูลค่าประมาณ 50.22 ล้านบาท (นิรนาม, 2549)

ส้มเขียวหวานเป็นพืชมีศัตรูรบกวนหลายชนิด ทั้งแมลงและไรศัตรูมาก กรมวิชาการเกษตร (2552) และกลุ่มวิจัยกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช (2551) ได้แนะนำลักษณะการเข้าทำลายและการป้องกันกำจัดไว้ดังนี้

1. หนอนชอนใบส้ม กัดกินใบอ่อนโดยไชชอนอยู่ระหว่างผิวใบ มักพบทำลายด้านใต้ใบมากกว่าบนใบ บริเวณที่ถูกทำลายเป็นรอยสีขาวกวน ใบมีลักษณะบิดงอลงทางด้านที่มีการถูกทำลาย ทำให้ใบเสียรูปร่าง ช่วงเวลาที่ระบาดมักเป็นช่วงระยะส้มแตกยอดอ่อนในฤดูฝนระหว่างเดือนพฤษภาคม-ตุลาคม ควรมีการจัดการให้ส้มแตกยอดอ่อนพร้อมกัน หากพบปริมาณหนอนชอนใบส้มมากกว่าร้อยละ 50 ให้ทำการกำจัดด้วยอิมิดาโคลพริด หรือฟลูเฟนนอกซูรอน

2. เพลี้ยไฟพริก ทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัย เพลี้ยไฟพริกดูดกินน้ำเลี้ยงจากยอดอ่อน ใบอ่อนและผลอ่อน ทำให้ใบมีลักษณะแคบเรียว กร้าน และไม่เจริญเติบโต ผลส้มจะแคระแกรน ระบาดมากระหว่างเดือนมกราคม-มิถุนายน หรือช่วงที่มีอากาศร้อนและแห้งแล้ง หากพบปริมาณเพลี้ยไฟที่ส่วนยอดอ่อนมากกว่าร้อยละ 20 ให้ทำการกำจัดด้วยอิมิดาโคลพริด หรือโฟซาโลน

3. เพลี้ยไก่แจ้ส้ม ทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัยดูดกินน้ำเลี้ยงจากส่วนตาและยอดอ่อนของต้นส้มเขียวหวาน ขณะดูดกินน้ำเลี้ยงตัวอ่อนจะกลั่นสารสีขาวมีลักษณะคล้ายเส้นด้าย และอาจเกิดราดำขึ้นตามส่วนที่ถูกทำลาย ใบมีลักษณะเป็นคลื่น ใบร่วง และเป็นแมลงพาหะของโรค Greening ควรกำจัดเมื่อพบตัวเต็มวัยด้วยอิมิดาโคลพริด

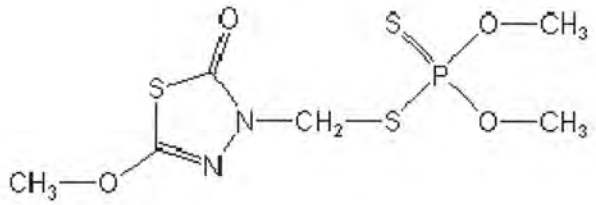
4. หนอนเจาะสมอฝ้าย ตัวเต็มวัยเป็นผีเสื้อกลางคืน ตัวหนอนกัดกินทำลายดอกและผลอ่อน หนอนวัยแรกจะกินช่อดอกและใบ และเมื่อโตขึ้นจะเข้าทำลายผลส้มที่มีขนาดใหญ่ ทำให้ผลเน่าและร่วงในช่วงส้มออกดอกและผลอ่อนกำจัดด้วยคลอร์ฟลูอาซูรอน

5. เพลี้ยอ่อน ดูดกินน้ำเลี้ยงตามยอดอ่อน ใต้ใบอ่อน แมลงจะขับถ่ายมูลหวาน ทำให้เกิดราดำบนส่วนต่างๆ ที่แมลงทำลาย ให้ตัดและเก็บส่วนที่ถูกทำลายเผา และกำจัดด้วยคาร์โบซัลแฟน

6. ไรแดงแอฟริกัน มีขนาดเล็กมาก มีสีแดง ทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัยดูดกินน้ำเลี้ยงที่ผิวใบและเปลือกผลส้ม การป้องกันกำจัดกระทำเมื่อพบเข้าทำลายใบมากกว่าร้อยละ 60 หรือผลอ่อนมากกว่าร้อยละ 20 ให้ทำการกำจัดด้วยโพรพาร์ไจต์ หรือ อามีทราซ

7. ไรสนิมส้ม ตัวอ่อนและตัวเต็มวัยดูดกินน้ำเลี้ยงจากใบและผล ทำให้ใบมีลักษณะกระด้าง สีเขียวคล้ำไม่เป็นมัน การกำจัดเมื่อพบมีการระบาด ทำการกำจัดด้วยกำมะถันหรือไพริดาเบน

เมทธิดาไธออน (methidathion) เป็นสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตประเภท non-systemic (EXTOXNET, 2009) พวกไธไดอะโซล ออร์กาโนไธโอฟอสเฟต (thiadiazole organothiophosphate insecticide) มีทั้งไนโตรเจน ซัลเฟอร์ และฟอสฟอรัส เป็นองค์ประกอบ มีชื่อทาง IUPAC ว่า 3-dimethoxyphosphinothioylthiomethyl-5-methoxy-1,3,4-thiadiazol-2(3*H*)-one สูตรโครงสร้างเป็น $C_6H_{11}N_2O_4PS_3$ ดังแสดงในภาพที่ 1 (Wood, 2009) มีมวลโมเลกุล 302.331 เลขทะเบียนบ่งชี้ (CAS No.) 950-37-8 สามารถก่อให้เกิดความเป็นพิษแบบเฉียบพลัน โดยการยับยั้งเอนไซม์อะเซทธิลโคลีเนสเทอเรส (cholinesterest inhibitor) (PAN, 2009) มีความเป็นพิษต่อสัตว์ทดลองประเภท rat และ mouse ที่ระดับ LD_{50} 25-225 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และต่อกระต่ายที่ระดับ 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ถ้าได้รับโดยตรงอาจก่อให้เกิดอาการคลื่นไส้ อาเจียน ปวดช่องท้อง ท้องเสีย น้ำลายฟูมปาก ปวดศีรษะ กล้ามเนื้อกระตุก หายใจลำบาก เกิดอาการตาพร่ามัว และแน่นหน้าอก แต่ไม่ระคายเคืองต่อตา อาจมีผลบ้างในระบบสืบพันธุ์แต่ไม่เป็นสารก่อกลายพันธุ์ องค์การสิ่งแวดล้อมแห่งสหรัฐอเมริกาจัดให้สารนี้มีความเป็นไปได้ที่จะเป็นสารก่อมะเร็ง (EXTOXNET, 2009)



ภาพที่ 1. สูตรโครงสร้างของสารเมทธิดาไธออน (Wood, 2009)

ในประเทศไทย สารเมทธิดาไธออนที่จดทะเบียนไว้กับสำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร โดยอัตราแนะนำสำหรับฆ่าหนอนชอนใบส้มและเพลี้ยไฟพริก พ่นเมทธิดาไธออน 42% W/V EC ในต้นส้มเขียวหวานตามที่ระบุในฉลาก เท่ากับ 40 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร และควรทิ้งระยะเก็บเกี่ยวภายหลังการพ่นสาร 28 วัน สำหรับค่ามาตรฐานสารพิษตกค้างเมทธิดาไธออนในส้มทั้งชนิดหวานและเปรี้ยว กำหนดไว้ที่ระดับ 2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมีการใช้ค่านี้มาเป็นเวลานาน และจะมีการพิจารณาค่าใหม่ในปี 2556 แต่ค่ามาตรฐานของไทยกำหนดไว้เพียง 0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งแตกต่างจากค่ามาตรฐานสารพิษตกค้างของกลุ่มประเทศในสหภาพยุโรปและประเทศญี่ปุ่น ที่กำหนดไว้ที่ระดับ 5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ดังนั้นจึงต้องมีการศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้างเมทธิดาไธออนในส้มเขียวหวาน เพื่อการพิจารณาปรับปรุงค่า PHI ค่ามาตรฐานสารพิษตกค้างในส้มเขียวหวานของไทย และส่งข้อมูลไปพิจารณาค่ามาตรฐานสารพิษตกค้างที่เหมาะสมในระดับอาเซียน และ Codex ต่อไป

วิธีดำเนินการ

ทำแปลงทดลองส้มเขียวหวานในแปลงเกษตรกรที่ อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ และอำเภอหนองมะโมง จังหวัดชัยนาท รวม 2 แปลงทดลอง มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 วางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Supervised Trial มี 2 การทดลอง

การทดลองที่ 1 ทดลองในต้นส้มเขียวหวานที่พ่นสารเมทธิดาไธออนในอัตราแนะนำ เท่ากับ 40 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร โดยใช้สารเมทธิดาไธออน 42% W/V EC ซึ่งมีการตรวจเปอร์เซ็นต์สารออกฤทธิ์ก่อน มีค่าเท่ากับ 41.8% W/V EC

การทดลองที่ 2 เป็นแปลงเปรียบเทียบ (Control) คือ ต้นส้มเขียวหวาน ที่ไม่มีการพ่นเมทธิดาไธออน โดยพ่นเฉพาะน้ำเปล่า

แต่ละการทดลองมี 8 กรรมวิธี (Treatment) หรือระยะเวลาที่สุ่มเก็บส้มเขียวหวานมาตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง 0 วัน (2 ชั่วโมง หลังการพ่นเมทธิดาไธออนครั้งสุดท้าย) 1, 3, 7, 14, 21 และ 28 วัน ภายหลังการพ่นสารเมทธิดาไธออนครั้งสุดท้าย รวมเก็บตัวอย่าง 7 ครั้ง และทำ 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำมีส้มเขียวหวาน 4 ต้น

ขั้นตอนที่ 2 การทำแปลงทดลอง

ทำแปลงทดลองส้มเขียวหวานในแปลงของเกษตรกรที่ อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ และอำเภอหนองมะโมง จังหวัดชัยนาท รวม 2 แปลงทดลอง ในปี 2552-2553 เป็นสวนส้มเขียวหวานที่มีระบบให้น้ำแบบท่อน้ำหยดและแบบสปริงเกอร์ ตามลำดับ อายุของต้นส้มเขียวหวานประมาณ 10 ปี ในแต่ละการทดลองมีต้นส้มเขียวหวานเปรียบเทียบ

ขั้นตอนที่ 3 วิธีการดำเนินการทดลอง

3.1 เลือกต้นส้มเขียวหวานที่มีขนาดของต้นใกล้เคียงกัน 24 ต้น และมีผลผลิตมากพอที่จะทดลอง แบ่งเป็น 2 กลุ่มๆละ 12 ต้น ติดป้ายระบุว่าเป็น treatment หรือ control และซ้ำที่ 1-3

3.2 กำหนดให้เกษตรกรปฏิบัติดูแลให้น้ำ ใส่ปุ๋ย และพ่นสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชอื่น ๆ ตามปกติ ยกเว้นสารฆ่าแมลงเมทธิดาไธออนจะผสมและกำกับดูแลการพ่นเอง

3.3 ก่อนทำการพ่นสาร ต้องทดสอบปริมาณการใช้น้ำของส้มเขียวหวานแต่ละต้น ที่สามารถฉีดพ่นสารให้สม่ำเสมอและทั่วต้นส้มเขียวหวาน จากการทดสอบพบว่าใช้น้ำ 10 ลิตรต่อต้น จึงสามารถเตรียมสารละลายเมทธิดาไธออนที่ใช้ฉีดพ่นในแปลงทดลองได้

3.4 จากอัตราแนะนำของสำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช แนะนำให้ใช้เมทธิดาไธออน 42% W/V EC เท่ากับ 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร จึงตวงเมทธิดาไธออน ปริมาตร 80 มิลลิลิตร ผสมน้ำ 40 ลิตร สำหรับการฉีดพ่นส้มเขียวหวาน 4 ต้น หรือ 1 Replication ฉีดพ่นต้นส้มเขียวหวานให้สม่ำเสมอทั่วทั้งต้นในแต่ละซ้ำ และฉีดพ่นทุก 7 วัน อย่างต่อเนื่องรวม 4 ครั้ง วัดปริมาตรสารละลายที่เหลือเพื่อคำนวณปริมาณสารที่พ่นในแปลงทดลอง

3.5 จดบันทึก อุณหภูมิ สภาพดินฟ้าอากาศ ตลอดช่วงการทดลอง

ขั้นตอนที่ 4 การสุ่มตัวอย่างมาตรวจวิเคราะห์

4.1 สุ่มตัวอย่างส้มเขียวหวานจากแปลงทดลอง ภายหลังการพ่นเมทธิดาไธออนครั้งสุดท้าย โดยทิ้งระยะเวลาไว้ประมาณ 2 ชั่วโมง เพื่อให้สารที่พ่นแห้ง (เป็นตัวอย่างที่ 0 วัน)

4.2 สุ่มตัวอย่างส้มเขียวหวาน ในวันที่ 1, 3, 5, 7, 10, 14 และ 21 วัน ตามลำดับ รวม 8 ครั้ง

4.3 สุ่มผลที่เจริญเติบโตเต็มที่อย่างน้อย 5 ผลต่อต้นรวมเป็น 1 ตัวอย่าง โดยสุ่มรอบต้นและจากทุกส่วนของต้น (ด้านบนและล่าง ด้านนอกและด้านในทรงพุ่ม) บรรจุในถุงพลาสติกปิดถุงให้แน่น บันทึกรายละเอียดของตัวอย่าง แช่ในถังน้ำแข็งเพื่อรักษาสภาพของตัวอย่าง รีบนำกลับห้องปฏิบัติการ

4.4 สุ่มเก็บตัวอย่างส้มเขียวหวานจากแหล่งจำหน่ายต่างๆ รวม 18 จังหวัด นำมาตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง รวมตัวอย่างส้มเขียวหวานทั้งหมด 59 ตัวอย่าง

ขั้นตอนที่ 5 การเตรียมตัวอย่างและการสกัดตัวอย่าง

5.1 สุ่มตัวอย่างส้มเขียวหวานทุกผล ทั้งส่วนเนื้อและเปลือกมา 1 ใน 2 ส่วนของแต่ละผล หั่นให้เป็นชิ้นเล็กๆ แล้วนำไปปั่นละเอียดอีกครั้งด้วยเครื่องเตรียมตัวอย่าง (Lab Micronizer) คนให้เข้ากันแล้วสุ่มชั่งตัวอย่างละ 25±0.1 กรัม สกัดหาสารพิษตกค้างเมทธิดาไธออนแต่ละต้น แล้วนำข้อมูล 4 ต้นมาหาค่าเฉลี่ยเป็นข้อมูลของซ้ำ

5.2 สกัดตัวอย่างส้มเขียวหวานตามวิธีการที่ดัดแปลงจาก Steinwandter (1985) โดยชั่งตัวอย่างส้มเขียวหวานที่บดแล้ว 25±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 10นาที เทส่วนใสปริมาตร 50 ml นำสารละลายที่ได้กรองผ่าน sodium sulfate anhydrous 20 กรัม นำไปลดปริมาตรด้วยเครื่องระเหยสารละลายที่ตั้งอุณหภูมิไว้ 40°C จนเกือบแห้ง ปรับปริมาตรเป็น 5 ml ด้วย ethyl acetate (PR) ถ้าปริมาตรเกินให้ลดปริมาตรด้วยการเป่าด้วยไนโตรเจน และถ่ายลงใน vial สำหรับการวิเคราะห์สารพิษตกค้างด้วย GC (FPD)

5.3 การเตรียมสารละลายมาตรฐาน

5.3.1 Stock solution : เตรียมโดยชั่งสารมาตรฐานเมทธิดาไธออน น้ำหนักที่แน่นอน และนำค่า purity มาคำนวณกลับเป็นน้ำหนักสารที่แท้จริง ใน volumetric flask ขนาด10 ml ให้มีความเข้มข้น 1,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร โดยใช้ isooctane (PR) เป็นตัวทำละลาย

5.3.2 Intermediate solution : เตรียมโดยใช้ volumetric pipette 1 ml ดูด stock solution ใส่ลงใน volumetric flask 10 ml แล้วเจือจางด้วย hexane (PR) จะได้สารละลายมาตรฐานเมทธิดาไธออนที่มีความเข้มข้น 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

5.3.3 Working stock solution : เตรียมโดยใช้ volumetric pipette ดูด intermediate solution 1 ml ใส่ลงใน volumetric flask 50 ml แล้วเจือจางด้วย hexane (PR) จะได้สารละลายมาตรฐานเมทธิดาไธออน ที่มีความเข้มข้น 2 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

5.3.4 Working solution : เตรียมโดยใช้ volumetric pipette ดูด working stock solution มา 1, 2.5 และ 5 ml ใส่ลงใน volumetric flask 10 ml แล้วเจือจางด้วย ethyl acetate (PR) จะได้สารละลายมาตรฐานเมทธิดาไธออน ที่มีความเข้มข้น 0.2, 0.5 และ 1.0 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ

5.4 การทำ calibration curve : นำสารละลายมาตรฐานเมทธิดาไธออน ที่มีความเข้มข้น 0.2, 0.5, 1.0 และ 2.0 นาโนกรัมต่อไมโครลิตร ฉีดเข้าเครื่อง GC เมื่อได้โครมาโตแกรมของสารมาตรฐาน วัดค่า retention time (ระยะเวลาตั้งแต่ฉีดสารจนปรากฏพีคของสารนั้น) และวัดพื้นที่ใต้พีคของสาร แล้วนำมาเขียนกราฟระหว่างความเข้มข้นและพื้นที่ใต้พีค จะได้ calibration curve ของสารเมทธิดาไธออน

5.5 การวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้าง หลังการสกัดตัวอย่างส้มเขียวหวานที่ปรับปริมาตรแน่นอนแล้ว นำไปตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้างของเมทธิดาไธออน โดยใช้เครื่อง Gas Chromatograph (GC) : Agilent 6890 ชนิด Flame Photometric Detector (FPD) โดยมีสภาวะการใช้งานดังนี้

Column : DB-1701P, 0.25μm thickness, 30m length, 0.32mm.id.

Temperature: injector 250°C, detector 250°C, oven temperature program ดังนี้

: 120°C (2 min) ⟶ 10°C/min 210°C (2 min) ⟶

2°C/min 220°C (2 min) ⟶ 10°C/min 250°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 μl

5.6 การคำนวณปริมาณสารพิษตกค้าง

5.6.1 การวิเคราะห์คุณภาพ : นำสารตัวอย่างฉีดเข้าเครื่อง GC เมื่อได้โครมาโตแกรมของสารตัวอย่าง วัดค่า retention time ของพีค นำไปเปรียบเทียบกับโครมาโตแกรมของสารมาตรฐาน ถ้าเป็นสารชนิดเดียวกันจะมีค่า retention time เท่ากัน

5.6.2 การวิเคราะห์ปริมาณ : การคำนวณความเข้มข้นของสารพิษตกค้างเมทธิดาไธออนในสารละลายตัวอย่าง ปรับปริมาตรสารตัวอย่างให้มีปริมาตรที่แน่นอน แล้วฉีดสารละลายตัวอย่างเข้าเครื่อง GC พีคของเมทธิดาไธออน ในสารละลายตัวอย่าง ต้องมี retention time เท่ากับสารละลายมาตรฐานหรือมีการเคลื่อนไปจากเดิมไม่เกินร้อยละ 5 ของ retention time เครื่องจะคำนวณหาพื้นที่ใต้พีคของสารละลายตัวอย่างอัตโนมัติ เมื่อเลือกฟังก์ชั่นเป็น ESTD (External Standard) ในส่วนของโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อรายงานผล การวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้างเมทธิดาไธออน ที่ตรวจพบ คำนวณโดยโปรแกรมสำเร็จรูปในเครื่อง GC สามารถหาได้โดยการอ่านค่าความเข้มข้นที่ได้จาก Calibration curve โดยได้คำนวณสมการ Linear Regression และต้องมีค่า Correlation ไม่น้อยกว่า 0.99 หาความเข้มข้นของสารในตัวอย่างตามสูตรดังต่อไปนี้

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

โดยที่ C_{sample} = ความเข้มข้นของสารพิษในสารละลายตัวอย่าง (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

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

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

V_{sample} = ปริมาตรที่ปรับครั้งสุดท้ายของสารละลายตัวอย่างก่อนการฉีด (มิลลิลิตร)

W_{sample} = น้ำหนักตัวอย่างที่นำมาสกัด (กรัม)

F = Correction Factor = 90 ml/50 ml

ขั้นตอนที่ 6 การวิเคราะห์และประเมินผลข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ แปรผลข้อมูลและเขียนกราฟการสลายตัวของสารพิษตกค้าง และได้สุ่มเก็บตัวอย่างส้มเขียวหวานจากแหล่งจำหน่ายต่างๆ รวม 59 ตัวอย่าง นำผลการวิเคราะห์ทั้งหมดมาสรุปข้อมูลช่วงความเข้มข้นของสารพิษตกค้างที่ตรวจพบ และเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานสารพิษตกค้าง

ระยะเวลา (เริ่มต้น – สิ้นสุด) ตุลาคม 2552 – กันยายน 2553

สถานที่ดำเนินการ

ทำแปลงทดลองส้มเขียวหวานของเกษตรกร ในอำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ และอำเภอหนองมะโมง จังหวัดชัยนาท วิเคราะห์สารพิษตกค้างเมทธิดาไธออนในส้มเขียวหวาน ณ ห้องปฏิบัติการสารพิษตกค้าง ของกลุ่มพัฒนาการตรวจสอบพืชและปัจจัยการผลิต สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ และห้องปฏิบัติการสารพิษตกค้าง กลุ่มงานวิจัยสารพิษตกค้าง กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรุงเทพฯ

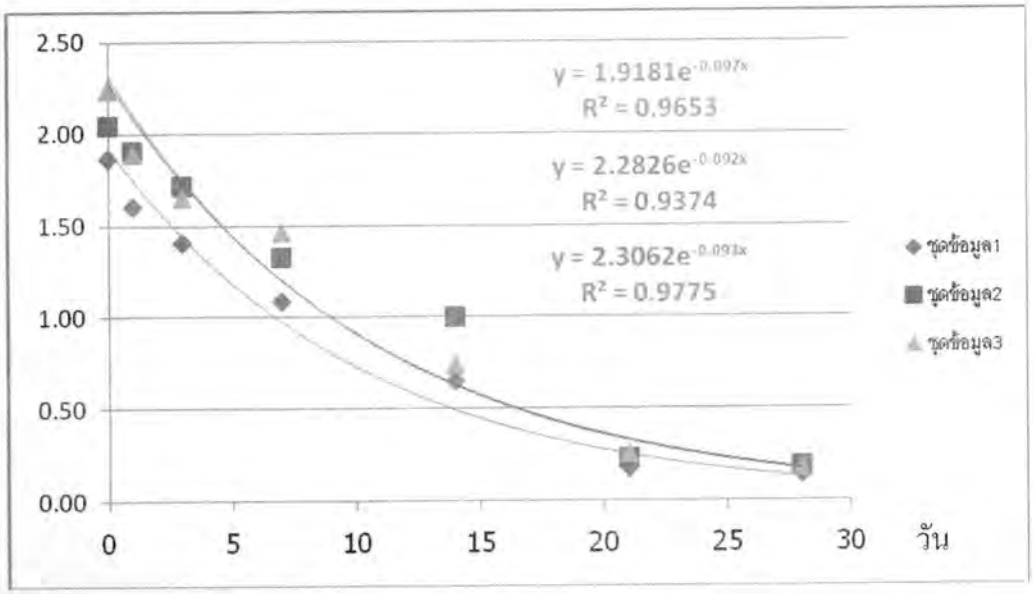
ผลการทดลองและวิจารณ์

การทดลองเพื่อศึกษาการสลายตัวของสารเมทธิดาไธออน ในส้มเขียวหวาน โดยการทำแปลงทดลอง 2 แปลง เป็นแปลงทดลองครั้งที่ 1 และ 2 โดยปลูกในสถานที่แตกต่างกัน ที่อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ และอำเภอหนองมะโมง จังหวัดชัยนาท ตามลำดับ ศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างเมทธิดาไธออน ในส้มเขียวหวานที่ระยะเวลาต่างๆ ภายหลังการพ่นสารเมทธิดาไธออนตามอัตราแนะนำ โดยมีต้นส้มเปรียบเทียบ และสุ่มตัวอย่างมาตรวจวิเคราะห์ตามกรรมวิธี ผลปรากฏดังนี้

แปลงทดลองที่ 1 อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ ลักษณะพื้นที่ปลูกเป็นที่ราบสูงในหุบเขา บริเวณท้ายเขื่อนแม่งัด ให้น้ำจากคูส่งน้ำชลประทานจากเขื่อนโดยต่อท่อไปตามแนวปลูก ให้น้ำทุกๆ 2 วัน มีแสงแดดจัด ไม่มีฝนตก อากาศค่อนข้างหนาวที่ระดับ 15 – 25 องศาเซลเซียส และมีลมกรรโชกในช่วงสายของทุกวันที่ทำการทดลอง พ่นสารที่ทดสอบในช่วงเช้าจำนวน 3 ครั้งๆ ละ 7 วัน หลังการพ่นสารครั้งสุดท้าย สุ่มเก็บผลส้มตาม Codex Guidelines และนำกลับไปยังห้องปฏิบัติการสารพิษตกค้าง ของกลุ่มพัฒนาการตรวจสอบพืชและปัจจัยการผลิต สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1 อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างตามกรรมวิธี พบสารพิษตกค้างเมทธิดาไธออนในส้มเขียวหวานเฉลี่ยเท่ากับ 2.24 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ที่ 0 วัน แล้วค่อยๆ ลดลงเป็น 1.91, 1.72, 1.47, 1.00, 0.26 และ 0.18 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในวันที่ 1, 3, 7, 14, 21 และ 28 วัน ภายหลังจากการพ่นสารครั้งสุดท้าย ตามลำดับ เมื่อนำค่าปริมาณสารพิษตกค้างเมทธิดาไธออนทั้ง 3 ซ้ำ มาเขียนกราฟความสัมพันธ์กับระยะเวลาที่เก็บเกี่ยว (ดังแสดงในภาพที่ 2) จะพบเส้นแนวโน้มการสลายตัวของสารพิษนี้ ในลักษณะเดียวกัน โดยมีการสลายตัวและปริมาณมีแนวโน้มลดลงเมื่อทิ้งระยะเก็บเกี่ยวมากขึ้น และเป็นไปดังสมการ $y = 1.9181e^{-0.097x}$, $y = 2.2826e^{-0.092x}$ และ $y = 2.3062e^{-0.093x}$ ของการทดลองซ้ำที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ โดยมีค่า R^2 มากกว่า 0.9 ทุกซ้ำ จากการทดลองพบว่า ถ้าต้องการให้สารพิษตกค้างสลายตัวเหลือประมาณ 0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เท่ากับค่ามาตรฐานสารพิษตกค้างในส้มเขียวหวานของประเทศไทย ต้องทิ้งระยะเก็บเกี่ยวไว้ 16 วัน แต่ถ้า

ปรับเพิ่มค่า MRL ของไทยเป็น 1.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จะทิ้งระยะเก็บเกี่ยวไว้เพียง 7 วันเท่านั้น ซึ่งค่า MRL นี้ ยังมีค่าต่ำกว่า Codex MRL ที่กำหนดไว้ที่ระดับ 2.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

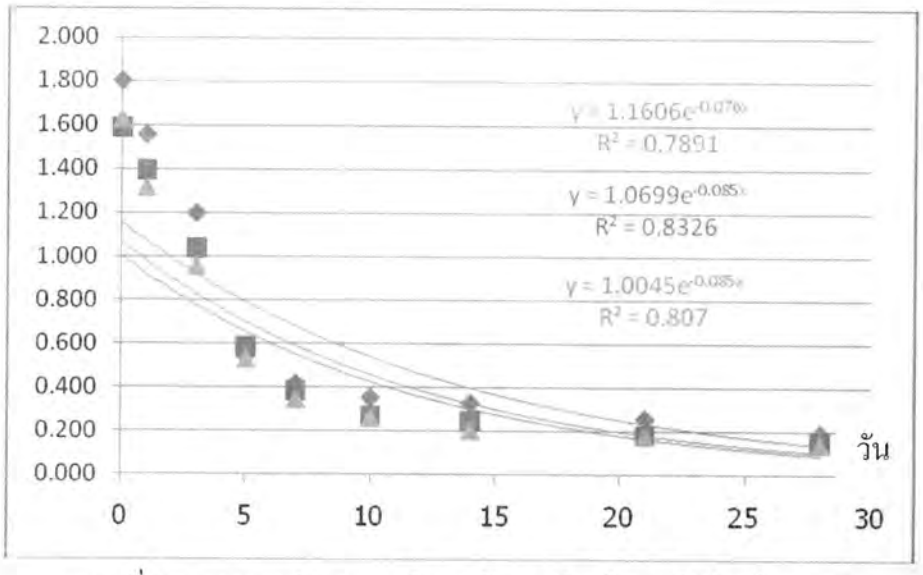
แปลงทดลองที่ 2 อำเภอหนองมะโมง จังหวัดชัยนาท ลักษณะพื้นที่ปลูกเป็นที่ราบยกคันดินตามแนวปลูก ให้น้ำจากบ่อเก็บน้ำที่มาจากฝนและน้ำบาดาล โดยต่อท่อไปตามแนวปลูกต้นส้มและให้น้ำบริเวณใกล้โคนต้น ให้น้ำทุกๆ 2 วัน ถ้าอากาศร้อนมากจะให้น้ำทุกวัน มีแสงแดดจัด มีฝนตกเบาๆในช่วงบ่ายถึงค่ำในบางวัน อากาศค่อนข้างร้อนที่ระดับ 28 – 35 องศาเซลเซียส ลมค่อนข้างสงบในทุกวันที่ทำการทดลองพ่นสารที่ทดสอบในช่วงเช้าจำนวน 3 ครั้งๆ ละ 7 วัน หลังการพ่นสารครั้งสุดท้ายสุ่มเก็บผลส้มตาม Codex Guidelines และนำกลับไปยังห้องปฏิบัติการสารพิษตกค้าง ของงานวิจัยสารพิษตกค้าง



ภาพที่ 2. การสลายตัวของสารพิษตกค้างเมทธิดาไธออนในส้มเขียวหวาน
แปลงที่ 1 อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่

กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร ตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างตามกรรมวิธี พบสารพิษตกค้างเมทธิดาไธออน ในส้มเขียวหวานเฉลี่ยเท่ากับ 1.80 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ที่ 0 วัน หลังจากนั้นสารพิษตกค้างจะลดลง โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.56, 1.20, 0.41, 0.33, 0.26 และ 0.19 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในระยะ 1, 3, 7, 14, 21 และ 28 วัน ภายหลังจากการฉีดพ่นครั้งสุดท้าย ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองในแปลงทดลองที่ 1 แม้ว่าในวันแรกจะพบสารพิษตกค้างในปริมาณต่ำกว่าค่า Codex MRL แต่สารพิษก็ยังคงสลายตัวอย่างช้าๆ เมื่อนำค่าปริมาณสารพิษตกค้างเมทธิดาไธออนทั้ง 3 ซ้ำ มาเขียนกราฟความสัมพันธ์กับระยะเวลาที่เก็บเกี่ยว (ดังแสดงในภาพที่ 3) จะพบเส้นแนวโน้มการสลายตัวของสารพิษนี้ ในลักษณะเดียวกัน โดยมีการสลายตัวและปริมาณมีแนวโน้มลดลงเมื่อทิ้งระยะเก็บเกี่ยวมากขึ้น และเป็นไปดังสมการ $y = 1.1606e^{-0.076x}$, $y = 1.0699e^{-0.085x}$ และ $y = 1.0045e^{-0.085x}$ ของการทดลองซ้ำที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ โดยมีค่า R^2 อยู่ระหว่าง 0.78-0.83 จากการทดลองพบว่า การสลายตัวค่อนข้างเร็วในช่วง 3-5 วัน ภายหลังการพ่นสาร หลังจากนั้นการสลายตัวเป็นไปอย่างช้าๆ แต่โดยภาพรวมแล้วสลายตัวเร็วกว่าแปลงที่ 1 อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ เนื่องจากการทดลองนี้ทำในฤดูฝน ช่วงเวลาที่ทดลองมีฝนตกและอากาศค่อนข้างร้อน มีผลทำให้เกิดการ

สลายตัวของสารพิษตกค้างเมทธิดาไธออน มากขึ้น ถ้าต้องการให้สารพิษตกค้างสลายตัวเหลือประมาณ 0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เท่ากับค่ามาตรฐานสารพิษตกค้างในส้มเขียวหวานของประเทศไทย ต้องทิ้งระยะเก็บเกี่ยวไว้เพียง 11 วัน แต่ถ้าปรับเพิ่มค่า MRL ของไทยเป็น 1.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จะทิ้งระยะเก็บเกี่ยวไว้เพียง 3 วันเท่านั้น ซึ่งค่า MRL นี้ ยังมีค่าต่ำกว่า Codex MRL ที่กำหนดไว้ที่ระดับ 2.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม



ภาพที่ 3. การสลายตัวของสารพิษตกค้างเมทธิดาไธออนในส้มเขียวหวาน แปลงที่ 2 อำเภอหนองมะโมง จังหวัดชัยนาท

นอกจากนี้ได้สำรวจตัวอย่างส้มเขียวหวานจากแหล่งจำหน่ายต่างๆ ใน 18 จังหวัด จำนวน 59 ตัวอย่าง ผลปรากฏว่า ตรวจพบสารพิษตกค้าง 58 ตัวอย่าง (ร้อยละ 98.3) และพบว่า เกษตรกรมักใช้สารเคมีมากกว่า 1 ชนิดในการพ่นต้นส้มเขียวหวาน ในตัวอย่างเดียวพบสารพิษตกค้างสูงสุด 4 ชนิด และพบสารพิษตกค้างเมทธิดาไธออน จำนวน 21 ตัวอย่าง (ร้อยละ 35.6) ในปริมาณ 0.03 – 0.61 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (เกินค่ามาตรฐานของไทย 1 ตัวอย่าง) ทำให้มีความเสี่ยงต่อการบริโภคได้ แม้จะตรวจพบไม่เกินค่า Codex MRL (2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) แต่ตรวจพบสารอื่นๆ รวม 10 ชนิด ที่พบมากคือ cypermethrin, ethion และ chlorpyrifos ร้อยละ 76.3, 69.5 และ 67.8 ตามลำดับ จึงต้องมีการเฝ้าระวังสารพิษตกค้างในส้มเขียวหวาน และแนะนำเกษตรกรให้ใช้สารชนิดอื่นที่สลายตัวเร็ว หรือใช้สารเมทธิดาไธออนในอัตราที่แนะนำเท่านั้น พร้อมกับมีการแก้ไขระยะเวลาที่ทิ้งไว้ให้สารพิษสลายตัวก่อนการเก็บเกี่ยวจาก 28 วัน เป็น 21 วัน แนะนำให้ใช้สารฆ่าแมลงเพียงชนิดเดียวและศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้างชนิดอื่นประกอบ เพื่อการพิจารณาการใช้ที่ถูกต้องไม่จำเป็นต้องใช้สารพิษหลายชนิด และเพื่อให้ยังมีการบริโภคอย่างปลอดภัย

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การทดลองเพื่อศึกษาการสลายตัวของสารเมทธิดาไธออน ในส้มเขียวหวาน โดยการทำแปลงทดลอง 2 แปลง เป็นแปลงทดลองครั้งที่ 1 และ 2 โดยปลูกในสถานที่แตกต่างกัน ที่อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ และอำเภอหนองมะโมง จังหวัดชัยนาท ตามลำดับ ศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างเมทธิดาไธออนในส้มเขียวหวานที่ระยะเวลาต่างๆ ภายหลังการพ่นสารเมทธิดาไธออนตามอัตราแนะนำ โดยมีต้นส้มเปรียบเทียบ และสุ่มตัวอย่างมาตรวจวิเคราะห์ตามกรรมวิธี พบว่าแนวโน้มการสลายตัวของสารพิษนี้เป็นไปในลักษณะเดียวกันทั้งสองแปลง โดยมีการสลายตัวอย่างรวดเร็วในช่วงแรก (หลังพ่นสารจนถึง 5 วัน) และปริมาณมีแนวโน้มลดลงอย่างช้าๆ เมื่อทิ้งระยะเก็บเกี่ยวมากขึ้น ถ้าต้องการให้สารพิษตกค้างสลายตัวเหลือประมาณ 0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เท่ากับค่ามาตรฐานสารพิษตกค้างในส้มเขียวหวานของประเทศไทย ต้องทิ้งระยะเก็บเกี่ยวไว้ 21 วัน แต่ถ้าปรับเพิ่มค่า MRL ของไทยเป็น 1.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จะทิ้งระยะเก็บเกี่ยวไว้เพียง 14 วันเท่านั้น ซึ่งค่า MRL นี้ ยังมีค่าต่ำกว่า Codex MRL ที่กำหนดไว้ที่ระดับ 2.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พร้อมกับมีการแก้ไขระยะเวลาที่ทิ้งไว้ให้สารพิษสลายตัวก่อนการเก็บเกี่ยวจาก 28 วัน เป็น 21 วัน และจากการสำรวจตัวอย่างส้มจากแหล่งจำหน่ายต่างๆ พบสารตกค้างมากถึง 10 ชนิด บางตัวอย่างเกินค่ามาตรฐานสารพิษตกค้างและพบสารพิษตกค้างมากถึง 4 ชนิด ในตัวอย่างเดียว จึงควรแนะนำให้ใช้สารฆ่าแมลงเพียงชนิดเดียว และศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้างชนิดอื่นประกอบ เพื่อการพิจารณาการใช้ที่ถูกต้อง ไม่จำเป็นต้องใช้สารพิษหลายชนิดเพื่อกำจัดศัตรูพืชชนิดเดียวกัน อย่างไรก็ตาม ข้อมูลที่ได้จากการวิจัยจะนำไปพิจารณาค่ามาตรฐานสารพิษชนิดนี้ในส้มเขียวหวานสำหรับประเทศไทย (National MRL) และกลุ่มประเทศอาเซียน (Asean MRL) และใช้เป็นข้อมูลเพื่อประกอบการพิจารณาทบทวนค่า MRL ของสารพิษตกค้างเมทธิดาไธออนในส้มเขียวหวานของ Codex MRL ต่อไป

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

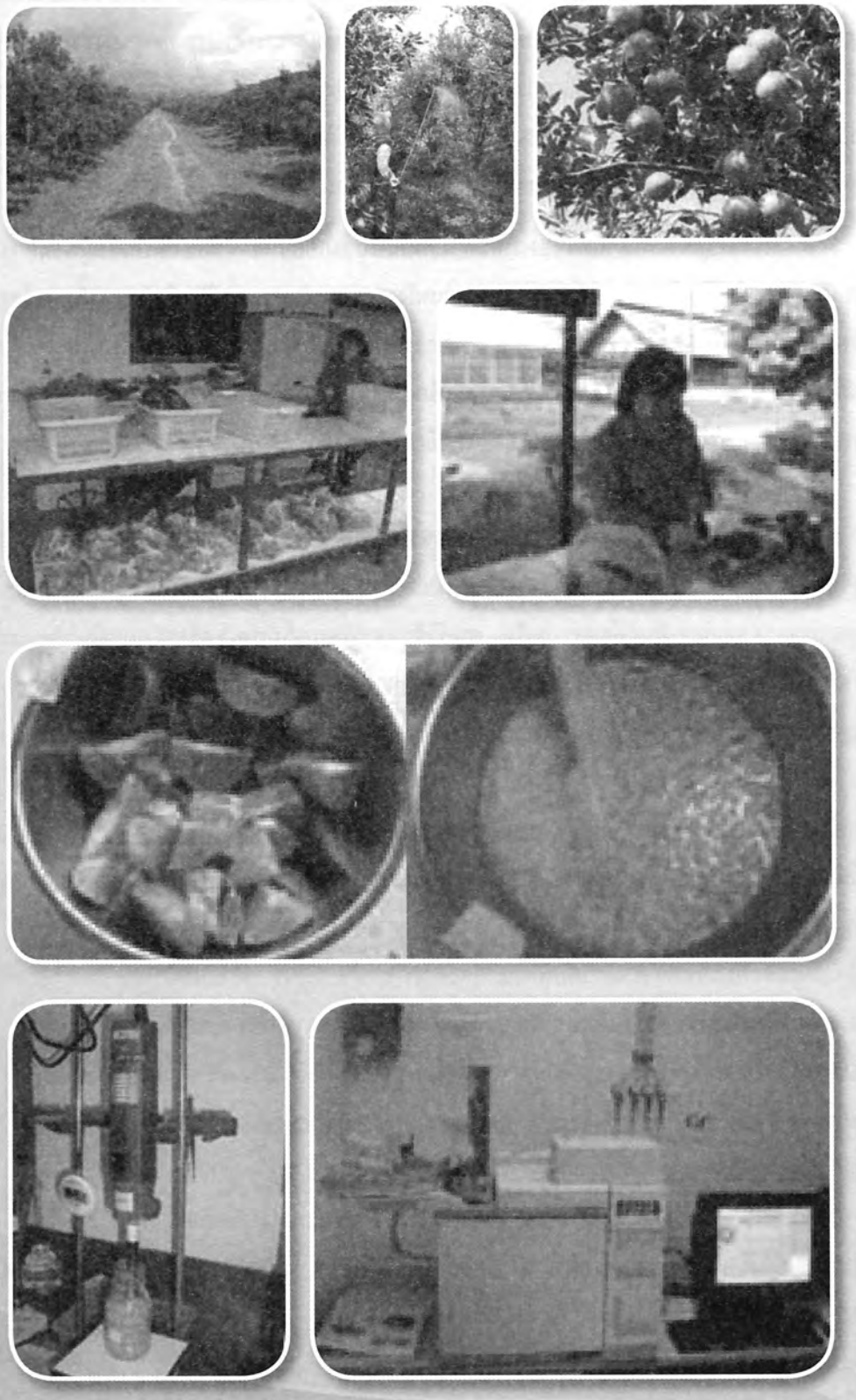
1. ข้อมูลที่ได้จากการศึกษา วิจัยปริมาณสาร พิษตกค้างเมทธิดาไธออน ในส้มเขียวหวานเพื่อนำไปกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง สามารถนำไปใช้ประกอบการพิจารณาค่ามาตรฐานสารพิษชนิดนี้ในส้มเขียวหวานสำหรับประเทศไทย (National MRL) และกลุ่มประเทศอาเซียน (Asean MRL) และใช้เป็นข้อมูลเพื่อประกอบการพิจารณาจัดตั้งค่า Codex MRL หรือเป็นการทบทวนค่า MRL ทุกๆ 15 ปีต่อไป เนื่องจากข้อมูลที่ได้จากการทดลองจากแต่ละประเทศ ซึ่งอาจมีสภาพแวดล้อมต่างกันจะมีค่าแตกต่างกันไป ข้อมูลที่ได้เหล่านี้จะนำไปใช้ประกอบการพิจารณากำหนด ค่า Codex MRL ของส้มเขียวหวานต่อไป ซึ่งตามปกติ JMPR ได้จัดตั้งค่า MRL ของสารเมทธิดาไธออน ในส้มเขียวหวานที่ระดับ 2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ประเทศไทยจะส่งข้อมูลจากงานวิจัยนี้สนับสนุนความปลอดภัยจากสารเมทธิดาไธออนในส้มเขียวหวาน และเสนอให้ยังคงกำหนดสารพิษตกค้างเมทธิดาไธออน ในส้มเขียวหวาน ที่ระดับ 2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ต่อไป และใช้เป็นค่า MRL ของประเทศไทยด้วย ซึ่งเดิมกำหนดไว้ที่ 0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนประเทศญี่ปุ่นได้กำหนดไว้ใน Positive Lists มีค่ามากถึง 5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เช่นเดียวกันกับสหภาพยุโรปที่กำหนดไว้ที่ระดับ 5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

2. ได้ข้อมูลเพื่อแนะนำให้เกษตรกร ทิ้งระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตส้มเขียวหวาน เพื่อจำหน่ายให้ผู้บริโภคได้ทั้งในประเทศและต่างประเทศ โดยไม่เสียเปรียบทางการค้าโดยเฉพาะกับประเทศคู่แข่งที่มีการกีดกันทางการค้าที่มิใช่ภาษี และในปัจจุบันนี้ แต่ละประเทศคำนึงถึงเรื่องความปลอดภัยในการบริโภคอาหารมากขึ้น จึงใช้ค่า MRL เป็นสิ่งบ่งบอกถึงคุณภาพของสินค้าเกษตร และมักเผยแพร่ให้แก่ประเทศอื่นๆ ทั่วโลก ทำให้สินค้าไทยมีมาตรฐานที่สามารถปฏิบัติและจำหน่ายได้มากยิ่งขึ้น

3. ทำให้ได้ข้อมูลการสลายตัวของเมทธิดาไธออน ในส้มเขียวหวานและใช้เป็นข้อมูลในการกำหนดระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตส้มเขียวหวานที่ปลอดภัย ภายหลังจากการพ่นสารเมทธิดาไธออน ครั้งสุดท้าย 21 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับค่า MRL ของไทยที่ 0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และเว้นระยะเก็บเกี่ยวไว้ 7 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับค่า MRL ของ Codex ที่ 2.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สำหรับการส่งออก และได้เสนอต่อคณะกรรมการวัตถุอันตรายของกรมวิชาการเกษตร เพื่อการพิจารณาปรับปรุงฉลากต่อไป

เอกสารอ้างอิง

1. กาญจน์ จันทร์ลอย, สามารถ เศรษฐวิทยา, นางมณฑา วงศ์มณีโรจน์ และรวี เสรฐภักดี, 2553. ความหลากหลายของสายพันธุ์พืชตระกูลส้ม. ศูนย์วิจัยและพัฒนาไม้ผลเขตร้อน สถาบันวิจัยและพัฒนากำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ http://www.rdi.ku.ac.th/ kasetresearch52/04-plant/kanchana/plant 00.html Available online 16 มีนาคม 2553.
2. นิรนาม. คุมส้มเปลือกล่อนไทย. หนังสือพิมพ์ข่าวสด ประจำวันอังคารที่ 26 ธันวาคม พ.ศ.2549 http://news.sanook.com/economic/economic_71343.php Available-online16Mar2010
3. กรมวิชาการเกษตร, 2552. คู่มือ GAP ส้มเปลือกล่อน. http://gap.doa.go.th/gap/acadamic.html Available-online 11Oct2009.
4. กลุ่มวิจัยกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช, 2551. คำแนะนำการป้องกันกำจัดแมลงและสัตว์ศัตรูพืช ปี 2551. เอกสารวิชาการเกษตร กรมวิชาการเกษตร. 295 หน้า.
5. EXTOXNET (The Extension Toxicology Network), 2009. Pesticide Information Profile : Methidathion. http://pmep.cce.cornell.edu/profiles/extoxnet/haloxyfop-methylparathion/methidathion-ext.html Available-online 15Oct2009.
6. PAN (Pesticide Action Network), 2009. Pesticide Database : Methidathion. http://www.pesticideinfo.org/Detail_ChemUse.jsp?Rec_Id=PC32869 Available-online 15 Oct 2009.
7. Wood, A. 2009. Methidathion Data Sheet. http://www.alanwood.net/pesticides/methidathion.html Available-online 11Oct2009



ภาพแปลงทดลองและการสกัดสารพิษตกค้าง methidathion ในส้มเขียวหวาน