เล่ม 1



ผลการปฏิบัติงาน ประจำปีงบประมาณ 2555

สปผ.

สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

กรมวิชาการเกษตร

ISBN : 978-974-436-841-6

เล่ม 1

ผลการปฏิบัติงาน ประจำปีงบประมาณ 2555

สปผ.

สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

กรมวิชาการเกษตร

ผลการปฏิบัติงาน ประจำปีงบประมาณ 2555 เล่ม 1

สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ISBN : 978-974-436-841-6

คณะผู้จัดทำ

ที่ปรึกษา:

ณัญจณา	ลือตระกูล	ผู้อำนวยการสำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
ยศพร	จันทชุม	หัวหน้ากลุ่มบริหารโครงการวิจัย

รวบรวมข้อมูล:

ให้พร	กิตติกูล	กลุ่มบริหารโครงการวิจัย
ณัฐธิดา	ทองนาค	กลุ่มบริหารโครงการวิจัย

จัดทำรูปเล่ม:

ปัญจพร	เลิศรัตน์	กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา
สุปรานี	มั่นหมาย	กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา
สรัตนา	เสนาะ	กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา
ให้พร	กิตติกูล	กลุ่มบริหารโครงการวิจัย
ณัฐธิดา	ทองนาค	กลุ่มบริหารโครงการวิจัย
ศิลดา	ประนาโส	กลุ่มบริหารโครงการวิจัย
พกาสินี	คล้ายมาลา	กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร

จำนวนพิมพ์: 250 เล่ม

พิมพ์เมื่อ: ตุลาคม 2556

สถานที่ติดต่อ: กลุ่มบริหารโครงการวิจัย สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
กรมวิชาการเกษตร เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
โทรศัพท์ 0 2579 1577-8 ต่อ 2101-5
โทรสาร 0 2579 1577

พิมพ์ที่: โพสต์เทค กรุงเทพฯ (โทรศัพท์ 02 982 8035)

คำนำ

เอกสาร “ผลการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ 2555 สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร” ได้จัดทำขึ้นโดยกลุ่มบริหารโครงการวิจัยร่วมกับ กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร และศูนย์วิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตรขอนแก่น วัตถุประสงค์ของการจัดทำเอกสารครั้งนี้เพื่อเผยแพร่ผลการปฏิบัติงานที่ได้ดำเนินการในรอบปีงบประมาณ 2555 ของสำนักฯ

เอกสารผลการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ 2555 ของสำนักฯ มีทั้งหมด 2 เล่ม โดยเอกสารเล่มนี้เป็นเอกสารเล่มที่ 1 เนื้อหาภายในเล่มเป็นการรายงานผลการปฏิบัติงานด้านวิจัยและพัฒนาของกลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร จำนวน 25 เรื่อง

สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร ขอขอบคุณกลุ่มบริหารโครงการวิจัยและนักวิชาการจากกลุ่มวิจัยและศูนย์ฯ ทุกท่านที่ให้ความร่วมมือด้านการประสานงาน รวบรวมและส่งข้อมูลผลการปฏิบัติงานให้กลุ่มบริหารโครงการวิจัยตลอดจนร่วมจัดทำรูปเล่มจนสำเร็จ ในการนี้สำนักฯ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าเอกสารฉบับนี้จะเกิดประโยชน์แก่ผู้บริหาร นักวิชาการ อาจารย์ นักศึกษา และตลอดจนผู้ที่สนใจในการนำความรู้ไปปรับใช้และต่อยอดงานวิจัยในอนาคตหรือใช้ในธุรกิจและชีวิตส่วนตัวของท่านนอกจากนี้ยังส่งผลต่อประสิทธิภาพ ประสิทธิผล ของการใช้จ่ายงบประมาณแผ่นดินอันจะเป็นประโยชน์ต่อประเทศชาติเป็นส่วนรวมด้วย

(นางณัญจณา ลือตระกูล)
ผู้อำนวยการสำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
กรมวิชาการเกษตร
ตุลาคม 2556

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร	
1. วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของเมทธิดาไธออน (Methidathion) ในส้มเขียวหวาน เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (MRLs) ครั้งที่ 5 และ 6 โดย : ประภัสสรา พิมพ์พันธุ์	1
2. วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของอีไธออน (Ethion) ในส้มเขียวหวานเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุด ของสารพิษตกค้าง (MRLs) ครั้งที่ 5 และ 6 โดย : ยงยุทธ ไผ่แก้ว	11
3. วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของฟิโพรนิล (Fipronil) ในองุ่นเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุด ของสารพิษตกค้าง (MRLs) ครั้งที่ 1 และ 2 โดย : สมสมัย ปาลกูล	21
4. วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของอะบาเมคติน (Abamectin) ในองุ่นเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุด ของสารพิษตกค้าง (MRLs) ครั้งที่ 3 และ 4 โดย : ประชาธิปัตย์ พงษ์ภิญโญ	33
5. วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของโปรฟีโนฟอส (Profenofos) ในถั่วเหลืองฝักสดเพื่อกำหนดค่า ปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (MRLs) ครั้งที่ 3 และ 4 โดย : วิสุทธิ เชวงศรี	41
6. วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของฟิโปรนิล (Fipronil) ในถั่วฝักยาวเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุด ของสารพิษตกค้าง (MRLs) ครั้งที่ 5 และ 6 โดย : ศศิมา มั่งนิมิตร์	50
7. วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของไดเมโทเอต (Dimethoate) ในถั่วฝักยาวเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุด ของสารพิษตกค้าง ครั้งที่ 5 และ 6 โดย : ลักษมี เดชานุรักษ์นุกูล	57
8. การประเมินความเสี่ยงภัยจากการใช้เมทโธมิลในสวนองุ่นจากการใช้ตามคำแนะนำต่อผู้ใช้ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม โดย : ยงยุทธ ไผ่แก้ว	66

สารบัญ

เรื่อง หน้า

กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร

9. สำรวจสารพิษตกค้างในผักตระกูลมะเขือ 80
โดย : ยงยุทธ ไผ่แก้ว

10. การศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างในผักตระกูลแตง 89
โดย : ศศิมา มั่งนิมิตร์

11. การศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างในไม้ผลตระกูลส้ม 99
โดย : สมสมัย ปาลกูล

12. การสะสมสารพิษตกค้างในแหล่งน้ำใต้ดินบริเวณเกษตรกรรมพื้นที่ภาคเหนือตอนล่าง 115
โดย : เอกราช สิทธิมงคล

13. การสะสมสารพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อมบริเวณเกษตรกรรมลุ่มแม่น้ำบางปะกง 128
โดย : มลิสา เวชยานนท์

14. ศึกษาปริมาณสารพิษปนเปื้อนบนร่างกายผู้ฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืชในนาข้าว : ชนิด 2,4-D ในนาข้าวนอกเขตชลประทาน 141
โดย : ปรีชา ฉัตรสันติประภา

15. ศึกษาการสลายตัวและการสะสมของสารกำจัดวัชพืชในผลผลิตของข้าว : ชนิด 2,4-D ในนาข้าวนอกเขตชลประทาน 150
โดย : ปรีชา ฉัตรสันติประภา

16. ศึกษาการสลายตัวและสะสมของสารกำจัดวัชพืช กลุ่ม chlorinated phenoxy compound ในดิน น้ำ และตะกอน ในแหล่งปลูกข้าวและพืชไร่ : ชนิด 2,4-D ในนาข้าวนอกเขตชลประทาน 157
โดย : เอกราช สิทธิมงคล

17. ศึกษาผลกระทบของสารกำจัดวัชพืช กลุ่ม Chlorinated phenoxy compound ต่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งปลูกข้าวและพืชไร่ : ชนิด 2,4-D ในนาข้าวนอกเขตชลประทาน 167
โดย : สิริพร เหลืองสุชนกุล

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร	
18. 1. ศึกษาปริมาณสารพิษปนเปื้อนบนร่างกายผู้ฉีดพ่น สารกำจัดวัชพืชกลุ่ม triazines ในพืชสวนและพืชไร่ : ชนิด atrazine ในไร่สับประรด 2. ศึกษาการสลายตัวและสะสมของ สารกำจัดวัชพืช กลุ่ม triazines ในผลิตผลพืชสวนและพืชไร่ : ชนิด atrazine ในไร่สับประรด โดย : วิภา ตั้งนิพนธ์	177
19. ศึกษาการสลายตัวและสะสมสารกำจัดวัชพืชกลุ่ม Triazine ในดิน น้ำ และตะกอนในแหล่งปลูกพืชสวนและพืชไร่: ชนิด atrazine ในไร่สับปะรด โดย : ประกิจ จันทร์ติ๊บ	201
20. การใช้ผลิตภัณฑ์สารธรรมชาติร่วมกับ cypermethrin ในคะน้า โดย : ธิติยาภรณ์ ประยูรมหิศร	212
21. วิจัยสูตรผลิตภัณฑ์สารสกัดจากว่านน้ำ โดย : รัตนาภรณ์ พรหมศรัทธา	221
22. ศึกษาประสิทธิภาพของส่วนผสมรวมพืช ว่านน้ำ สะเดา และหางไหล ในการป้องกำจัดศัตรูพืช โดย : พรรณีกา อัตตนนท์	229
23. ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร Alachlor โดย : จิราพรรณ ทองหยอด	239
24. การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตรกลุ่มสารกำจัดแมลง Isoprocarb โดย : อนุชา ผลไสว	250
25. การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตรสารกำจัดโรคพืช Prochloraz โดย : ดวงรัตน์ วิลาสินี	261

วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของเมทธิดาไธออน (Methidathion) ในส้มเขียวหวาน เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (MRLs) ครั้งที่ 5 และ 6

Residue Trial of Methidathion in Orange to Establish Maximum Residue Limit (MRLs) Trial 5 and 6

ประภัสสรา พิมพ์พันธุ์ ยงยุทธ ไผ่แก้ว วะนิดา สุขประเสริฐ วีระสิงห์ แสงวรรณ

กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

.....

บทคัดย่อ

ศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างของเมทธิดาไธออนในส้มเขียวหวาน ครั้งที่ 5 และ 6 ณ แปลงของเกษตรกร จำนวน 2 แปลง ในพื้นที่ตำบลท่าตอน อำเภอแม่อาย และตำบลม่อนปิ่น อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2554 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2555 ในแต่ละแปลง แบ่งเป็น 2 การทดลอง คือ การทดลองที่ 1 พ่นสารเมทธิดาไธออน 42% W/V EC ตามอัตราแนะนำในส้มเขียวหวาน คือ 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ส่วนการทดลองที่ 2 ไม่มีการพ่นสารเป็นแปลงเปรียบเทียบ แต่ละการทดลองทำ 3 ซ้ำๆ ละ 4 ต้น พ่นสารเมทธิดาไธออนในระยะที่ผลส้มเขียวหวานมีอายุก่อนเก็บเกี่ยวผลผลิตประมาณ 1 เดือน พ่นสารรวม 3 ครั้ง แต่ละครั้งห่างกัน 7 วัน หลังจากพ่นสารครั้งสุดท้าย สุ่มเก็บตัวอย่างส้มเขียวหวานไปตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษตกค้างเมทธิดาไธออน ที่ระยะเวลา 0, 1, 3, 5, 7, 14, 21 และ 28 วัน โดยใช้เทคนิคทางแก๊สโครมาโตกราฟฟี ผลการวิจัย ในแปลงทดลองครั้งที่ 5 อำเภอแม่อาย จังหวัดเชียงใหม่ พบปริมาณเมทธิดาไธออนตกค้างในส้มเขียวหวานมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.51, 4.60, 4.04, 3.44, 2.63, 2.06, 1.39 และ 0.52 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนในแปลงทดลองครั้งที่ 6 อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ พบปริมาณเมทธิดาไธออนตกค้างในส้มเขียวหวานมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.31, 4.72, 3.73, 3.43, 3.10, 2.65, 1.73 และ 1.57 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ที่ระยะเวลาเดียวกันภายหลังการฉีดพ่นครั้งสุดท้าย ตามลำดับ พบว่าสารพิษตกค้างในวันสุดท้ายของการเก็บเกี่ยวมาวิเคราะห์ยังมีความเสี่ยงที่จะเกินค่ามาตรฐานสารพิษตกค้างในส้มเขียวหวานของประเทศไทย ต้องทิ้งระยะเพื่อเก็บเกี่ยวที่ปลอดภัยมากกว่า 28 วัน แต่เมื่อเปรียบเทียบกับค่า Codex MRL ที่กำหนดในพืชตระกูลส้มที่ระดับ 2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบว่าสามารถเก็บเกี่ยวได้ตั้งแต่ภายหลังการพ่นสาร 21 วัน อย่างไรก็ตามค่า Codex MRL นี้จะมีการพิจารณาใหม่ในปี 2557 นอกจากนี้ยังได้สำรวจตัวอย่างส้มเขียวหวานจากแหล่งจำหน่ายต่างๆ ทั่วประเทศ จำนวน 67 ตัวอย่าง จาก 37 จังหวัด ผลปรากฏว่า ตรวจพบสารพิษตกค้างร้อยละ 98.5 (66 ตัวอย่าง) แต่ตรวจไม่พบสารพิษตกค้างเมทธิดาไธออนในทุกตัวอย่าง ตรวจพบสารพิษตกค้างชนิดอื่นมากถึง 15 ชนิด ที่ตรวจพบมาก ได้แก่ คลอร์ไพริฟอส ไซเปอร์เมทธริน อีไธออน และโพรฟีโนฟอส พบตกค้างร้อยละ 83.9, 71.4, 44.6 และ 42.9 ของจำนวนตัวอย่างทั้งหมด ตามลำดับ ทั้งนี้ตรวจพบสารพิษตกค้างในหนึ่งตัวอย่างตั้งแต่ 1 – 6 ชนิด

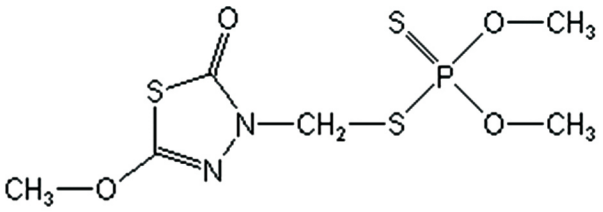
คำนำ

ส้มเขียวหวานจัดเป็นผลไม้ที่ตรวจพบสารพิษตกค้างบ่อยและมากทั้งชนิดและปริมาณ ทำให้มีปัญหาด้านคุณภาพและการตกลงในทางการค้า มีการกำหนดค่ามาตรฐานสารพิษตกค้างในส้มแตกต่างกันไปในแต่ละประเทศ Codex ได้มีการกำหนดค่าสารพิษตกค้างเมทธิดาไธออนในพืชตระกูลส้มไว้เป็นเวลานานแล้ว และกำลังจะมีการทบทวนกันใหม่ในปี 2557 จึงควรได้ศึกษาข้อมูลการสลายตัวของสารนี้ไว้เพื่อประกอบการพิจารณาของคณะผู้เชี่ยวชาญ FAO/WHO พืชในสกุลส้ม (Citrus) มี 4 กลุ่มย่อยคือ กลุ่มส้มเกลี้ยง (Orange Group) กลุ่มส้มเปลือกล่อน (Mandarins) กลุ่มส้มโอ และเกรฟฟรุต (Pummelos and Grapefruits) และกลุ่มส้มที่มีรสเปรี้ยวจัด (Common Acid Members) สำหรับ ส้มเขียวหวาน (Tangerine) อยู่ในกลุ่มส้มเปลือกล่อน (Mandarins) จัดเป็นส้มกลุ่มที่ปลูกกันมากที่สุดในทวีปเอเชียซึ่งรวมทั้งประเทศไทยด้วย คาดว่าได้มีการนำเข้ามาในประเทศไทยเมื่อกว่า 100 ปีที่ผ่านมา พร้อมกับชาวจีนที่อพยพและได้มีการปลูกและขยายพันธุ์จนได้เป็นส้มเขียวหวานในที่สุด แหล่งที่ผลิตสำคัญได้แก่ ญี่ปุ่น เกาหลีใต้ จีน ไต้หวัน ไทย อินเดีย ออสเตรเลีย และย่านเมดิเตอเรเนียน ส่วนประเทศในเอเชียที่มีปลูกค่อนข้างมากได้แก่ ฟิลิปปินส์และอินโดนีเซีย รวมทั้งประเทศไทย สายพันธุ์ส้มที่สำคัญของไทยได้แก่ ส้มเขียวหวาน และส้มโชกุน (กาญจน์ และคณะ, 2553) ในปี 2549 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกส้มเปลือกล่อนไม่น้อยกว่า 500,000 ไร่ กระจายอยู่ทั่วประเทศ โดยมีแหล่งปลูกสำคัญอยู่ในจังหวัดเชียงใหม่ ลำปาง แพร่ เชียงราย สุโขทัย ตาก และชุมพร ได้ผลผลิตรวมกว่า 740,000 แสนตันต่อปี หรือเฉลี่ย 1,950 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งปี 2548 ไทยมีการส่งออกส้มคิดเป็นมูลค่ารวมกว่า 111.12 ล้านบาท ขณะเดียวกันไทยก็ยังมีการนำเข้าส้มจากต่างประเทศในปริมาณมากถึง 2,429.48 ตัน คิดเป็นมูลค่าประมาณ 50.22 ล้านบาท (นิรนาม, 2549)

ส้มเขียวหวานเป็นพืชมีศัตรูรบกวนหลายชนิด ทั้งแมลงและไรศัตรูพืช กรมวิชาการเกษตร (2552) และกลุ่มวิจัยกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช (2551) ได้แนะนำลักษณะการเข้าทำลายและการป้องกันกำจัดไว้ขึ้นกับชนิดของศัตรูพืช เช่น *หนอนชอนใบส้ม* กัดกินใบอ่อนโดยไชชอนอยู่ระหว่างผิวใบ มักพบทำลายด้านใต้ใบมากกว่าบนใบ บริเวณที่ถูกทำลายเป็นรอยสีขาววกวน ใบมีลักษณะบิดงอลงทางด้านที่มีการถูกทำลาย ทำให้ใบเสียรูปร่าง ช่วงเวลาที่ระบาดมักเป็นช่วงระยะส้มแตกยอดอ่อนในฤดูฝนระหว่างเดือนพฤษภาคม-ตุลาคม ควรมีการจัดการให้ส้มแตกยอดอ่อนพร้อมกัน หากพบปริมาณหนอนชอนใบส้มมากกว่าร้อยละ 50 ให้ทำการกำจัดด้วยอิมิดาโคลพริด หรือฟลูเฟนนอกซูรอน *เพลี้ยไฟพริก* ทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัยเพลี้ยไฟพริกดูดกินน้ำเลี้ยงจากยอดอ่อน ใบอ่อนและผลอ่อน ทำให้ใบมีลักษณะแคบเรียว กร้านและไม่เจริญเติบโต ผลส้มจะแคระแกรน ระบาดมากระหว่างเดือนมกราคม-มิถุนายน หรือช่วงที่มีอากาศร้อนและแห้งแล้ง หากพบปริมาณเพลี้ยไฟที่ส่วนยอดอ่อนมากกว่าร้อยละ 20 ให้ทำการกำจัดด้วยอิมิดาโคลพริด หรือโฟซาโลน นอกจากนี้ยังได้แนะนำกำจัดเพลี้ยไก่แจ้ส้ม หนอนเจาะสมอฝ้าย เพลี้ยอ่อน ดูดกินน้ำเลี้ยงตามยอดอ่อน ไรแดงแอฟริกัน ไรสนิมส้ม กำจัดด้วยสารเคมีหลายชนิด

เมทธิดาไธออน (methidathion) เป็นสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตประเภท non-systemic (EXTOXNET, 2009) พวกไธไดอะโซล ออร์กาโนไธโอฟอสเฟต (thiadiazole organothiophosphate insecticide) มีทั้งไนโตรเจน ซัลเฟอร์ และฟอสฟอรัส เป็นองค์ประกอบ มีชื่อทาง IUPAC ว่า 3-dimethoxyphosphinothioyl thiomethyl-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 2557 แต่ค่ามาตรฐานของไทยกำหนดไว้เพียง 0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งแตกต่างจากค่ามาตรฐานสารพิษตกค้างของกลุ่มประเทศในสหภาพยุโรปและประเทศญี่ปุ่นที่กำหนดไว้ที่ระดับ 5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ดังนั้นจึงต้องมีการศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้าง เมทธิดาไธออนในส้มเขียวหวาน เพื่อการพิจารณาปรับปรุงค่า PHI ค่ามาตรฐานสารพิษตกค้างในส้มเขียวหวานของไทยและส่งข้อมูลไปพิจารณาค่ามาตรฐานสารพิษตกค้างที่เหมาะสมในระดับอาเซียน และ Codex ต่อไป

วิธีดำเนินการ

1. **สารเคมีและอุปกรณ์** :
   - 1.1 วัตถุอันตรายทางการเกษตรชนิดเมทธิดาไธออน 42%EC และสารมาตรฐานเมทธิดาไธออน
   - 1.2 อุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างส้มพร้อมถุงพลาสติกบรรจุตัวอย่าง
   - 1.3 เครื่องแก้วและอุปกรณ์ที่ใช้ในการสกัดและการเตรียมสารมาตรฐาน
   - 1.4 สารเคมีชนิดต่างๆ ได้แก่ acetone, dichloromethane, n-hexane, ethyl acetate, sodium sulfate anhydrous ชนิด analytical และ pesticide residue grade
   - 1.5 เครื่องมือที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ เช่น เครื่องชั่ง, Homogenizer, rotary vacuum evaporator, nitrogen evaporator
   - 1.6 เครื่องมือวิเคราะห์ชนิด GC-FPD

2. **วิธีการ**

วางแผนการทดลองแบบ Supervised Trial มี 2 การทดลอง *การทดลองที่ 1* ทดลองในต้นส้มเขียวหวานที่พ่นสารเมทธิดาไธออนในอัตราแนะนำ เท่ากับ 40 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร โดยใช้สารเมทธิดาไธออน 42% W/V EC และ *การทดลองที่ 2* เป็นแปลงเปรียบเทียบ (Control) คือ ต้นส้มเขียวหวาน ที่ไม่มีการพ่นเมทธิดาไธออน โดยพ่นเฉพาะน้ำเปล่า แต่ละการทดลองมี 8 กรรมวิธี (Treatment) หรือระยะเวลาที่สุ่มเก็บส้มเขียวหวานมาตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง 0 วัน (2 ชั่วโมงหลังการพ่นเมทธิดาไธออนครั้งสุดท้าย) 1, 3, 5, 7, 14, 21 และ 28 วัน ภายหลังการพ่นสารเมทธิดาไธออนครั้งสุดท้าย รวมเก็บตัวอย่าง 8 ครั้ง และทำ 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำมีส้มเขียวหวาน 4 ต้น ทำแปลงทดลองส้มเขียวหวานในแปลงของเกษตรกรที่ ตำบลท่าตอน อำเภอแม่อาย และตำบลม่อนปิ่น อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ รวม 2 แปลงทดลอง แปลงทดลองที่ อำเภอฝาง อยู่ในหุบเขา ส่วนแปลงทดลองที่ อำเภอแม่อาย ปลูกส้มในพื้นราบยกร่องทั้งสองแห่งมีระบบให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ อายุของต้นส้มเขียวหวานประมาณ 10 ปี ในแต่ละการทดลองมีต้นส้มเขียวหวานเปรียบเทียบ พ่นสารอัตราแนะนำของสำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช แนะนำให้ใช้เมทธิดาไธออน 42% W/V EC เท่ากับ 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร พ่นต้นส้มเขียวหวานให้สม่ำเสมอทั่วทั้งต้นในแต่ละซ้ำ และฉีดพ่นทุก 7 วัน อย่างต่อเนื่องรวม 3 ครั้ง จดบันทึก อุณหภูมิ สภาพดินฟ้าอากาศ ตลอดช่วงการทดลองสุ่มตัวอย่างส้มเขียวหวานจากแปลงทดลอง ภายหลังการพ่นเมทธิดาไธออนครั้งสุดท้าย โดยทิ้งระยะเวลาไว้ประมาณ 2 ชั่วโมง เพื่อให้สารที่พ่นแห้ง (เป็นตัวอย่างที่ 0 วัน) และสุ่มตัวอย่างส้มเขียวหวาน ในวันที่ 1, 3, 5, 7, 14, 21 และ 28 วัน ตามลำดับ รวม 8 ครั้งบรรจุในถุงพลาสติกปิดถุงให้แน่น บันทึกรายละเอียดของตัวอย่าง แช่ในถังน้ำแข็งเพื่อรักษาสภาพของตัวอย่าง รีบนำกลับห้องปฏิบัติการ นอกจากนี้ยังสุ่มเก็บตัวอย่างส้มเขียวหวานจากแหล่งจำหน่ายต่างๆ นำมาตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง รวมตัวอย่างส้มเขียวหวานทั้งหมด 67 ตัวอย่าง

การเตรียมตัวอย่างและการสกัดตัวอย่างโดยสุ่มตัวอย่างส้มเขียวหวานทุกผล ทั้งส่วนเนื้อและเปลือก หั่นให้เป็นชิ้นเล็กๆ แล้วนำไปปั่นละเอียดอีกครั้งด้วยเครื่องเตรียมตัวอย่าง (Lab Micronizer) คนให้เข้ากันแล้วสุ่มชั่งตัวอย่างละ 25 $\pm$ 0.1 กรัม สกัดหาสารพิษตกค้างเมทธิดาไธออนแต่ละต้น 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°C จนเกือบแห้ง ปรับปริมาตรเป็น 5 ml ด้วย ethyl acetate (PR) ถ้าปริมาตรเกินให้ลดปริมาตรด้วยการเป่าด้วยไนโตรเจน และถ่ายลงใน vial สำหรับการวิเคราะห์สารพิษตกค้างด้วย GC (FPD) มีการทำ calibration curve โดยนำสารละลายมาตรฐานเมทธิดาไธออน ที่มีความเข้มข้น 0.2, 0.5, 1.0 และ 2.0 นาโนกรัมต่อไมโครลิตร ฉีดเข้าเครื่อง GC ที่มีสภาวะการใช้งานดังนี้

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

คำนวณปริมาณสารพิษตกค้าง โดยวัดค่า retention time ของพีค เปรียบเทียบกับโครมาโตแกรมของสารมาตรฐาน และคำนวณความเข้มข้นของสารพิษตกค้างเมทธิดาไธออนในสารละลายตัวอย่าง โดยโปรแกรมสำเร็จรูปจากสมการ 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)

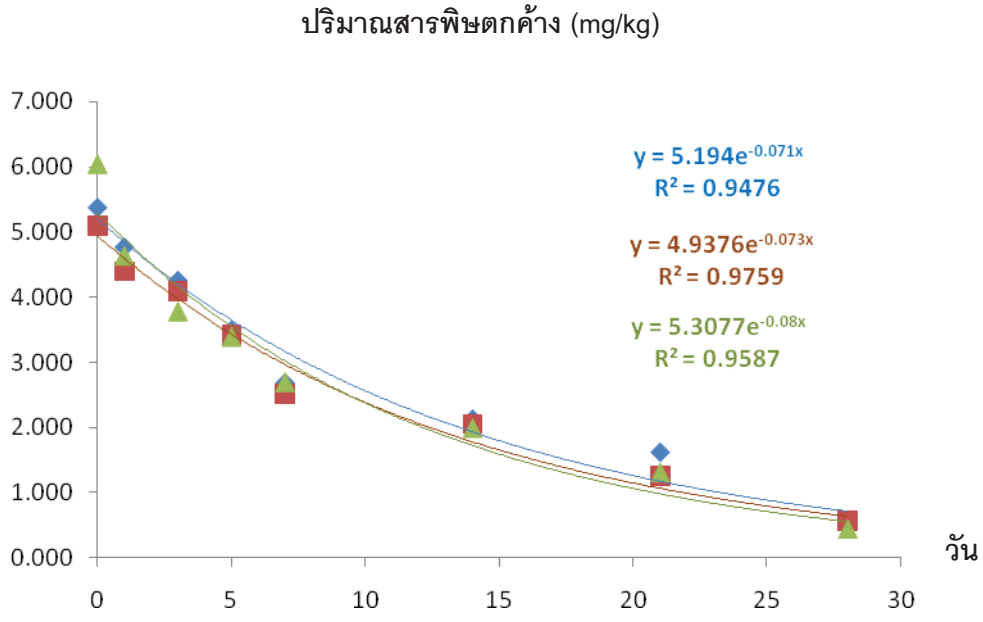
F = Correction Factor = 90ml/50ml

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ แปรผลข้อมูลและเขียนกราฟการสลายตัวของสารพิษตกค้าง และได้สุ่มเก็บตัวอย่างส้มเขียวหวานจากแหล่งจำหน่ายต่างๆ รวม 67 ตัวอย่าง นำผลการวิเคราะห์ทั้งหมดมาสรุปข้อมูลช่วงความเข้มข้นของสารพิษตกค้างที่ตรวจพบ และเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานสารพิษตกค้าง

เวลาและสถานที่ : ระยะเวลาดำเนินการตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2554 – กันยายน 2555 ณ แปลงทดลองส้มเขียวหวานของเกษตรกร ในตำบลท่าตอน อำเภอแม่อาย และตำบลม่อนปิ่น อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ วิเคราะห์สารพิษตกค้างเมทธิดาไธออนในส้มเขียวหวาน ณ ห้องปฏิบัติการสารพิษตกค้าง ของศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ และห้องปฏิบัติการสารพิษตกค้าง กลุ่มงานวิจัยสารพิษตกค้าง กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร

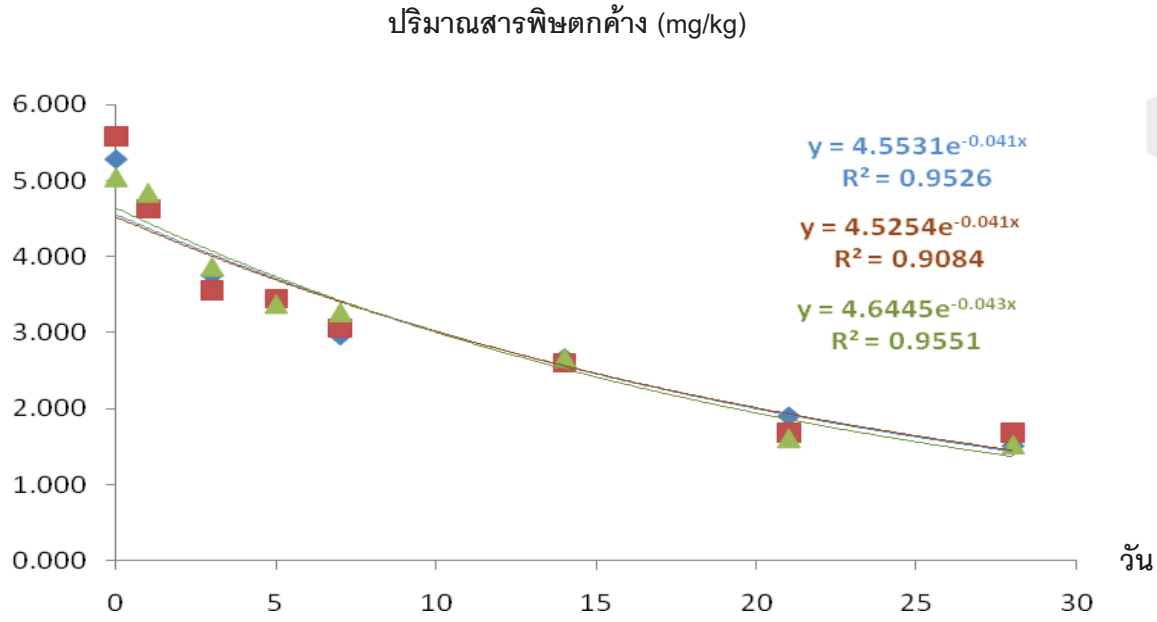
ผลการทดลองและวิจารณ์

แปลงทดลองครั้งที่ 5 ตำบลท่าตอน อำเภอแม่อาย จังหวัดเชียงใหม่ ลักษณะพื้นที่ปลูกเป็นที่ราบยกคันดินตามแนวปลูก โดยต่อท่อไปตามแนวปลูกต้นส้มและให้น้ำบริเวณใกล้โคนต้น ให้น้ำทุกๆ 3 - 4 วัน มีแสงแดดน้อย ไม่มีฝนตก อากาศค่อนข้างเย็นที่ระดับ 14 – 20 องศาเซลเซียส พ่นสารที่ทดสอบในช่วงเช้าจำนวน 3 ครั้งๆ ละ 7 วัน หลังการพ่นสารครั้งสุดท้ายสุ่มเก็บผลส้มตาม Codex Guidelines และนำกลับไปยังห้องปฏิบัติการสารพิษตกค้าง ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ และวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือ ณ ห้องปฏิบัติการของงานวิจัยสารพิษตกค้าง กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร ตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างพบสารพิษตกค้างเมทธิดาไธออน ในส้มเขียวหวานเฉลี่ยเท่ากับ 5.51 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ที่ 0 วัน หลังจากนั้นสารพิษตกค้างจะลดลง โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60, 4.04, 3.44, 2.63, 2.06, 1.39 และ 0.52 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในระยะ 1, 3, 5, 7, 14, 21 และ 28 วัน ภายหลังจากการฉีดพ่นครั้งสุดท้าย ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองในแปลงทดลองที่ 3 และ 4 พบสารพิษตกค้างในปริมาณที่สูงกว่าค่า Codex MRL สารพิษสลายตัวอย่างช้าๆ เมื่อนำค่าปริมาณสารพิษตกค้างเมทธิดาไธออนทั้ง 3 ซ้ำ มาเขียนกราฟความสัมพันธ์กับระยะเวลาที่เก็บเกี่ยว (ดังแสดงในภาพที่ 2) จะพบเส้นแนวโน้มการสลายตัวของสารพิษเป็นไปดังสมการ $y = 5.194e^{-0.071x}$, $y = 4.9376e^{-0.073x}$ และ $y = 5.3077e^{-0.08x}$ ของการทดลองซ้ำที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ โดยมีค่า R^2 อยู่ระหว่าง 0.95-0.98 จากการทดลองพบว่า การสลายตัวเป็นไปอย่างช้าๆ ถ้าต้องการให้สารพิษตกค้างสลายตัวเหลือต่ำกว่า 2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามค่ามาตรฐานสารพิษตกค้างในส้มเขียวหวานของ Codex MRL ต้องทิ้งระยะเก็บเกี่ยวไว้อย่างน้อย 21 วัน



ภาพที่ 2. ปริมาณสารพิษตกค้างเมทธิดาไธออน ที่ระยะเวลาเก็บเกี่ยวต่างๆ แปลงทดลองที่ 5 ตำบลท่าตอน อำเภอแม่อาย จังหวัดเชียงใหม่

แปลงทดลองครั้งที่ 6 ตำบลม่อนปิ่น อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ลักษณะพื้นที่ปลูกเป็นที่ราบในหุบเขา ให้น้ำจากบ่อพักน้ำโดยต่อท่อไปตามแนวปลูกแบบสปริงเกลอร์ 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 กรมวิชาการเกษตร เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร ตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างตามกรรมวิธี พบสารพิษตกค้างเมทธิดาไธออนในส้มเขียวหวานเฉลี่ยเท่ากับ 5.31 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ที่ 0 วัน แล้วค่อยๆ ลดลงเป็น 4.72, 3.73, 3.43, 3.10, 2.65, 1.73 และ 1.57 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในวันที่ 1, 3, 5, 7, 14, 21 และ 28 วันภายหลังจากการพ่นสารครั้งสุดท้าย ตามลำดับ เมื่อนำค่าปริมาณสารพิษตกค้างเมทธิดาไธออนทั้ง 3 ซ้ำ มาเขียนกราฟความสัมพันธ์กับระยะเวลาที่เก็บเกี่ยว (ดังแสดงในภาพที่ 3) จะพบเส้นแนวโน้มการสลายตัวของสารพิษนี้ ในลักษณะเดียวกัน โดยมีการสลายตัวและปริมาณมีแนวโน้มลดลงเมื่อทิ้งระยะเก็บเกี่ยวมากขึ้น และได้สมการดังนี้ $y = 4.5531e^{-0.041x}$, $y = 4.5254e^{-0.041x}$ และ $y = 4.6445e^{-0.043x}$ ของการทดลองซ้ำที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ จากการทดลองพบว่า ที่ระดับ 2.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ควรเว้นระยะเก็บเกี่ยวอย่างน้อย 21 วัน



ภาพที่ 3. ปริมาณสารพิษตกค้างเมทธิดาไธออน ที่ระยะเวลาเก็บเกี่ยวต่างๆ แปลงทดลองที่ 6 ตำบลม่อนปิ่น อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่

นอกจากนี้ได้สำรวจตัวอย่างส้มเขียวหวานจากแหล่งจำหน่ายต่างๆ จาก 37 จังหวัด จำนวน 67 ตัวอย่าง ผลปรากฏว่า ตรวจพบสารพิษตกค้าง 66 ตัวอย่าง (ร้อยละ 98.5) และพบว่า เกษตรกรมักใช้สารเคมีมากกว่า 1 ชนิด ในการพ่นต้นส้มเขียวหวาน ในตัวอย่างเดียวพบสารพิษตกค้างตั้งแต่ 1-6 ชนิด ตรวจไม่พบสารพิษตกค้างเมทธิดาไธออนในทุกตัวอย่าง เนื่องจากไม่มีวางจำหน่ายตามแหล่งผลิตส้มเขียวหวาน แต่ตรวจพบสารอื่นๆ รวม 15 ชนิด ที่พบมาก

คือ chlorpyrifos, cypermethrin, ethion, profenofos และ triazophos และ ร้อยละ 83.9, 71.4, 44.2, 42.9 และ 17.9 ตามลำดับ จึงต้องมีการเฝ้าระวังสารพิษตกค้างในส้มเขียวหวาน และแนะนำเกษตรกรให้ใช้สารชนิดอื่นที่สลายตัวเร็ว หรือใช้สารเมทธิดาไธออนในอัตราที่แนะนำเท่านั้น พร้อมกับมีการแก้ไขระยะเวลาที่ทิ้งไว้ให้สารพิษสลายตัวก่อนการเก็บเกี่ยวจาก 28 วัน เป็น 21 วัน แนะนำให้ใช้สารฆ่าแมลงเพียงชนิดเดียวและศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้างชนิดอื่นประกอบ เพื่อการพิจารณาการใช้ที่ถูกต้องไม่จำเป็นต้องใช้สารพิษหลายชนิด และเพื่อให้ยังมีการบริโภคอย่างปลอดภัย

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

ศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างของเมทธิดาไธออนในส้มเขียวหวาน ครั้งที่ 5 และ 6 ณ แปลงของเกษตรกร จำนวน 2 แปลง ในพื้นที่ตำบลท่าตอน อำเภอแม่อาย และตำบลม่อนปิ่น อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ หลังพ่นสารเมทธิดาไธออน 42% W/V EC ตามอัตราแนะนำ (40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร) พบปริมาณเมทธิดาไธออนตกค้างในส้มเขียวหวานมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.51, 4.60, 4.04, 3.44, 2.63, 2.06, 1.39 และ 0.52 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ไม่แตกต่างจากแปลงทดลองครั้งที่ 6 อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ พบปริมาณ 5.31, 4.72, 3.73, 3.43, 3.10, 2.65, 1.73 และ 1.57 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ที่ระยะเวลา 0, 1, 3, 5, 7, 14, 21 และ 28 วันภายหลังการฉีดพ่นครั้งสุดท้าย ตามลำดับ พบว่าสารพิษตกค้างเมื่อเปรียบเทียบกับค่า Codex MRL ที่กำหนดในพืชตระกูลส้ม ที่ระดับ 2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สามารถเก็บเกี่ยวได้ตั้งแต่ภายหลังการพ่นสาร 21 วัน นอกจากนี้ยังได้สำรวจตัวอย่างส้มเขียวหวานจากแหล่งจำหน่ายต่างๆ ทั่วประเทศ จำนวน 67 ตัวอย่าง ตรวจพบสารพิษตกค้างร้อยละ 98.5 (66 ตัวอย่าง) แต่ตรวจไม่พบสารพิษตกค้างเมทธิดาไธออนในทุกตัวอย่าง

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. ข้อมูลที่ได้จากการศึกษา วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างเมทธิดาไธออน 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 ของสารเมทธิดาไธออนในส้มเขียวหวานที่ระดับ 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

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณในความเอื้อเฟื้อสถานที่ของผู้อำนวยการและเจ้าหน้าที่ ให้ใช้เป็นห้องปฏิบัติการสารพิษตกค้างชั่วคราว ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร, 2552. คู่มือ GAP ส้มเปลือกล่อน. http://gap.doa.go.th/gap/acadamic.html Available-online 11Oct2009

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

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.

นิรนาม. คุมส้มเปลือกล่อนไทย. หนังสือพิมพ์ข่าวสด ประจำวันอังคารที่ 26 ธันวาคม พ.ศ.2549 http://news.sanook.com/economic/economic_71343.php Available-online16Mar2010

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.

PAN (Pesticide Action Network), 2009. Pesticide Database : Methidathion. http://www.pesticideinfo.org/Detail_ChemUse.jsp?Rec_Id=PC32869 Available-online 15Oct2009.

Wood, A. 2009. Methidathion Data Sheet. http://www.alanwood.net/pesticides/methidathion.html

Available-online 11Oct2009



ภาพแปลงทดลองและการสกัดสารพิษตกค้างในส้มเขียวหวาน

วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของอีไธออน (Ethion) ในส้มเขียวหวาน เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (MRLs) ครั้งที่ 5 และ 6

Residue Trial of Ethion in Orange to Establish Maximum Residue Limit (MRLs) Trial 5 and 6

ยงยุทธ ไผ่แก้ว วะนิดา สุขประเสริฐ วีระสิงห์ แสงวรรณ ประภัสสรา พิมพ์พันธุ์

กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษทางการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

.....

บทคัดย่อ

ศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างของอีไธออนในส้มเขียวหวาน ครั้งที่ 5 และ 6 ณ แปลงของเกษตรกรจำนวน 2 แปลง ในพื้นที่ตำบลท่าตอน อำเภอแม่อาย และตำบลม่อนปิ่น อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2554 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2555 ในแต่ละแปลง แบ่งเป็น 2 การทดลอง คือ การทดลองที่ 1 พ่นสารอีไธออน 50% W/V EC ตามอัตราแนะนำในส้มเขียวหวาน คือ 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ส่วนการทดลองที่ 2 ไม่มีการพ่นสารเป็นแปลงเปรียบเทียบ แต่ละการทดลองทำ 3 ซ้ำๆ ละ 4 ต้น พ่นสารอีไธออนในระยะที่ผลส้มเขียวหวานมีอายุก่อนเก็บเกี่ยวผลผลิตประมาณ 1 เดือน พ่นสารรวม 3 ครั้ง แต่ละครั้งห่างกัน 7 วัน หลังจากพ่นสารครั้งสุดท้าย สุ่มเก็บตัวอย่างส้มเขียวหวานไปตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษตกค้างอีไธออน ที่ระยะเวลา 0, 1, 3, 5, 7, 14, 21 และ 28 วัน โดยใช้เทคนิคทางแก๊สโครมาโตกราฟฟี ผลการวิจัย ในแปลงทดลองครั้งที่ 5 อำเภอแม่อาย จังหวัดเชียงใหม่ พบปริมาณอีไธออนตกค้างในส้มเขียวหวานมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.08, 4.19, 3.35, 2.82, 2.15, 1.68, 1.50 และ 0.92 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนในแปลงทดลองครั้งที่ 6 อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ พบปริมาณอีไธออนตกค้างในส้มเขียวหวานมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 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 ไม่ได้กำหนดไว้ในพืชตระกูลส้มนอกจากนี้ยังได้สำรวจตัวอย่างส้มเขียวหวานจากแหล่งจำหน่ายต่างๆ ทั่วประเทศ จำนวน 67 ตัวอย่าง จาก 37 จังหวัดผลปรากฏว่า ตรวจพบสารพิษตกค้างร้อยละ 98.5 (66 ตัวอย่าง) ตรวจพบสารพิษตกค้างอีไธออนมากถึงร้อยละ 44.6 และตรวจพบสารพิษตกค้างชนิดอื่นอีก 14 ชนิด ที่ตรวจพบมาก ได้แก่ คลอร์ไพริฟอส ไซเปอร์เมทธริน และโพรฟีโนฟอสพบตกค้างร้อยละ 83.9, 71.4 และ 42.9 ของจำนวนตัวอย่างทั้งหมด ตามลำดับ ทั้งนี้ตรวจพบสารพิษตกค้างในหนึ่งตัวอย่างตั้งแต่ 1 – 5 ชนิด

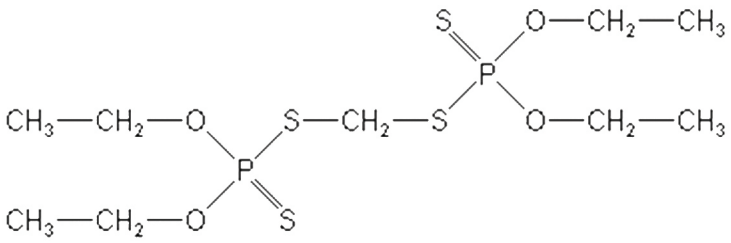
คำนำ

ส้มเขียวหวาน (Tangerine) อยู่ในกลุ่มส้มเปลือกล่อน (Mandarins) จัดเป็นส้มกลุ่มที่ปลูกกันมากที่สุดในทวีปเอเชียซึ่งรวมทั้งประเทศไทยด้วย แหล่งที่ผลิตสำคัญได้แก่ ญี่ปุ่น เกาหลีใต้ จีน ไต้หวัน อินเดีย ออสเตรเลีย และย่านเมดิเตอเรเนียน 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 (2553) ได้แนะนำลักษณะการเข้าทำลายและการป้องกันกำจัดไว้ได้แก่ หนอนชอนใบส้ม กัดกินใบอ่อนโดยไชชอนอยู่ระหว่างผิวใบ มักพบทำลายด้านใต้ใบมากกว่าบนใบ บริเวณที่ถูกทำลายเป็นรอยสีขาวกวนใบมีลักษณะบิดงอลงทางด้านที่มีการถูกทำลาย ทำให้ใบเสียรูปร่าง ให้ทำการกำจัดด้วยอิมิดาโคลพริด หรือฟลูเฟนนอกซูรอน เพลี้ยไฟพริก ดูดกินน้ำเลี้ยงจากยอดอ่อน ใบอ่อนและผลอ่อน ให้ทำการกำจัดด้วยอิมิดาโคลพริด หรือโฟซาโลน เพลี้ยไก่แจ้ส้ม ดูดกินน้ำเลี้ยงจากส่วนตาและยอดอ่อนของต้นส้มเขียวหวาน ขณะดูดกินน้ำเลี้ยงตัวอ่อนจะกลั่นสารสีขาวมีลักษณะคล้ายเส้นด้าย และอาจเกิดราดำขึ้นตามส่วนที่ถูกทำลาย ใบมีลักษณะเป็นคลื่น ใบร่วง ควรกำจัดเมื่อพบตัวเต็มวัยด้วยอิมิดาโคลพริด หนอนเจาะสมอฝ้าย กัดกินทำลายดอกและผลอ่อน หนอนวัยแรกจะกินช่อดอกและใบ และเมื่อโตขึ้นจะเข้าทำลายผลส้มที่มีขนาดใหญ่ ทำให้ผลเน่าและร่วงในช่วงส้มออกดอกและผลอ่อน กำจัดด้วยคลอร์ฟลูอาซูรอน เพลี้ยอ่อน ดูดกินน้ำเลี้ยงตามยอดอ่อน ใต้ใบอ่อน แมลงจะขับถ่ายมูลหวาน ทำให้เกิดราดำ ให้ตัดและเก็บส่วนที่ถูกทำลายเผา และกำจัดด้วยคาร์โบซัลแฟน ไรแดงแอฟริกัน มีขนาดเล็กมาก มีสีแดง ดูดกินน้ำเลี้ยงที่ผิวใบและเปลือกผลส้ม ให้ทำการกำจัดด้วยโพรพาร์ไจต์ หรือ อามีทราซ ไรสนิมส้ม ดูดกินน้ำเลี้ยงจากใบและผล ทำให้ใบมีลักษณะกระด้าง สีเขียวคล้ำไม่เป็นมัน การกำจัดเมื่อพบมีการระบาด ทำการกำจัดด้วยกำมะถันหรือไพริดาเบน

อีไธออน (ethion) เป็นสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตประเภท non-systemic (EXTOXNET, 2009) พวกอะลิฟาติก ออร์กาโนไธโอฟอสเฟต (aliphatic organothiophosphate insecticide) มีทั้งซัลเฟอร์ และฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบ 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 โดยการยับยั้งเอนไซม์อะเซทธิลโคลีเนสเทอเรส (cholinesterest 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 อาจมีผลบ้างในระบบ

สืบพันธุ์แต่ไม่เป็นที่เกี่ยวข้องกับระบบสืบพันธุ์ ไม่เป็นสารก่อกลายพันธุ์ และไม่เป็นสารก่อมะเร็ง อาการหลักคือยังยั้งระบบประสาท (EXTOXNET, 2011)



ภาพที่ 1. สูตรโครงสร้างของสารอีไธออน (Wood, 2009)

ในประเทศไทย สารอีไธออนที่จดทะเบียนไว้กับสำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร โดยอัตราแนะนำสำหรับฆ่าหนอนชอนใบส้มและเพลี้ยไฟพริก พ่นอีไธออน 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 ซึ่งแตกต่างจากค่ามาตรฐานสารพิษตกค้างของกลุ่มประเทศในสหภาพยุโรปและประเทศญี่ปุ่น ที่กำหนดไว้ที่ระดับ 0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ดังนั้นจึงต้องมีการศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้างอีไธออนในส้มเขียวหวาน เพื่อการพิจารณาปรับปรุงค่ามาตรฐานสารพิษตกค้างในส้มเขียวหวานของไทย และส่งข้อมูลไปพิจารณาค่ามาตรฐานสารพิษตกค้างที่เหมาะสมในระดับอาเซียน และ Codex ต่อไป

วิธีดำเนินการ

สารเคมีและอุปกรณ์ :

1. วัตถุอันตรายทางการเกษตรชนิดอีไธออน 50%EC และสารมาตรฐานของอีไธออน
2. อุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างส้มพร้อมถุงพลาสติกบรรจุตัวอย่าง
3. เครื่องแก้วและอุปกรณ์ที่ใช้ในการสกัดและการเตรียมสารมาตรฐาน
4. สารเคมีชนิดต่างๆ ได้แก่ acetone, dichloromethane, n-hexane, ethyl acetate, sodium sulfate anhydrous ชนิด analytical และ pesticide residue grade
5. เครื่องมือที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ เช่น เครื่องชั่ง, Homogenizer, rotary vacuum evaporator, nitrogen evaporator
6. เครื่องมือวิเคราะห์ชนิด GC-FPD

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 แต่ละการทดลองมี 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 อำเภอแม่อาย และตำบลม่อนปิ่น อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ รวม 2 แปลงทดลอง แปลงทดลองที่ อำเภอฝาง อยู่ในหุบเขา ส่วนแปลงทดลองที่ อำเภอแม่อาย ปลูกส้มในพื้นราบยกร่อง ทั้งสองแห่งมีระบบให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ อายุของต้นส้มเขียวหวานประมาณ 10 ปี ในแต่ละการทดลองมีต้นส้มเขียวหวานเปรียบเทียบพ่นสารอัตราแนะนำของสำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช แนะนำให้ใช้อีไธออน 42% W/V EC เท่ากับ 40 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร พ่นต้นส้มเขียวหวานให้สม่ำเสมอทั่วทั้งต้นในแต่ละซ้ำ และฉีดพ่นทุก 7 วัน อย่างต่อเนื่องรวม 3 ครั้ง จดบันทึก อุณหภูมิ 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 แช่ในถังน้ำแข็งเพื่อรักษาสภาพของตัวอย่าง 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 แล้วเติมdichloromethane 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 นำไประเหยปริมาตรด้วยเครื่องระเหยสารละลายที่ตั้งอุณหภูมิไว้ 40°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, 0.25μm thickness, 30m length, 0.32mm.id.

Temperature : injector 250^{o}C, detector 250^{o}C, oven temperature program ดังนี้

: 120^{o}C (2 min) $\longrightarrow$ 10^{o}C/min 210^{o}C (2 min) $\longrightarrow$

2^{o}C/min 220^{o}C (2 min) $\longrightarrow$ 10^{o}C/min 250^{o}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

คำนวณปริมาณสารพิษตกค้าง โดยวัดค่า retention time ของพีค เปรียบเทียบกับโครมาโตแกรมของสารมาตรฐาน และคำนวณความเข้มข้นของสารพิษตกค้างอีไธออนในสารละลายตัวอย่าง โดยโปรแกรมสำเร็จรูปจากสมการ 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 = 90ml/50ml

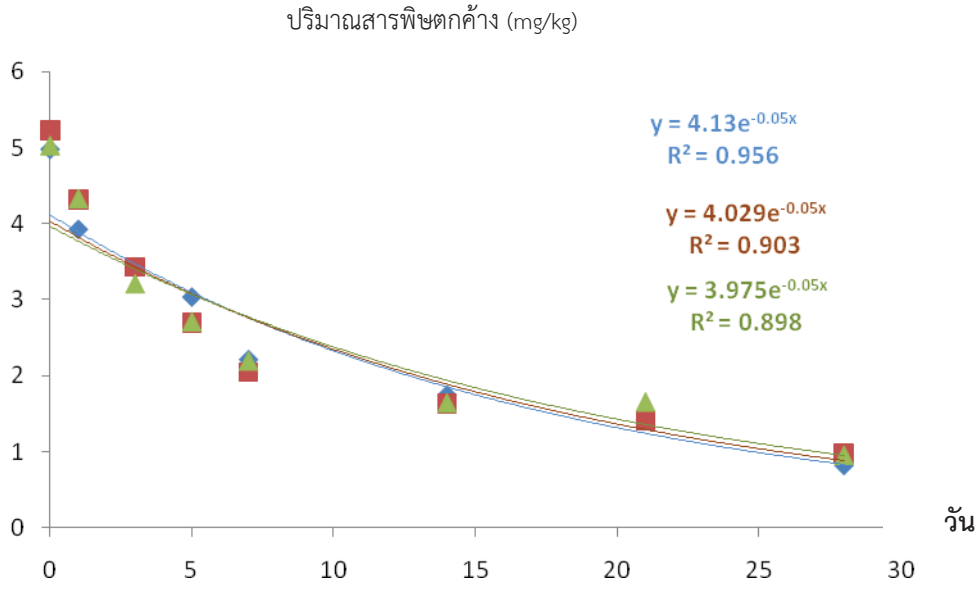
นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ แปรผลข้อมูลและเขียนกราฟการสลายตัวของสารพิษตกค้าง และได้สุ่มเก็บตัวอย่างส้มเขียวหวานจากแหล่งจำหน่ายต่างๆ รวม 67 ตัวอย่าง นำผลการวิเคราะห์ทั้งหมดมาสรุปข้อมูลช่วงความเข้มข้นของสารพิษตกค้างที่ตรวจพบ และเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานสารพิษตกค้าง

เวลาและสถานที่ : ระยะเวลาดำเนินการตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2554 – กันยายน 2555 ทำแปลงทดลองส้มเขียวหวานของเกษตรกร ในตำบลท่าตอน อำเภอแม่อาย และตำบลม่อนปิ่น อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ วิเคราะห์สารพิษตกค้างอีไธออนในส้มเขียวหวาน ณ ห้องปฏิบัติการสารพิษตกค้าง ของศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ และห้องปฏิบัติการสารพิษตกค้าง กลุ่มงานวิจัยสารพิษตกค้าง กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร

ผลการทดลองและวิจารณ์

แปลงทดลองครั้งที่ 5 ตำบลท่าตอน อำเภอแม่อาย จังหวัดเชียงใหม่ ลักษณะพื้นที่ปลูกเป็นที่ราบยกคันดินตามแนวปลูก โดยต่อท่อไปตามแนวปลูกต้นส้มและให้น้ำบริเวณใกล้โคนต้น ให้น้ำทุกๆ 3 - 4 วัน มีแสงแดดน้อย ไม่มีฝนตก อากาศค่อนข้างเย็นที่ระดับ 14 – 20 องศาเซลเซียส พ่นสารที่ทดสอบในช่วงเช้าจำนวน 3 ครั้งๆ ละ 7 วัน หลังการพ่นสารครั้งสุดท้ายสุ่มเก็บผลส้มตาม Codex Guidelines และนำกลับไปยังห้องปฏิบัติการสารพิษตกค้าง

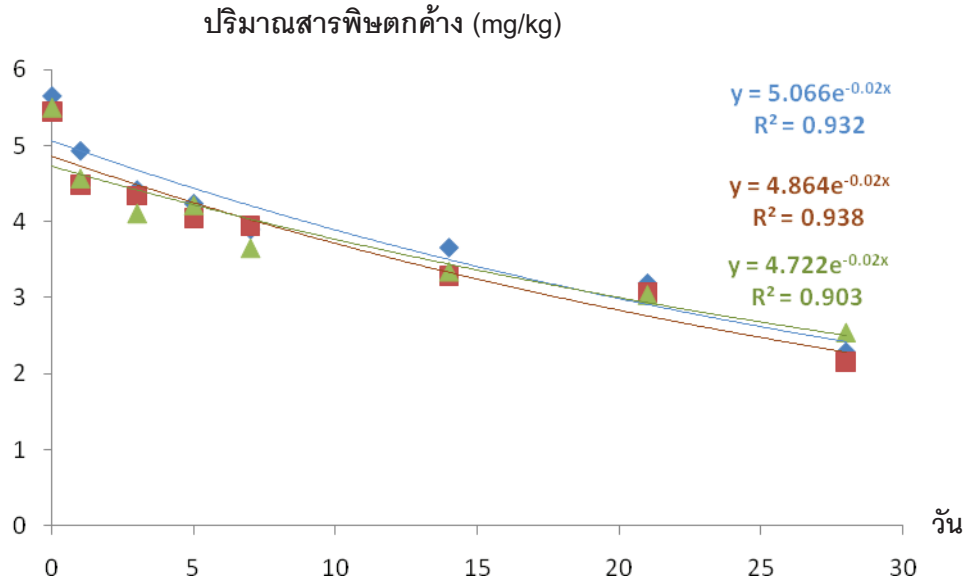
ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ และวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือ ณ ห้องปฏิบัติการของงานวิจัยสารพิษตกค้าง กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร ตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างพบสารพิษตกค้างอีไธออน 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 ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองในแปลงทดลองที่ 3 และ 4 พบสารพิษตกค้างในปริมาณที่สูงกว่าค่า Codex MRL สารพิษสลายตัวอย่างช้าๆ เมื่อนำค่าปริมาณสารพิษตกค้างอีไธออนทั้ง 3 ซ้ำ มาเขียนกราฟความสัมพันธ์กับระยะเวลาที่เก็บเกี่ยว (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 โดยมีค่า R^2 อยู่ระหว่าง 0.90-0.96 จากการทดลองพบว่า การสลายตัวเป็นไปอย่างช้าๆ ถ้าต้องการให้สารพิษตกค้างสลายตัวเหลือต่ำกว่า 1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามค่ามาตรฐานสารพิษตกค้างในส้มเขียวหวานของไทย ต้องทิ้งระยะเก็บเกี่ยวไว้อย่างน้อย 28 วัน



ภาพที่ 2. ปริมาณสารพิษตกค้างอีไธออน ที่ระยะเวลาเก็บเกี่ยวต่างๆ แปลงทดลองที่ 5 ตำบลท่าตอน อำเภอแม่อาย จังหวัดเชียงใหม่

แปลงทดลองครั้งที่ 6 ตำบลม่อนปิ่น อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ลักษณะพื้นที่ปลูกเป็นที่ราบในหุบเขา ให้น้ำจากบ่อพักน้ำโดยต่อท่อไปตามแนวปลูกแบบสปริงเกลอร์ 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 สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิต

ทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร ตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างตามกรรมวิธี พบสารพิษตกค้างอีไธออนในส้มเขียวหวานเฉลี่ยเท่ากับ 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 เมื่อนำค่าปริมาณสารพิษตกค้างอีไธออนทั้ง 3 ซ้ำ มาเขียนกราฟความสัมพันธ์กับระยะเวลาที่เก็บเกี่ยว (ดังแสดงในภาพที่ 3) จะพบเส้นแนวโน้มการสลายตัวของสารพิษนี้ ในลักษณะเดียวกัน โดยมีการสลายตัวและปริมาณมีแนวโน้มลดลงเมื่อทิ้งระยะเก็บเกี่ยวมากขึ้น 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. ปริมาณสารพิษตกค้างอีไธออน ที่ระยะเวลาเก็บเกี่ยวต่างๆ แปลงทดลองที่ 6 ตำบลม่อนปิ่น อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่

นอกจากนี้ได้สำรวจตัวอย่างส้มเขียวหวานจากแหล่งจำหน่ายต่างๆ จาก 37 จังหวัด จำนวน 67 ตัวอย่าง ผลปรากฏว่า ตรวจพบสารพิษตกค้าง 66 ตัวอย่าง (ร้อยละ 98.5) และพบว่า เกษตรกรมักใช้สารเคมีมากกว่า 1 ชนิด ในการพ่นต้นส้มเขียวหวาน ในตัวอย่างเดียวพบสารพิษตกค้างตั้งแต่ 1-5 ชนิด พบสารพิษตกค้างอีไธออนใน 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 จึงต้องมีการเฝ้าระวังสารพิษตกค้างอีไธออนในส้มเขียวหวาน และแนะนำเกษตรกรให้ใช้สารชนิดอื่นที่สลายตัวเร็ว หรือใช้สารอีไธออนในอัตราที่แนะนำก่อนถึงระยะเก็บเกี่ยวมากกว่า 1 เดือน แนะนำให้ใช้สารฆ่าแมลง

เพียงชนิดเดียวหรือน้อยชนิดเพื่อลดต้นทุน และศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้างชนิดอื่นประกอบ เพื่อการพิจารณาการใช้ที่ถูกต้องไม่จำเป็นต้องใช้สารพิษหลายชนิด เพื่อให้ยังมีการบริโภคอย่างปลอดภัย

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

ศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างของอีไธออนในส้มเขียวหวาน ครั้งที่ 5 และ 6 ณ แปลงของเกษตรกรจำนวน 2 แปลง ในพื้นที่ตำบลท่าตอน อำเภอแม่อาย และตำบลม่อนปิ่น อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ หลังพ่นสารอีไธออน 50% W/V EC ตามอัตราแนะนำ (40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร) พบปริมาณอีไธออนตกค้างในส้มเขียวหวานมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.08, 4.19, 3.35, 2.82, 2.15, 1.68, 1.50 และ 0.92 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ไม่แตกต่างจากแปลงทดลองครั้งที่ 6 อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ 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

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

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 สามารถนำข้อมูลเพื่อแนะนำให้เกษตรกร ทิ้งระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตส้มเขียวหวาน เพื่อจำหน่ายให้ผู้บริโภคได้ทั้งในประเทศและต่างประเทศ โดยไม่เสียเปรียบทางการค้าโดยเฉพาะกับประเทศคู่แข่งที่มีการกีดกันทางการค้าที่มิใช่ภาษี และในปัจจุบันนี้ แต่ละประเทศคำนึงถึงเรื่องความปลอดภัยในการบริโภคอาหารมากขึ้น จึงใช้ค่า MRL เป็นสิ่งบ่งบอกถึงคุณภาพของสินค้าเกษตร และมักเผยแพร่ให้แก่ประเทศอื่นๆ ทั่วโลก ทำให้สินค้าไทยมีมาตรฐานที่สามารถปฏิบัติและจำหน่ายได้มากยิ่งขึ้น ข้อมูลนี้จะเป็นประโยชน์ต่อคณะกรรมการวัตถุอันตรายของกรมวิชาการเกษตร เพื่อการพิจารณาปรับปรุงฉลากต่อไป

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณในความเอื้อเฟื้อสถานที่ของผู้อำนวยการและเจ้าหน้าที่ ที่ให้ใช้เป็นห้องปฏิบัติการสารพิษตกค้างชั่วคราว ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร, 2552. คู่มือ GAP ส้มเปลือกล่อน. http://gap.doa.go.th/gap/acadamic.html Available-online 11Oct2009.

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

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.

นิรนาม. คุมส้มเปลือกล่อนไทย. หนังสือพิมพ์ข่าวสด ประจำวันอังคารที่ 26 ธันวาคม พ.ศ.2549 http://news.sanook.com/economic/economic_71343.php Available-online16Mar2010

EXTOXNET (The Extension Toxicology Network), 2009. Pesticide Information Profile : Methidathion. http://pmep.cce.cornell.edu/profiles/extoxnet/haloxyfop-methylparathion/methidathion-ext.html Available-online 15 Oct2009.

PAN (Pesticide Action Network), 2009. Pesticide Database : Methidathion. http://www.pesticideinfo.org/Detail ChemUse.jsp?Rec Id=PC32869 Available-online 15Oct2009.

Wood, A. 2009. Methidathion Data Sheet. http://www.alanwood.net/pesticides/methidathion.html Available-online 11Oct2009





ภาพแปลงทดลองและการสกัดสารพิษตกค้างในส้มเขียวหวาน

วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของฟิโพรนิล (Fipronil) ในองุ่น เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (MRLs) ครั้งที่ 1 และ 2

Residue Trial of Fipronil in Grape to Establish Maximum Residue Limit (MRLs) Trial 1 and 2

สมสมัย ปาลกูล ประชาธิปัตย์ พงษ์ภิญโญ วิษณุ แจ้งใบ ปฏิมาภรณ์ สังข์น้อย

กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

.....

บทคัดย่อ

ศึกษาการสลายตัวของฟิโพรนิลในองุ่น เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง โดยกำหนดการทดลองตามวิธีการศึกษาการใช้วัตถุมีพิษอย่างถูกต้องและปลอดภัย (Good Agricultural Practice) ทำการทดลองในแปลงเกษตรกร ณ อำเภอบ้านแพ้ว จังหวัดสมุทรสาคร ครั้งที่ 1 ระหว่างเดือนมกราคม ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2555 และครั้งที่ 2 ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือนมีนาคม 2555 โดยวางแผนการทดลองแบบ supervised trial แบ่งแปลงทดลองออกเป็น 2 แปลง คือ แปลงควบคุม (ไม่ฉีดพ่นวัตถุมีพิษ) และแปลงอัตราตามคำแนะนำ (10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร) ประกอบด้วย 3 ซ้ำ (replication) และ 7 วิธีการ (treatment) คือระยะเวลาเก็บเกี่ยว โดยฉีดพ่นฟิโพรนิล (แอสเซนด์) ในแปลงองุ่นทุกๆ 5 วันต่อ 1 ครั้ง จำนวน 3 ครั้ง ภายหลังฉีดพ่นครั้งสุดท้าย ทิ้งให้วัตถุมีพิษแห้งสนิท จึงเก็บเกี่ยวผลองุ่นที่ระยะเวลา 0, 1, 3, 5, 7, 10 และ 14 วัน นำมาสกัดสารพิษตกค้างโดยวิธีทางเคมี และวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษตกค้างของฟิโพรนิลด้วยเครื่อง LC-MS/MS ปรากฏผลการวิเคราะห์ดังนี้ องุ่นแปลงฉีดพ่นฟิโพรนิลครั้งที่ 1 ใช้อัตราตามคำแนะนำ (10 มิลลิกรัมต่อน้ำ 20 ลิตร) พบสารพิษตกค้างในผลองุ่นปริมาณเฉลี่ยเท่ากับ 0.36, 0.31, 0.28, 0.14, 0.13, 0.09 และ 0.04 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และองุ่นแปลงฉีดพ่นฟิโพรนิลครั้งที่ 2 พบปริมาณเฉลี่ยเท่ากับ 0.21, 0.19, 0.17, 0.16, 0.14, 0.12 และ 0.10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมที่ระยะเวลา 0,1,3, 5, 7,10 และ 14 วัน ภายหลังฉีดพ่นครั้งสุดท้ายตามลำดับ สำหรับแปลงควบคุมตรวจไม่พบสารพิษตกค้าง ผลจากการทดลองนี้เมื่อเปรียบเทียบกับค่าปลอดภัย แสดงให้เห็นว่าองุ่นที่ฉีดพ่นฟิโพรนิลอัตราตามคำแนะนำและทิ้งช่วงเวลาเก็บเกี่ยว 14 วัน พบว่ามีปริมาณสารพิษตกค้างสูงกว่าค่าปลอดภัยที่กำหนด ซึ่งประเทศสหภาพยุโรปและประเทศญี่ปุ่น กำหนดค่าปลอดภัยของฟิโพรนิลในองุ่นเท่ากับ 0.005 และ 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สำหรับ Codex MRL กำหนดค่าปลอดภัยในกล้วย 0.005 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ Asean MRL ยังไม่กำหนดค่าปลอดภัย

จากการสำรวจเก็บตัวอย่างจากแหล่งจำหน่าย และแหล่งปลูกในจังหวัดต่างๆ เช่น จังหวัดเชียงใหม่ พิษณุโลก พิจิตร ราชบุรี นครปฐม สมุทรสงคราม และสมุทรสาคร จำนวน 30 ตัวอย่าง พบสารพิษตกค้างของฟิโพรนิลในองุ่น จำนวน 3 ตัวอย่าง และปริมาณเกินค่าปลอดภัยทุกตัวอย่าง และยังตรวจพบสารพิษตกค้างของวัตถุมีพิษชนิดอื่นๆ อีก 26 ชนิด ได้แก่ methomyl, carbendazim, dimethoate, omethoate, difenoconazole, cypermethrin, iprovalicarb, prothiofos, azoxystrobin, metalaxyl, dimethomorph, ethion, pirimiphos-methyl, acephate,

deltamethrin, thiamethoxam, methamidophos, trifloxystrobin, L-cyhalothrin, carbaryl, flusilazole, chlorfluazuron, chlorpyrifos, tetradifon, pyridaben และ acetamiprid ปริมาณสารพิษตกค้างส่วนใหญ่อยู่ในระดับปลอดภัย ยกเว้น methomyl และ carbendazim พบในตัวอย่างมากกว่าร้อยละ 50 และปริมาณสารพิษตกค้างเกินค่าปลอดภัย

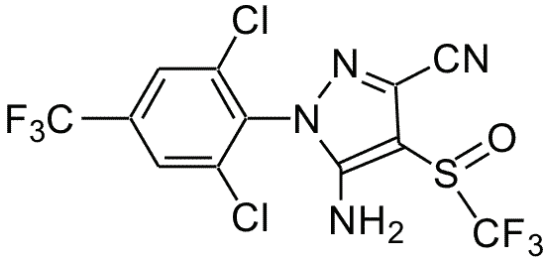
คำนำ

องุ่นเป็นไม้ผลที่เจริญเติบโตได้ดีในเขตหนาว เขตกึ่งร้อนกึ่งหนาว และเขตร้อน ประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งที่มีการปลูกองุ่นกันมากในเขตอำเภอบ้านแพ้ว จังหวัดสมุทรสาคร อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม อำเภอดำเนินสะดวก และอำเภอบางแพ จังหวัดราชบุรี พันธุ์องุ่นที่นิยมปลูกในประเทศไทย ได้แก่พันธุ์ไวท์มะละกา มีสีเหลืองอมเขียว รสหวานแหลม กรอบ ปลูกง่าย เจริญเติบโตได้ดี และพันธุ์คาร์ดินัล มีลักษณะผลกลมสีแดงหรือม่วงดำ รสหวานกรอบ การปลูกองุ่นในประเทศไทยซึ่งมีสภาพภูมิอากาศร้อนชื้น ฝนตกชุก และจะต้องมีการตัดแต่งกิ่ง เพื่อให้ออกดอกและผลได้ตลอดทั้งปีนั้น ส่งผลให้เกิดปัญหาเรื่องโรคและแมลงหลายชนิด เข้ามารบกวนและทำลายต้นองุ่น เช่น หนอนกระทู้หอม หนอนเจาะสมอฝ้าย เพลี้ยไฟ โรคราน้ำค้าง โรคแอนเทรคโนส โรคราแป้ง เป็นต้น ดังนั้นการปลูกองุ่นให้ได้คุณภาพดี และมีปริมาณผลผลิตตามความต้องการนั้น จำเป็นต้องใช้วัตถุมีพิษหลายชนิดในการป้องกันกำจัดโรคแมลงและศัตรูพืชไม่ให้เกิดการระบาดและทำความเสียหายต่อต้น ใบ และผลองุ่น สิ่งสำคัญอันหนึ่งในการใช้วัตถุมีพิษนั้น คือ เกษตรกรจะต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวัตถุมีพิษนั้นๆ เป็นอย่างดี เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาสารพิษตกค้างในองุ่น ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อเกษตรกรผู้ใช้ ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม

ฟิโพรนิล เป็นวัตถุมีพิษชนิดหนึ่งที่เกษตรกรชาวสวนองุ่น นิยมใช้ในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟพริก ซึ่งปัจจุบันยังไม่มีข้อมูลเบื้องต้นด้านสารพิษตกค้างในองุ่น จึงจำเป็นต้องทำการศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้างของฟิโพรนิลในสภาพภูมิอากาศ พื้นที่ปลูกองุ่น ในประเทศไทย โดยต้องใช้วัตถุมีพิษอย่างถูกต้อง และปลอดภัย และปฏิบัติตามมาตรฐานสากลที่องค์การ FAO กำหนด (FAO Guideline, 1990) จากการศึกษานี้จะทำให้ทราบค่าการสลายตัวของฟิโพรนิลในองุ่น เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการพิจารณากำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้างต่อไป

ฟิโพรนิล (Fipronil) มีชื่อทางเคมี และสูตรโครงสร้างดังนี้

5 – amino-[2,6–dichloro-(trifluoromethyl) phenyl] – 4-[(1R,S)-(trifluoro=methyl) sulfinyl]-1H pyrazole – 3-carbonitrile



ภาพ สูตรโครงสร้าง ฟิโพรนิล

ฟิโพรนิลเป็นสารกำจัดศัตรูพืช กลุ่มเฟนิลไพราโซล (Phenylpyrazole) ออกฤทธิ์ในทางสัมผัส และการกิน มีความเป็นพิษจัดอยู่ในระดับ Class II มีค่า LD_{50} ของพิษเฉียบพลันทางปากต่อหนูทดลอง 97 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พิษเฉียบพลันทางผิวหนังและตาต่อหนูมากกว่า 2,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และกระต่าย 354 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (The pesticide Manual, 2006) และมีชื่อทางการค้าหลายชื่อ เช่น แอสเซนด์ มอลคีส เทมโป้ เป็นต้น ประโยชน์ใช้เป็นสารกำจัดแมลงศัตรูพืชชนิดต่างๆ เช่น หนอนม้วนใบข้าว หนอนชอนใบ หนอนกอข้าว หนอนคืบกระหล่ำ หนอนใยผักเพลี้ยอ่อน เพลี้ยไฟ เพลี้ยไฟพริก เพลี้ยจักจั่นฝ้าย เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ด้วงหมัดผัก แมลงหวี่ขาว ด้วงงวงมันเทศ และไรขาวพริก ซึ่งเข้าทำลายส้มเขียวหวาน ส้มโอ องุ่น มะเขือเทศ ข้าว ถั่วฝักยาว มันเทศ แตงโม มะเขือยาว หัวหอมพืชตระกูลกะหล่ำ ไม้ดอกและไม้ประดับทั่วไป สูตรผสมที่ใช้ในประเทศไทยคือ 5% SC ซึ่งมีอัตราการใช้แตกต่างกันไปตามชนิดของพืช, แมลงและศัตรูพืช

วิธีดำเนินการและอุปกรณ์

1. **สารเคมี**

สารมาตรฐานวัตถุมีพิษชนิดต่างๆ (Pesticide Standards) มีความบริสุทธิ์ 81- 99% ผลิตภัณฑ์วัตถุมีพิษฉีดพ่นในแปลงทดลอง ได้แก่ แอสเซนด์ (Ascend) สารเคมีอื่นๆ 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), silica gel, magnesium sulfate anhydrous ($MgSO_4$), tri sodium citrate, disodium hydrogen citrate 1,5 hydrate, Graphitized carbon black (GCB), formic acid

2. **เครื่องแก้ว**

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

3. **เครื่องมือ**

เครื่องพ่นวัตถุมีพิษชนิดเครื่องยนต์ เครื่องปั๊มสุญญากาศ เครื่องสกัดตัวอย่าง (ultra turrax) เครื่องลดปริมาตรสารละลาย เครื่องชั่งชนิดละเอียด 2, 4 และ 5 ตำแหน่ง เครื่องตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างของวัตถุมีพิษชนิด GC-MS, LC-MS/MS, GC –FPD/ECD, HPLC- postcolumn

4. **วิธีการ**

การทดลอง Supervised Residue/Field Trial ปฏิบัติตามแนวของ FAO Guide lines (1990) ดังนี้

1. การเลือกสถานที่ สำรวจพื้นที่ปลูกองุ่นและสอบถามข้อมูลการใช้วัตถุมีพิษจากเกษตรกรเจ้าของสวนนั้นๆ ซึ่งจะต้องเลือกแปลงองุ่นที่ไม่มีการใช้วัตถุมีพิษชนิดฟิโพรนิล แปลงองุ่นต้องมีผลผลิตอย่างสม่ำเสมอเพื่อความเหมาะสมในการฉีดพ่นวัตถุมีพิษได้อย่างทั่วถึงและวัดขนาดแปลงให้ได้ผลผลิตเพียงพอต่อการเก็บเกี่ยวนำมาวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษตกค้างจนเสร็จสิ้นการทดลอง นอกจากนี้เจ้าของสวนต้องยินยอมให้ความร่วมมือ และปฏิบัติตามคำแนะนำอย่างเคร่งครัดในแปลงทดลอง

2. การทดลอง (experiment) วางแผนการทดลอง แบบ Special design มี 2 การทดลอง การทดลองที่ 1 แปลงเปรียบเทียบ/ควบคุม (Control) ฉีดพ่นด้วยน้ำเปล่า การทดลองที่ 2 แปลง ที่ฉีดพ่นสารฟิโพรนิลตามคำแนะนำ (Recommended dose) บนฉลาก ผลิตภัณฑ์ แนะนำให้ใช้อัตรา 10 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร

3. จำนวนซ้ำ (replicates) แต่ละการทดลองทำ 3 ซ้ำ

4. วิธีการ (treatment) คือ ระยะเวลาเก็บเกี่ยวองุ่นที่ 0, 1, 3, 5, 7, 10 และ 14 วัน ภายหลัง ฉีดพ่นสารครั้งสุดท้าย รวมเป็น 7 ช่วงเวลา

5. การสำรวจสุ่มตัวอย่างผลองุ่น

สุ่มเก็บตัวอย่างจากแหล่งปลูกและแหล่งจำหน่ายที่มีพื้นที่ปลูกองุ่นค่อนข้างมาก จำนวน 30 ตัวอย่างเก็บรักษาโดยบรรจุใส่ถุงพลาสติก ติดป้ายเขียนรายละเอียด ซ้อนถุงอีก 1 ชั้น ใส่น้ำแข็ง เพื่อรักษา ตัวอย่างให้อยู่ในสภาพดี

การทำแปลงทดลอง

วางแผนทำแปลงทดลอง ครั้งที่ 1 และ ครั้งที่ 2 ณ แปลงองุ่นของเกษตรกรอำเภอบ้านแพ้ว จังหวัดสมุทรสาคร โดยเลือกแปลงที่มีผลองุ่นสม่ำเสมอ และวัดขนาดแปลงองุ่นให้มีผลผลิตเพียงพอต่อการทดลองและเก็บเกี่ยวนำมาวิเคราะห์ โดยคำนวณอัตราการใช้น้ำ 400 ลิตรต่อไร่ เตรียมผสมฟิโพรนิล อัตรา 10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ฉีดพ่นให้ทั่วแปลงองุ่นใน 1 ซ้ำ (replicates) ทำการฉีดพ่นฟิโพรนิล ทุกๆ 5 วัน/ครั้ง ติดต่อกันรวมเป็น 3 ครั้ง ดังนี้

ครั้งที่	วันที่ฉีดพ่นฟิโพรนิลในแปลงองุ่น	
	แปลงที่ 1 จังหวัดสมุทรสาคร	แปลงที่ 2 จังหวัดสมุทรสาคร
1	16 มกราคม 2555	22 กุมภาพันธ์ 2555
2	21 มกราคม 2555	27 กุมภาพันธ์ 2555
3	26 มกราคม 2555	3 มีนาคม 2555

การเก็บตัวอย่าง

สุ่มเก็บตัวอย่างจากแปลงทดลอง (Supervised Field Trial) เมื่อฉีดพ่นครั้งสุดท้ายและทิ้งไว้ประมาณ 2 ชั่วโมง เพื่อให้วัตถุมีพิษแห้ง สุ่มเก็บผลองุ่น เริ่มจากแปลงควบคุม และแปลงฉีดพ่นฟิโพรนิล เป็นตัวอย่างเก็บที่ 0 วัน และเก็บผลองุ่นในวันที่ 1, 3, 5, 7, 10 และ 14 วัน รวมทั้งสิ้น 7 ครั้ง การเก็บตัวอย่างองุ่นทุกครั้งเก็บใส่ถุงพลาสติก บันทึกรายการข้างถุง และปิดปากถุงให้แน่นสนิท ซ้อนถุงอีก 1 ชั้น บรรจุแช่ในถังน้ำแข็ง เพื่อรักษาตัวอย่างไม่ให้เสื่อมสภาพเร็ว แล้วรีบนำเข้าสู่ห้องปฏิบัติการเพื่อทำการสกัดและวิเคราะห์

วิธีการวิเคราะห์

ใช้วิธีการ QuEChERS, Anastassiades (2003) วิเคราะห์หาปริมาณสารพิษตกค้างของฟิโพรนิล และได้ทดสอบวิธีการหาเปอร์เซ็นต์ค่ากลับคืน (% Recovery test) อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ คือ 70-110%

วิธีการสกัด

การสกัดตัวอย่างจากแปลงทดลอง โดยใช้วิธีวิเคราะห์ QuEChERS, Anastassiades (2003) ชั่งตัวอย่างองุ่น 10 กรัมใส่ใน centrifuge tube เติม acetonitrile 10 มิลลิลิตร เขย่าด้วยมือนาน 1 นาที และเติม trisodium citratedihydrate 1 กรัม, disodium hydrogen citrate 1,5 hydrate 0.5 กรัม, magnesium sulfate 4 กรัม และ sodium chloride 1 กรัม เขย่าด้วย Vortex mixture 1 นาที นำไป centrifuge นาน 5 นาที แบ่งสารละลายส่วนใสมา 5 มิลลิลิตร ใส่ใน centrifuge tube ขนาด 15 มิลลิลิตร กำจัดสิ่งปนเปื้อนด้วย PSA 0.125 กรัม และ $MgSO_4$ 0.75 กรัม GCB 0.05 กรัม ปิดฝาและเขย่าทันทีด้วย Vortex mixture 1 นาที นำไป centrifuge นาน 5 นาที กรองสารละลายส่วนใส ผ่าน PTFE Syringe Filters ขนาด 0.2 ไมครอน ลงในขวด vial ให้ได้ปริมาตร 1 มิลลิลิตร และเติม 5% Formic acid 10 ไมโครลิตร นำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง LC-MS/MS

การสกัดตัวอย่างจากแหล่งปลูกและแหล่งจำหน่าย วิเคราะห์วัตถุมีพิษจำนวน 4 กลุ่ม ได้แก่ ออร์กาโนฟอสฟอรัส ออร์กาโนคลอรีน ไพรีทรอยด์ และ คาร์บาเมท โดยใช้วิธีวิเคราะห์ Multi residue Method (MRM) ของ Steinwandter (1985) ชั่งตัวอย่างองุ่น 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 ประมาณ 30 กรัม เขย่าให้เข้ากัน ปิดฝา ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที แล้วกรองสารละลาย ผ่าน sodium sulfate 50 มิลลิลิตร ลงในขวดก้นกลมขนาด 250 มิลลิลิตร นำไปลดปริมาตรสารละลายโดยใช้เครื่อง Rotary evaporator อุณหภูมิ water bath 40 องศาเซลเซียส ลดปริมาตรจนเกือบแห้งและปรับปริมาตรด้วย ethyl acetate PR grade 5 มิลลิลิตร แบ่งสารละลายเพื่อวิเคราะห์ชนิดและปริมาณของวัตถุมีพิษด้วยเครื่อง GC-FPD และ GC-MS และแบ่งสารละลายผ่านขั้นตอนการกำจัดสารปนเปื้อนเพื่อนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC-ECD และ HPLC-postcolumn และใช้วิธีวิเคราะห์ QuEChERS, Anastassiades (2003) เช่นเดียวกับการสกัดตัวอย่างในแปลงทดลอง นำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง LC – MS / MS

การเตรียมสารละลายมาตรฐาน

การเตรียมสารละลายของสารมาตรฐานฟีโพรนิล ความบริสุทธิ์ 97.5% ใน Acetronitrile, PR grade ให้ได้ความเข้มข้นระดับ 1,000 ppm (1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) เป็น stock standard solution และเจือจาง stock standard solution ลง 10 เท่าด้วย Acetronitrile, 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 Acetronitrile, PR grade ให้มีความเข้มข้น 0.005, 0.01, 0.05, 0.1 และ 0.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร สำหรับฉีดเข้าเครื่อง LC-MS/ MS เพื่อทำ calibration curve

การเตรียมสารมาตรฐานของวัตถุมีพิษ สำหรับวิเคราะห์องุ่นจากแหล่งจำหน่าย เตรียมสารมาตรฐานวัตถุมีพิษชนิดต่างๆ มีความบริสุทธิ์ 81-99% ละลายด้วย สารละลายที่เหมาะสม ระดับความเข้มข้น 1,000 ppm (1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) เป็น stock standard solution และเจือจาง stock standard solution ลง 10 เท่าด้วยสารละลายที่เหมาะสม ได้สารละลายความเข้มข้นระดับ 100 ppm (100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) เป็น intermediate

standard solution และเตรียมสารมาตรฐานวัตถุมีพิษผสมระดับความเข้มข้นที่ใช้งานตามความเหมาะสมของเครื่องวิเคราะห์ชนิดนั้นๆ

การวิเคราะห์สารพิษตกค้าง

1. **เครื่องตรวจวิเคราะห์** Liquid Chromatograph / Mass Spectrometer / Mass Spectrometer (LC-MS/MS) **ปรับสภาวะการทำงานดังนี้**

Column: Kinetex XB-C18 100A (2.6μm) 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%

2. **เครื่องตรวจวิเคราะห์** Gas Chromatograph (GC) GC-ECD **ปรับสภาวะการทำงานดังนี้**

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 50°C (20.3min)

Run time: 35 min Injector: splitless mode: 250°C Detector: 300°C

Carrier gas: He 1.7 ml/min makeup gas: N_2 combined flow = 60 ml/min

GC-FPD ปรับสภาวะการทำงานดังนี้

Column: capillary column DB-5.625 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.32 มิลลิเมตร ยาว 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, H_2 =150 ml/min, Air=110ml/min, makeup gas: N_2 = 60ml/min

3. **เครื่องตรวจวิเคราะห์** High Performance Liquid Chromatograph (HPLC) HPLC – post column **ปรับสภาวะการทำงานดังนี้**

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%

ระยะเวลา เดือนตุลาคม 2554 – กันยายน 2555

สถานที่ดำเนินการ แปลงเกษตรกร อำเภอบ้านแพ้ว จังหวัดสมุทรสาคร และห้องปฏิบัติการ กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร

ผลการทดลองและวิจารณ์

การศึกษาการสลายตัวของฟิโพรนิลในองุ่น ครั้งที่ 1 ณ แปลงเกษตรกรอำเภอบ้านแพ้ว จังหวัดสมุทรสาคร ระหว่างเดือนมกราคม ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2555 เมื่อฉีดพ่นสารฟิโพรนิลในแปลงองุ่น ใช้อัตราตามคำแนะนำ (10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร) ทุกๆ 5 วันต่อครั้ง จำนวน 3 ครั้ง ติดต่อกัน พบสารพิษตกค้างในผลองุ่นปริมาณเฉลี่ย 0.36, 0.31, 0.28, 0.14, 0.13, 0.09 และ 0.04 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ภายหลังการฉีดพ่นครั้งสุดท้าย ในวันที่ 0, 1, 3, 5, 7, 10 และ 14 วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 1) จากการวิเคราะห์ทางสถิติหาค่า correlation ในส้มโอทั้งผลได้ค่า R^2 = 0.9713 และสมการ $Y = 0.3657e^{-0.15x}$ พบว่ามีอัตราการสลายตัว 0.15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมต่อวัน (ภาพที่ 1) แปลงควบคุมตรวจไม่พบสารพิษตกค้าง สำหรับการทดลองครั้งที่ 2 ณ แปลงเกษตรกรอำเภอบ้านแพ้ว จังหวัดสมุทรสาคร ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือนมีนาคม 2555 พบสารพิษตกค้างในผลองุ่นปริมาณเฉลี่ย 0.21, 0.19, 0.17, 0.16, 0.14, 0.12 และ 0.10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ภายหลังการฉีดพ่นครั้งสุดท้าย ในวันที่ 0, 1, 3, 5, 7, 10 และ 14 วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 1) จากการวิเคราะห์ทางสถิติหาค่า correlation ในส้มโอทั้งผลได้ค่า R^2 = 0.9837 และสมการ $Y = 0.2034e^{-0.05x}$ พบว่ามีอัตราการสลายตัว 0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมต่อวัน (ภาพที่ 2) แปลงควบคุมตรวจไม่พบสารพิษตกค้าง จะเห็นได้ว่าสารพิษตกค้างของฟิโพรนิลในผลองุ่นทั้งสองการทดลองมีปริมาณสูงกว่าค่าปลอดภัยที่กำหนด ซึ่งสหภาพยุโรปและประเทศญี่ปุ่น กำหนดค่าปลอดภัยของฟิโพรนิลในองุ่นเท่ากับ 0.005 และ 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สำหรับ Codex MRL ยังไม่มีค่าปลอดภัยฟิโพรนิลในองุ่น แต่กำหนดไว้ในกล้วยเท่ากับ 0.005 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

จากการสำรวจเก็บตัวอย่างจากแหล่งจำหน่าย และแหล่งปลูกในจังหวัดต่างๆ เช่น จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย พิจิตร ราชบุรี นครปฐม สมุทรสงคราม และสมุทรสาคร จำนวน 30 ตัวอย่าง พบสารพิษตกค้างของฟิโพรนิลในองุ่น จำนวน 3 ตัวอย่าง และเกินค่าปลอดภัยทุกตัวอย่าง นอกจากนี้ยังตรวจพบสารพิษตกค้างของวัตถุมีพิษชนิดอื่นๆ อีก 26 ชนิด ได้แก่ methomyl, carbendazim, dimethoate, omethoate, difenoconazole, cypermethrin, iprovalicarb, prothiophos, azoxystrobin, metalaxyl, dimethomorph, ethion, pirimiphos-methyl, acephate, deltamethrin, thiamethoxam, methamidophos, trifloxystrobin, l-cyhalothrin, carbaryl, flusilazole, chlorfluazuron, chlorpyrifos, tetradifon, pyridaben และ acetamiprid ปริมาณสารพิษตกค้างส่วนใหญ่อยู่ในระดับปลอดภัย ยกเว้น methomyl พบปริมาณสารพิษตกค้างเกินค่าปลอดภัย ร้อยละ 87 และ carbendazim พบปริมาณสารพิษตกค้างเกินค่าปลอดภัย ร้อยละ 50 และตรวจพบวัตถุอันตรายฉบับที่ 4 ซึ่งทางราชการประกาศห้ามใช้แล้ว (ตารางที่ 2)

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

ปัจจุบัน ประเทศสหภาพยุโรปและประเทศญี่ปุ่น กำหนดค่าปลอดภัยของฟิโพรนิลในองุ่นเท่ากับ 0.005 และ 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สำหรับ Codex MRL ยังไม่มีค่าปลอดภัยฟิโพรนิลในองุ่น แต่กำหนดในกล้วยเท่ากับ 0.005 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ Asean MRL ยังไม่กำหนดค่าปลอดภัย ฉะนั้นเมื่อนำค่าปลอดภัยนี้มาเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการทดลองแสดงให้เห็นว่า องุ่นฉีดพ่นฟิโพรนิลอัตราตามคำแนะนำและทิ้งช่วงระยะเวลาเก็บเกี่ยว 7 วัน ตามที่ระบุบนฉลากข้างขวดปริมาณสารพิษตกค้างสูงกว่าค่าปลอดภัยที่กำหนด ถึงแม้ว่าทิ้งช่วงระยะเวลาเก็บเกี่ยวออกไป

อีกหนึ่งสัปดาห์ คือเก็บเกี่ยวที่ 14 วัน ปริมาณสารพิษตกค้างยังคงสูงกว่าค่าปลอดภัยที่กำหนด ฉะนั้นการผลิตองุ่นเพื่อบริโภคภายในประเทศ ควรหลีกเลี่ยงการใช้ฟิโพรนิลฉีดพ่นองุ่นช่วงก่อนเก็บเกี่ยวผลผลิตหรือใช้ฟิโพรนิลฉีดพ่นองุ่นช่วงผลอ่อน เพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพผู้ใช้ ผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อม ข้อมูลที่ได้จากการศึกษานี้จะแนะนำให้เกษตรกรทราบและนำไปปฏิบัติในแปลงองุ่นได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ช่วยลดและแก้ไขปัญหาสารพิษตกค้างของฟิโพรนิลในองุ่นได้

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. ข้อมูลที่ได้จากการศึกษา Supervised residue trial ในองุ่นและข้อมูลการวิเคราะห์ตัวอย่างองุ่นจากแหล่งจำหน่ายและแหล่งปลูก สามารถนำเสนอต่อสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ ซึ่งเป็นหน่วยงานประสานส่งข้อมูลเสนอการประชุม Codex MRL และ Asean MRL เพื่อพิจารณากำหนดค่าปริมาณสูงสุดของฟิโพรนิลในองุ่น สำหรับใช้เป็นค่ามาตรฐานสากลในการซื้อขายสินค้าส่งไปจำหน่ายต่างประเทศ และคุ้มครองผู้บริโภคภายในประเทศ

2. การทดลอง Supervised residue trial ของฟิโพรนิล ใช้ฉีดพ่นในแปลงองุ่นตามสภาพพื้นที่ที่มีภูมิอากาศของประเทศไทย ทำให้ทราบค่าการสลายตัวของฟิโพรนิลที่แท้จริง และสามารถนำไปตรวจสอบการกำหนดค่า PHI ที่บริษัทผู้ผลิตแนะนำไว้บนฉลากข้างขวด ซึ่งข้อมูลจากการศึกษานี้ สามารถนำไปพิจารณาเปลี่ยนแปลงแก้ไขคำแนะนำบนฉลากข้างขวดได้ตามความเหมาะสม

3. ข้อมูลนี้สามารถนำไปแนะนำเกษตรกรใช้วัตถุมีพิษฉีดพ่นแปลงองุ่นได้อย่างถูกต้องเหมาะสมและปลอดภัยต่อผู้ใช้ ทำให้ไม่มีปัญหาด้านสารพิษตกค้างและไม่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยผู้บริโภค

4. ข้อมูลจากการทดลองนี้นำไปเผยแพร่ในการประชุมวิชาการประจำปี ของกรมวิชาการเกษตร ข้าราชการ นิสิต นักศึกษา และประชาชนทั่วไป เพื่อให้รับทราบผลการใช้วัตถุมีพิษอย่างไม่ถูกต้องและไม่เหมาะสมนั้น ก่อให้เกิดปัญหาสารพิษตกค้างในองุ่นได้ และใช้เป็นข้อมูลประกอบการพิจารณามาตรการแก้ไขและป้องกันการเกิดปัญหาสารพิษตกค้างของวัตถุมีพิษในผลิตผลการเกษตร

เอกสารอ้างอิง

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

Anonymous, 2006. Maximum Residue Limits Under Positive List System Food Sanitation Law:Japan

Anonymous, 2010.EU Pesticide Data base Residue

Anonymous, 2012. Codex Alimentarius Commission, List of Maximum Residue Limits for Pesticide Residue in Food and Animal Feeds.

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

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.

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. ปริมาณสารพิษตกค้างของฟิโพรนิลในองุ่น อัตราตามคำแนะนำ (10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร) การทดลองครั้งที่ 1 และ 2 ณ แปลงเกษตรกร จังหวัดสมุทรสาคร

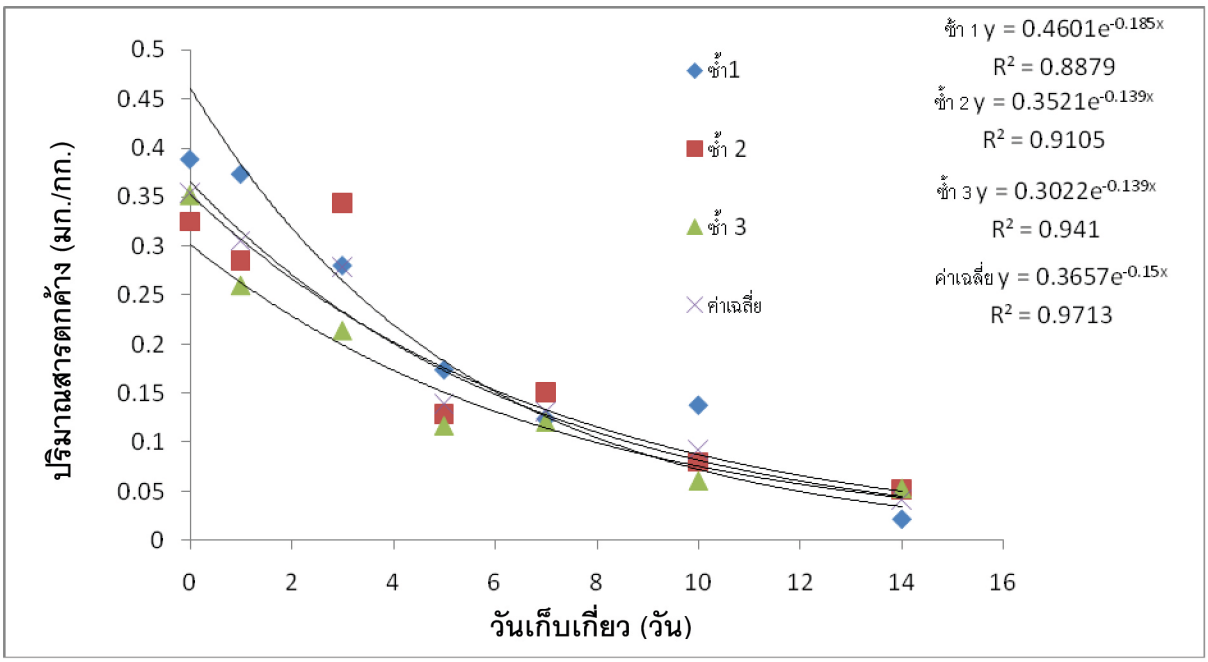
วันเก็บเกี่ยว	ปริมาณสารพิษตกค้าง อัตราตามคำแนะนำ (มก./กก.)							
	การทดลองครั้งที่ 1				การทดลองครั้งที่ 2			
	ซ้ำ 1	ซ้ำ 2	ซ้ำ 3	ค่าเฉลี่ย	ซ้ำ 1	ซ้ำ 2	ซ้ำ 3	ค่าเฉลี่ย
0	0.388	0.325	0.352	0.355	0.230	0.214	0.192	0.212
1	0.373	0.285	0.260	0.306	0.201	0.188	0.182	0.190
3	0.280	0.344	0.214	0.279	0.198	0.160	0.161	0.173
5	0.174	0.129	0.117	0.140	0.178	0.184	0.121	0.161
7	0.124	0.151	0.121	0.132	0.135	0.179	0.091	0.135
10	0.138	0.080	0.061	0.093	0.132	0.133	0.105	0.123
14	0.022	0.052	0.053	0.042	0.126	0.104	0.079	0.103

ตารางที่ 2. ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างองุ่นจากแหล่งจำหน่าย จำนวน 30 ตัวอย่าง

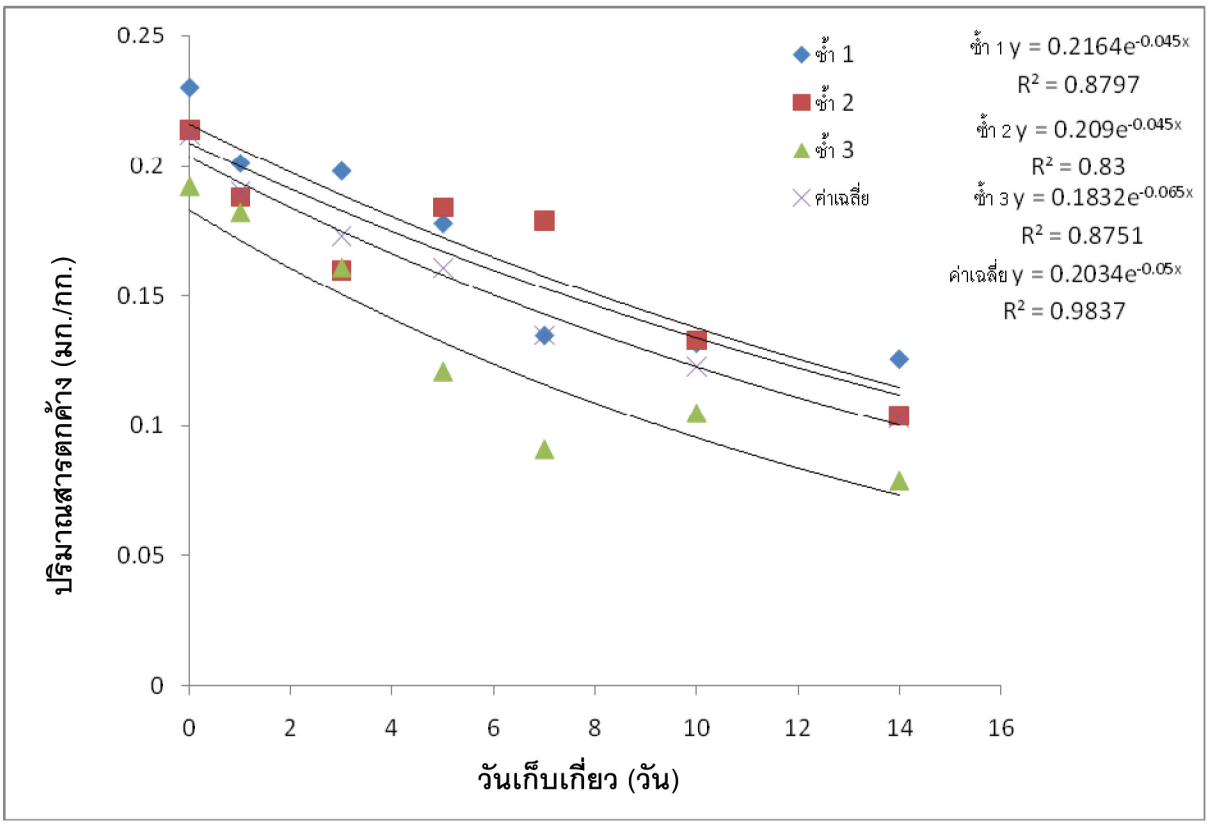
ลำดับที่	ชนิดวัตถุมีพิษ	ตัวอย่างที่พบ		ปริมาณสารพิษตกค้าง	ตัวอย่างเกินค่าปลอดภัย		ค่าปลอดภัย			
		จำนวน	ร้อยละ	(มก./กก.)	จำนวน	ร้อยละ	Codex	EU	Japan	Thai
1	methomyl	30	100	0.01-8.65	26	87	0.3	0.02	5.0	1
2	carbendazim	29	97	0.02-12.20	15	50	3	0.3	3.0	3
3	dimethoate +omethoate	19	63	0.02-5.02	1	3	2*	0.02	1.0	-
4	difenoconazole	16	53	0.01-0.35	5	17	0.1	0.5	0.5	-
5	cypermethrin	15	50	0.01-1.44	4	13	0.2	0.5	2.0	-
6	iprovalicarb	13	43	0.01-0.69	-	-	-	2.0	2.0	-
7	prothiophos	11	37	0.30-3.83	3	10	-	-	2.0	-
8	azoxystrobin	10	33	0.01-2.85	1	3	2.0	2.0	10.0	-
9	metalaxyl	7	23	0.02-0.29	-	-	1.0	2.0	1.0	1.0
10	dimethomorph	6	20	0.01-0.38	-	-	2.0	3.0	5.0	-
11	ethion	5	17	0.01-1.11	3	10	-	0.01	0.3	-
12	pirimiphos-methyl	5	17	0.01-0.04	-	-	-	0.05	1.0	-
13	acephate	4	13	0.12-0.64	1	3	0.5*	0.02	5.0	-
14	deltamethrin	4	13	0.02-0.03	-	-	0.2	0.2	0.5	-
15	thiamethoxam	4	13	0.01-0.09	-	-	0.5*	0.5	5.0	-
16	fipronil	3	10	0.08-0.15	3	10	0.005*	0.005	0.01	-
17	methamidophos**	3	10	0.02-0.03	3	10	-	0.01	3.0	-
18	trifloxystrobin	3	10	0.02-0.04	-	-	3.0	5.0	3.0	-
19	l-cyhalothrin	2	7	0.02-0.04	-	-	0.3*	0.2	1.0	-
20	carbaryl	2	7	0.02-0.04	-	-	5.0*	0.05	1.0	5
21	flusilazole	2	7	0.01-0.03	-	-	0.2	0.05	0.5	-
22	chlorfluazuron	2	7	0.01	-	-	-	-	2.0	-
23	chlorpyrifos	2	7	0.01-0.02	-	-	0.5	0.5	1.0	-
24	tetradifon	1	3	0.09	-	-	-	0.01	1	-
25	pyridaben	1	3	0.01	-	-	-	0.5	2.0	-
26	acetamiprid	1	3	0.13	-	-	-	0.2	5.0	-

หมายเหตุ: * ค่าMRL ของไม้ผลชนิดอื่น

** วัตถุอันตรายฉบับที่ 4



ภาพที่ 1. แสดงแนวโน้มการสลายตัวของฟิโพรนิลในองุ่นโดยใช้อัตราตามคำแนะนำ (10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร) การทดลองครั้งที่ 1 จังหวัดสมุทรสาคร



ภาพที่ 2. แสดงแนวโน้มการสลายตัวของฟิโพรนิลในองุ่นโดยใช้อัตราตามคำแนะนำ (10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร) การทดลองครั้งที่ 2 จังหวัดสมุทรสาคร



ภาพที่ 3. แสดงแปลงองุ่นที่ทดลองฉีดพ่นฟิโพรนิล



ภาพที่ 4. แสดงเครื่องตรวจวิเคราะห์ Liquid Chromatograph/ Mass Spectrometer/ Mass Spectrometer

วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของอะบาเมคติน (Abamectin) ในองุ่น เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (MRLs) ครั้งที่ 3 และ 4

Pesticide Residue Trial of Abamectin in Grape to Establish Maximum Residue Limit (MRLs) Trial 3 and 4

ประชาธิปัตย์ พงษ์ภิญโญ สมสมัย ปาลกูล วิษณุ แจ้งใบ ปฏิมาภรณ์ สังข์น้อย
กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

.....

บทคัดย่อ

องุ่นเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย มีการปลูกมากในแถบภาคตะวันตก และ Abamectin เป็นวัตถุอันตรายทางการเกษตรที่แนะนำให้เกษตรกรใช้เพื่อกำจัดหนอน ไร และแมลง จึงทำการศึกษาวิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของ Abamectin ในองุ่น โดยวางแผนการทดลองแบบพิเศษแบ่งเป็น 2 การทดลองย่อยคือ แปลงควบคุม (ฉีดพ่นด้วยน้ำเปล่า) และแปลงทดลองผลิตภัณฑ์ Abamectin อัตราตามคำแนะนำ (20 ซีซีต่อน้ำ 20 ลิตร) ได้ทำการทดลอง คือ ครั้งที่ 3 และ 4 ที่ ตำบลเกษตรพัฒนา อำเภอบ้านแพ้ว จังหวัดสมุทรสาคร ทำการฉีดพ่นสารพิษ Abamectin ทุก 4 วัน รวม 4 ครั้งจึงเก็บตัวอย่างองุ่นมาตรวจวิเคราะห์ที่ระยะเวลาต่างๆ หลังจากการฉีดพ่นครั้งสุดท้าย ผลการวิเคราะห์สารพิษตกค้าง Abamectin พบว่าการทดลองครั้งที่ 3 – 4 ตรวจไม่พบสารพิษตกค้าง Abamectin ในแปลงควบคุม (Control) สำหรับแปลงที่พ่นวัตถุมีพิษตามคำแนะนำ ตรวจพบปริมาณสารพิษตกค้าง Abamectin ในการทดลองครั้งที่ 3 พบในปริมาณ 0.26, 0.14, 0.07, 0.02, 0.01, 0.01 และ 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในการทดลองครั้งที่ 4 พบในปริมาณ 0.15, 0.08, 0.06, 0.03, 0.04, 0.02 และ 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ที่ระยะเวลา 0, 1, 3, 5, 7, 10 และ 14 วัน ตามลำดับ

คำนำ

การกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้างในผลผลิต และผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรเป็นการพิจารณาร่วมกันของคณะกรรมการมาตรฐานอาหารสากล (Codex) FAO/WHO ซึ่งจะพิจารณาจากข้อมูลผลการทดลองที่ประเทศสมาชิกได้ทำการศึกษาภายใต้การปฏิบัติการทางการเกษตรที่เหมาะสม (GAP) โดยมีการดูแลรักษาการป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่เหมาะสมถูกต้องกับชนิดของพืช การกำหนดค่าปริมาณสูงสุด MRL จะขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุมีพิษและชนิดของพืช เนื่องจากคณะกรรมการชุดนี้ส่วนใหญ่จะพิจารณาพืชและวัตถุมีพิษที่ใช้กันมากไปในยุโรป และประเทศในซีกโลกตะวันตก ดังนั้นพืชเมืองร้อนจึงต้องทำการทดลอง เพื่อให้มีการกำหนดค่านี้ขึ้นเพื่อผลประโยชน์ในการต่อรองทางด้านการค้าเสรี เนื่องจากบางประเทศที่นำเข้าสินค้าเกษตรนำค่าที่กำหนดนี้มาเป็นข้ออ้างในการกีดกันทางด้านการค้าสำหรับพืชและวัตถุมีพิษที่ไม่มีการกำหนดไว้โดย Codex นอกจากนี้ประสิทธิภาพของวัตถุมีพิษ และอัตราการสลายตัวในพืชแต่ละชนิดยังมีความแตกต่างกันในแต่ละสภาพพื้นที่การเกษตร โดย

การทดลองจะต้องทำซ้ำอย่างน้อย 2 ครั้ง ต่างสถานที่หรือต่างฤดูกาล นำข้อมูลปริมาณสารพิษตกค้างที่ได้จากฉีดพ่นวัตถุมีพิษที่อัตราแนะนำและสองเท่าของอัตราแนะนำ ที่ระยะเวลาเก็บเกี่ยวต่างๆ หลังการฉีดพ่นครั้งสุดท้ายมาประกอบการพิจารณาร่วมกับข้อมูลศึกษาความเป็นพิษของวัตถุมีพิษชนิดนั้นๆ

องุ่น (Grape) จัดเป็นไม้ผลเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของไทยเป็นผลไม้ที่มีรสชาติดี ปลูกกันมากว่า 5000 ปีสามารถเจริญเติบโตได้ดีทั้งในเขตหนาว เขตกึ่งร้อนกึ่งหนาว และเขตร้อน ในประเทศไทยนั้นไม่ปรากฏหลักฐานแน่ชัดว่าได้นำเข้ามาในสมัยใด เริ่มมีการปลูกอย่างจริงจังในสมัยรัชกาลที่ 7 แต่ผลองุ่นที่ได้มีรสชาติเปรี้ยวจึงทำให้การปลูกซบเซาและมาเริ่มแพร่หลายอีกครั้งในปี พ.ศ.2497 ในปัจจุบันประเทศไทยมีการปลูกองุ่นในแถบภาคตะวันตก เช่น อำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี อำเภอสามพราน อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม อำเภอบ้านแพ้ว จังหวัดสมุทรสาคร ซึ่งมารถให้ผลผลิตได้ดี นอกจากนั้นยังได้มีการขยายไปในแถบภาคกลาง และภาคเหนือภาคตะวันออกเฉียงเหนือบ้างเล็กน้อย ถึงแม้ว่าจะมีราคาผลผลิตเป็นแรงจูงใจ แต่ปัญหาเรื่องโรคและแมลงระบาดทำให้พื้นที่ปลูกองุ่นไม่ค่อยขยายเท่าที่ควร

พันธุ์องุ่นที่นิยมปลูก คือ

1. พันธุ์ไวท์มะละกา เป็นพันธุ์ที่ปลูกมากที่สุด และเป็นที่นิยมของผู้บริโภค ปลูกง่ายและเจริญเติบโตดี มี 2 สายพันธุ์ คือชนิดผลกลมและผลยาว ลักษณะช่อใหญ่ยาว การติดผลดีมีสีเหลืองอมเขียว รสหวานแหลม เปลือกหนาและเหนียว ในผลหนึ่งๆ มี 1-2 เมล็ด ช่วงเวลาหลังจากการตัดแต่งกิ่งจนเก็บผลได้ประมาณ 4 เดือนครึ่ง หนึ่งปีให้ผลผลิต 2 ครั้ง ผลผลิตประมาณ 10-15 กิโลกรัมต่อต้นต่อครั้ง ปัจจุบันนิยมปลูกองุ่นพันธุ์ไวท์มะละกาสายพันธุ์ผลยาว เพราะมีรสหวานกรอบและสีเหลืองสดใสกว่าพันธุ์ผลกลม

2. พันธุ์คาร์ดินัลเป็นองุ่นที่ปลูกง่าย การเจริญเติบโตดี มีลักษณะช่อใหญ่ ผลดก ผลกลมค่อนข้างใหญ่ มีสีแดงหรือม่วงดำ รสหวาน กรอบ เปลือกบาง สามารถให้ผลผลิตประมาณ 10-15 กิโลกรัมต่อต้นต่อครั้ง แต่มีราคาถูกปัจจุบันจึงนิยมปลูกกันน้อย

Abamectin มีชื่อทางการค้าคือ Apron จัดเป็นวัตถุมีพิษในกลุ่ม Phenylamide (acylalanine type) ที่ใช้ในการป้องกันและกำจัดโรคพืช ที่มีอาการคือใบเหลืองเหี่ยวและร่วง กิ่งแห้งตายหรือตายทั้งต้น รากเน่าและดึงออกได้ง่าย เนื้อไม้เป็นสีน้ำตาลหรือดำ ต้นทรุดโทรม ผลเหี่ยวเป็นสีเหลืองและร่วง หรือที่เรียกว่า โรครากเน่าโคนเน่า การศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างของ Abamectin ในองุ่น จึงเป็นการศึกษาเพื่อนำข้อมูลไปใช้ในการประกอบการพิจารณาการกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (MRL) จากการใช้วัตถุมีพิษอย่างถูกต้องและปลอดภัย ตามมาตรฐานของ Codex เพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภค และเป็นข้อมูลด้านสารพิษตกค้างในการแก้ปัญหาการปนเปื้อนของวัตถุมีพิษการเกษตรในผลผลิต เพื่อประประโยชน์ในการต่อรองทางด้านสินค้าเกษตรส่งออก

ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการ

ขั้นตอน

1. สำรวจแปลงปลูกองุ่นของเกษตรกรเพื่อวางแผนการทดลองเตรียมอุปกรณ์และทดสอบหาวิธีตรวจวิเคราะห์สาร พิษตกค้าง Abamectin ในองุ่น อัตราส่วน 1.8% EC

2. ปฏิบัติงานในสวนองุ่น โดยการพ่นวัตถุมีพิษตามอัตราที่กำหนด และเก็บตัวอย่างองุ่นจากสวนองุ่น ตามวันที่กำหนดในแผนการทดลอง

3. เก็บตัวอย่างองุ่นจากแหล่งจำหน่ายใกล้เคียงกับสถานที่ทำแปลงทดลองจำนวน 20 ตัวอย่าง มาตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง กลุ่มออร์กาโนคลอรีน กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต และกลุ่มไพรีทรอยด์

4. ตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้าง Abamectin ในองุ่น โดยการสกัด (Extraction) และตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง LC-MS/MS

5. วิเคราะห์ สรุปผลการทดลองและนำเสนอผลงานวิจัย

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์และวิธีการ

1. สารเคมี

1.1 สารมาตรฐานวัตถุมีพิษการเกษตร: Dr.Ehrenstorfer

1.2 Magnesium sulfate anhydrous

1.3 Sodium chloride

1.4 Sodium citrate dihydrate

1.5 Di-sodium hydrogen citrate sesquihydrate

1.6 Ultra-residue reagent toluene

1.7 Ultra-residue reagent ethyl acetate

สารละลายมาตรฐานทั้ง จะเก็บไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ -20 C และห่างจากแสง

2. การเตรียมตัวอย่าง

2.1 Homogenize ตัวอย่างองุ่นปริมาณ 500 g

2.2 ชั่งตัวอย่างประมาณ 10 g ที่ homogenize แล้วลงใน 50 ml Teflon centrifuge tube.

2.3 เติม 10 ml acetonitrile (ACN) แล้วเขย่าโดยใช้ vortex mixer เป็นระยะเวลา 1 นาที

2.4 เติม 4 g magnesium sulfate anhydrous ($MgSO_4$) 1 g sodium chloride (NaCl) 1 g sodium citrate dehydrate ($C_6H_5Na_3O_7$*$2H_2O$) และ 0.5 g di-sodium hydrogen citrate esequihydrate ($C_6H_6Na_2O_7$*$1.5H_2O$) แล้วนำไปเขย่าทันทีด้วยเครื่อง vortex mixer เป็นเวลา 1 นาที

2.5 ตัวอย่างที่มีความเป็นกรดจะเติมสารละลาย 6 N NaOH 600 µl เพื่อให้ได้ค่า pH อยู่ในช่วง 5-5.5

2.6 Centrifuge สารละลายที่สกัดได้ ที่ความเร็วรอบ 5000 rpm เป็นเวลา 3 นาที

2.7 Aliquot สารละลายส่วนใสปริมาตร 6 ml ใส่ใน 15 ml Teflon centrifuge tube ที่มี 150 mg PSA และ 950 mg $MgSO_4$

2.8 Centrifuge สารละลายที่สกัดได้ ที่ความเร็วรอบ 5000 rpm เป็นเวลา 3 นาที

2.9 กรองผ่านกระดาษกรอง 0.2 ไมครอนแล้วถ่ายสารละลายที่สกัดได้ใส่ใน autosampler vial ที่มีสารละลาย 5% formic acid 15 µl (เพื่อกันสารละลายที่สกัดได้เกิดการสลายตัว)

3. การหาค่า Recovery และ Limit of Determination (LOQ)

4. การตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้าง

สภาวะการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้างด้วยเครื่อง HPLC-MS/MS มีสภาวะดังนี้

เครื่อง HPLC-MS/MS เป็นเครื่องยี่ห้อ Agilent ซึ่งประกอบไปด้วย High accuracy binary pump, autosampler ที่ต่อกับ triple quadrupole mass spectrometer โดยมี heated electrospray ionization source และตรวจวัดได้ทั้งการแตกตัวเป็นไอออนบวกและไอออนลบ

4.1 สภาวะของเครื่อง HPLC

คอลัมน์ที่ใช้ในการตรวจวิเคราะห์คือ Kinetex 1.8 um, 10 x 2.1 mm โดยใช้ flow rate 400 $uLmin^{-1}$ ที่อุณหภูมิ 40 C Mobile phase A ประกอบด้วย water/formic acid (0.1%) / ammonium formate (5 mM) และ Mobile phase B คือ Acetonitrile โดยทำ gradient program เริ่มจาก 80% (A) / 20% (B) แล้วสิ้นสุดที่เวลา 18 นาที ที่ 5% (A) / 95% (B) ในการตรวจวิเคราะห์สารจะทำการฉีดสารที่สกัดได้เข้าระบบจำนวน 2uL

4.2 สภาวะของเครื่อง Mass Spectrometer

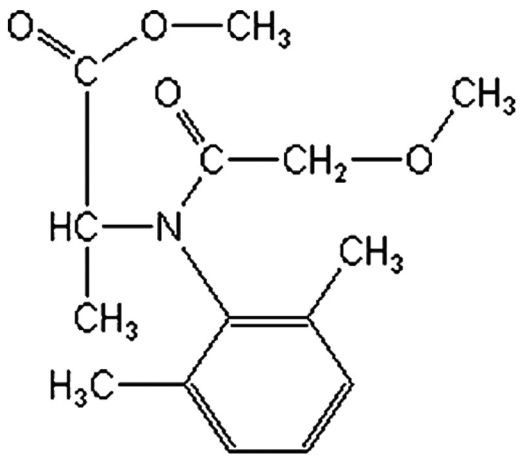
ระบบ Mass Spectrometer และ ESI Source จะทำงานในระบบ positive mode ในการตรวจวิเคราะห์ Abamectin โดยมีปัจจัยที่ใช้ตรวจวิเคราะห์ดังนี้ Gas temp 325 C, Gas flow 10 $mLmin^{-1}$, Nebulizer 45 psi และ Capillary 4000 V.

Protonated หรือ deprotonated molecular ions จะนำมาใช้เป็น precursors ของ produce ions แล้วทำการปรับสภาวะให้เหมาะสม (optimized) ได้ดังนี้

Pesticide	Precursor ion	Product ion	Dwell time	Fragmentation	Collision energy
Abamectin	890.5	567.3	200	150	8
	890.5	305.2	200	150	22

5. วิเคราะห์ผลการทดลองและนำเสนอผลงานวิจัย

วิเคราะห์แนวโน้มการสลายตัวและความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารพิษตกค้างกับระยะเวลาที่ฉีดตัวอย่างครั้งสุดท้ายจะวิเคราะห์โดยใช้การวิเคราะห์การถดถอย (Regression Coefficient of Determination; R^2) จะทำให้ทราบค่าความเป็นไปได้ของช่วงระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวกับการสลายตัวของปริมาณสารพิษตกค้าง รวบรวมผลการวิจัยและนำเสนอผลงานในการประชุมวิชาการ และเผยแพร่ต่อสาธารณชน



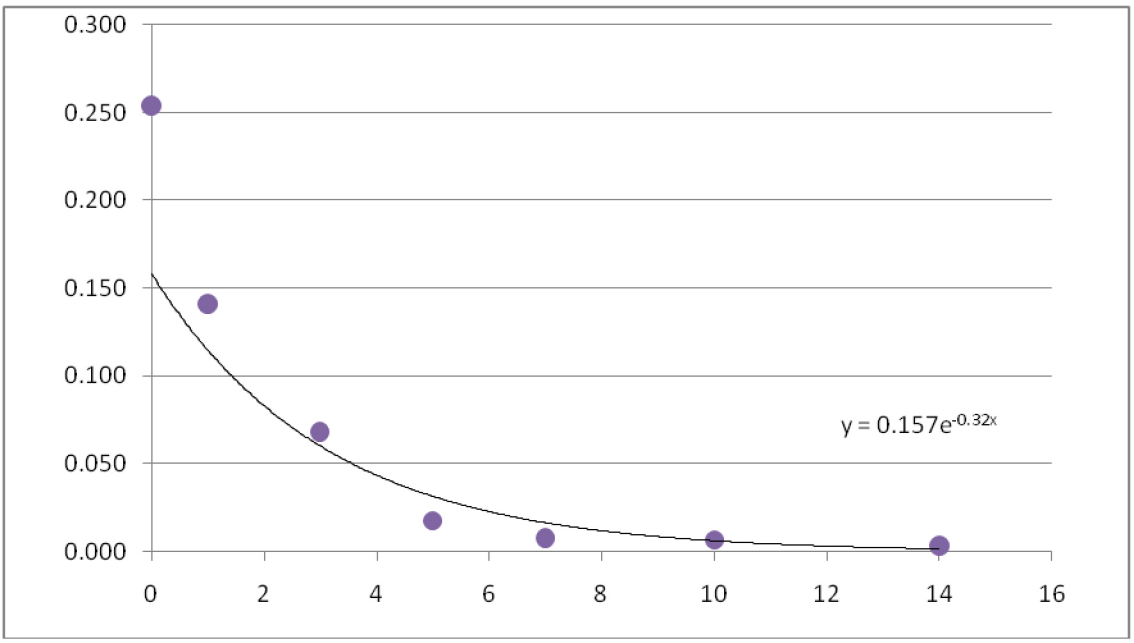
ภาพที่ 1. ลักษณะโครงสร้างโมเลกุลของ Abamectin

ตารางที่ 1. ปริมาณสารพิษตกค้าง Abamectin ในองุ่นที่ระยะเวลาต่างๆ ภายหลังการใช้วัตถุมีพิษอัตราแนะนำและแปลงควบคุม จากการทดลองครั้งที่ 3 (Trial 3)

วันที่เก็บตัวอย่าง	ปริมาณสารพิษตกค้าง (mg/kg)	
	แปลงควบคุม	แปลงอัตราแนะนำ
	Abamectin	
0*	ND**	0.25
1	ND	0.14
3	ND	0.07
5	ND	0.02
7	ND	0.01
10	ND	0.01
14	ND	0.01

0* หมายถึง 2 ชั่วโมงหลังการฉีดพ่นครั้งสุดท้าย

ND** หมายถึง Not Detected



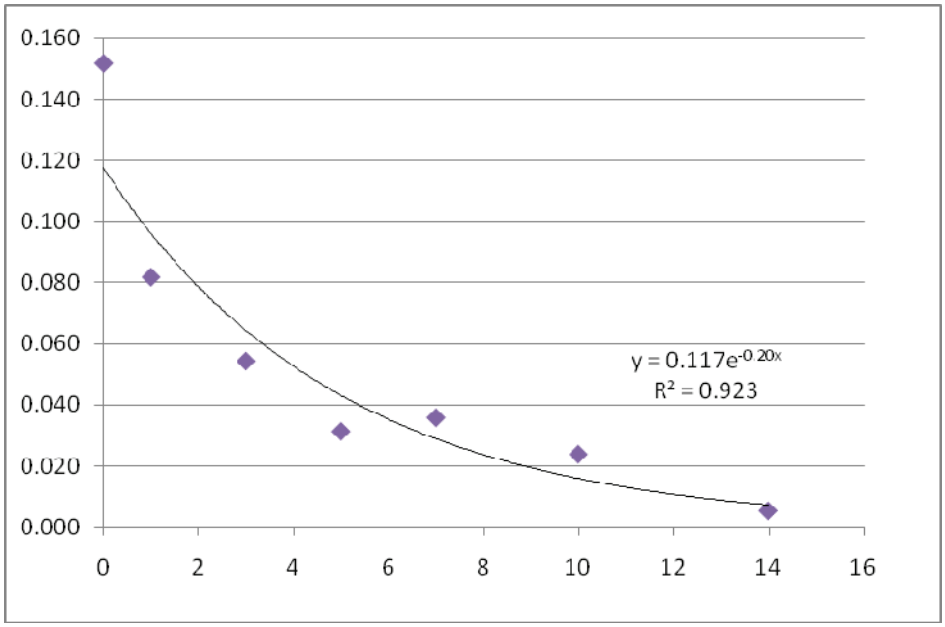
ภาพที่ 2. กราฟแสดงการสลายตัวของสารพิษตกค้าง Abamectin ในองุ่นจากการทดลองครั้งที่ 3 (Trial 3)

ตารางที่ 2. ปริมาณสารพิษตกค้าง Abamectin ในองุ่นที่ระยะเวลาต่างๆ ภายหลังการใช้วัตถุมีพิษอัตราแนะนำและแปลงควบคุม จากการทดลองครั้งที่ 4 (Trial 4)

วันที่เก็บตัวอย่าง	ปริมาณสารพิษตกค้าง (mg/kg)	
	แปลงควบคุม	แปลงอัตราแนะนำ
	Abamectin	
0*	ND**	0.15
1	ND	0.08
3	ND	0.06
5	ND	0.03
7	ND	0.04
10	ND	0.02
14	ND	0.01

0* หมายถึง 2 ชั่วโมงหลังการฉีดพ่นครั้งสุดท้าย

ND** หมายถึง Not Detected



ภาพที่ 3. กราฟแสดงการสลายตัวของสารพิษตกค้าง Abamectin ในองุ่นจากการทดลองครั้งที่ 4 (Trial 4)

สรุปผลการทดลอง

องุ่นที่ไม่ฉีดพ่น Abamectin ตรวจไม่พบสารพิษตกค้าง ส่วนในแปลงที่พ่นวัตถุอันตรายทางการเกษตรตามอัตราแนะนำ การทดลองในครั้งที่ 3 ตรวจพบสารพิษตกค้าง Abamectin ปริมาณ 0.26, 0.14, 0.07, 0.02, 0.01, 0.01 และ 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในการทดลองครั้งที่ 4 พบในปริมาณ 0.15, 0.08, 0.06, 0.03, 0.04, 0.02 และ 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ที่ระยะเวลา 0, 1, 3, 5, 7, 10 และ 14 วันตามลำดับ (ตารางที่ 1 และ 2) องุ่นที่ฉีดพ่น Abamectin ในอัตราแนะนำ จะพบว่าปริมาณสารพิษตกค้างมีอัตราการลดลงที่ละน้อย เนื่องจากต้นองุ่นมีลักษณะเป็นทรงพุ่ม และผลองุ่นซ่อนอยู่ตามใบ กิ่ง ก้าน การฉีดพ่นวัตถุมีพิษอาจไม่สามารถแทรกเข้าไปได้ทั่วถึงและพื้นที่ผิวของผลองุ่นน้อยกว่า นอกจากนั้นวัตถุอันตรายทางการเกษตร Abamectin นั้นในการใช้งานจริงจะใช้โดยการราดที่พื้นรอบบริเวณโคนต้น แต่ในการศึกษาครั้งนี้ต้องการข้อมูลการสลายตัวของสารพิษตกค้าง Abamectin มาเป็นข้อมูลประกอบสำหรับการกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง Abamectin ในองุ่นเท่านั้น เมื่อนำปริมาณสารพิษตกค้างไป plot กราฟกับระยะเวลาเก็บเกี่ยวผลผลิตองุ่น จะได้สมการความสัมพันธ์การลดลงของสารพิษตกค้าง Abamectin ในองุ่น กับระยะเวลา ซึ่งมีลักษณะเป็น Exponential อัตราการสลายตัวของ Abamectin ในองุ่นเท่ากับ 0.2983 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมต่อวัน สำหรับการทดลองในครั้งที่ 3 และอัตราการสลายตัวของ Abamectin ในองุ่นเท่ากับ 0.3520 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมต่อวันสำหรับการทดลองในครั้งที่ 4 ตามลำดับ การทดลองทั้งสองพบว่าการสลายตัวของ Abamectin มีความสัมพันธ์กับระยะเวลาเก็บเกี่ยว การทิ้งระยะเวลานานขึ้น ปริมาณสารพิษตกค้างจะลดลงตามลำดับ

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ได้ทราบถึงอัตราการสลายตัวของ Abamectin ในองุ่น

2. สามารถใช้ข้อมูลที่ได้แนะนำเกษตรกรให้ใช้วัตถุมีพิษอย่างถูกต้องและปลอดภัย เพื่อลดปัญหาสารพิษตกค้างในผลิตผลการเกษตรและสิ่งแวดล้อม

3. ทำให้ทราบระยะเวลาการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมและปลอดภัย ซึ่งจะช่วยให้เกิดความปลอดภัยต่อผู้บริโภคและการส่งออก

4. เป็นข้อมูลสำหรับประกอบการพิจารณาในการยกเลิกการใช้วัตถุมีพิษหรือแก้ไขฉลากคำแนะนำการใช้สารเพื่อให้เกษตรกรได้ใช้ผลิตภัณฑ์วัตถุมีพิษที่มีคุณภาพเหมาะสมและปลอดภัย

5. สามารถนำข้อมูลที่ได้มาร่วมพิจารณา กำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง Abamectin ในผลผลิตองุ่นและการเกษตรใกล้เคียงในประเทศ เพื่อใช้เป็นค่าต่อรองและรักษาผลประโยชน์ในการค้าขายผลผลิตทางการเกษตรระหว่างประเทศ (ซึ่งจะเป็นผลดีในด้านเศรษฐกิจ) การสุ่มตัวอย่างจากแหล่งจำหน่าย ทำให้ทราบถึงสถานการณ์สารพิษตกค้างในผลผลิตการเกษตรและคุณภาพของผลิตผลเพื่อเป็นข้อมูลในการคุ้มครองผู้บริโภค

เอกสารอ้างอิง

นิรนาม ฉลากกลางสารกำจัดแมลง ศูนย์ข้อมูลวัตถุมีพิษการเกษตร ฝ่ายทะเบียนและใบอนุญาต วัตถุมีพิษการเกษตร กองวัตถุมีพิษการเกษตร กรมวิชาการเกษตร.

Chemical Information Systems, Inc. Oil and Hazardous Materials/Technical Assistance Data System, Baltimore, MD, 1988.10-16

FAO/WHO 2002 Codexalimentarius commission. Status of Codex maximum residue limits for pesticides in food and animal food.

H. Steiwandter (1985) Universal 5 min on-line Method for Extracting and Isolating Pesticides Residue andIndustrial Chemicals. Fresenius, Z. Anal. Chem. No. 11

Kidd, H. and James, D. R., Eds. The Agrochemicals Handbook, Third Edition. Royal Society of Chemistry Information Services, Cambridge, UK, 1991 (As Updated).10-2

Lu, F. C. A review of the acceptable daily intakes of pesticides assessed by the World Health Organization. Regul. Toxicol. Pharmacol. 21: 351-364, 1995.10-13

Taiwan Agricultural Chemicals and Toxic Substances Research Institute 2001. International Training Program of Safe Vegetable Production and Multi-residue Analytical Method of Pesticides. Council of Agriculture Taichung, Taiwan. 106 p.

U.S. Department of Agriculture (U.S. Forest Service). Pesticide Background Statements. Vol. I: Herbicides. Washington, DC, 1984.10-7

U.S. Environmental Protection Agency. Captan: Intent to cancel registrations; Conclusion of special reviews. Fed. Regist. 54: 8116-50, 1989.10-17

วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของโปรฟีโนฟอส (Profenofos) ในถั่วเหลืองฝักสด เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (MRLs) ครั้งที่ 3 และ 4

Pesticide Residue Trial of Profenofos in Vegetable Soybean to Establish Maximum Residue Limit (MRLs) Trial 3 and 4

วิสุทธิ เชวงศรี ลมัย ชูเกียรติวัฒนา ปิยะศักดิ์ อรรคบุตร ชนิตา ทองแซม

กลุ่มงานวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

.....

บทคัดย่อ

ศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างของโปรฟีโนฟอสในถั่วเหลืองฝักสด เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง การทดลองครั้งที่ 3 ทำแปลงทดลองในแปลงถั่วเหลืองฝักสดของเกษตรกรที่ อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2554 - มกราคม 2555 การทดลองครั้งที่ 4 ทำแปลงทดลองที่ อำเภอพระพุทธบาท จังหวัดสระบุรี ระหว่างเดือนธันวาคม 2554 - กุมภาพันธ์ 2555 การทดลองเป็น Supervised trial มี 3 ซ้ำ 8 กรรมวิธี คือ ระยะเวลาสุ่มเก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์สารพิษตกค้างหลังการพ่นครั้งสุดท้ายที่ 0, 1, 3, 5, 7, 10, 14 และ 21 วัน การทดลองแบ่งเป็น 2 การทดลองย่อย คือ แปลงควบคุม (ไม่พ่นสาร) และแปลงที่พ่น โปรฟีโนฟอส (ซูเปอร์ครอน 500 อีซี) 50% w/v EC อัตราแนะนำ 10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร และใช้น้ำ 100 ลิตรต่อไร่ การทดลองครั้งที่ 3 และ 4 มีสารออกฤทธิ์ 22.3 และ 26.1 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ สำหรับการพ่นใช้เครื่องแบบสูบโยกสะพายหลัง โดยพ่นทุกๆ 7 วัน รวม 3 ครั้ง ทำการสุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างที่ 0, 1, 3, 5, 7, 10, 14 และ 21 วันหลังการพ่นครั้งสุดท้าย ผลการวิเคราะห์สารพิษตกค้างด้วยเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟที่ 0, 1, 3, 5, 7, 10, 14 และ 21 วัน ตามลำดับมีดังนี้ การทดลองครั้งที่ 3 พบสารพิษตกค้างเฉลี่ย 0.76, 0.44, 0.43, 0.37, 0.25, 0.11, 0.06 และ 0.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และการทดลองครั้งที่ 4 พบสารพิษตกค้างเฉลี่ย 0.97, 0.92, 0.69, 0.35, 0.22, 0.14, 0.04 และ 0.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ สำหรับแปลงควบคุมตรวจไม่พบสารตกค้าง

จากการสำรวจและสุ่มเก็บตัวอย่างถั่วเหลืองฝักสดจากแหล่งจำหน่ายจำนวน 24 ตัวอย่าง พบสารพิษตกค้างของวัตถุมีพิษ 4 ชนิด คือ EPN, chlorpyrifos, cypermethrin และ phosalone โดยพบ chlorpyrifos มากที่สุด จำนวน 6 ตัวอย่างหรือคิดเป็น 25 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างทั้งหมด ปริมาณ 0.03-1.35 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เกินค่า JAPAN MRL 2 ตัวอย่าง หรือคิดเป็น 8.3 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังพบ EPN และ cypermethrin ชนิดละ 2 ตัวอย่าง ปริมาณ 0.05-0.31 และ 0.07- 0.12 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ โดย EPN ไม่มีการกำหนดค่า MRL สำหรับ cypermethrin ไม่เกิน MRL อีกทั้งยังพบ phosalone 0.92 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมจำนวน 1 ตัวอย่างหรือคิดเป็น 4.2 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างทั้งหมด ซึ่งเกินค่า JAPAN MRL

คำนำ

ถั่วเหลืองฝักสดเป็นพืชอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง นอกจากนี้ยังมีสาร Isoflavones (phytoestrogen) ซึ่งเป็นสารที่ช่วยลดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคหัวใจ ลดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคมะเร็งเต้านมและมะเร็งต่อมลูกหมาก ซึ่งคนไทยเริ่มนิยมการบริโภคมากขึ้น นอกจากนี้ยังเป็นพืชส่งออกที่สำคัญชนิดหนึ่ง โดยมีปริมาณการส่งออกปีละประมาณ 10,000 ตัน มูลค่าประมาณ 800 ล้านบาท ประเทศผู้นำเข้าที่สำคัญคือ ญี่ปุ่น และสหรัฐอเมริกา ผลผลิตถั่วเหลืองฝักสดที่บริโภคภายในประเทศและส่งไปจำหน่ายต่างประเทศจะต้องมีคุณภาพที่ดี ไม่มีแมลงศัตรูพืชทำลาย ซึ่งศัตรูพืชของถั่วเหลืองฝักสดมีหลายชนิด เช่นเพลี้ยอ่อน เพลี้ยจักจั่น มวนถั่วเหลือง หนอนแมลงวันเจาะต้นถั่ว หนอนชอนใบถั่วลิสง แมลงหวี่ขาวยาสูบ เป็นต้น ดังนั้นเกษตรกรจึงมีความจำเป็นต้องใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตรเพื่อป้องกันการทำลายของศัตรูพืช ซึ่งโปรฟีโนฟอสเป็นสารกำจัดแมลงที่เกษตรกรมีการใช้ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชในถั่วเหลืองฝักสด ผลจากการใช้โปรฟีโนฟอส อาจก่อให้เกิดปัญหาสารพิษตกค้างและเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคและเป็นปัญหาต่อการส่งออก ดังนั้นการวิจัยปริมาณของสารพิษตกค้างของโปรฟีโนฟอสในถั่วเหลืองฝักสดเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (MRL) เป็นสิ่งจำเป็น ซึ่งจะทำให้ทราบระยะเวลาเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม และนำข้อมูลมาประกอบการพิจารณาการกำหนดค่า MRL รวมทั้งใช้ในการแก้ไขปัญหาสารพิษตกค้างต่อไป

โปรฟีโนฟอส เป็นสารกำจัดแมลงชนิดไม่ดูดซึม (non systemic insecticide) ใช้กำจัดแมลงชนิดถูกตัวตายและกินตายที่มีชื่อทางเคมีว่า O-(4-bromo-2-chlorophenyl) O-ethylS-propyl phosphorothioate มีน้ำหนักโมเลกุล 373.6 สูตรโมเลกุล $C_{11}H_{15}BrClO_3PS$ มีความดันไอ $1.24x10^{-1}$mPa (25 องศาเซลเซียล) ละลายในน้ำได้ 28 มิลลิกรัมต่อลิตร (25 องศาเซลเซียส) ละลายได้ดีใน organic solvent เป็นส่วนใหญ่ อัตราการสลายตัวของสารในน้ำไปครึ่งหนึ่ง DT_{50} ที่ 25 องศาเซลเซียส เท่ากับ 93 วัน ที่ pH 5, 14.6 วันที่ pH 7 และ 5.7 ชั่วโมง ที่ pH 9 ค่า DT_{50} ในดินประมาณ 1 สัปดาห์ มีค่าความเป็นพิษเฉียบพลันทางปาก acute oral LD_{50} สำหรับหนูทดลองมีค่า 358 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม WHO จัดระดับความเป็นพิษในระดับ 2 (พิษปานกลาง) เป็นสารที่มีพิษต่อผึ้ง ค่าความเป็นพิษในนก bobwhite quail มีค่า LC_{50} (ที่ 8 ชั่วโมง) 70-200 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเป็นพิษต่อปลา rainbow trout LC_{50} (ที่ 96 ชั่วโมง) 0.08 มิลลิกรัมต่อลิตร (Annonymous , 2006)

โปรฟีโนฟอส เป็นสารกำจัดแมลงที่ใช้กับพืชหลายชนิด เช่น หนอนเจาะสมอฝ้ายในฝ้าย มวนถั่วเขียว มวนถั่วเหลือง หนอนเจาะผลส้มโอ หนอนเจาะยอดกะหล่ำ และหนอนแมลงวันชอนใบในกะหล่ำ เป็นต้น (กลุ่มกีฏและสัตววิทยา, 2553) สารพิษตกค้างของโปรฟีโนฟอสในพืชผักและผลไม้ มีอัตราการสลายตัวค่อนข้างช้าเมื่อเทียบกับสารกลุ่มออร์การโนฟอสฟอรัสอื่นๆ จากการวิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของโปรฟีโนฟอสในพริกเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (MRL) ครั้งที่ 1 และ 2 ยังคงพบสารพิษตกค้างที่ 25 วันหลังการใช้ครั้งสุดท้ายปริมาณ 0.33 และ 0.39 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แต่ไม่เกินค่า Codex MRL กำหนดที่ 5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (จินตนา และคณะ, 2550) สำหรับงานวิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของโปรฟีโนฟอสในมังคุดเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (MRL) ครั้งที่ 4 ที่ 28 วันหลังการใช้ครั้งสุดท้าย พบสารพิษตกค้าง 1.71 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (รัชนีและคณะ, 2550)

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. ตัวอย่างถั่วเหลืองฝักสด
2. เครื่องมือในการเตรียมและสกัดตัวอย่าง เช่น เครื่องชั่ง เครื่องสกัดสารพิษตกค้างชนิดปั่น (Homogenizer) เครื่องลดปริมาตร
3. เครื่องแก้วในห้องปฏิบัติการ
4. สารเคมีชนิด AR grade ได้แก่ acetone, dichloromethane, sodium chloride และ sodium sulfate
5. สารเคมีชนิด Pesticide grade ได้แก่ ethyl acetate
6. สารมาตรฐาน โปรฟีโนฟอส
7. เครื่องตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง แก๊สโครมาโตกราฟชนิด Flame photometric detector

วิธีการ

1. การทดลองในแปลง

1.1 แปลงทดลอง

1.1.1 แผนการทดลอง วางแผนการทดลองเป็น Supervised ตามคำแนะนำของ Codex เป็นแบบ Special Design การทดลองประกอบด้วย 2 การทดลองย่อย คือ

การทดลองย่อยที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่พ่นสาร)

การทดลองย่อยที่ 2 แปลงที่ทำการพ่นโปรฟีโนฟอส ตามอัตราแนะนำ แต่ละการทดลองย่อยมี 3 ซ้ำ และมี 8 กรรมวิธี คือ ระยะเวลาที่เก็บเกี่ยวตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์สารพิษตกค้างที่ระยะ 0, 1, 3, 5, 7, 10, 14 และ 21 วัน หลังการพ่นครั้งสุดท้าย การทดลองครั้งที่ 3 ทำการทดลองในแปลงถั่วเหลืองฝักสดของเกษตรกรที่อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2554 – มกราคม 2555 การทดลองครั้งที่ 4 ทำการทดลองในแปลงถั่วเหลืองฝักสดของเกษตรกรที่ อำเภอพระพุทธบาท จังหวัดสระบุรี ระหว่างเดือนธันวาคม 2554 - กุมภาพันธ์ 2555

1.1.2 การเตรียมแปลงทดลอง แบ่งแปลงทดลองแต่ละแปลงเป็น 3 แปลงย่อย แต่ละแปลงย่อยมีขนาด 8×16 เมตร และมี Guard row กว้าง 2 เมตร คั่นระยะแปลงย่อย

1.1.3 การพ่นวัตถุอันตรายทางการเกษตร ทำการพ่นโปรฟีโนฟอส (ซูเปอร์ครอน 500 อีซี) 50% w/v EC อัตราแนะนำ 10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร อัตราการใช้น้ำ 80-100 ลิตรต่อไร่ การทดลองใช้อัตราสูงสุดคือ 100 ลิตรต่อไร่ โดยการทดลองครั้งที่ 3 และ 4 มีสารออกฤทธิ์ 22.3 และ 26.1 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ ตามลำดับ ทำการพ่นทุก 7 วัน รวม 3 ครั้ง โดยใช้เครื่องพ่นสารแบบสูบโยกสะพายหลัง (knapsack sprayer) โดยการพ่นครั้งที่ 3 และ 4 พ่นเมื่อถั่วเหลืองมีอายุ 38 และ 36 วัน ตามลำดับ

1.1.4 ทำการสุ่มตัวอย่างถั่วเหลืองฝักสดเพื่อตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างรวม 8 ครั้ง คือที่ระยะ 0 (2 ชั่วโมงหลังการพ่นสาร) 1, 3, 5, 7, 10, 14 และ 21 วัน หลังการพ่นครั้งสุดท้าย โดยเก็บตัวอย่างครั้งละ 2 กิโลกรัม

1.2 การเตรียมตัวอย่าง

1.2.1 ทำการสุ่มตัวอย่าง ให้เหลือประมาณ 500 กรัม นำมาปั่นให้ละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน

1.2.2 ชั่งตัวอย่างถั่วเหลืองฝักสด 25 กรัม เพื่อทำการสกัดสารพิษตกค้าง

1.3 การสกัดสารพิษตกค้าง

1.3.1 การสกัดตัวอย่างจากแปลงทดลองจะต้องคัดเลือกเอาวิธีการที่มีประสิทธิภาพที่สุดที่จะสกัดสารออกมาให้ได้มากที่สุด ซึ่งวิธีการดังกล่าว จะต้องผ่านการทดสอบการเอาสารพิษตกค้างกลับคืนมา (Recovery) โดยให้อยู่ในเกณฑ์เฉลี่ยระหว่าง 70-110 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธีที่ได้คัดเลือกแล้วมีค่าเปอร์เซ็นต์ recovery 85 – 107 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นวิธีการสกัดสารพิษตกค้างโดยประยุกต์วิธีของ Steinwandter (1985) ดังนี้

1) ปั่นตัวอย่างถั่วเหลืองฝักสด 25 กรัม ด้วย acetone 50 มิลลิลิตร โดยใช้เครื่อง Homogenizer นานประมาณ 1 นาทีเติม sodium chloride 8 กรัม และ dichloromethane 40 มิลลิลิตร ปั่นประมาณ 1 นาที ตั้งให้แยกชั้น
2) เทส่วนใสใน flask เติม Sodium sulfate ประมาณ 30 กรัม ปิดฝาตั้งทิ้งไว้ประมาณ 10 นาที เขย่าเป็นครั้งคราว
3) กรองใส่ cylinder ให้ได้ 50 มิลลิลิตร โดยกรองผ่านกรวยกรองที่อุดด้วยสำลีที่มี Sodium sulfate ประมาณ 1 ช้อนโต๊ะ
4) ถ่ายสารละลายตัวอย่างจาก cylinder ใส่ใน round bottom flask ล้าง cylinder ด้วย acetone 5 มิลลิลิตร และเทรวมใน round bottom flask ทำเช่นนี้ทั้งหมด 3 ครั้ง
5) นำไปลดปริมาตรด้วยเครื่องลดปริมาตรที่ปรับอุณหภูมิ water bath 40 องศาเซลเซียส
6) ล้าง round bottom flask ด้วย ethyl acetate (PR grade) ใส่ใน volumetric flask ขนาด 5 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรให้ถึงขีด
7) นำไปวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้างของโปรฟีโนฟอสด้วยเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟ ชนิด Flame photometric detector (FPD)

2. การเก็บตัวอย่างจากแหล่งจำหน่าย

2.1 การสุ่มตัวอย่าง

ออกสำรวจและสุ่มเก็บตัวอย่างถั่วเหลืองฝักสดจากแหล่งจำหน่ายในจังหวัดต่างๆ ได้แก่ กรุงเทพฯ ลพบุรี สระบุรี และเพชรบุรี รวมทั้งหมด 24 ตัวอย่างๆ ละ 5 กิโลกรัม

2.2 การเตรียมตัวอย่าง ทำนองเดียวกับข้อ 1.2

2.3 การสกัดตัวอย่าง

2.3.1 สารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต สกัดตามวิธีการประยุกต์ของ Steinwandter (1985) ตามข้อ 1) ถึงข้อ 6) โดยแบ่งสารละลายตัวอย่างมา 1 มิลลิลิตร เพื่อวิเคราะห์กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต

2.3.2 สารกลุ่มออร์กาโนคลอรีน และไพรีทรอยด์ โดยแบ่งสารละลายจากสารสกัดมา 2 มิลลิลิตร ทำการ clean up

การ clean up

1) สารละลายที่แบ่งมา 2 มิลลิลิตร จากข้อ 6) นำมาลดปริมาตรจนเกือบแห้ง นำมาละลายด้วย Hexane : dichloromethane (4:1) 2 มิลลิลิตร

2) การเตรียม column โดยการใส่ silicagel ที่ deactivated ด้วยน้ำ 10% ปริมาณ 1 กรัม ลงใน syringe (เข็มฉีดยา) ขนาด 5 มิลลิลิตร ที่อุดปลายด้วยสำลีและมี sodium sulfate สูง 1 เซนติเมตร รองรับอยู่ และปิดชั้นบนของ silicagel ด้วย sodium sulfate สูง 1 เซนติเมตร ล้าง column ด้วย hexane 5 มิลลิลิตร

3) เทสารละลายจากข้อ 1) ลงใน column ชะด้วย hexne : dichloromethane (4:1) 5 มิลลิลิตร รองรับส่วนที่ไหลออกจาก syringe ด้วยหลอด test tube เมื่อสารไหลถึงผิวบนของ sodium sulfate ให้ชะด้วย hexane: dichloromethane (1:1) 10 มิลลิลิตร รองรับด้วย test tube เดิม นำสารละลายที่รองรับได้ไปลดปริมาตรจนเกือบแห้ง แล้วปรับปริมาตรด้วย hexane เป็น 2 มิลลิลิตร

2.4 การวิเคราะห์ชนิดและปริมาณสารพิษตกค้าง

2.4.1 การวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้าง กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตจากแหล่งจำหน่าย โดยตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Gas Chromatogroph (GC) ที่มีหัวตรวจวัดชนิด FPD (Flame Photometric Detector)

2.4.2 การวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่มออร์กาโนคลอรีน และไพรีทรอยด์ โดยตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Gas Chromatogroph (GC) ที่มีหัวตรวจวัดชนิด ECD (Electron Capture Detector)

ระยะเวลา เดือนตุลาคม 2554 - กันยายน 2555

สถานที่ดำเนินการ

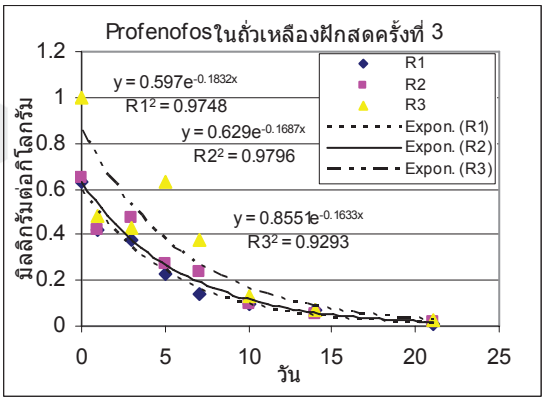
การทดลองครั้งที่ 3 แปลงทดลองถั่วเหลืองฝักสดของเกษตรกร อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี

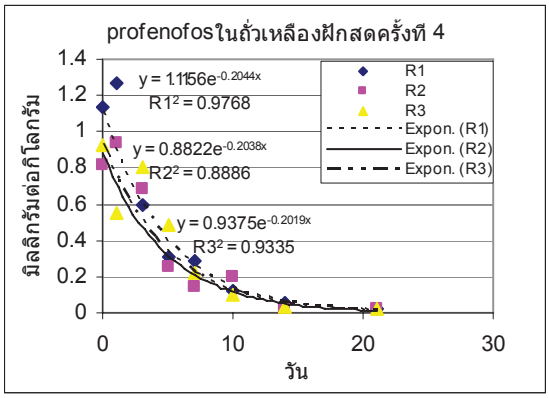
การทดลองครั้งที่ 4 แปลงทดลองถั่วเหลืองฝักสดของเกษตรกร อำเภอพระพุทธบาท จังหวัดสระบุรี และห้องปฏิบัติการกลุ่มงานวิจัยสารพิษตกค้าง

ผลการทดลองและวิจารณ์

ตารางที่ 1. ปริมาณสารพิษตกค้างของโปรฟีโนฟอสในถั่วเหลืองฝักสด ครั้งที่ 3 และ 4

ระยะเวลาหลังการพ่น (วัน)	ปริมาณสารพิษตกค้าง (มก./กก.)							
	ครั้งที่ 3				ครั้งที่ 4			
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	เฉลี่ย	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	เฉลี่ย
	(R1)	(R2)	(R3)		(R1)	(R2)	(R3)	
0	0.63	0.65	1.00	0.76	1.14	0.82	0.93	0.97
1	0.42	0.42	0.48	0.44	1.27	0.94	0.55	0.92
3	0.38	0.47	0.43	0.43	0.59	0.68	0.81	0.69
5	0.23	0.27	0.63	0.37	0.31	0.25	0.49	0.35
7	0.14	0.24	0.38	0.25	0.29	0.14	0.22	0.22
10	0.10	0.10	0.13	0.11	0.12	0.20	0.10	0.14
14	0.07	0.05	0.07	0.06	0.05	0.02	0.03	0.04
21	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02





ภาพที่ 1. และ 2. แนวโน้มการสลายของโปรฟีโนฟอสในถั่วเหลืองฝักสดครั้งที่ 3 และ 4

ตารางที่ 2. ปริมาณสารพิษตกค้างในถั่วเหลืองฝักสดจากแหล่งจำหน่าย

ชนิดของสาร	ปริมาณที่พบ มก./กก.	จำนวนที่พบ (%)	จำนวนเกินค่า MRL (%)	JAPAN MRL
EPN	0.05-0.31	2 (8.3)	-	-
Chlorpyrifos	0.03-1.35	6 (25)	2 (8.3)	0.3
Cypermethrin	0.07-0.12	2 (8.3)	-	5
Phosalone	0.92	1 (4.2)	1 (4.2)	0.5

งานทดลองในแปลง

การพ่นโปรฟีโนฟอส 50% w/v EC อัตราแนะนำ 10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ในแปลงทดลองถั่วเหลืองฝักสด เพื่อศึกษาการสลายตัว ให้ผลการทดลองดังนี้

การศึกษาการสลายตัวของโปรฟีโนฟอสในถั่วเหลืองฝักสดของการทดลองครั้งที่ 3 ณ อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2554 – มกราคม 2555 พบว่า การใช้โปรฟีโนฟอสอัตราแนะนำก่อให้เกิดสารพิษตกค้างมากที่สุดที่ 0 วันหลังการพ่นครั้งสุดท้าย จากนั้นสารพิษตกค้างจะลดลง โดยพบสารพิษตกค้างเฉลี่ย 0.76, 0.44, 0.43, 0.37, 0.25, 0.11, 0.06 และ 0.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ที่ 0, 1, 3, 5, 7, 10, 14 และ 21 วันตามลำดับ (ตารางที่ 1) ส่วนแปลงควบคุมซึ่งไม่พ่นสาร ตรวจไม่พบสารพิษตกค้าง

สำหรับการศึกษาการสลายตัวของโปรฟีโนฟอสในถั่วเหลืองฝักสดของการทดลองครั้งที่ 4 ที่ อำเภอพระพุทธบาท จังหวัดสระบุรี ระหว่างเดือนธันวาคม 2554 - กุมภาพันธ์ 2555 พบว่าการใช้อัตราแนะนำก่อให้เกิดสารพิษตกค้างเฉลี่ย 0.97, 0.92, 0.69, 0.35, 0.22, 0.14, 0.04 และ 0.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ที่ 0, 1, 3, 5 , 7, 10, 14 และ 21 วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ส่วนแปลงควบคุม ตรวจไม่พบสารพิษตกค้าง

เมื่อนำปริมาณการสลายตัวของสารพิษตกค้างของโปรฟีโนฟอสที่ระยะเวลาต่างๆ จากการทดลองครั้งที่ 3 และ 4 มา plot graph จะได้กราฟการสลายตัวเป็นแบบ exponential ดังภาพที่ 1 และ 2 โดยมีค่า half life ของการทดลองที่ 3 และ 4 อยู่ในช่วง 3.8-4.2 และ 3.4 วันตามลำดับ

จากการทดลองพบว่าสารพิษตกค้างพบมากที่สุดที่ 0 วัน หลังจากนั้นสารพิษตกค้างจะลดลง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของลมัยและคณะ (2549) ในงานวิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของไตรอะโซฟอสในถั่วเหลืองฝักสดเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้างครั้งที่ 5 และ 6 โดยพบสารพิษตกค้างของไตรอะโซฟอสมากที่สุดที่ 0 วัน หลังจากนั้นสารพิษตกค้างจะลดลงเช่นเดียวกัน และสอดคล้อง กับการศึกษาของวิสุทธิ และคณะ (2553) ในงานวิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของโอเมทโธเอทในถั่วเหลืองฝักสดเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง

ครั้งที่ 1 และ 2 โดยพบสารพิษตกค้างของโอเมทโธเอท มากที่สุดที่ 0 วัน หลังจากนั้นสารพิษตกค้างจะลดลงเช่นเดียวกัน

เมื่อพิจารณาจากฐานข้อมูลร่างฉลากของสำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กำหนดระยะเวลาเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม (preharvest interval; PHI) เท่ากับ 21 วัน ซึ่งที่ 21 วันพบสารพิษตกค้างจากการทดลองครั้งที่ 3 และ 4 ในปริมาณ 0.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่ง Codex ไม่ได้กำหนดค่า MRL ของโปรฟีโนฟอสในถั่วเหลืองฝักสด (FAO/WHO, 2011) เมื่อเปรียบเทียบกับญี่ปุ่นได้กำหนดค่า MRL ของโปรฟีโนฟอสในถั่วเหลืองฝักสดเท่ากับ 0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (สำนักมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2459) ดังนั้นการทดลองครั้งนี้จึงเป็นการยืนยันว่าระยะปลอดภัยที่เหมาะสมในการเก็บเกี่ยวคือ 21 วัน

จากการสำรวจและสุ่มเก็บตัวอย่างถั่วเหลืองฝักสดจากแหล่งจำหน่ายจำนวน 24 ตัวอย่าง พบสารพิษตกค้างของวัตถุมีพิษ 4 ชนิด คือ EPN, chlorpyrifos, cypermethrin และ phosalone โดยพบ chlorpyrifos มากที่สุด จำนวน 6 ตัวอย่างหรือคิดเป็น 25 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างทั้งหมด ปริมาณ 0.03-1.35 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เกินค่า JAPAN MRL 2 ตัวอย่าง หรือคิดเป็น 8.3 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้พบ EPN และ cypermethrin ชนิดละ 2 ตัวอย่าง ปริมาณ 0.05-0.31 และ 0.07-0.12 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ โดย EPN ไม่มีการกำหนดค่า MRL สำหรับ cypermethrin ไม่เกินค่า MRL อีกทั้งยังพบ phosalone 0.92 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จำนวน 1 ตัวอย่างหรือคิดเป็น 4.2 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างทั้งหมด ซึ่งเกินค่า JAPAN MRL

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้างของโปรฟีโนฟอสในถั่วเหลืองฝักสด พบว่าถ้าเกษตรกรใช้โปรฟีโนฟอส 50% w/v EC ตามอัตราแนะนำ และปฏิบัติในแปลงอย่างถูกต้องและปลอดภัย และเว้นระยะเวลาเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม (ค่า PHI) 21 วันหลังการพ่นครั้งสุดท้าย จะทำให้ได้ถั่วเหลืองฝักสดที่ปลอดภัยสำหรับผู้บริโภคและไม่เป็นอุปสรรคต่อการส่งออก ซึ่งข้อมูลจากการศึกษาการสลายตัวและสารพิษตกค้างจากการสำรวจจากแหล่งจำหน่ายสามารถใช้ประกอบการพิจารณากำหนดค่า MRL รวมทั้งใช้ในการแก้ไขปัญหาสารพิษตกค้างต่อไป

การนำไปใช้ประโยชน์

1. ได้ข้อมูลประกอบการพิจารณากำหนดค่าปริมาณสูงสุดของโปรฟีโนฟอส ในถั่วเหลืองฝักสด เพื่อไม่ให้เสียเปรียบทางการค้า และให้เกิดความเชื่อมั่นในระดับสากล

2. ได้ค่าระยะปลอดภัยในการเก็บเกี่ยวผลผลิต (ค่า PHI) ซึ่งจะทำให้ผลผลิตมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคและไม่เป็นอุปสรรคต่อการส่งออก

3. ใช้เป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาสารพิษตกค้าง และการใช้วัตถุมีพิษภายในประเทศ เพื่อความปลอดภัยของเกษตรกร ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มกีฏและสัตว์วิทย. 2553. คำแนะนำการป้องกันกำจัดแมลงและสัตว์ศัตรูพืช ปี 2553. ***เอกสารวิชาการเกษตร สำนักพัฒนาการอารักขาพืช,*** กรมวิชาการเกษตร.

จินตนา ภู่มงกุฎชัย พนิดา ไชยยันบูรณ์ และเนาวรัตน์ เอื้ออัจจิมากุล. 2550. วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของโปรฟีโนฟอสในพริกเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (MRL) ครั้งที่ 1 และ 2 ***ผลการปฏิบัติ งานประจำปีงบประมาณ 2550 สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร***, กรมวิชาการเกษตร.

รัชนี สุวภาพ วิสุทธิ เชวงศรี และ บังเอิญ สีมา. 2550. วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของโปรฟีโนฟอสในมังคุดเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (MRL) ครั้งที่ 4 ***ผลการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ 2550 สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร,*** กรมวิชาการเกษตร.

ลมัย ชูเกียรติวัฒนา บังเอิญ สีมา และปิยะศักดิ์ อรรคบุตร. 2549. วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของไตรอะโซฟอสในถั่วเหลืองฝักสดเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (MRL) ครั้งที่ 5 และ ครั้งที่ 6 ***ผลการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ 2549 (ฉบับเพิ่มเติม) สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร,*** กรมวิชาการเกษตร.

วิสุทธิ เชวงศรี ปิยะศักดิ์ อรรคบุตร และ ชนิตา ทองแซม. 2553. วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของโอเมทโธเอทในถั่วเหลืองฝักสดเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (MRL) ครั้งที่ 1 และ 2 ***ผลการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ 2553 สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร*** กรมวิชาการเกษตร.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2549. ค่า MRLs สินค้าเกษตรและอาหารของญี่ปุ่น *Maximum Residue Limits Under Positive List System in Food Sanitation Law: Japan* กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

Annonymous. 2006. ***The Pesticide Manual*** .Fourteenth edition. British Crop Protection Council. FAO/WHO. 2011. ***Codex Committee on Pesticide Residues***, 43rd session, 4-9 April 2011 Beijing,P.R. China.

Steinwandter,H. 1985. Universal 5 min on – line Method for Extracting and Isolating Pesticide Residues and Industrial Chemicals. ***Fresenius Z. Anal Chem*** No. 115.

วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของฟิโปรนิล (Fipronil) ในถั่วฝักยาว เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (MRLs) ครั้งที่ 5 และ 6

Residue Trial of Fipronil in Yard long Bean to Establish Maximum Residue Limit (MRLs) Trial 5 and 6

ศศิมา มั่งนิมิตร์ ลักษมี เดชานุรักษ์นุกูล วิทยา บัวศรี

กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

.....

บทคัดย่อ

วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของ ฟิโปรนิล (fipronil) ในถั่วฝักยาวเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง ครั้งที่ 5 และ 6 ทำการทดลองที่สถานที่ต่างๆ ดังนี้ ครั้งที่ 5 ที่ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างเดือนมกราคม - กุมภาพันธ์ 2555 ครั้งที่ 6 ที่ อำเภอสามโก้ จังหวัดอ่างทอง ระหว่างเดือนมีนาคม - เมษายน 2555 วางแผนการทดลองแบบ supervise residue trial มี 2 การทดลองย่อย คือ การทดลองย่อยที่ 1 แปลงที่พ่นวัตถุมีพิษ fipronil 5% SC อัตราแนะนำ 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร และการทดลองย่อยที่ 2 แปลงควบคุมไม่มีการพ่นวัตถุมีพิษ พ่นวัตถุมีพิษก่อนระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตประมาณ 1 เดือน โดยพ่น fipronil 7 วันต่อครั้ง รวม 3 ครั้ง สุ่มเก็บตัวอย่างที่ระยะเวลาต่างๆ กันคือ 0, 1, 3, 5, 7, 10 และ 14 วัน หลังการฉีดพ่นวัตถุมีพิษครั้งสุดท้าย เพื่อตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้างของ fipronil ในถั่วฝักยาว การทดลองครั้งที่5 พบว่าเมื่อใช้วัตถุมีพิษตามอัตราแนะนำ พบปริมาณสารพิษตกค้างที่ระยะเวลา 0, 1, 3, 5 และ 7 วัน ดังนี้ 0.627, 0.256, 0.143, 0.017 และ 0.005 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ การทดลองครั้งที่ 6 พบปริมาณสารพิษตกค้าง ที่ระยะเวลา 0, 1, 3, 5 และ 7 วัน ดังนี้ 0.620, 0.260, 0.136, 0.012 และ 0.004 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนที่ระยะเวลาอื่นๆ ตรวจไม่พบสารพิษตกค้าง ส่วนแปลงควบคุม ตรวจไม่พบสารตกค้างในทุกตัวอย่างของการทดลอง ปัจจุบันไม่มีค่า Codex MRL ของ fipronil ในถั่วฝักยาวหรือพืชตระกูลถั่ว แต่มีการกำหนดค่าในพืชบางชนิดเช่น กะหล่ำปลี เท่ากับ 0.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม กล้วยเท่ากับ 0.005 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมกลุ่มประเทศสหภาพยุโรปกำหนดค่า EU - MRL ของ fipronil ในผลไม้ เท่ากับ 0.005 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนในประเทศญี่ปุ่นกำหนดค่า MRL ของ fipronil ถั่ว เท่ากับ 0.002มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สำหรับประเทศไทย สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.) ไม่ได้กำหนดค่า THAI – MRL ของ fipronil ในพืชใดๆ ข้อมูลฉลากข้างผลิตภัณฑ์ระบุให้เก็บเกี่ยวผลผลิตได้หลังการฉีดพ่นสารครั้งสุดท้าย 7 วัน ผลจากการทดลอง ครั้งที่ 5 และ 6 พบว่าสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ตามฉลากระบุ การสำรวจและสุ่มเก็บตัวอย่างถั่วฝักยาวจากแหล่งผลิตและแหล่งจำหน่ายในพื้นที่ใกล้เคียงและจังหวัดต่างๆ ได้แก่ จังหวัดปทุมธานี นครปฐม สุพรรณบุรี อ่างทอง นครสวรรค์ เชียงใหม่ เชียงราย และกรุงเทพมหานคร จำนวน 61 ตัวอย่าง ตรวจไม่พบสารพิษ fipronil ในทุกตัวอย่าง พบสารพิษตกค้างจำนวน 8 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 13.11 ของตัวอย่างทั้งหมด วัตถุมีพิษที่พบจำแนกได้ดังนี้พบ cypermethrin

4 ตัวอย่าง ปริมาณที่พบอยู่ในช่วง 0.08 - 0.92 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เกินค่าความปลอดภัย 1 ตัวอย่างพบ L – cyhalothrin 1 ตัวอย่าง ปริมาณที่พบ 0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณที่พบไม่เกินค่าความปลอดภัย

คำนำ

คณะกรรมการมาตรฐานอาหารสากล โดยองค์การอาหารและเกษตร และองค์การอนามัยโลก (Codex) FAO/WHO เป็นคณะกรรมการที่จัดตั้งขึ้นเพื่อพิจารณากำหนดมาตรฐานอาหารระหว่างประเทศเพื่อปกป้องคุ้มครองผู้บริโภคและให้เกิดความเป็นธรรมในการค้าระหว่างประเทศ โดยมีประเทศต่างๆ ทั่วโลกเป็นสมาชิกประมาณ 170 ประเทศ คณะกรรมการดังกล่าวจะพิจารณาการกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้างในผลผลิต และผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร (Maximum Residue Limits ; MRLs) ซึ่งจะมีการจัดประชุมทุกปีเพื่อพิจารณากำหนดข้อมูลและการยอมรับค่า MRLs ที่ประเทศสมาชิกเสนอ โดยข้อมูลผลการทดลองปริมาณสารพิษตกค้างของประเทศสมาชิกจะต้องทำการศึกษาภายใต้การปฏิบัติการทางการเกษตรที่เหมาะสม (GAP) การกำหนดค่าปริมาณสูงสุด MRLs จะขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุมีพิษและชนิดของพืช โดยการทดลองจะต้องทำซ้ำอย่างน้อย 2 ครั้ง ต่างสถานที่หรือต่างฤดูกาล นำข้อมูลปริมาณสารพิษตกค้างที่ได้จากพ่นวัตถุมีพิษตามอัตราที่หน่วยราชการแนะนำ ที่ระยะเวลาเก็บเกี่ยวต่างๆ หลังการพ่นครั้งสุดท้าย มาประกอบการพิจารณาร่วมกับข้อมูลศึกษาความเป็นพิษของวัตถุมีพิษชนิดนั้นๆ

ถั่วฝักยาว *(Vigna unguiculata* var.sesquipedalis) มีถิ่นกำเนิดในประเทศจีนและอินเดีย เป็นพืชที่มีการปฏิบัติดูแลรักษาง่ายสามารถปลูกได้ตลอดปี เก็บเกี่ยวได้หลังจากปลูกประมาณ 55-75 วัน ระยะเวลาการให้ผลผลิตของถั่วฝักยาวอยู่ในช่วง 1-2 เดือน ถั่วฝักยาวเป็นพืชที่มีศักยภาพในการส่งออก เกษตรกรผู้ปลูกถั่วฝักยาวจึงต้องมีการดูแลอย่างดีเพื่อป้องกันการเข้าทำลายของโรคและแมลง การใช้วัตถุมีพิษที่ถูกต้องตามคำแนะนำจึงเป็นการป้องกันไม่ให้เกิดปริมาณสารพิษตกค้างมากเกินไปในผลผลิต ซึ่งจะปลอดภัยต่อผู้ผลิตและผู้บริโภค

fipronil จัดเป็นวัตถุมีพิษในกลุ่ม Phenylpyrazole มีสูตรโมเลกุล คือ $C_{12}H_4Cl_2F_6N_4OS$ มีน้ำหนักโมเลกุล 437.1 สารออกฤทธิ์เป็นผงสีขาว มีจุดหลอมเหลวที่ 203 องศาเซลเซียส ละลายได้ดีในตัวทำละลายอินทรีย์ เช่น acetone 546.5 กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร ethyl acetate 26.55 กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร ค่าความเป็นพิษทางปาก (oral) ในหนูตัวผู้มีค่า LD_{50}18 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในหนูตัวเมีย 15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าความเป็นพิษทางผิวหนัง (dermal) ในหนูมีค่า LD_{50}>2000 fipronil มีความเป็นพิษสูงต่อสัตว์น้ำ มีสูตรผสมหลายรูปแบบ เช่น SC, FS, WG, GR, UL และ EC fipronil ถูกค้นพบครั้งแรกโดยนักวิทยาศาสตร์ของบริษัทโรห์ปูแรงค์ที่ประเทศอังกฤษ (Rhone-Poulenc, Inc., 1996) และนำมาใช้ในประเทศสหรัฐอเมริกาเพื่อกำจัดแมลงในสัตว์เลี้ยง แมลงในที่พักอาศัย และสนามกอล์ฟ นอกจากนั้นยังมาใช้แทนที่สาร chlorpyrifos ในผลิตภัณฑ์สำหรับป้องกันกำจัดแมลงในสัตว์เลี้ยง แมลงในบ้าน ปลวก มด แมลงสาบ และแมลงศัตรูข้าวโพด ต่อมาในปลายปี 2533 ประเทศสหรัฐอเมริกายกเลิกการใช้สาร carbofuran ในการป้องกันกำจัดด้วงงวงในนาข้าว (water rice weevil) จึงมีการขึ้นทะเบียน fipronil เพื่อใช้ทดแทนสารดังกล่าว (Stout *et al.,* 2002) มีรายงานว่าสาร fipronil มีการเปลี่ยนแปลงเกิด metabolite ได้หลายรูปแบบตามแต่สภาวะแวดล้อมและปฏิกิริยาทางเคมี เช่น เมื่อถูกแสง (photolysis) จะสลายตัวเป็น fipronil – desulfinyl หรือ เกิดเป็นสาร fipronil - sulfone, fipronil - sulfide, fipronil – carboxamide จากปฏิกิริยา oxidation, reduction และ

hydrolysis ตามลำดับ นอกจาก metabolite หลัก 4 ชนิด ดังกล่าว ยังมี metabolite ย่อยอื่นๆ อีก 3 ชนิด แต่โดยนิยามของสารตกค้างเพื่อกำหนดค่า MRL จะพิจารณาเฉพาะสาร fipronil เพียงสารเดียว หากจะนำไปพิจารณาเพื่อการประเมินความปลอดภัยจากการได้รับสารพิษตกค้างในระยะยาว (Acceptable Daily Intake: ADI) จะหมายถึงผลรวมของ fipronil และ fipronil-desulfinyl เนื่องจาก metabolite ของ fipronil ที่เกิดบางตัวมีความเป็นพิษสูงกว่าสารตั้งต้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งต่อสัตว์น้ำ ดังนั้นเกษตรกรจึงควรระมัดระวังการใช้สารไม่ให้ปนเปื้อนลงในแหล่งน้ำสาธารณะ อัตราการใช้สาร fipronil ขึ้นอยู่กับอายุและชนิดของพืช เช่น อัตราแนะนำสำหรับถั่วฝักยาวใช้สูตร 5% SC อัตราแนะนำ 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร เพื่อป้องกันกำจัดหนอนแมลงวันเจาะต้นถั่ว (*Ophiomyia phaseoli*, *Melanagromyza* sp.)

การศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างของ fipronil ในถั่วฝักยาว จึงเป็นการศึกษาเพื่อนำข้อมูลไปใช้ในการประกอบการพิจารณาการกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้างในพืช (MRLs) จากการใช้วัตถุมีพิษอย่างถูกต้องและปลอดภัย ตามมาตรฐานของ Codex เพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภค และเพื่อประโยชน์ในการต่อรองทางด้านสินค้าเกษตรส่งออก

วิธีดำเนินการ

1. อุปกรณ์

1.1 Teflon centrifuge tubes ขนาด 50 มิลลิลิตร

1.2 Auto- pipette ขนาด 0.1-1 มิลลิลิตร

1.3 เครื่องชั่งไฟฟ้าชนิดทศนิยม 5 ตำแหน่ง 3 ตำแหน่งและ 2 ตำแหน่ง

1.4 เครื่องบดตัวอย่าง (Food processor) และเครื่องผสมตัวอย่าง (Vortex mixer)

1.5 เครื่องแก้วชนิดต่างๆ เช่น volumetric flask, beaker, cylinder

1.6 เครื่องตรวจวิเคราะห์ชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างของวัตถุมีพิษ Gas Chromatography (GC) Agilent technologies รุ่น 6890N ซึ่งมีหัวตรวจวัดชนิด Micro Electron Capture Detector (μECD)

2. สารเคมี

2.1 สารมาตรฐานของ fipronil และ fipronil- desulfinyl

2.2 ผลิตภัณฑ์วัตถุมีพิษ fipronil 5% SC

2.3 Acetonitrile, Hexane และ Toluene ชนิด Pesticide grade (J.T baker)

2.4 Anhydrous Magnesium sulfate (ACS powder-Fisher) เผาที่ 500°C นาน 5 ชั่วโมง

2.5 Sodium chloride ชนิด Analytical grade (Merck)

2.6 SPE sorbent ชนิด Primary-Secondary-Amine (PSA varian)

3. วิธีการ

คัดเลือกและทำแปลงทดลองถั่วฝักยาวของเกษตรกรซึ่งจะต้องเป็นแปลงที่มีการปลูกตามหลักการเกษตรดีที่เหมาะสม (Good Agriculture Practice ; GAP) จำนวน 2 การทดลอง ดังนี้ การทดลองครั้งที่ 5 ที่ อำเภอสันทราย

จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างเดือนมกราคม - กุมภาพันธ์ 2555 ครั้งที่ 6 ที่ อำเภอสามโก้ จังหวัดอ่างทอง ระหว่างเดือนมีนาคม - เมษายน 2555 วางแผนการทดลอง แบบ Supervised Trial มี 2 การทดลอง (experiments) การทดลองที่ 1 ฉีดพ่นสาร fipronil ความเข้มข้นตามอัตราแนะนำ (Recommended Dose, R) ตามฉลากอัตรา 20 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร และการทดลองที่ 2 ฉีดพ่นด้วยน้ำเปล่าในปริมาณที่เท่ากับการทดลองที่ 1 (Control, C) การทดลองมี 7 กรรมวิธี (treatment) คือระยะเวลาเก็บเกี่ยวผลผลิตถั่วฝักยาวไปตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษตกค้างภายหลังการฉีดพ่นวัตถุมีพิษ fipronil ครั้งสุดท้ายที่ 0 (2 ชั่วโมงหลังการฉีดพ่น) 1, 3, 5, 7, 10 และ 14 วัน ตามลำดับ ทำการพ่นสารทุก 7 วันติดต่อกันรวม 3 ครั้ง การสกัดสารพิษตกค้างตามวิธีการของ Anastassiades (2003) ชั่งตัวอย่าง 10 กรัม ใส่ centrifuge tubes ขนาด 50 มิลลิลิตร เติม acetonitile จำนวน 10 มิลลิลิตร ปิดฝาเขย่าด้วย vortex mixer นาน 1 นาที เติม sodium chloride 1.0 กรัม และ magnesium sulfate 4 กรัม ปิดฝาแล้ว เขย่าด้วย vortex mixer นาน 1 นาที นำไป centrifuge ที่ความเร็วรอบ 4,000 rpm นาน 5 นาที แล้วใช้ auto pipette ดูดสารละลายส่วนบน 1 มิลลิลิตร ใส่ micro centrifuge tube ขนาด 1.5 มิลลิลิตร ที่ใส่ PSA 0.025 กรัม และ magnesium sulfate 0.15 กรัม ไว้แล้วเขย่าด้วย vortex mixer นาน 30 วินาที นำไป centrifuge อีกครั้ง นาน 5 นาที จากนั้นดูดสารละลายส่วนบนของตัวอย่าง 0.5 มิลลิลิตร ใส่ micro centrifuge tube หลอดใหม่ นำไปลดปริมาตรด้วยแก๊สไนโตรเจนจนเกือบแห้ง ปรับปริมาตรด้วย hexane ให้ได้ 0.5 มิลลิลิตร ถ่ายสารละลายตัวอย่างใส่ GC-vial นำไปตรวจวิเคราะห์ สารพิษตกค้าง fipronil ด้วยเครื่อง GC ต่อไป การวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้างด้วยเครื่อง Gas Chromatograph (GC) ยี่ห้อ Agilent รุ่น 6890 ชนิด Micro Electron Capture Detector (μECD) โดยมีสภาวะการใช้ งานดังนี้

Column: Capillary column Ultra-1, 25 m. length 0.32 mm. (id) 0.17 μm. film thickness

Temperature: Injector 250 ° C Detector 300 ° C

Oven temperature program

80 ºC (1min) $\xrightarrow{15\ ºC/min}$ 180 ºC (3min) $\xrightarrow{25\ ºC/min}$ 250 ºC (17 min)

Flow rate: carrier gas; helium 1.2 ml /min

Injection mode: splitless Injection volume: 1 μl

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการวิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของ fipronil ในถั่วฝักยาวเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง ครั้งที่ 5 และ 6 ระหว่างเดือนตุลาคม 2554 – กันยายน 2555 โดยฉีดพ่นวัตถุมีพิษ fipronil 5% SC อัตราแนะนำ 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร เปรียบเทียบกับแปลงควบคุม (ฉีดพ่นด้วยน้ำเปล่า) และเก็บถั่วฝักยาวที่ระยะเวลาต่างๆ กันหลังการฉีดพ่นสารครั้งสุดท้ายมาวิเคราะห์ มีรายละเอียดดังนี้

การทดลองที่ 5 ครั้งที่ 5 ที่ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างเดือนมกราคม - กุมภาพันธ์ 2555 ตรวจไม่พบสารพิษตกค้างในแปลงควบคุม ตรวจพบสารพิษตกค้าง fipronil ปริมาณ 0.627, 0.256, 0.143, 0.017

และ 0.005 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับในแปลงที่ฉีดพ่นตามอัตราแนะนำ ที่ระยะ 0, 1, 3, 5 และ 7 วัน ส่วนที่ระยะเวลาอื่นๆ ตรวจไม่พบสารพิษตกค้าง (ตารางที่ 1)

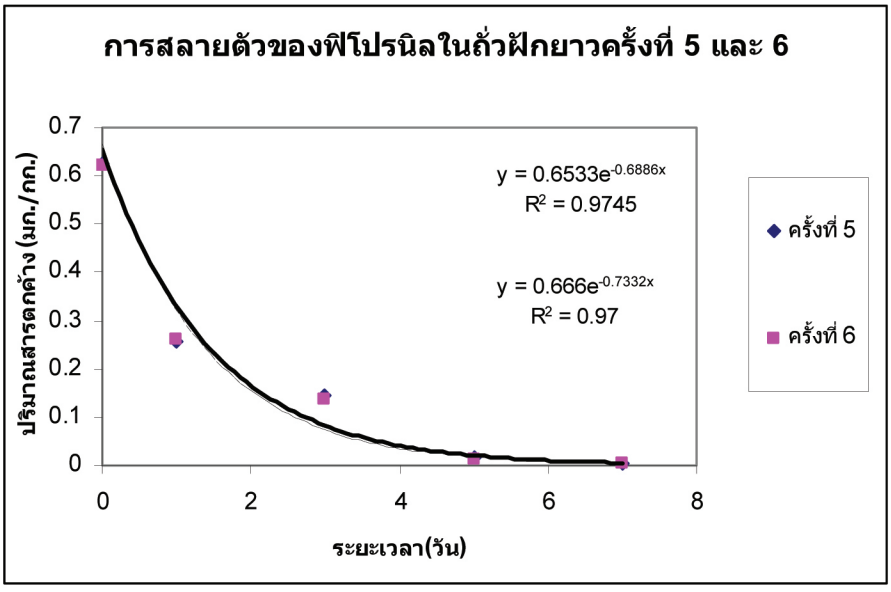
การทดลองที่ 6 ครั้งที่ 6 ที่ อำเภอสามโก้ จังหวัดอ่างทอง ระหว่างเดือนมีนาคม – เมษายน 2555 ตรวจไม่พบสารพิษตกค้างในแปลงควบคุม ตรวจพบสารพิษตกค้าง fipronil ปริมาณ 0.620, 0.260, 0.136, 0.012 และ 0.004 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ในแปลงที่ฉีดพ่นตามอัตราแนะนำที่ระยะ 0, 1, 3, 5 และ 7 วัน ส่วนที่ระยะเวลาอื่นๆ ตรวจไม่พบสารพิษตกค้าง (ตารางที่ 1 และภาพที่ 1)

ตารางที่ 1. ปริมาณสารพิษตกค้างของ fipronil ในถั่วฝักยาวที่ระยะเวลาต่างๆจากการทดลองครั้งที่ 5 และ 6

ระยะเวลาหลังการฉีดพ่นวัตถุมีพิษครั้งสุดท้าย (วัน)	ปริมาณสารพิษตกค้าง (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)		
	แปลงควบคุม	แปลงอัตราแนะนำ	
		ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6
0[1/]	ND[2/]	0.627	0.620
1	ND	0.256	0.260
3	ND	0.143	0.136
5	ND	0.017	0.012
7	ND	0.005	0.004
10	ND	ND	ND
14	ND	ND	ND

1/ ระยะเวลา 2 ชั่วโมงหลังการฉีดพ่นครั้งสุดท้าย

2/ ND คือ Not Detected



ภาพที่ 1. การสลายตัวของฟิโปรนิลในถั่วฝักยาวครั้งที่ 5 และ 6 (อัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร)

จากการทดลองศึกษาการสลายตัวของ fipronil ในถั่วฝักยาวครั้งที่ 5 และ 6 พบว่าเมื่อพ่นสาร fipronil ตามอัตราแนะนำ ในช่วงระยะเวลา 0 – 1 วัน ปริมาณสารตกค้างมีแนวโน้มลดลดอย่างต่อเนื่องจนถึงระยะเวลา 7 วัน หลังจากนั้นตรวจไม่พบปริมาณของสารพิษตกค้างของ fipronil ในถั่วฝักยาวทั้งสองการทดลอง อย่างไรก็ดีถั่วฝักยาวเป็นพืชที่ให้ผลผลิตได้ต่อเนื่อง โดยสามารถเก็บเกี่ยวได้วันเว้นวัน ต้นถั่วที่ได้รับการดูแลรักษาอย่างดีจะทยอยออกฝักได้นานถึง 2 เดือน ทำให้มีผลผลิตตลอดเวลาดังนั้น เกษตรกรจึงควรใช้วัตถุมีพิษตามอัตราแนะนำอย่างเคร่งครัด และใช้เมื่อมีโรคหรือแมลงศัตรูพืชระบาด ตลอดจนเว้นระยะเก็บเกี่ยวให้เหมาะสม เพื่อให้ได้ผลผลิตที่ปลอดภัยสำหรับจำหน่ายให้ผู้บริโภคทั้งในประเทศและต่างประเทศ ซึ่งการจำหน่ายผักหรือผลไม้ไปยังต่างประเทศนั้นประเทศผู้ซื้อมักจะใช้ค่าอ้างอิงของ Codex MRL หรือ National MRL ของแต่ประเทศในการตกลงค้าขาย ปัจจุบัน Codex ไม่ได้กำหนดค่า MRL ของ fipronil ในพืชตระกูลถั่วหรือในพืชใกล้เคียง มีเพียงพืชตระกูลกะหล่ำเท่ากับ 0.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม กล้วยเท่ากับ 0.005 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ประเทศในกลุ่มสหภาพยุโรปกำหนดค่า EU-MRL ของ fipronil ในผลไม้เท่ากับ 0.005 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนในประเทศญี่ปุ่นกำหนดค่า MRL ของ fipronil ในกะหล่ำปลี เท่ากับ 0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สำหรับประเทศไทยสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.) ไม่ได้กำหนดค่า THAI – MRL ของ fipronil ในพืชใดๆ ดังนั้นข้อมูลจากการศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างของ fipronil ในถั่วฝักยาวที่ได้เป็นประโยชน์ในการพิจารณากำหนดค่ามาตรฐาน MRL ทั้งสำหรับประเทศไทย และเสนอเพื่อให้เป็นมาตรฐานสำหรับอาเซียนและ Codex ต่อไป นอกจากนี้ได้ทำการสำรวจและสุ่มเก็บตัวอย่างถั่วฝักยาวจากแหล่งผลิตและแหล่งจำหน่ายในพื้นที่ใกล้เคียงและจังหวัดต่างๆ ได้แก่ จังหวัดปทุมธานี นครปฐม สุพรรณบุรี อ่างทอง นครสวรรค์ เชียงใหม่ เชียงราย และกรุงเทพมหานคร จำนวน 61 ตัวอย่าง ตรวจไม่พบสารพิษ fipronil ในทุกตัวอย่าง พบสารพิษตกค้างจำนวน 8 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 13.11 ของตัวอย่างทั้งหมด วัตถุมีพิษที่พบจำแนกได้ดังนี้ พบ cypermethrin 4 ตัวอย่าง ปริมาณที่พบอยู่ในช่วง 0.08 - 0.92 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เกินค่าความปลอดภัย 1 ตัวอย่าง พบ L-cyhalothrin 1 ตัวอย่าง ปริมาณที่พบ 0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณที่พบไม่เกินค่าความปลอดภัย

สรุปผลการทดลอง

การศึกษาการสลายตัวของ fipronil ในถั่วฝักยาวโดยการทำการทดลองแบบ Supervised residue trial ครั้งที่ 5 และ 6 พบว่าเมื่อใช้สาร fipronil อัตราแนะนำ คือสูตร 5% SC อัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร พ่นถั่วฝักยาว 7 วันต่อครั้ง รวม 3 ครั้ง พบว่า fipronil มีการสลายตัวอย่างรวดเร็วสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ 7 วันหลังการพ่นสารครั้งสุดท้ายและควรใช้ตามคำแนะนำอย่างเคร่งครัดเนื่องจาก fipronil สามารถสลายตัวให้สาร metabolite ซึ่งมีพิษสูงต่อสัตว์น้ำและปลา ดังนั้นเกษตรกรผู้ปลูกถั่วฝักยาวจึงควรปฏิบัติตามหลัก GAP และเลือกใช้วัตถุอันตราย เพื่อป้องกันและควบคุมศัตรูพืชตามการระบาดเท่านั้น

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. ได้ข้อมูลการสลายตัวของ fipronil ในถั่วฝักยาวเพื่อนำไปใช้ในการพิจารณา กำหนดค่ามาตรฐาน MRL ของประเทศไทย โดยนำข้อมูลประกอบกับ ค่า ADI และค่า ARfD ในการเสนอเพื่อกำหนดค่า MRL ของอาเซียน และของ Codex ต่อไป

2. ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจถั่วฝักยาวจากแหล่งผลิตและแหล่งจำหน่ายจะเป็นข้อมูลพื้นฐานให้ทราบถึงสถานการณ์สารพิษตกค้างในผลิตผลการเกษตร เพื่อเป็นข้อมูลในการคุ้มครองผู้บริโภค และแนวทางในการแก้ปัญหาสารพิษตกค้างในถั่วฝักยาวหรือพืชผักอื่นๆ เพื่อให้การผลิตผักของประเทศไทยมีคุณภาพปลอดภัยเป็นที่ยอมรับทั้งในประเทศและต่างประเทศ

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มกีฏและสัตววิทยา. 2553. คำแนะนำการป้องกันกำจัดแมลงและสัตว์ศัตรูพืช. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 303 หน้า.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2551 ค่า MRL สารพิษตกค้างของประเทศไทย Available Source: http://www.acfs.go.th/standard/download/residue_limits.pdf

Anastassiades, M., Lehotay, S. J., Stajnbaher, D. and Schenck,F.J. 2003. “Fast and Easy Multiresidue Method Employing Acetonitrile Extraction/Partitioning and “Dispersive Solid-Phase Extraction” Solid-Phase Extraction” for the Determination of Pesticide Residues in Produce”. J AOAC. 86: 412-431.

FAO/WHO. 2001. Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues Geneva, 20-29 September Available Available Source : http://www.fao.org/ag/AGP/AGPP/Pesticid/JMPR/Download/2001_eva/08%20Fipronil. pdf.

FAO/WHO. 2008. Codex Committee on Pesticides Residues. Fortieth Session, 14-19 April 2008. Hangzhou, China.

FAO/WHO. 2009. Submission and evaluation of pesticide residue data for the estimation of maximum residue levels in food and feed. Food and Agriculture Organization of the United Nations Rhone-Polenc, Inc., 1996. Fipronil: Research Triangle Park, N.C., Worldwide Technical Bulletin, p.2

Stout, M.J., Rice, W.C., and Ring, D.R. 2002 Integrated management of the rice water weevil: Louisiana Agriculture, V45, no.1, p20-21.

วิจัยปริมาณสารพิษตกของค้างไดเมโทเอต (Dimethoate) ในถั่วฝักยาว เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง ครั้งที่ 5 และ 6

Residue Trial of Dimethoate in Yardlong Bean to Establish Maximum Residue Limit (MRLs) Trail 5 and 6

ลักษมี เดชานุรักษ์นุกูล ศศิมา มั่งนิมิตร์ วิทยา บัวศรี

กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

.....

บทคัดย่อ

ศึกษาวิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของ dimethoate ในถั่วฝักยาว หลังการใช้สารพิษอย่างถูกต้องและเหมาะสม (GAP) โดยทำการทดลองแบบ supervised trial ตาม Codex Guideline รวม 2 ครั้ง ครั้งที่ 5 อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ในช่วงเดือนมกราคม - กุมภาพันธ์ 2555 ครั้งที่ 6 อำเภอสามโก้ จังหวัดอ่างทอง ในช่วงเดือนมีนาคม – เมษายน 2555 พ่นวัตถุมีพิษ dimethoate 40% w/v ปริมาณ 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ตามอัตราแนะนำทุก 7 วัน รวม 4 ครั้ง สุ่มเก็บตัวอย่างมาวิเคราะห์สารพิษตกค้างในวันที่ 0, 1, 3, 5, 7, 10 และ 14 วัน หลังการพ่นสารครั้งสุดท้าย ผลการวิเคราะห์สารพิษตกค้าง dimethoate ในถั่วฝักยาวของการทดลองครั้งที่ 5 พบสารพิษตกค้าง 3.51, 2.33, 0.42, 0.06 และ <0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม dimethoate มีการสลายตัวอย่างรวดเร็วและเปลี่ยนรูปเป็น omethoate ตรวจพบ omethoate 0.42, 0.63, 0.38 และ 0.19 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม การทดลองครั้งที่ 6 พบสารพิษตกค้าง dimethoate 2.53, 1.30, 0.21, <0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตรวจพบ omethoate 0.31, 0.42, 0.26 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ที่ระยะเวลา 0,1,3,5 และ 7 วัน ตามลำดับ ส่วนที่ระยะเวลาอื่นๆ ตรวจไม่พบสารพิษตกค้าง สำหรับแปลงควบคุมตรวจไม่พบสารพิษตกค้าง วิธีการตรวจวิเคราะห์มีค่า LOQ เท่ากับ 0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่า Thai MRL และ Codex MRL ของ dimethoate ในถั่วฝักยาว และ Common bean (pods and/or immature seeds) กำหนดให้มีสารพิษตกค้างเท่ากับ 1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ Codex ได้พิจารณายกเลิกค่า MRL ของ omethoate (FAO/WHO, 2011) ดังนั้นหลังการพ่นสาร dimethoate แล้ว 7 วัน จึงจะสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตที่ปลอดภัยสำหรับการบริโภค จากการสุ่มเก็บตัวอย่าง ถั่วฝักยาวตามแหล่งผลิต และแหล่งจำหน่าย 31 จังหวัด จำนวน 61 ตัวอย่าง เพื่อนำมาตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้างกลุ่ม Organophosphates Pyrethriods และ Endosulfan ตรวจพบสารพิษตกค้างในถั่วฝักยาวจำนวน 9 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 14.75 โดยพบ cypermethrin จำนวน 9 ตัวอย่าง ปริมาณ 0.08 - 0.92 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบเกินค่า Codex MRL (0.7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) จำนวน 1 ตัวอย่าง พบ L-cyhalothrin จำนวน 1 ตัวอย่าง ปริมาณ 0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แต่ไม่เกินค่า Codex MRL (0.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

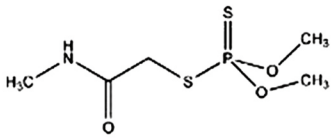
คำนำ

ปัจจุบันสถานการณ์การค้าโลกมีความเปลี่ยนแปลง เนื่องจากระเบียบการค้าโลกเริ่มมีความเข้มข้นขึ้น อีกทั้งตลาดต่างประเทศที่เป็นตลาดสำคัญของไทยนั้นเป็นประเทศพัฒนาแล้ว ประชากรส่วนใหญ่มีความต้องการสินค้าที่ต้องมีทั้งคุณภาพมาตรฐาน และความปลอดภัย จึงมีการกำหนดบังคับใช้กฎ ระเบียบต่างๆ ที่เป็นเงื่อนไขสำคัญในการค้าสินค้าอาหารมากขึ้น ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ปัญหาหลักสำคัญที่เกิดขึ้นในเรื่องของความปลอดภัยในอาหาร จึงมีที่มาจากสารเคมีที่ใช้ในทางการเกษตร การที่มีสารพิษตกค้างอยู่ในผลิตผลทางการเกษตรในปริมาณสูง ทำให้เกิดปัญหาเมื่อสินค้าเกษตรต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ผัก ผลไม้ ที่ส่งไปจำหน่ายยังตลาดต่างประเทศ เมื่อประเทศผู้นำเข้าซึ่งมีระบบตรวจสอบสารพิษตกค้างเข้มงวด ตรวจพบชนิดสารพิษและปริมาณที่เกินค่ากำหนด สากล ผลผลิตเกษตรต่างๆ ดังกล่าวจึงถูกปฏิเสธการนำเข้าบ่อยครั้ง ทำให้เกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจ และเสียชื่อเสียงของประเทศเป็นอย่างมาก นอกจากนี้หากผลผลิตประเภทเดียวกันนั้นถูกบริโภคภายในประเทศก็จะเกิดอันตรายแก่สุขภาพของประชากรในประเทศเช่นเดียวกัน

การกำหนดค่ามาตรฐานเกี่ยวกับปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้างที่ยอมรับให้มีได้ในผลิตผลเกษตร (Maximum Residue Limits - MRLs) วัตถุประสงค์เพื่อใช้เป็นหลักในการปฏิบัติให้เกิดความปลอดภัยแก่ผู้บริโภค และช่วยให้การดำเนินธุรกิจเป็นไปอย่างราบรื่น โดยมีมาตรฐานที่กำหนดขึ้นมานี้เป็นสิ่งที่ช่วยในการตัดสินใจ ตามปกติการกำหนดค่า MRLs ดำเนินการโดยคณะกรรมการร่วมของ Codex ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญจากองค์การอาหารและเกษตร (FAO) ร่วมกับองค์การอนามัยโลก (WHO) ค่าที่กำหนดขึ้นมาจะส่งให้ประเทศสมาชิกพิจารณาว่าเหมาะสมหรือไม่ และสามารถต่อรองได้ถ้ามีข้อมูลที่เหมาะสม ค่า MRLs นี้มีที่มาจากองค์ประกอบหลายประการ ส่วนหนึ่งมาจากการศึกษาทางพิษวิทยากับสัตว์ทดลองได้ค่าปริมาณที่สามารถรับสารเข้าสู่ร่างกาย แล้วไม่เกิดอันตรายหรือเกิดผลข้างเคียงที่ผิดปกติ เรียกค่านี้ว่า allowable daily intake : ADI เมื่อได้ค่าทางพิษวิทยาแล้วจะต้องทำการศึกษาในแปลงทดลอง (experimental field trial) ปลูกพืชโดยใช้สารเคมีตามคำแนะนำภายใต้การปฏิบัติการทางการเกษตรที่ถูกต้องและเหมาะสม (Good Agricultural Practice : GAP) แล้วตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างภายหลังการเก็บเกี่ยว ค่าปริมาณสารพิษตกค้างภายหลังการเก็บเกี่ยวจะถูกเสนอให้เป็น proposed MRL ซึ่งจะเหมาะสมหรือไม่ จะต้องตรวจสอบโดยการศึกษาทางพิษวิทยาร่วมกับข้อมูลการบริโภคอาหาร (Food Consumption Data) ถ้าพิจารณาได้ว่าปริมาณสารที่รับเข้าไปน้อยกว่าค่า ADI ถือว่าปลอดภัยและการใช้สารนั้นเหมาะสม ระยะเวลาการเก็บเกี่ยวตามการทดลองนั้นถูกต้องสามารถนำไปแนะนำและกำหนดในฉลากเป็นคำแนะนำที่ถูกต้อง (FAO, 1990)

ประเทศพัฒนาแล้วจะมีข้อมูลในเรื่องนี้อย่างครบถ้วน สามารถใช้ในการตัดสินใจกำหนดมาตรฐานสารพิษตกค้างได้อย่างเหมาะสม รวมทั้งใช้เป็นตัวกำหนดในสินค้านำเข้าจากประเทศอื่นด้วย ประเทศไทยเองจำเป็นต้องศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างในผลิตผล เพื่อใช้กำหนดค่า MRLs ในประเทศ และเพื่อประโยชน์ในการต่อรองทางด้านการค้า ซึ่งเป็นเรื่องสำคัญที่จะต้องดำเนินต่อไปอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้สามารถปฏิบัติตามมาตรฐานที่ประเทศอื่นกำหนดได้โดยไม่เสียประโยชน์

ถั่วฝักยาว เป็นพืชที่ได้รับการแจ้งเตือนตรวจพบสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชเกินค่าตกค้างสูงสุด (MRL) ที่กำหนดจากสหภาพยุโรปผ่านระบบ Rapid Alert System for Food and Feed (RASFF) สารตกค้างที่ตรวจพบบ่อย คือ dimethoate, omethoate และ dicrotophos สหภาพยุโรปจึงได้ประกาศระเบียบ Regulation No 669/2009 เมื่อวันที่ 24 กรกฎาคม 2552 เพิ่มความเข้มงวดในการตรวจสอบสินค้าจากไทยจำนวน 3 รายการ คือ ถั่วฝักยาว ผักในตระกูลมะเขือ และผักในตระกูลกะหล่ำ ถูกสุ่มตรวจสอบสารตกค้าง ณ ด่านนำเข้า 50% ของปริมาณสินค้า มีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 25 มกราคม 2553 (กลุ่มงานมาตรการ SPS สำนักมาตรการทางการค้า, 2553)



ไดเมโทเอต (dimethoate) จัดเป็นวัตถุมีพิษในกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสชนิดถูกตัวตายและดูดซึมโดยมีผลในการยับยั้งการทำงานของ enzyme acetylcholinesterase ใช้ในการป้องกันกำจัด เพลี้ย แมลงวัน และหนอน ในพืชผักและผลไม้ น้ำหนักโมเลกุล 229.3 ค่า ADI 0.002 mg/kg/day (for sum of dimethoate and omethoate expressed as dimethoate : 1996) ค่า Acute RfD : 0.02 mg/kg bodyweight (2003) การสลายตัวในพืชจะเปลี่ยนรูปเป็น omethoate (น้ำหนักโมเลกุล 213.2) มีกลไกการทำงานทางชีวเคมีเช่นเดียวกับ dimethoate แต่มีค่าความเป็นพิษสูงกว่า (EFSA, 2010) คำแนะนำในฉลากให้ใช้ไดเมทโทเอต 40% W/V EC เพื่อป้องกันกำจัด เพลี้ยอ่อน เพลี้ยจักจั่น และหนอนแมลงวันเจาะโคนกล้าถั่วในถั่วฝักยาวปริมาณ 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร โดยมีระยะเวลาหลังจากใช้ครั้งสุดท้ายถึงการเก็บเกี่ยวผลผลิต (pre harvest interval : PHI) เท่ากับ 14 วัน

Dimethoate มีการสลายตัวอย่างรวดเร็วในพืชเป็น omethoate ซึ่งเป็น primary methabolite ของ dimethoate ที่มีความเป็นพิษมากที่สุด ส่วนสาร metabolites อื่นๆ ได้แก่ Odesmethyl omethoate carboxylic acid (XX), O-desmethyl iso-dimethoate (XII) และ dimethoate carboxylic acid (III) มีความสามารถน้อยในการยับยั้งการทำงานของเอมไซม์ cholinesterase การกำหนดค่าสารพิษตกค้าง MRLs ให้แยกระหว่าง dimethoate และ omethoate สำหรับค่า ADI ให้ใช้ผลรวมของ dimethoate และ omethoate (FAO/WHO, 2012)

ในปัจจุบันถั่วฝักยาวมีการปลูกเพื่อบริโภคสดภายในประเทศและส่งออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศ อีกทั้งยังพบปัญหาเรื่องสารพิษตกค้าง การศึกษาการสลายตัวของไดเมโทเอตในถั่วฝักยาว จึงเป็นการศึกษาเพื่อนำข้อมูลไปใช้ในการประกอบการพิจารณาการกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (MRL) จากการใช้วัตถุมีพิษอย่างถูกต้องและปลอดภัย ตามมาตรฐานของ Codex เพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภค เป็นข้อมูลในการแนะนำการใช้วัตถุมีพิษที่ถูกต้องและปลอดภัยแก่เกษตรกร ในการแก้ปัญหาการปนเปื้อนของวัตถุมีพิษการเกษตรในผลผลิตใช้ในการต่อรองและรักษาผลประโยชน์ในการค้าขายสินค้าเกษตร

วิธีดำเนินการ

วิธีการและอุปกรณ์

1. การทำแปลงทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Supervised Trial มี 4 ซ้ำ (replication) และ 6 กรรมวิธี คือระยะเวลาของการเก็บตัวอย่างที่ 0, 1, 3, 5, 7, 10 และ 14 วัน หลังการพ่นวัตถุมีพิษครั้งสุดท้าย แบ่งการทดลองออกเป็น 2 การทดลองย่อย

(Experiments) ได้แก่ แปลงควบคุม (พ่นด้วยน้ำเปล่า) และแปลงที่ใช้ไดเมโทเอต 40% w/v อัตราแนะนำ 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร โดยใช้น้ำ 120 ลิตรต่อไร่ (กลุ่มกีฏและสัตววิทยา, 2553) ใช้เครื่องพ่นแบบเครื่องยนต์สะพายหลัง พ่นวัตถุมีพิษไดเมโทเอตทุก 7 วัน รวม 4 ครั้ง สุ่มเก็บตัวอย่างถั่วฝักยาวมาวิเคราะห์สารพิษตกค้างไดเมโทเอตตามระยะเวลา 0, 1, 3, 5, 7, 10 และ 14 วัน หลังการใช้วัตถุมีพิษครั้งสุดท้าย น้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า 2 กิโลกรัม (FAO, 1990)

2. ตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง

2.1 การหาประสิทธิภาพของวิธีการวิเคราะห์

ทำการทดลองที่ความเข้มข้น 0.05, 0.1 และ 0.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รวม 3 ความเข้มข้น ทำการทดลองความเข้มข้นละ 7 ซ้ำ แล้วนำมาวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Gas Chromatograph (GC-FPD) หาค่า % recovery และค่าปริมาณสารพิษตกค้างต่ำสุดที่ตรวจวิเคราะห์ได้ (limit of quantitation : LOQ) ของวิธีการ

2.2 การสกัดและวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้าง

สกัดตัวอย่างและขจัดสิ่งปนเปื้อน ตามวิธีวิเคราะห์ QuEChERS (Anastassiades *et al.,* 2003) ดังนี้

1) ชั่งตัวอย่างถั่วฝักยาว ตัวอย่างละ 10 กรัม ใส่ centrifuge tubes ขนาด 50 มิลลิลิตร เติมสารละลาย 0.1% acetic acid ใน acetonitile ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ปิดฝาแล้วเขย่าด้วย vortex mixer ที่ระดับความเร็วรอบสูงสุด นาน 1 นาที เติม magnesium sulfate 4.0 กรัม และ sodium chloride 1.0 กรัม ปิดฝาแล้ว เขย่าด้วย vortex ต่อ อีก 1 นาที นำไป centrifuge ที่ความเร็วรอบ 5,000 รอบต่อนาที นาน 5 นาที

2) การขจัดสิ่งปนเปื้อน (Dispersive-SPE Cleanup) ดูดสารละลายของตัวอย่าง ปริมาณ 1 มิลลิลิตร ใส่ใน microcentrifuge tube ขนาด 1.5 มิลลิลิตร ที่ใส่ PSA 25 มิลลิกรัม และ magnesium sulfate 150 มิลลิกรัม ไว้แล้ว เขย่าให้เข้ากันด้วย vortex ที่ระดับความเร็วรอบสูงสุด นาน 30 วินาที นำไป centrifuge ที่ระดับความเร็วรอบ 6,000 รอบต่อนาที นาน 1 นาที ดูดสารละลายส่วนบนของตัวอย่างใส่ GC-vial จากนั้นนำไปตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างของไดเมโทเอต

2.3 การตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้างด้วยเครื่อง Gas Chromatograph (GC-FCD)

เครื่อง Gas Chromatograph ซึ่งมีหัวตรวจวัดชนิด Flame Photometric Detector : FPD ยี่ห้อ Agilent รุ่น 6890 คอลัมน์ที่ใช้ capillary column DB-1701P ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 0.25 มิลลิเมตร ความยาว 30 เมตร ความหนาของฟิล์ม liquid phase ที่ใช้เคลือบในคอลัมน์ 0.25 ไมโครเมตร มีสภาวะการใช้งานดังนี้

- Temperature: Injector 250 °C Carrier gas: Helium
- Splitless mode Constant flow 1.9 ml/min, Inject volume: 1 µl
- Oven temperature program

  100 °C(1 min) $\xrightarrow{15\ ^{\circ}C/min}$ 180 °C(5 min) $\xrightarrow{23\ ^{\circ}C/min}$ 250 °C(5 min)
- Detector 250 °C, H_2 flow 150 ml/min, Air flow 110 ml/min, N_2 flow 60 ml/min
- ระยะเวลาในการตรวจวิเคราะห์ต่อตัวอย่าง (Run time) 19.38 นาที

ระยะเวลาและสถานที่ดำเนินการ

1. การทดลองครั้งที่ 5 เดือนมกราคม – กุมภาพันธ์ 2555 อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่
2. การทดลองครั้งที่ 6 เดือนมีนาคม – เมษายน 2555 อำเภอสามโก้ จังหวัดอ่างทอง

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการศึกษาการสลายตัวของไดเมโทเอตในถั่วฝักยาวของการทดลองครั้งที่ 5 ตรวจไม่พบสารพิษตกค้างไดเมโทเอตในแปลงควบคุม ตรวจพบสารพิษตกค้างปริมาณ 3.51, 2.33, 0.42, 0.06 และ < 0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในแปลงที่พ่นตามอัตราแนะนำ dimethoate มีการสลายตัวอย่างรวดเร็วและเปลี่ยนรูปเป็น omethoate ตรวจพบ omethoate 0.42, 0.63, 0.38 และ 0.19 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ที่ระยะเวลา 0, 1, 3 และ 5 วัน ตามลำดับ หลังการใช้สารครั้งสุดท้าย การทดลองครั้งที่ 6 พบสารพิษตกค้าง dimethoate 2.53, 1.30, 0.21 และ <0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตรวจพบ omethoate 0.31, 0.42 และ 0.26 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ที่ระยะเวลา 0, 1, 3 และ 5 วัน ตามลำดับ ส่วนที่ระยะเวลาอื่นๆ ตรวจไม่พบสารพิษตกค้าง สำหรับแปลงควบคุมตรวจไม่พบสารพิษตกค้าง (ตารางที่1) ค่า% recovery อยู่ในช่วง 92 - 117, 82 -110 และ 89 -112 ตามลำดับ โดยมีค่าปริมาณสารพิษตกค้างต่ำสุดที่ตรวจวิเคราะห์ได้ (limit of quantitation : LOQ) ของวิธีการนี้ เท่ากับ 0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

เมื่อดูค่าปริมาณสารพิษตกค้างจากทั้ง 2 การทดลองพบว่า ที่ระยะเวลา 10 วันหลังการพ่นวัตถุมีพิษตรวจไม่พบปริมาณสารพิษตกค้างของไดเมโทเอตและโอเมโทเอต ซึ่งตามคำแนะนำในฉลากให้เก็บเกี่ยวได้ที่ระยะ 14 วันหลังการใช้สารไดเมโทเอตครั้งสุดท้าย จากผลการทดลองพบว่าที่ระยะ 3 วันหลังการพ่นสารครั้งสุดท้าย จะมีปริมาณสารพิษตกค้างไดเมโทเอตในถั่วฝักยาวของทั้ง 2 การทดลองเท่ากับ 0.42 และ 0.21 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งน้อยกว่าค่า Codex MRL และ MRL ของประเทศไทย ที่กำหนดให้มีสารพิษตกค้างของไดเมโทเอตในถั่วฝักยาวเท่ากับ 1.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2552) จากการทดลองทั้ง 2 การทดลอง พบว่าไดเมโทเอต มีการสลายตัวอย่างรวดเร็วและเปลี่ยนรูปเป็น โอเมโทเอต ซึ่งเป็น primary methabolite ของไดเมโทเอต ที่มีความเป็นพิษมากที่สุด (EFSA, 2010) ตั้งแต่ 0 วัน และเพิ่มสูงสุดใน 1 วันหลังการพ่นสาร จากนั้นค่อยๆ ลดลงจนตรวจไม่พบที่ 5 วัน หลังการใช้สารครั้งสุดท้าย Codex ได้พิจารณายกเลิกค่า MRL ของ omethoate (FAO/WHO, 2011) ดังนั้นหลังการพ่นสาร dimethoate แล้ว 7 วัน จึงจะสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตที่ปลอดภัยสำหรับการบริโภค

จากการสุ่มเก็บตัวอย่าง ถั่วฝักยาวตามแหล่งผลิต และแหล่งจำหน่าย 31 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดเชียงราย เชียงใหม่ ลำปาง ตาก อุตรดิตถ์ พิษณุโลก กำแพงเพชร นครสวรรค์ อ่างทอง สุพรรณบุรี ปทุมธานี นนทบุรี กาญจนบุรี ราชบุรี จันทบุรี ระยอง ประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร สุราษฎร์ธานี พัทลุง สงขลา ตรัง กระบี่ เพชรบุรี กาฬสินธุ์ มหาสารคาม ร้อยเอ็ด ยโสธร สุรินทร์ และ บุรีรัมย์ จำนวน 61 ตัวอย่าง เพื่อนำมาตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้างกลุ่ม Organophosphates Pyrethriods และ Endosulfan ตรวจพบสารพิษตกค้างในถั่วฝักยาว จำนวน 9 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 14.75 โดยพบ cypermethrin จำนวน 9 ตัวอย่าง ปริมาณ 0.08 - 0.92 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบเกินค่า Codex MRL (0.7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) 1 ตัวอย่างพบ L-cyhalothrin จำนวน 1 ตัวอย่าง ปริมาณ 0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แต่ไม่เกินค่า Codex MRL (0.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) (ตารางที่ 2)

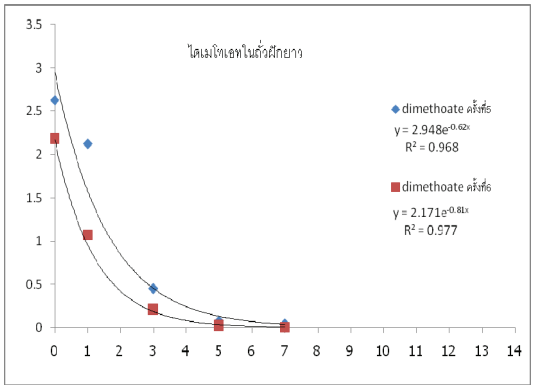
ตารางที่ 1. ปริมาณสารพิษตกค้างของไดเมโทเอตและโอเมโทเอตในถั่วฝักยาวที่ระยะเวลาต่างๆ ภายหลังการใช้วัตถุมีพิษ

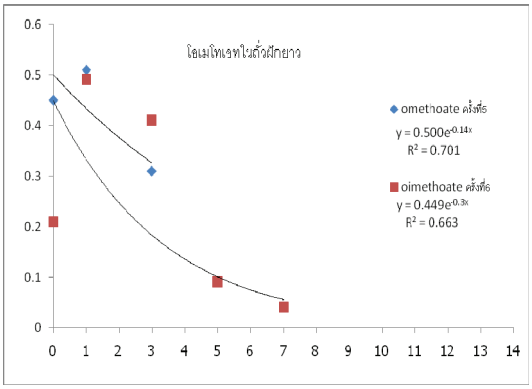
ระยะเวลา (วัน)	ปริมาณสารพิษตกค้าง (มก./กก.)				
	แปลงควบคุม	อัตราแนะนำ (40 มล./น้ำ 20 ลิตร)			
		การทดลองครั้งที่ 5		การทดลองครั้งที่ 6	
		Dimethoate	Omethoate	Dimethoate	Omethoate
0[1/]	ND[2/]	3.51	0.42	2.53	0.31
1	ND	2.33	0.63	1.30	0.42
3	ND	0.42	0.38	0.21	0.26
5	ND	0.06	0.19	<0.05	ND
7	ND	<0.05	ND	ND	ND
10	ND	ND	ND	ND	ND
15	ND	ND	ND	ND	ND

หมายเหตุ : 0[1/] หมายถึง 2 ชั่วโมงหลังการพ่นวัตถุมีพิษครั้งสุดท้าย

ND[2/] หมายถึง Not Detected < Limit of detection (LOD) มีค่า 0.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

Limit of quantification: (LOQ) : dimethoate และ omethoate มีค่า 0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม





ภาพที่1. และ 2. แนวโน้มการสลายตัวของไดเมโทเอตและโอเมโทเอตในถั่วฝักยาว การทดลองครั้งที่ 5 และ 6

ตารางที่ 2. สารพิษตกค้างของวัตถุมีพิษที่ตรวจพบในถั่วฝักยาว จากแหล่งผลิตและแหล่งจำหน่าย จำนวน 61 ตัวอย่าง

ชนิดวัตถุมีพิษ	ปริมาณ (มก./กก.)	จำนวนที่พบ	จำนวนที่เกินค่าMRL	ค่า Codex MRLs (มก./กก.)
cypermethrin	0.08-0.92	9	1	0.01
L-cyhalothrin	0.05	1	-	-

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากการทดลองโดยการฉีดพ่นวัตถุมีพิษ dimethoate (40% W/V EC) ตามอัตราแนะนำ (40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร) ทุก 7 วัน รวม 4 ครั้ง เมื่อนำข้อมูลการทดลองมาเปรียบเทียบกับค่า Codex MRL และ MRL ของประเทศไทย พบว่าที่ระยะ 3 วันหลังการพ่นสารครั้งสุดท้าย จะมีปริมาณสารพิษตกค้างไดเมโทเอตในถั่วฝักยาวต่ำกว่าค่า MRL ที่กำหนด แต่เนื่องจาก dimethoate มีการสลายตัวอย่างรวดเร็วและเปลี่ยนรูปเป็น omethoate และ Codex ได้พิจารณายกเลิกค่า MRL ของ omethoate (FAO/WHO, 2011) เมื่อนำข้อมูลมาเปรียบเทียบผลการทดลองในครั้งที่ 1 2, 3 และ 4 พบว่าที่ระยะ 3 วันหลังการพ่นสารครั้งสุดท้าย จะมีปริมาณสารพิษตกค้างไดเมโทเอตในถั่วฝักยาวต่ำกว่าค่า MRL ที่กำหนด และที่ระยะเวลา 7 วัน จะตรวจไม่พบโอเมโทเอต ข้อมูลที่ได้มีลักษณะเดียวกัน ดังนั้นหลังการพ่นสาร dimethoate แล้ว 7 วัน จึงจะสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตที่ปลอดภัยสำหรับการบริโภคเพื่อความปลอดภัยสำหรับผู้บริโภคและลดปัญหาสารพิษตกค้างสำหรับการส่งออก

จากการสุ่มเก็บตัวอย่าง ถั่วฝักยาวตามแหล่งผลิต และแหล่งจำหน่าย 31 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดเชียงราย เชียงใหม่ ลำปาง ตาก อุตรดิตถ์ พิษณุโลก กำแพงเพชร นครสวรรค์ อ่างทอง สุพรรณบุรี ปทุมธานี นนทบุรี กาญจนบุรี ราชบุรี จันทบุรี ระยอง ประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร สุราษฎร์ธานี พัทลุง สงขลา ตรัง กระบี่ เพชรบุรี นครราชสีมา กาฬสินธุ์ มหาสารคาม ร้อยเอ็ด ยโสธร สุรินทร์ และบุรีรัมย์ จำนวน 61 ตัวอย่าง เพื่อนำมาตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้างกลุ่ม Organophosphates Pyrethriods และ Endosulfan ตรวจพบสารพิษตกค้างในถั่วฝักยาว จำนวน 9 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 14.75 โดยพบ cypermethrin จำนวน 9 ตัวอย่าง ปริมาณ 0.08 - 0.92 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบเกินค่า Codex MRL (0.7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) จำนวน 1 ตัวอย่าง พบ L-cyhalothrin จำนวน 1 ตัวอย่าง ปริมาณ 0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แต่ไม่เกินค่า Codex MRL (0.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

ตัวอย่างถั่วฝักยาวที่ได้จากการสุ่มเก็บตัวอย่างตามแหล่งผลิต และแหล่งจำหน่ายในจังหวัดต่างๆ วัตถุมีพิษที่ตรวจพบมากที่สุด คือ cypermethrin แต่พบเกินค่า Codex MRL จำนวน 1 ตัวอย่าง และขึ้นทะเบียนให้ใช้ในถั่วฝักยาวตาม พ.ร.บ. ฉบับเดิม สำหรับวัตถุมีพิษ L-cyhalothrin พบจำนวน 1 ตัวอย่าง ปริมาณ 0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แต่ไม่เกินค่า Codex MRL (0.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ดังนั้นการเกิดปัญหาเรื่องสารพิษตกค้างในพืชดังกล่าวภายหลังการใช้ เกิดเนื่องจากคุณสมบัติของสารที่สลายตัวได้เร็วช้าแตกต่างกัน การที่เกษตรกรผู้ใช้ขาดความรู้เกี่ยวกับสารเคมีที่ใช้อย่างถูกต้องตาม GAP การไม่ปฏิบัติตามฉลากที่ให้รายละเอียดที่ระบุให้ใช้กับพืชชนิดใดและจะต้องทิ้งระยะเวลาก่อนการเก็บเกี่ยวให้เหมาะสม จึงส่งผลให้มีการตรวจพบสารพิษตกค้างในพืชอาหารในปริมาณสูง เนื่องจากพืชอาหารเป็นสินค้าที่ผู้บริโภคนำไปใช้บริโภคโดยตรง หากเกิดปัญหาในเรื่องความปลอดภัยก็จะส่งผลต่อร่างกายผู้บริโภคโดยตรงอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

การนำไปใช้ประโยชน์

1. นำข้อมูลการทดลองศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้าง (declined study) ไปใช้ในการประกอบการพิจารณาการกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (MRL) ของประเทศไทย และกลุ่มประเทศอาเซียน (ASEAN MRL) และใช้เป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาจัดตั้งค่า Codex ทำให้สินค้าเกษตรของไทยสามารถส่งไปขายต่างประเทศได้มากขึ้นเนื่องจากอุปสรรคที่เกิดจากการกีดกันทางการค้าน้อยลง

2. ใช้เป็นข้อมูลในการแนะนำการใช้วัตถุมีพิษที่ถูกต้องและปลอดภัยแก่เกษตรกร ซึ่งสามารถคาดการณ์ระดับสารพิษตกค้างที่อาจมีได้ในผลผลิตจากการใช้วัตถุมีพิษในอัตราแนะนำ เพื่อลดปัญหาสารพิษตกค้างในผลิตผลการเกษตรและสิ่งแวดล้อม

3. นำข้อมูลไปใช้ประกอบในการพิจารณาทบทวนฉลากวัตถุอันตราย ในการยกเลิกการใช้วัตถุมีพิษหรือแก้ไขฉลากคำแนะนำการใช้สาร การกำหนดค่า PHI เพื่อให้เกษตรกรได้ใช้ผลิตภัณฑ์วัตถุมีพิษที่มีคุณภาพเหมาะสมและปลอดภัย

4. ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตัวอย่างจากแหล่งผลิตและแหล่งจำหน่าย จะเป็นข้อมูลพื้นฐานทำให้ทราบถึงสถานการณ์สารพิษตกค้างในผลิตผลการเกษตรและคุณภาพของผลิตผลเพื่อเป็นข้อมูลในการคุ้มครองผู้บริโภค

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มกีฏและสัตววิทยา. 2553. เอกสารวิชาการ คำแนะนำ การป้องกันกำจัดแมลงและศัตรูพืช ปี 2553. กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

กลุ่มงานมาตรการ SPS สำนักมาตรการทางการค้า (กันยายน 2553). http://www.dft.moc.go.th/the_files/$$11/level4/food_safety2.htm

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ ค่า MRL สารพิษตกค้างของประเทศไทย (17 พฤศจิกายน 2555) http://www.acfs.go.th/showMRL.php?Product=0&Residue=14&out_style=by+Commodity

Anastassiades, M., Lehotay, S.J., Stajnbaher, D., and Schenck, F.J. 2003. Fast and Easy Multiresidue Method Employing Acetonitrile Extraction/Partitioning “Dispersive Solid-Phase Extraction” for the Determination of Pesticide Residues in Produce. J. AOAC Int. 86, 412-431.

FAO, 1990. Guideline on producing pesticide residue data from supervised trial. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome.

FAO/WHO, 2012. Codex Committee on Pesticide Residues 44rd Session, 23-28 April 2012, Shanghai, P.R. China.



พ่นวัตถุมีพิษในแปลงทดลอง อ.สันทราย จ.เชียงใหม่



พ่นวัตถุมีพิษในแปลงทดลอง อ. สามโก้ จ.อ่างทอง



เตรียมตัวอย่างในห้องปฏิบัติการ



สกัดตัวอย่างในห้องปฏิบัติการ



เครื่อง GC สำหรับตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้าง

การประเมินความเสี่ยงภัยจากการใช้เมทโธมิลในสวนองุ่น จากการใช้ตามคำแนะนำ ต่อผู้ใช้ ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม

Risk Assessment of Recommended Rate of Methomyl in Grape on sprayer consumer and Environment

ยงยุทธ ไผ่แก้ว วะนิดา สุขประเสริฐ วีระสิงห์ แสงวรรณ ประภัสสรา พิมพ์พันธุ์
กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษทางการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

.....

บทคัดย่อ

ศึกษาสารพิษตกค้างของเมทโธมิลในสวนองุ่นที่ปลูกแบบยกร่องมีน้ำล้อมรอบ โดยพ่นสารเมทโธมิลในอัตราแนะนำ 25 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร พ่นทุก 7 วัน จำนวน 3 ครั้ง ในแต่ละครั้งมีการประเมินความเสี่ยงของการได้รับสารของผู้ฉีดพ่น โดยปิดแผ่นผ้าในบริเวณตำแหน่งต่างๆ ของร่างกาย เก็บแผ่นผ้าและน้ำล้างมือล้างเท้า นำมาวิเคราะห์หาสารพิษตกค้างเมทโธมิล แล้วนำข้อมูลที่ได้มาประมวลกับข้อมูลทางพิษวิทยาของสารเมทโธมิลเพื่อประเมินความเสี่ยงต่อเกษตรกร พบว่า ปริมาณการสัมผัสสารพิษเมทโธมิลมีค่าระดับความเสี่ยงอยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้ และได้สุ่มเก็บตัวอย่างองุ่น ดิน น้ำ และปลา ภายหลังการพ่นสารครั้งสุดท้าย มาตรวจวิเคราะห์หาสารพิษตกค้างเมทโธมิลที่ระยะเวลาหลังการพ่นสาร 2 ชั่วโมง, 1, 3, 5, 7, 10, 14 และ 21 วัน ตรวจพบสารพิษตกค้างในองุ่นมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.87, 5.19, 4.86, 2.74, 2.47, 1.48, 1.20 และ 1.04 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าครึ่งชีวิตของการสลายตัวของสารพิษตกค้างเมทโธมิลในดินมีค่าเท่ากับ 3.4 วัน พบสารพิษตกค้างของเมทโธมิลในน้ำทุกตัวอย่างในระดับ 0.1 ไมโครกรัมต่อลิตร ซึ่งถือว่าเป็นปริมาณที่ต่ำมาก พบสารพิษตกค้างในปลานิลเฉลี่ย 6.57, 9.00, 5.83, 2.50 และ 3.34 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม (หรือ ppb) ที่ระยะ 2 ชั่วโมง, 1, 3, 5 และ 7 วัน ภายหลังการพ่นสารครั้งสุดท้าย และยังพบสารพิษตกค้างเมทโธมิลในปลาชนิดอื่นๆ ในปริมาณต่ำมาก นอกจากนี้ยังสำรวจตัวอย่างองุ่นจากจุดรวบรวมผลผลิตก่อนส่งไปจำหน่ายจำนวน 15 ตัวอย่าง ตรวจพบสารพิษตกค้างเมทโธมิลในทุกตัวอย่าง ในปริมาณ 0.02 – 3.42 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เกินค่า Codex MRL (0.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) จำนวนมากถึง 13 ตัวอย่าง ดังนั้นไม่ควรแนะนำให้ใช้สารเมทโธมิลในองุ่น ซึ่งเป็นพืชรับประทานสด เนื่องจากพบสารพิษตกค้างในองุ่นเกินค่ามาตรฐานสารพิษตกค้างของ Codex มาก

คำนำ

เมทโธมิล (methomyl) เป็นสารกำจัดแมลงในกลุ่มคาร์บาเมต มีชื่อทางเคมีว่า S-methyl N-(methylcarbamoyloxy) thioacetimidate เป็นสารเคมีที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางในพืชหลายชนิดทั้งผัก ผลไม้ ไม้ดอกไม้ประดับ และพืชไร่ เช่น กะหล่ำปลี กะหล่ำดอก ผักกาดหอม พริก มันฝรั่ง ผักตระกูลมะเขือ ถั่วฝักยาว พืชตระกูลแตง องุ่น ส้ม มะนาว

เบญจมาศ กุหลาบ มะลิ ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ถั่วเหลือง ถั่วเขียว และถั่วลิสง เป็นต้น (ฝ่ายวัตถุมีพิษ, 2537) หลังจากนั้น สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร (2553) ได้ขึ้นทะเบียนเมทโธมิลให้ใช้กำจัดแมลงหลายชนิดในมะเขือเทศ กระเจี๊ยบเขียว หน่อไม้ฝรั่ง ถั่วฝักยาว ยาสูบ ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วลิสง ข้าวโพด ข้าวฟ่าง งา ละหุ่ง ฝ้าย เบญจมาศ กุหลาบ และมะลิ ตั้งแต่ปี 2539 สำหรับในเอกสารวิชาการเกษตรเรื่อง คำแนะนำการป้องกันกำจัดแมลงและสัตว์ศัตรูพืชปี 2553 ไม่มีคำแนะนำให้ใช้สารนี้ (กลุ่มวิจัยกีฏและสัตววิทยา, 2553)

เมทโธมิล เป็นสารกำจัดแมลงที่มีการใช้กันมาก และเคยเป็นวัตถุอันตรายที่ กรมวิชาการเกษตร เฝ้าระวังในช่วงปี 2544 – 46 เช่นเดียวกับสารคาร์โบฟูราน แต่ผลจากการประเมินนั้นมีข้อสรุปว่าให้ใช้สารนี้ได้ตามปกติตั้งแต่ปี 2546 เป็นต้นมา เมทโธมิล เป็นวัตถุอันตรายที่จัดอยู่ใน class Ib มีพิษเฉียบพลันทางปากในหนู (rats) หรือ LD_{50} มีค่ามากกว่า 5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่า LD_{50} ที่ผิวหนังของกระต่ายมากกว่า 2,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พิษทางการหายใจของหนูเท่ากับ 0.258 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่ระคายเคืองผิวหนัง ตา และไม่มีอาการภูมิแพ้กับสัตว์ทดลอง (Tomlin, 2009) ในลักษณะพิษแบบเรื้อรัง (chronic toxicity) เมทโธมิล ไม่เป็นสารก่อมะเร็ง ไม่เป็นสารก่อการกลายพันธุ์ และไม่มีผลต่อระบบประสาท แต่สามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมนและทำอันตรายอวัยวะสืบพันธุ์ของหนูเพศผู้ (Mahgoub and El-Medany, 2001) อย่างไรก็ตาม Manawadi and Kaliwal (2010) ซึ่งได้ศึกษาเกี่ยวกับผลของเมทโธมิลที่มีต่ออวัยวะสืบพันธุ์ องค์ประกอบทางชีวเคมี และผลของเอนไซม์ใน albino mice ได้กล่าวว่า ขนาดของอัณฑะหรือส่วนต่างๆ ของอวัยวะสืบพันธุ์ของหนูที่ได้รับสารเมทโธมิล ไม่ได้มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญไปจากหนู control แต่อาจมีผลให้เกิดความไม่สมดุลของฮอร์โมน และพบว่า เมื่อหนูได้รับสารมากขึ้นหรือนานขึ้นจะมีผลให้เอนไซม์ Na–K ATPase, Mg ATPase และ Ca ATPase ใน testes และ epididymis ลดลง การยับยั้งเอนไซม์ที่เป็นประโยชน์เหล่านี้ มีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการผลิตพลังงานภายในเซล เมทโธมิลจึงเป็นพิษกับระบบสืบพันธุ์ของหนูเพศผู้ ดังนั้นการใช้สารนี้จึงต้องมีความระมัดระวังการใช้หรือควบคุมจำกัดการใช้ เพื่อลดผลกระทบต่อระบบสืบพันธุ์ที่อาจจะเกิดขึ้นได้ สำหรับคนและสัตว์พบว่า เมทโธมิลสามารถดูดซึมเข้าทางผิวหนัง ปอด และระบบทางเดินอาหารได้อย่างรวดเร็ว แล้วไปสลายตัวที่ตับและขับถ่ายเมตาโบไลต์ทางการหายใจและปัสสาวะโดยไม่มีการสะสมในสิ่งมีชีวิต (EXTOXNET, 2012)

ในรายงานฉบับปรับปรุงเมื่อ ค.ศ.1996 ของ EXTOXNET (2012) เกี่ยวกับความคงทนของสารพิษในสภาพแวดล้อมของเมทโธมิล พบว่าใช้เวลาค่อนข้างน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับคาร์โบฟูแรน สารเมทโธมิลสลายตัวได้ค่อนข้างเร็วในดิน โดยมีค่าครึ่งชีวิตอยู่ที่ประมาณ 14 วัน เนื่องจากสามารถละลายน้ำได้ดีและไม่ยึดเกาะกับอนุภาคดิน แต่อาจเกิดการปนเปื้อนในน้ำใต้ดิน สลายตัวได้โดยง่ายด้วยจุลินทรีย์ในดิน ดังนั้นแม้มีการใช้สารนี้ในการปลูกพืช แต่ก็ตรวจไม่พบสารพิษตกค้างในดินภายหลังการเก็บเกี่ยวพืช เมทโธมิลละลายน้ำได้ดีและยังสลายตัวได้อย่างรวดเร็วในน้ำที่มีการเติมอากาศ หรือมีแสงแดด หรือมีความเป็นด่าง ค่าครึ่งชีวิตในน้ำผิวดินประมาณ 6 วัน แต่ในน้ำใต้ดินมีค่าครึ่งชีวิตนานถึง 25 สัปดาห์ เมทโธมิลสลายตัวได้ดีในพืชที่ใช้สารนี้ ค่าครึ่งชีวิตประมาณ 3 - 5 วัน และตรวจพบสารพิษตกค้างในพืชเพียงประมาณร้อยละ 3 ของปริมาณสารหลังจากที่ใช้ในพืชนั้นประมาณ 1 สัปดาห์

ในปี 2552 – 54 ศูนย์บริการทางวิชาการแบบเบ็ดเสร็จ กรมวิชาการเกษตร ได้รายงานว่า การรับรองสารพิษตกค้างในตัวอย่างพืชส่งออกจำนวน 89,979 ตัวอย่าง พบสารพิษตกค้างจำนวน 8,961 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 9.96

ในจำนวนที่ตรวจพบสารพิษตกค้างนี้ พบสารพิษตกค้างเมทโธมิล 437 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 0.49 ของจำนวนตัวอย่างทั้งหมดที่ตรวจ หรือร้อยละ 4.88 ของจำนวนตัวอย่างที่ตรวจพบสารพิษตกค้างในปี 2552 – 54 ส่วนในปี 2555 (จนถึงสิ้นเดือนมีนาคม 2555) จำนวนตัวอย่างพืชทั้งหมด 9,764 ตัวอย่าง พบสารพิษตกค้างเมทโธมิล 20 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 0.2 ศูนย์บริการทางวิชาการแบบเบ็ดเสร็จยังได้รายงานในปี 2552 ว่าตรวจพบ 23 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 0.12 ตรวจพบในพืช 4 ชนิด ได้แก่ ถั่วฝักยาว มะม่วง ผักชี และมะเขือยาว จำนวน 13, 6, 3 และ 1 ตัวอย่าง ตามลำดับ ในปี 2553 ตรวจพบสารพิษตกค้างเมทโธมิลจำนวน 299 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 0.78 ส่วนมากตรวจพบใน พริก มะม่วง และถั่วฝักยาว โดยตรวจพบจำนวน 74, 51 และ 45 ตัวอย่าง ตามลำดับ ส่วนในปี 2554 พบสารพิษตกค้างเมทโธมิลทั้งหมด 115 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 0.36 ส่วนมากตรวจพบใน ทุเรียน พริก และถั่วฝักยาว จำนวน 25, 24 และ 17 ตัวอย่าง ตามลำดับ จากข้อมูลนี้จะพบว่า การพบสารพิษตกค้างเมทโธมิลในพืชนั้น เกษตรกรบางส่วนได้ใช้สารนี้ทดแทนสารกำจัดแมลงไซเปอร์เมทธรินและคลอร์ไพรีฟอส ที่มีปัญหาการส่งสินค้าออกพืชไปยังประเทศญี่ปุ่นโดยเฉพาะมะม่วง หรืออาจหลีกเลี่ยงการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและไพรีทรอยด์ หันมาใช้สารพิษกลุ่มคาร์บาเมตที่ต้องใช้เครื่องมือและความชำนาญในการตรวจวิเคราะห์มากกว่า อย่างไรก็ตาม สารพิษตกค้างชนิดนี้ที่ตรวจพบในพืชส่งออก พบเพียงน้อยกว่าร้อยละ 1 เท่านั้น อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

จากการศึกษาการปนเปื้อนของวัตถุมีพิษทางการเกษตรตามลุ่มแม่น้ำท่าจีนของ ปรีชา และคณะ (2549) ตั้งแต่แยกจากแม่น้ำเจ้าพระยาที่อำเภอวัดสิงห์ จังหวัดชัยนาท จนลงสู่อ่าวไทย ตามแหล่งปลูกข้าว พืชไร่ พืชผักและผลไม้ ที่มีการใช้สารเคมีอย่างต่อเนื่องตลอดปี พบสารพิษตกค้าง 9 ชนิดในแม่น้ำท่าจีนบริเวณจังหวัดชัยนาท โดยพบ methomyl จำนวน 3 ตัวอย่าง ในปริมาณ 0.02 – 0.55 ไมโครกรัมต่อลิตร ในแม่น้ำท่าจีนบริเวณจังหวัดสุพรรณบุรี พบสารพิษตกค้าง 13 ชนิด พบ methomyl เพียง 1 ตัวอย่าง ในปริมาณ 0.08 ไมโครกรัมต่อลิตร บริเวณจังหวัดสมุทรสาคร พบสารพิษตกค้าง 12 ชนิด โดยพบ methomyl (1 ตัวอย่าง) ในปริมาณ 0.14 ไมโครกรัมต่อลิตร ตามลำดับ จำนวนตัวอย่างที่พบมีไม่มากนักและปริมาณที่พบอยู่ในระดับต่ำ ในปี 2551 – 52 มลิสา และ สิริพร (2553) ได้ศึกษาการสะสมของสารพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อมบริเวณเกษตรกรรมลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาและคลองแยกต่างๆ ตรวจพบสารพิษตกค้างกลุ่มคาร์บาเมตในน้ำรวม 5 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 4.85 ของจำนวนตัวอย่างน้ำทั้งหมด 103 ตัวอย่าง ส่วนใหญ่ที่ตรวจพบเป็นสารกลุ่มออร์กาโนคลอรีนและออร์กาโนฟอสเฟต สำหรับคาร์บาเมตตรวจพบ 2 ชนิด ได้แก่ carbofuran และ metalaxyl ในปริมาณ 0.03 – 0.07 และ 0.06 – 0.14 ไมโครกรัมต่อลิตร ไม่พบสารพิษตกค้างเมทโธมิล ทั้งในน้ำและในตะกอน

ได้มีการประเมินทางพิษวิทยาแล้วว่า วัตถุอันตรายทางการเกษตรเพื่อกำจัดศัตรูพืชทุกชนิด มีความเป็นพิษกับสัตว์ทดลองมากน้อยแตกต่างกันไปตามชนิดของสาร เกษตรกรผู้ใช้สารเคมีต้องใช้สารด้วยความระมัดระวัง แม้สารเหล่านี้จะมีคุณอนันต์ในการรักษาคุณภาพของผลผลิต แต่การใช้ที่ไม่ถูกต้องก็อาจกลายเป็นโทษมหันต์ได้ โครงการวิจัยนี้เป็นการเฝ้าระวังสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชชนิด เมทโธมิล ที่เป็นสารพิษที่ WHO จัดระดับความเป็นพิษให้อยู่ในกลุ่ม Ib ชนิดเป็นอันตรายร้ายแรงมาก ข้อมูลผลที่ได้จากการศึกษาจะเป็นข้อมูลสำคัญเพื่อการจัดการหรือประกอบการตัดสินใจ ในการดำเนินการหรือออกมาตรการควบคุมต่างๆ เพื่อลดพิษภัยของวัตถุอันตรายชนิดนี้ ให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อสุขภาพของเกษตรกรหรือความปลอดภัยของผู้บริโภคทั้งในและต่างประเทศ อาจต้องจำกัดการ

ใช้ด้วยมาตรการต่างๆ เพื่อพิจารณาให้ใช้ต่อไปด้วยการเข้มงวดในการใช้ หรือห้ามใช้โดยไม่อนุญาตให้ขึ้นทะเบียน ดังนั้นโครงการวิจัยนี้จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องรีบดำเนินการตามหลักวิชาการโดยเร่งด่วน

วิธีดำเนินงาน

วัสดุอุปกรณ์

1. วัตถุอันตรายทางการเกษตรชนิดเมทโธมิล 40%WP (ตรวจวิเคราะห์ได้ 39.6%WP) และสารมาตรฐานของเมทโธมิล purity 97.5% ของ Dr.Ehrenstorfer จากประเทศเยอรมัน

2. แผ่นผ้าฝ้ายขนาด 10 x 10 ตารางเซนติเมตร พร้อมเข็มกลัด

3. กระชังเลี้ยงปลานิลในร่องน้ำ เป็นตาข่ายขนาดรูตาข่าย 0.5 เซนติเมตร ขนาด 100 x 100 x 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร

4. ชุดตรวจสอบคุณภาพน้ำ ประกอบด้วย DO, pH และ อุณหภูมิ

5. ขวดแก้วขนาด 250 มิลลิลิตร พร้อมฝาปิดสำหรับใส่แผ่นผ้า

6. อุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่าง สำหรับตัวอย่างน้ำ ใช้เป็นขวดพลาสติก PTFE ขนาดความจุ 1 ลิตร พร้อมฝาปิด พลั่วสำหรับเก็บตัวอย่างดิน พร้อมถุงพลาสติกบรรจุตัวอย่างดิน ปลา และองุ่น

7. เครื่องแก้วและอุปกรณ์ที่ใช้ในการสกัด และการเตรียมสารมาตรฐาน

8. สารเคมีชนิดต่างๆ ได้แก่ acetone, acetonitrile, dichloromethane, n-hexane, ethyl acetate, methanol, sodium sulfate anhydrous, OPA, thioflour, water และ iso-propanol ชนิด analytical, HPLC และ pesticide residue grade

9. เครื่องมือที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ เครื่องชั่ง, Vortex mixer, centrifuge, เครื่องเขย่า, automatic separatory funnel shaker, rotary vacuum evaporatorและ nitrogen evaporator

10. เครื่องมือวิเคราะห์ชนิด HPLC Post column derivatization

วิธีการ

1. เลือกแปลงทดลองปลูกองุ่นในบริเวณที่เป็นแหล่งผลิตองุ่นที่สำคัญ ได้แปลงทดลององุ่นที่อำเภอบ้านแพ้ว จังหวัดสมุทรสาคร มีลักษณะเป็นร่องสวนปลูกต้นองุ่นเป็นแถวและมีค้างรองรับกิ่งก้านใบและผลองุ่น ในพื้นที่ประมาณ 300 ตารางเมตร เลือกแถวต้นองุ่นที่มีผลองุ่นติดแล้ว อายุผลก่อนเก็บเกี่ยวประมาณ 3 สัปดาห์

2. วางกระชังเลี้ยงปลานิลขนาดความยาวประมาณ 3 เซนติเมตร จำนวน 200 ตัวในร่องน้ำ ใส่จอกแหนและให้อาหารเม็ดวันละครั้ง

3. สุ่มเก็บตัวอย่างดิน น้ำ และปลา ก่อนการพ่นสารเมทโธมิล

4. ก่อนทำการพ่นสาร ให้ติดแผ่นผ้าตามบริเวณต่างๆ ของร่างกายผู้ฉีดพ่นสาร ได้แก่ บริเวณผ้าคลุมศีรษะ ผ้าปิดจมูก บ่า แขน หน้าอก หลัง ข้อศอก ต้นขา หน้าแข้ง รวมทั้งหมด 16 จุด เพื่อการประเมินความเสี่ยงของการได้รับสารเคมี

5. พ่นสารเมทโธมิลในอัตราแนะนำ 25 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ตามอัตราแนะนำของกลุ่มวิจัยกีฏและสัตววิทยา ที่ระดับ 300 ลิตรต่อไร่ ด้วยเครื่องพ่นมอเตอร์แบบสะพายหลัง (Knapsack Motorized Sprayer) โดยพ่นครั้งแรกก่อนถึงระยะเก็บเกี่ยว 3 สัปดาห์ พ่นทุก 7 วัน รวม 3 ครั้ง ในระหว่างนี้เกษตรกรสามารถใช้สารเคมีอื่นได้ตามความจำเป็นที่ไม่มีผลต่อการวิเคราะห์สารพิษตกค้างเมทโธมิล

6. เก็บตัวอย่างแผ่นผ้าแต่ละชิ้นลงในขวดแก้วที่มีฝาปิด สุ่มเก็บตัวอย่างผลองุ่น ดิน น้ำและปลา ภายหลังการพ่นสารเมทโธมิลครั้งสุดท้ายที่ระยะ 0, 1, 3, 5, 7, 10 และ 14 วัน สำหรับการสุ่มตัวอย่างองุ่น เก็บองุ่นจำนวน 12 ช่อ กระจายทั่วพื้นที่ซ้ำของการทดลอง และต้องมีน้ำหนักตัวอย่างไม่น้อยกว่า 2 กิโลกรัม เก็บตัวอย่าง 3 ซ้ำ และเก็บตัวอย่างเพิ่มที่ระยะ 21 วัน ภายหลังการพ่นสารครั้งสุดท้าย

7. สำรวจตัวอย่างองุ่น จำนวน 15 ตัวอย่าง จากจุดรวบรวมองุ่นในพื้นที่จังหวัดสมุทรสาคร ราชบุรี สุราษฎร์ธานี และสงขลา ส่วนใหญ่เป็นองุ่นที่ผลิตในพื้นที่อำเภอบ้านแพ้ว จังหวัดสมุทรสาคร แล้วส่งไปจำหน่ายทั่วประเทศ

8. การสกัดตัวอย่าง

8.1 การสกัดสารพิษตกค้างเมทโธมิล ในแผ่นผ้า: เติม ethyl acetate 100 มิลลิลิตร ในขวดแก้วที่ใส่ตัวอย่าง แผ่นผ้า แล้วเขย่าด้วย shaker นาน 1 ชั่วโมง กรองสารละลายผ่าน sodium sulphate ลงในขวดก้นกลม สกัดอีกครั้งด้วย ethyl acetate 50 มิลลิลิตร เก็บสารละลายรวมกับครั้งแรก แล้วปรับปริมาตรด้วย acetonitrile กรองผ่าน filter ขนาด 0.2 ไมครอน นำไปวิเคราะห์ด้วย HPLC-Post column derivatization

8.2 การสกัดสารพิษตกค้างเมทโธมิล ในตัวอย่างองุ่น: สกัดตามวิธีการที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO/IEC 17025: 2005 สำหรับสารพิษตกค้างกลุ่มคาร์บาเมต ของกลุ่มงานวิจัยสารพิษตกค้าง กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

8.3 การสกัดสารพิษตกค้างเมทโธมิล ในตัวอย่างน้ำ: สกัดด้วยเทคนิค Liquid-liquid partitioning โดยใช้ Separatory Funnel Shaker ด้วยตัวทำละลายชนิด ethyl acetate 100 มิลลิลิตร และสกัดอีก 2 ครั้ง ด้วย ethyl acetate 50 และ 50 มิลลิลิตร กรองผ่าน sodium sulphate ลงในขวดก้นกลม แล้วปรับปริมาตรด้วย acetonitrile กรองผ่าน filter ขนาด 0.2 ไมครอน นำไปวิเคราะห์ด้วย HPLC-Post column derivatization

8.4 การสกัดสารพิษตกค้างเมทโธมิล ในตัวอย่างดิน: ตากตัวอย่างดินให้แห้งที่อุณหภูมิห้องและบดให้ละเอียด นำไปคำนวณน้ำหนักแห้งของดิน แล้วสกัดด้วย ethyl acetate กรองผ่าน sodium sulphate ลงในขวดก้นกลม แล้วปรับปริมาตรด้วย acetonitrile กรองผ่าน filter ขนาด 0.2 ไมครอน นำไปวิเคราะห์ด้วย HPLC-Post column derivatization

8.5 การสกัดสารพิษตกค้างเมทโธมิล ในตัวอย่างปลา: ดัดแปลงวิธีการ QuEChERS (Anastassiades and *et al*., 2003) โดยชั่งตัวอย่างเนื้อปลา 10 กรัม ในหลอด Centrifuge 50 มิลลิลิตร เติม acetonitrile 10 มิลลิลิตร เขย่า 1 นาทีด้วย Vortex mixer เติม 4 กรัมของ $MgSO_4$ และ 1 กรัมของ NaCl เขย่าด้วย Vortex mixer 1 นาที นำไปเข้าเครื่อง Centrifuge ที่ความเร็ว 5,000 rpm เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นนำไป cleanup ด้วย Dispersive SPE cleanup โดยดูดชั้น acetonitrile ปริมาตร 1.0 มิลลิลิตร ลงใน micro centrifuge tube ขนาด 1.5 มิลลิลิตร ที่บรรจุด้วย 25 มิลลิกรัม

PSA, 150 มิลลิกรัม $MgSO_4$ และ 50 มิลลิกรัม GCB ปิดฝาให้แน่น เขย่าต่อ 30 วินาที ด้วย Vortex mixer นำไปเข้าเครื่อง Centrifuge ที่ความเร็ว 6,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 1 นาที แล้วดูดเอาสารสกัดที่ได้มา 0.5 มิลลิลิตร กรองผ่าน filter ขนาด 0.2 ไมครอน นำไปวิเคราะห์ด้วย HPLC-Post column derivatization

8.6 การสกัดสารพิษตกค้างเมทโธมิล ในตัวอย่างองุ่นที่สำรวจจากจุดรวบรวมตัวอย่าง: สกัดตามวิธีการที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO/IEC 17025: 2005 สำหรับสารพิษตกค้างกลุ่มคาร์บาเมต ของกลุ่มงานวิจัยสารพิษตกค้าง กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

ระยะเวลาและสถานที่ ระยะเวลาของการวิจัย เดือนสิงหาคม – ตุลาคม 2555

สถานที่ทำการทดลอง 1. แปลงทดลององุ่น อำเภอบ้านแพ้ว จังหวัดสมุทรสาคร

2. ห้องปฏิบัติการวิจัยสารพิษตกค้าง กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ

ผลการทดลองและวิจารณ์

ศึกษาสารพิษตกค้างของเมทโธมิลในสวนองุ่นที่ปลูกแบบยกร่องมีน้ำล้อมรอบ โดยพ่นสารเมทโธมิลในอัตราแนะนำ 25 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร พ่นทุก 7 วัน จำนวน 3 ครั้ง ในแต่ละครั้งมีการประเมินความเสี่ยงของการได้รับสารของผู้ฉีดพ่น โดยปิดแผ่นผ้าในบริเวณตำแหน่งต่างๆ ของร่างกาย แล้วเก็บแผ่นผ้าและน้ำล้างมือล้างเท้า นำมาวิเคราะห์หาสารพิษตกค้างเมทโธมิล และสุ่มเก็บตัวอย่างองุ่น ดิน น้ำ และปลา ภายหลังการพ่นสารครั้งสุดท้าย มาตรวจวิเคราะห์หาสารพิษตกค้างเมทโธมิล ที่ระยะเวลาหลังการพ่นสาร 2 ชั่วโมง 1, 3, 5, 7, 10, 14 และ 21 วัน นอกจากนี้ยังสำรวจตัวอย่างองุ่นจากจุดรวบรวมผลผลิตก่อนส่งไปจำหน่าย ผลการศึกษาสรุปได้ดังนี้

1. **ประเมินระดับความเสี่ยงของผู้ฉีดพ่นสารเมทโธมิลในสวนองุ่นจากการใช้ในอัตราแนะนำ**: ก่อนทำการพ่นสารทุกครั้ง ติดแผ่นผ้าตามส่วนต่างๆ ของร่างกายผู้ฉีดพ่น ได้แก่ บริเวณศีรษะ จมูก ไหล่ หน้าอก ข้อศอก หลัง ต้นขา และหน้าแข้ง รวม 16 แผ่นผ้า และเก็บน้ำล้างมือล้างเท้าภายหลังการพ่นสาร นำมาวิเคราะห์หาสารพิษตกค้างเมทโธมิล แล้วนำข้อมูลที่ได้มาประมวลกับข้อมูลทางพิษวิทยาของสารเมทโธมิลเพื่อประเมินความเสี่ยงต่อเกษตรกร ผลการประเมินความเสี่ยง (ธวัชชัย และคณะ, 2548) การได้รับสารพิษตกค้างเมทโธมิลของผู้ฉีดพ่น ครั้งที่ 1, 2 และ 3 แสดงได้ดังตารางที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ พบว่า ปริมาณการสัมผัสสารพิษเมทโธมิลมีค่าเท่ากับ 0.049, 0.051 และ 0.053 mg/kg.bw/day **ระดับความเสี่ยงอยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้** (ค่า MOE = 2,033, 1,972 และ 1,889) อย่างไรก็ตาม จากข้อมูลการรับสัมผัสสารเคมีจากการพ่นสาร โดยเฉพาะเกษตรกรผู้ฉีดพ่นสารในสวนองุ่นที่ทำค้างทั้งแปลง จะได้รับสารเคมีส่วนใหญ่ในตำแหน่งบริเวณศีรษะมากที่สุด รองลงไปเป็นหัวไหล่และข้อศอก ที่มีสารหยดลงมาจากต้นองุ่นบนค้าง ผู้ฉีดพ่นต้องสวมใส่เครื่องป้องกันอย่างรัดกุมเพื่อป้องกันการได้รับพิษจากสารเคมีขณะพ่นสาร สำหรับน้ำล้างมือพบสารพิษตกค้างมากถึง 48.44 ไมโครกรัมต่อลิตร เกษตรกรควรสวมถุงมือยางขณะฉีดพ่น ส่วนน้ำล้างเท้านั้นแม้จะพบสารพิษตกค้างมากถึง 59.98 ไมโครกรัมต่อลิตร แต่เป็นน้ำที่ล้างจากรองเท้าบู๊ท ซึ่งเกษตรกรส่วนใหญ่จะสวมใส่อยู่แล้ว อย่างไรก็ตามการสวมเครื่องป้องกันตามคำแนะนำเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อความปลอดภัยในการใช้สารเคมี

ตารางที่ 1. ผลการประเมินความเสี่ยงการได้รับสารพิษตกค้างเมทโธมิลของผู้ฉีดพ่น ครั้งที่ 1

No.	Area	ug/100sq.cm	ug/sq.cm	ug/sq.cm	PF	Surface area	ug/region
1	Head	229.180310	2.291803				
2	Face	24.711100	0.247111	1.269457	1	1,300	1650.29
3	upper arm 1	65.215300	0.652153				
4	upper arm 2	52.792210	0.527922	0.590038	0.18154346	2,910	311.71
5	Chest in	0.064656	0.000647				
6	Chest out	4.547180	0.045472	0.010470	0.01401952	3,550	0.52
7	Back in	11.526740	0.115267				
8	Back out	21.494790	0.214948	0.002252	0.34906741	3,550	2.79
9	Forearm 1	72.804450	0.728045				
10	Forearm 2	27.650500	0.276505	0.502275	0.18154346	1,210	110.33
11	Upper leg 1	0.024966	0.000250				
12	Upper leg 2	2.369590	0.023696	0.011973	0.00124179	3,820	0.06
13	Lower leg 1	2.666830	0.026668				
14	Lower leg 2	4.052430	0.040524	0.018695	0.39689341	2,380	17.66
15	Hand wash	14.12	14.12	14.12	1	820	14.12
16	Feet wash	17.57	17.57	17.57	1	1310	17.57
					Spray Time	36	2,125.06
					1 hour	60	3,541.76
					Weight (kg)	72	0.04919114
			MOE (1) =	NOAEL rat / Risk exposure			2,032.89

ตารางที่ 2. ผลการประเมินความเสี่ยงการได้รับสารพิษตกค้างเมทโธมิลของผู้ฉีดพ่น ครั้งที่ 2

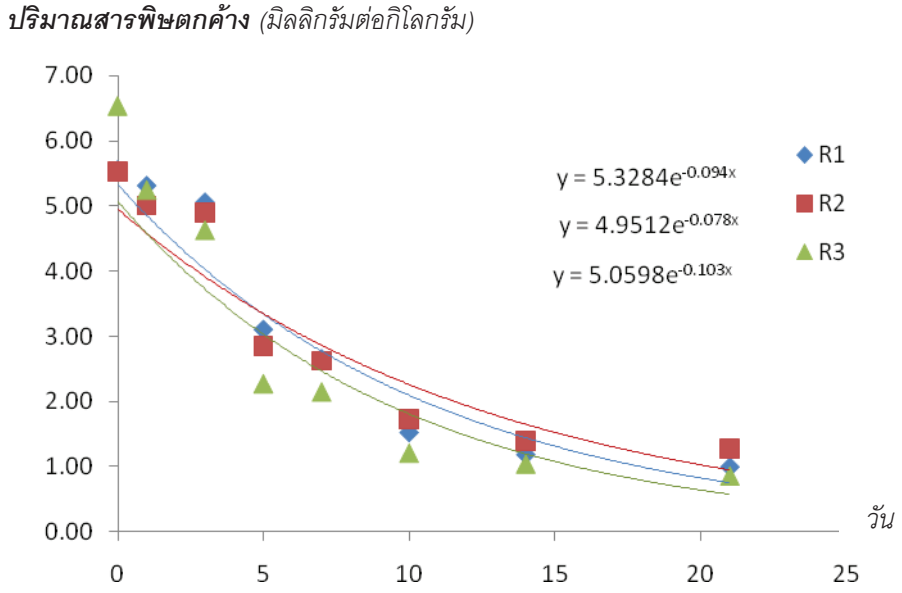
No.	Area	ug/100sq.cm	ug/sq.cm	ug/sq.cm	PF	Surface area	ug/region
1	Head	254.529310	2.545293				
2	Face	3.191690	0.031917	1.288605	1	1,300	1675.19
3	upper arm 1	5.696060	0.056961				
4	upper arm 2	5.818860	0.058189	0.057575	0.4976569	2,910	83.38
5	Chest in	77.067060	0.770671				
6	Chest out	0.557704	0.005577	0.010470	0.9928154	3,550	36.90
7	Back in	0.101114	0.001011				
8	Back out	40.368760	0.403688	0.002252	0.0024985	3,550	0.02
9	Forearm 1	106.908800	1.069088				
10	Forearm 2	3.023870	0.030239	0.549663	0.4976569	1,210	330.99
11	Upper leg 1	0.049257	0.000493				
12	Upper leg 2	9.587865	0.095879	0.048186	0.0012418	3,820	0.23
13	Lower leg 1	5.925670	0.059257				
14	Lower leg 2	1.255720	0.012557	0.018695	0.8251425	2,380	36.71
15	Hand wash	8.36	8.36	8.36	1	820	8.36
16	Feet wash	59.98	59.98	59.98	1	1310	59.98
					Spray Time	36.67	2,231.76
					1 hour	60	3,651.63
					Weight (kg)	72	0.05071712
			MOE (2) =	NOAEL rat / Risk exposure			1,971.72

ตารางที่ 3. ผลการประเมินความเสี่ยงการได้รับสารพิษตกค้างเมทโธมิลของผู้ฉีดพ่น ครั้งที่ 3

No.	Area	ug/100sq.cm	ug/sq.cm	ug/sq.cm	PF	Surface area	ug/region
1	Head	214.624710	2.146247				
2	Face	116.386810	1.163868	1.655058	1	1,300	2151.57
3	upper arm 1	104.751400	1.047514				
4	upper arm 2	119.994480	1.199945	1.123729	0.0180189	2,910	58.92
5	Chest in	0.309373	0.003094				
6	Chest out	9.375280	0.093753	0.010470	0.0319447	3,550	1.19
7	Back in	0.159303	0.001593				
8	Back out	38.759370	0.387594	0.002252	0.0040932	3,550	0.03
9	Forearm 1	139.578420	1.395784				
10	Forearm 2	99.373410	0.993734	1.194759	0.0180189	1210	26.05
11	Upper leg 1	0.062955	0.000630				
12	Upper leg 2	23.813065	0.238131	0.119380	0.0012418	3,820	0.57
13	Lower leg 1	8.966840	0.089668				
14	Lower leg 2	15.314150	0.153142	0.018695	0.3692947	2,380	16.43
15	Hand wash	19.01	19.01	19.01	1	820	19.01
16	Feet wash	37.72	37.72	37.72	1	1,310	37.72
					Spray Time	36.38	2,311.49
					1 hour	60	3,812.25
					Weight (kg)	72	0.05294793
			MOE (3) =	NOAEL rat / Risk exposure			1,888.65

2. **สารพิษตกค้างในองุ่น**: จากการเก็บตัวอย่างองุ่นที่ระยะเวลาต่างๆ กัน ภายหลังการพ่นสารในอัตราแนะนำครั้งสุดท้าย โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ ตรวจพบสารพิษตกค้างเฉลี่ยเท่ากับ 5.87, 5.19, 4.86, 2.74, 2.47, 1.48, 1.20 และ 1.04 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ที่ระยะ 2 ชั่วโมง 1, 3, 5, 7, 10, 14 และ 21 วัน ภายหลังการพ่นสารครั้งสุดท้าย จากกราฟการสลายตัวของสารพิษตกค้างในองุ่นทั้ง 3 ซ้ำ (ภาพที่ 1) พบว่าค่าครึ่งชีวิต (half-life) ของการสลายตัวของสารพิษตกค้างเมทโธมิลในองุ่นมีค่าเท่ากับ 7.37, 8.88 และ 6.72 วัน ค่าเฉลี่ยของค่าครึ่งชีวิตของการสลายตัวอยู่ที่ 7.66 วัน ถือว่าสารพิษตกค้างเมทโธมิลในองุ่นมีการสลายตัวค่อนข้างช้า เนื่องจากอยู่ในร่มเงาใต้ค้างที่มีใบหนาแน่น ปริมาณสารพิษตกค้างเฉลี่ยที่ตรวจพบที่ระยะ 7 วัน ภายหลังจากการพ่นครั้งสุดท้าย ยังมีปริมาณสูงถึง 2.47 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และถ้าเปรียบเทียบกับค่า Codex MRL ที่ปรับปรุงค่าปริมาณสารพิษตกค้างของเมทโธมิลในองุ่นเมื่อปี 2552 ไว้มีค่าเท่ากับ 0.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมแล้ว พบว่าเกินค่า MRL ไปมาก ในทางปฏิบัติถ้าเกษตรกรเริ่มเก็บเกี่ยวผลผลิตที่ระยะ 7 วัน ก็จะเก็บต่อเนื่องจนหมดภายใน 2 – 3 วัน ก็จะพบสารพิษตกค้างในปริมาณเฉลี่ย 1.2 มิลลิกรัม

ต่อกิโลกรัม (ที่ระยะ 10 วัน) ก็ยังเกินค่า MRL การทดลองนี้เก็บเกี่ยวผลอุ่นไปตรวจจนถึง 21 วัน ก็ยังตรวจพบสารพิษตกค้างเมทโธมิลในปริมาณเฉลี่ยสูงถึง 1.04 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ประมาณเท่ากับค่า MRL ของไทย แต่ยังสูงกว่าค่า Codex MRL มาก



ภาพที่ 1. ปริมาณสารพิษตกค้างเมทโธมิลในอุ่นภายหลังการพ่นสารครั้งสุดท้ายที่ระยะเวลาต่าง ๆ

3. **สารพิษตกค้างในดิน**: ดินในแปลงอุ่นมีลักษณะเป็นดินร่วนปนดินเหนียว ก่อนการกำหนดเป็นแปลงทดลอง เกษตรกรมีการใช้สารเมทโธมิลเพื่อกำจัดแมลงอย่างต่อเนื่อง เมื่อสุ่มเก็บไปตรวจวิเคราะห์พบว่ามีปริมาณเฉลี่ย 0.044 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ความถี่ของการฉีดพ่นสารเคมี ซึ่งหมายถึงจำนวนครั้งที่เกษตรกรฉีดพ่น เมื่อฉีดพ่นบ่อยโอกาสที่จะสัมผัสสารเคมีก็เป็นไปตามจำนวนครั้งที่ฉีดพ่น ทำให้ผู้ฉีดพ่นได้รับสารเคมีในปริมาณที่มาก อาจสะสมในร่างกาย ผลผลิต และสิ่งแวดล้อม (ศักดิ์ดา, 2555) หลังจากเริ่มทดลองให้เกษตรกรหยุดการใช้สารนี้เพื่อจะได้ใช้สารเฉพาะที่ทดลองเท่านั้น ภายหลังการพ่นสาร 3 ครั้ง ห่างกันครั้งละ 7 วัน ตรวจพบปริมาณสารพิษตกค้างภายหลังการพ่นสารในปริมาณเฉลี่ย 0.093 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (n = 10) หลังจากนั้นปริมาณค่อยๆ ลดลงตามลำดับในปริมาณ 0.061, 0.038, 0.032, 0.032, 0.009 และ 0.005 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ที่ระยะ 1, 3, 5, 7, 10 และ 14 วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 4) คำนวณหาค่าครึ่งชีวิตของการสลายตัวของสารพิษตกค้างเมทโธมิลในดินมีค่าเท่ากับ 3.4 วัน ถือว่าสลายตัวในดินค่อนข้างเร็ว หรืออาจเคลื่อนย้ายลงสู่แหล่งน้ำได้ง่าย เนื่องจากเป็นร่องสวนและมีการให้น้ำทุกวัน

ตารางที่ 4. ปริมาณสารพิษตกค้างเมทโธมิลในดินสวนองุ่น ที่ระยะเวลาต่างๆ ภายหลังการพ่นสารครั้งสุดท้าย (หน่วย : มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

Rep	D0	D1	D3	D5	D7	D10	D14
S1	0.063	0.051	0.043	0.036	0.037	0.018	0.005
S2	0.051	0.051	0.037	0.036	0.030	0.012	0.008
S3	0.101	0.091	0.039	0.042	0.034	0.007	0.005
S4	0.090	0.055	0.034	0.032	0.031	0.008	0.006
S5	0.079	0.047	0.040	0.028	0.029	0.003	0.007
S6	0.043	0.038	0.034	0.038	0.032	0.008	0.009
S7	0.036	0.131	0.033	0.033	0.034	0.015	0.000
S8	0.112	0.061	0.036	0.028	0.026	0.004	0.001
S9	0.110	0.047	0.045	0.026	0.034	0.008	0.004
S10	0.249	0.041	0.041	0.026	0.035	0.011	0.000
Ave	0.093	0.061	0.038	0.032	0.032	0.009	0.005
SD	0.061	0.029	0.004	0.005	0.003	0.005	0.003

หมายเหตุ : ปริมาณสารพิษตกค้างเมทโธมิลในดินก่อนการพ่นสารเฉลี่ยเท่ากับ 0.044 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

4. **สารพิษตกค้างในน้ำ**: เก็บตัวอย่างน้ำเช่นเดียวกับการเก็บตัวอย่างดิน พบว่าตรวจพบสารพิษตกค้างของเมทโธมิลในน้ำทุกตัวอย่างในระดับ 0.1 ไมโครกรัมต่อลิตร ซึ่งถือว่าเป็นปริมาณที่ต่ำมาก ไม่มีความเสี่ยงภัยในเรื่องสารปนเปื้อนในน้ำเมื่อใช้สารเมทโธมิลในองุ่นในอัตราที่แนะนำ

5. **สารพิษตกค้างในปลา**: สุ่มตัวอย่างปลาที่อาศัยอยู่ในร่องน้ำเพื่อตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้างเมทโธมิล ปลาที่เลี้ยงในกระชังเพื่อทำการทดสอบคือ ปลานิล พบสารพิษตกค้างเฉลี่ย 6.57, 9.00, 5.83, 2.50 และ 3.34 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม (หรือ ppb) ที่ระยะ 2 ชั่วโมง 1, 3, 5 และ 7 วัน ภายหลังการพ่นสารครั้งสุดท้าย (ตารางที่ 5) นอกจากนี้ยังมีปลาที่สุ่มสำรวจจับมาตรวจหาสารพิษตกค้าง ได้แก่ ปลาตะเพียน ปลาหางแดง และปลาหมอ ปริมาณสารพิษตกค้างแตกต่างกันไปตามชนิดของปลา โดยพบในปริมาณ 2.06 และ 2.58 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ในปลาหางแดงและปลาตะเพียน ตามลำดับ และพบปริมาณ 8.22 และ 13 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ในปลาหมอและปลาหางแดง เฉพาะปลาหางแดงนั้นพบสารพิษตกค้างเมทโธมิลในปริมาณที่แตกต่างกันอย่างชัดเจนที่เวลาก่อนการพ่นสารและภายหลังการพ่นสารเป็นเวลา 14 วัน ถ้าพิจารณาในหน่วยสากลพบสูงสุดเพียง 0.013 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (หรือ ppm) ซึ่งถือว่าปริมาณสารพิษตกค้างเมทโธมิลที่ตรวจพบในปลามีปริมาณต่ำมาก

ตารางที่ 5. ปริมาณสารพิษตกค้างเมทโธมิลที่ตรวจพบในปลา ที่ระยะเวลาต่างๆ

	ปลาตะเพียน	ปลากระสูบ	ปลานิล	ปลานิล	ปลานิล	ปลานิล	ปลานิล	ปลาหมอ	ปลาหางแดง
ระยะเวลา	ก่อนพ่น	ก่อนพ่น	0 วัน	1 วัน	3 วัน	5 วัน	7 วัน	10 วัน	14 วัน
ซ้ำที่ 1	2.65	2.11	6.87	9.53	6.93	2.00	2.47	7.90	13.13
ซ้ำที่ 2	2.52	2.01	6.27	8.48	4.73	3.00	4.21	8.54	12.87
Ave.	2.58	2.06	6.57	9.00	5.83	2.50	3.34	8.22	13.00

6. **สารพิษตกค้างในองุ่นที่สุ่มจากจุดรวบรวมผลผลิตก่อนส่งไปจำหน่าย**: สำรวจตัวอย่างองุ่น จำนวน 15 ตัวอย่าง จากจังหวัดสมุทรสาคร ราชบุรี สุราษฎร์ธานี และสงขลา ส่วนใหญ่เป็นองุ่นที่ผลิตในพื้นที่อำเภอบ้านแพ้ว จังหวัดสมุทรสาคร แล้วส่งไปจำหน่ายยังทั่วประเทศ **ตรวจพบสารพิษตกค้างเมทโธมิลในทุกตัวอย่าง** ในปริมาณ 0.02 – 3.42 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 6) เกินค่า Codex MRL (0.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) จำนวนมากถึง 13 ตัวอย่าง นอกจากนี้ยังตรวจพบสารพิษตกค้างอีก 6 ชนิด ได้แก่ ไซเปอร์เมทธริน (6 ตัวอย่าง) ไดเมทโธเอต (5 ตัวอย่าง) โพรไธโอฟอส (3 ตัวอย่าง) อีไธออน (3 ตัวอย่าง) คลอร์ไพริฟอส (2 ตัวอย่าง) และ อีพีเอ็น (1 ตัวอย่าง) ในปริมาณที่แตกต่างกันไป

ตารางที่ 6. ปริมาณสารพิษตกค้างเมทโธมิลที่ตรวจพบในองุ่น ที่สุ่มจากจุดรวบรวมผลผลิตองุ่นก่อนส่งไปจำหน่ายยังแหล่งต่างๆ

ที่	ชื่อตัวอย่าง	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด	mg/kg
1	องุ่นเขียว	-	บ้านโป่ง	ราชบุรี	0.12
2	องุ่นเขียว	เจ็ดริ้ว	บ้านแพ้ว	สมุทรสาคร	3.35
3	องุ่นเขียว	หลักสอง	บ้านแพ้ว	สมุทรสาคร	3.42
4	องุ่นเขียว	บ้านแพ้ว	บ้านแพ้ว	สมุทรสาคร	1.86
5	องุ่นเขียว	บ้านแพ้ว	บ้านแพ้ว	สมุทรสาคร	1.27
6	องุ่นเขียว	เจ็ดริ้ว	บ้านแพ้ว	สมุทรสาคร	1.62
7	องุ่นเขียว	คลองตัน	บ้านแพ้ว	สมุทรสาคร	0.42
8	องุ่นเขียว	บ้านแพ้ว	บ้านแพ้ว	สมุทรสาคร	1.35
9	องุ่นแดง	บ้านแพ้ว	บ้านแพ้ว	สมุทรสาคร	2.18
10	องุ่นดำ	บ้านแพ้ว	บ้านแพ้ว	สมุทรสาคร	1.28
11	องุ่นเขียว	บ้านแพ้ว	บ้านแพ้ว	สมุทรสาคร	0.02
12	องุ่นแดง	บ้านแพ้ว	บ้านแพ้ว	สมุทรสาคร	0.95
13	องุ่นดำ	บ้านแพ้ว	บ้านแพ้ว	สมุทรสาคร	0.84
14	องุ่นเขียว	-	หาดใหญ่	สงขลา	0.70
15	องุ่นเขียว	-	เมือง	สุราษฎร์ธานี	0.56

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาสารพิษตกค้างของเมทโธมิลในสวนองุ่นที่ปลูกแบบยกร่องมีน้ำล้อมรอบและทำค้าง โดยพ่นสารเมทโธมิลในอัตราแนะนำ 25 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร พ่นทุก 7 วัน จำนวน 3 ครั้ง ในแต่ละครั้งมีการประเมินความเสี่ยงของการได้รับสารของผู้ฉีดพ่น โดยปิดแผ่นผ้าในบริเวณตำแหน่งต่างๆ ของร่างกาย แล้วเก็บแผ่นผ้าและน้ำล้างมือล้างเท้า นำมาวิเคราะห์หาสารพิษตกค้างเมทโธมิล แล้วนำข้อมูลที่ได้มาประมวลกับข้อมูลทางพิษวิทยาของสารเมทโธมิลเพื่อประเมินความเสี่ยงต่อเกษตรกร พบว่าระดับความเสี่ยงอยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้ และเมื่อภายหลังการพ่นสารครั้งสุดท้าย ได้สุ่มเก็บตัวอย่างองุ่น ดิน น้ำ และปลา มาตรวจวิเคราะห์หาสารพิษตกค้างเมทโธมิล ที่ระยะเวลาต่างๆ ตรวจพบสารพิษตกค้างในองุ่นมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.87, 5.19, 4.86, 2.74, 2.47, 1.48, 1.20 และ 1.04 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แม้ในระยะเก็บเกี่ยว 14 วัน ยังพบสารพิษตกค้างเกินค่า Codex MRL มากถึง 4 เท่า ค่าครึ่งชีวิตของการสลายตัวของสารพิษตกค้างเมทโธมิลในดินมีค่าเท่ากับ 3.4 วัน พบสารพิษตกค้างของเมทโธมิลในน้ำทุกตัวอย่างในระดับต่ำ ส่วนสารพิษตกค้างในปลานิลหรือปลาชนิดอื่นๆ ก็ตรวจพบในปริมาณต่ำ นอกจากนี้ยังสำรวจตัวอย่างองุ่นจากจุดรวบรวมผลผลิตก่อนส่งไปจำหน่ายจำนวน 15 ตัวอย่าง ตรวจพบสารพิษตกค้างเมทโธมิลในทุกตัวอย่างในปริมาณ 0.02 – 3.42 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เกินค่า Codex MRL (0.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) จำนวนมากถึง 13 ตัวอย่าง

พิษต่อผู้ฉีดพ่นสารและพิษต่อสิ่งแวดล้อมของเมทโธมิลในสวนองุ่นยังอยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัย แต่การปลูกองุ่นในร่องสวนที่ทำค้างมีใบปกคลุมมาก ผลองุ่นไม่ได้รับแสงแดดโดยตรง เป็นสาเหตุของการสลายตัวในผลองุ่นค่อนข้างช้า ดังนั้นจึงไม่ควรแนะนำให้ใช้สารเมทโธมิลในองุ่น ซึ่งเป็นพืชที่รับประทานสด เนื่องจากพบสารพิษตกค้างในองุ่นเกินค่า Codex MRL มาก

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มวิจัยกีฏและสัตววิทยา. 2553. คำแนะนำการป้องกันกำจัดแมลงและสัตว์ศัตรูพืช ปี 2553. (พิมพ์ครั้งที่ 17) เอกสารวิชาการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ. 303 หน้า.

ธวัชชัย หงส์ตระกูล ภิญญา จุลินทร วิภา ตั้งนิพนธ์ ผกาสินี อินอ่อน และบังอร ธารพล. 2548. การประเมินความเสี่ยงภัยจากการใช้ dicrotophos ในผักกวางตุ้ง. ผลการปฏิบัติงาน ประจำปีงบประมาณ 2547, เล่มที่ 1, สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 179 – 212.

ปรีชา ฉัตรสันติประภา บังอร ธารพล และพงศ์ศรี ใบอดุลย์. 2549. ศึกษาการแพร่กระจายของวัตถุมีพิษการเกษตรในแม่น้ำท่าจีน. รายงานผลการปฏิบัติงาน ประจำปีงบประมาณ 2548, เล่มที่ 1, สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 188 – 201.

ฝ่ายวัตถุมีพิษ. 2537. การขึ้นทะเบียนวัตถุมีพิษทางการเกษตรในประเทศไทย. กองควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร จัดพิมพ์โดย สมาคมคนไทย-ผู้ประกอบธุรกิจสารเคมีเกษตร. 912 หน้า.

มลิสา เวชยานนท์ และ สิริพร เหลืองสุชนกุล. 2553. ศึกษาการสะสมของสารพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อมบริเวณเกษตรกรรมลุ่มแม่น้ำและคลองแยก. ผลการปฏิบัติงาน ประจำปีงบประมาณ 2552, เล่มที่ 1, สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 263 – 272.

ศักดา ศรีนิเวศน์. 2555. ผลกระทบของสารเคมีที่มีต่อสุขภาพ. ส่วนบริหารศัตรูพืช สำนักพัฒนาคุณภาพสินค้าเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร. http://previously.doae.go.th/report/sukda/pol/ page01.html Available online : 25 พฤษภาคม 2555.

สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร. 2553. ฐานข้อมูลการขอขึ้นทะเบียนวัตถุอันตรายทางการเกษตร. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. http://m.doa.go.th/ard/stat.php

EXTOXNET. 2012. Pesticide Information Profile : Methomyl (Revised 1996). Extention Toxicology Network. http://extoxnet.orst.edu/pips/methomyl.htm Available online, 1 June 2012.

Mahgoub, A.A. and A.H. El-Medany. 2001. Evaluation of chronic exposure of the male rat reproductive system to the insecticide methomyl. *Pharmacol Res.*, 44 (2) : 73-80.

Manawadi S.I. and Kaliwal B.B. 2010. Methomyl induced gonadal dysfunction, biochemical contents and enzyme activities in male albino mice. *International Journal of Biotechnology Applications*, 2 (2): 20-32.

Tomlin, C. D. S. (ed.). 2009. The Pesticide Manual. Fifteenth edition, BCPC (British Crop Production Council), UK. 1457 p.

สำรวจสารพิษตกค้างในผักตระกูลมะเขือ

Pesticide Residues in Aubergine, Brinjal, Eggplant and Tomato

ยงยุทธ ไผ่แก้ว วะนิดา สุขประเสริฐ วีระสิงห์ แสงวรรณ ประภัสสรา พิมพ์พันธุ์
กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

.....

บทคัดย่อ

สุ่มตัวอย่างพืชตระกูลมะเขือ 15 ชนิด ได้แก่ มะเขือเปราะ มะเขือเปราะเหลือง มะเขือเปราะม่วง มะเขือเปราะลาย มะเขือเปราะขาว มะเขือเหลือง มะเขือไข่ มะเขือขาว มะเขือพวง มะเขือยาวม่วง มะเขือยาว มะเขือลาย มะเขือเทศท้อ มะเขือเทศราชินี และมะเขือเทศสีดา จากแหล่งจำหน่ายต่างๆ ของประเทศ รวม 37 จังหวัด จำนวนทั้งสิ้น 325 ตัวอย่าง นำมาตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างของสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต คาร์บาเมท และไพรีทรอยด์ ด้วยเทคนิคทางโครมาโตกราฟฟี โดยใช้ GC-ECD-FPD-NPD, HPLC Post Column Derivatization และ GC-MS ผลปรากฏว่าตรวจพบสารพิษตกค้าง 110 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 33.8 พืชที่พบสารพิษตกค้างบ่อยที่สุดคือ มะเขือยาว จำนวน 21 ตัวอย่าง รองลงไปคือ มะเขือเปราะ มะเขือเทศ และมะเขือพวง (19, 12 และ 12 ตัวอย่าง ตามลำดับ) สารพิษตกค้างที่ตรวจพบรวม 10 ชนิด พบสาร cypermethrin บ่อยครั้งที่สุดถึงร้อยละ 25.5 ของจำนวนตัวอย่างพืชตระกูลมะเขือทั้งหมดที่ทำการสำรวจ แต่พบในปริมาณต่ำที่ระดับ 0.01 – 0.51 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สารอื่นๆ ที่ตรวจพบได้แก่ chlorpyrifos ethion profenofos EPN triazophos bifenthrin dimethoate l-cyhalothrin และ prothiophos ตัวอย่างที่พบสารพิษตกค้างสูงสุดคือ มะเขือม่วง พบสารพิษตกค้าง dimethoate ที่ระดับ 3.25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม อย่างไรก็ตามในภาพรวมของปริมาณสารพิษตกค้างที่ตรวจพบในพืชตระกูลมะเขือมีปริมาณต่ำและยังอยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัย การผลิตมะเขือชนิดหลัก ได้แก่ มะเขือเปราะ มะเขือเทศ และมะเขือยาว แม้มีการพบสารพิษตกค้างประมาณร้อยละ 50 แต่ยังคงพบในปริมาณที่อยู่ในเกณฑ์ปลอดภัย

คำนำ

พืชตระกูลมะเขือเป็นพืชที่นิยมบริโภคในประเทศ เป็นพืชที่ปลูกง่าย เจริญเติบโตและให้ผลตอบแทนเร็ว และสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้นาน เป็นพืชผักเศรษฐกิจและสามารถส่งออกได้ พืชหลักในตระกูลมะเขือ ได้แก่ มะเขือเทศ มะเขือเปราะ มะเขือยาว มะเขือม่วง และมะเขือพวง มะเขือเป็นพืชที่มีศัตรูที่สำคัญคือ เพลี้ยไฟฝ้าย (*Thrips palmi*) หนอนเจาะผลมะเขือ (*Leucinodes orbonalis*) และเพลี้ยจักจั่นฝ้าย (*Amrasca biguttula*) กลุ่มวิจัยกีฏและสัตววิทยา (2553) แนะนำให้ใช้สารเคมีกำจัดแมลงหลายชนิด ได้แก่ อิมิดาโคลพริด ฟิโปรนิล คาร์โบซัลแฟน เบนฟูราคาร์บ เฟนโพรพาทริน โพรไทโอฟอส เบตาไซฟลูทริน ซีตาไซเพอร์เมทธริน ไทโอไดคาร์บ ฟลูไซโคลซูรอน และไซเพอร์เมทธริน ผสมฟอสซาโลน โดยต้องทิ้งระยะเวลาเก็บเกี่ยวแตกต่างกันไปตั้งแต่ 7 – 28 วัน สำหรับโรคพืชตระกูลมะเขือมีหลายชนิด

เช่น โรคผลเน่าแห้งสีดำหรือปลายผลดำ โรคใบแห้งหรือใบจุด โรคราแป้ง สามารถป้องกันกำจัดโดยใส่ปูนขาวรองก้นหลุมก่อนปลูก ใช้กำมะถันผง เบนโนมิล หรือคาร์เบนดาซิมเพื่อป้องกันและกำจัดโรคดังกล่าวได้

Sharma and *et al.* (2010) กล่าวไว้ว่า สารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตมีความคงทนในสิ่งแวดล้อมต่ำและสามารถกำจัดศัตรูพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ เกษตรกรจึงนิยมใช้สารกลุ่มนี้กันอย่างมากทั้งในผักและผลไม้ เมื่อมีการใช้สารเคมีกันอย่างแพร่หลายและต่อเนื่อง ย่อมส่งผลให้เกิดปัญหาสารพิษตกค้างตามมา Iqbal and *et al.* (2009) ได้รายงานผลการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างในพืชตระกูลมะเขือที่สำรวจจากแหล่งจำหน่ายต่างๆ ในประเทศปากีสถานเมื่อปี ค.ศ. 2006 ที่วิเคราะห์ด้วยเทคนิคทาง HPTLC สารพิษตกค้างที่พบบ่อยจำนวน 7 ชนิด ได้แก่ อิมิดาโคลปริด โพรพาไจต์ เอ็นโดซัลแฟน ไดเมทโธเอต เมทไธโอคาร์บ คลอร์มีควอท และ ไพริเมทธานิล สารพิษตกค้างที่พบปริมาณสูง ได้แก่ อิมิดาโคลปริด คาร์โบฟูราน และคลอร์ไพริฟอส สูงสุดที่ระดับ 0.028, 0.034 และ 0.060 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนใหญ่ต่ำกว่าค่า MRL ยกเว้นตัวอย่างที่พบสารพิษตกค้างคลอร์ไพริฟอส เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้เท่ากับ 0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ที่ต้องมีการควบคุมดูแลให้ดีกว่านี้เพราะพบว่าการสำรวจสารพิษตกค้างในปี ค.ศ. 2006 สูงกว่าปี ค.ศ. 2003 เกือบเท่าตัว Lu (2011) ได้วิจัยเกี่ยวกับมะเขือยาว (*Solanum melongena* L.) ซึ่งเป็นพืชผักที่นิยมปลูกกันมากในประเทศฟิลิปปินส์ สารเคมีที่นิยมใช้มีหลายชนิดและที่นิยมกันมาก ได้แก่ chlorantraniliprole, malathion, cypermethrin และ chlorpyrifos และในรายงานของ Lu (2012) ที่ได้ศึกษาสารพิษตกค้างในมะเขือจากแหล่งผลิตใหญ่ของประเทศฟิลิปปินส์ โดยใช้เทคนิคทางแก๊สโครมาโตกราฟฟี ร้อยละ 40 ของตัวอย่าง ตรวจพบสารพิษตกค้างไซเปอร์เมทธรินและคลอร์ไพริฟอส แม้จะมีการใช้สารอื่นอีกหลายชนิดเช่น มาลาไธออนและคลอแรนทรานิลิโพรล แต่ตรวจไม่พบ นอกจากสารพิษตกค้างกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตแล้ว Osman and *et al.* (2010) ตรวจพบสารพิษตกค้างชนิดคาร์บาริล ซึ่งเป็นสารที่นิยมใช้กันมาก ในปริมาณสูงที่สุดในมะเขือที่สุ่มจากตลาดใน Al - Qassim ในประเทศซาอุดิอาระเบีย ที่ระดับ 1.917 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนในประเทศไทยมีการใช้สารเคมีในการผลิตมะเขือหลายชนิด พนิดา และคณะ (2554) ได้ทดลองพ่นสารคาร์โบซัลแฟนบนมะเขือยาว 3 ครั้ง แต่ละครั้งห่างกัน 7 วัน แล้วเก็บผลมะเขือยาวมาตรวจสารพิษตกค้าง พบคาร์โบซัลแฟนตกค้างสูงสุดในปริมาณ 0.48 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ที่วันแรกของการพ่นสารครั้งสุดท้าย และพบปริมาณลดลงอย่างรวดเร็วในวันที่ 2, 5 และ 7 วัน พบในปริมาณ 0.07, 0.04 และ 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ในระหว่างนี้ก็ตรวจพบสารพิษตกค้างคาร์โบฟูรานซึ่งเป็นเมตาโบไลท์ของคาร์โบซัลแฟนด้วย แต่พบในปริมาณต่ำในช่วง 0.01 – 0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมเท่านั้น มาตรฐานสารพาตกค้างของไทยกำหนดให้มีคาร์โบซัลแฟนและคาร์โบฟูรานในพืชตระกูลมะเขือได้ไม่เกิน 0.5 และ 0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

วิธีดำเนินการ

1. **สารเคมีและอุปกรณ์** :

    1.1 วัตถุอันตรายทางการเกษตรรวม 43 ชนิด ได้แก่ กลุ่มออร์กาโนคลอรีน 3 ชนิด กลุ่มไพรีทรอยด์ 7 ชนิด กลุ่มคาร์บาเมต 8 ชนิด และกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต 25 ชนิด

    1.2 อุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างผักตระกูลมะเขือ

1.3 เครื่องแก้วและอุปกรณ์ที่ใช้ในการสกัดและการเตรียมสารมาตรฐาน

1.4 สารเคมีชนิดต่างๆ ได้แก่ acetone, dichloromethane, n-hexane, ethyl acetate, acetonitrile, methanol, sodium sulfate anhydrous ชนิด analytical และ pesticide residue grade

1.5 สารเคมีสำหรับทำ derivatization สำหรับวิเคราะห์ด้วย HPLC-Post column derivatization

1.6 เครื่องมือที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ เช่น เครื่องชั่ง, Homogenizer, rotary vacuum evaporator, nitrogen evaporator

1.7 เครื่องมือวิเคราะห์ชนิด GC-FPD, ECD, NPD, HPLC- Post column derivatization และ GC-MSD (Mass Selective Detector)

2. **วิธีการ** :

สุ่มตัวอย่างจากแหล่งจำหน่ายต่างๆ จาก 37 จังหวัด รวมทั้งหมด 325 ตัวอย่าง เป็นพืชตระกูลมะเขือ 15 ชนิด ได้แก่ มะเขือเปราะ มะเขือเปราะเหลือง มะเขือเปราะม่วง มะเขือเปราะลาย มะเขือเปราะขาว มะเขือเหลือง มะเขือไข่ มะเขือขาว มะเขือพวง มะเขือยาวม่วง มะเขือยาว มะเขือลาย มะเขือเทศท้อ มะเขือเทศราชินี และมะเขือเทศสีดา นำมาตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างของสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต คาร์บาเมท และไพรีทรอยด์ ด้วยเทคนิคทางโครมาโตกราฟฟี โดยใช้ GC-ECD-FPD-NPD, HPLC Post Column Derivatization และ GC-MS

การเตรียมตัวอย่างและการสกัดตัวอย่างโดยสุ่มตัวอย่างมะเขืออย่างน้อย 1 กิโลกรัม หั่นให้เป็นชิ้นเล็กๆ แล้วนำไปปั่นละเอียดอีกครั้งด้วยเครื่องเตรียมตัวอย่าง (Lab Micronizer) คนให้เข้ากันแล้วสุ่มชั่งตัวอย่างละ 25 $\pm$ 0.1 กรัม เก็บสำรองไว้ใน freezer ตัวอย่างละ 2 ซ้ำ สกัดหาสารพิษตกค้าง 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 °C จนเกือบแห้ง ปรับปริมาตรเป็น 5 ml ด้วย ethyl acetate (PR) ถ้าปริมาตรเกินให้ลดปริมาตรด้วยการเป่าด้วยไนโตรเจน และถ่ายลงใน vial สำหรับการวิเคราะห์สารพิษตกค้างด้วย GC (FPD, ECD, NPD) มีการทำ calibration curve โดยนำสารละลายมาตรฐาน ที่มีความเข้มข้น 0.2, 0.5, 1.0 และ 2.0 นาโนกรัมต่อไมโครลิตร ฉีดเข้าเครื่อง GC ที่มีสภาวะการใช้งานที่เหมาะสม สำหรับตัวอย่างที่เตรียมเพื่อวิเคราะห์ด้วย HPLC นำไปเติม PSA และ EnviCarb เขย่าด้วย shaker และปั่นให้ตกตะกอนด้วย centrifuge กรองผ่านเมมเบรน 0.2 ไมครอน แล้วนำไปวิเคราะห์ด้วย HPLC Post Column Derivatization ที่มีสภาวะการใช้งานที่เหมาะสม

คำนวณปริมาณสารพิษตกค้าง โดยวัดค่า retention time ของพีค เปรียบเทียบกับโครมาโตแกรมของสารมาตรฐาน และคำนวณความเข้มข้นของสารพิษตกค้างอีไธออนในสารละลายตัวอย่าง โดยโปรแกรมสำเร็จรูปจากสมการ 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 = 90ml/50ml

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ แปรผลข้อมูลและสรุปข้อมูลช่วงความเข้มข้นของสารพิษตกค้างที่ตรวจพบและเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานสารพิษตกค้าง

เวลาและสถานที่ : ระยะเวลาดำเนินการตั้งแต่ เดือนพฤศจิกายน 2554 – กันยายน 2555 วิเคราะห์สารพิษตกค้าง ณ ห้องปฏิบัติการสารพิษตกค้าง กลุ่มงานวิจัยสารพิษตกค้าง กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพมหานคร

ผลการทดลองและวิจารณ์

สุ่มตัวอย่างพืชตระกูลมะเขือ 15 ชนิด ได้แก่ มะเขือเปราะ มะเขือเปราะเหลือง มะเขือเปราะม่วง มะเขือเปราะลาย มะเขือเปราะขาว มะเขือเหลือง มะเขือไข่ มะเขือขาว มะเขือพวง มะเขือยาวม่วง มะเขือยาว มะเขือลาย มะเขือเทศท้อ มะเขือเทศราชินี และมะเขือเทศสีดา จากแหล่งจำหน่ายต่างๆ ของประเทศ รวม 37 จังหวัด (ตารางที่ 1) จำนวนทั้งสิ้น 325 ตัวอย่าง นำมาตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างของสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต คาร์บาเมท และไพรีทรอยด์ (ตารางที่ 2) ด้วยเทคนิคทางโครมาโตกราฟฟี โดยใช้ GC-ECD-FPD-NPD, HPLC Post Column Derivatization และ GC-MS ผลปรากฏว่า ตรวจพบสารพิษตกค้าง 110 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 33.8 พืชที่พบสารพิษตกค้างมากที่สุดคือ มะเขือยาว จำนวน 21 ตัวอย่าง รองลงไปคือ มะเขือเปราะ มะเขือเทศ และมะเขือพวง (19, 12 และ 12 ตัวอย่าง ตามลำดับ) สารพิษตกค้างที่ตรวจพบรวม 10 ชนิด พบสาร cypermethrin บ่อยครั้งที่สุดถึงร้อยละ 25.5 ของจำนวนตัวอย่างพืชตระกูลมะเขือทั้งหมดที่ทำการสำรวจ แต่พบในปริมาณต่ำที่ระดับ 0.01 – 0.51 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 3) สารอื่นๆ ที่ตรวจพบได้แก่ chlorpyrifos ethion profenofos EPN triazophos bifenthrin dimethoate l-cyhalothrin และ prothiophos ตัวอย่างที่พบสารพิษตกค้างสูงสุดคือ มะเขือม่วง พบสารพิษตกค้าง dimethoate ที่ระดับ 3.25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม อย่างไรก็ตามในภาพรวมของปริมาณสารพิษตกค้างที่ตรวจพบในพืชตระกูลมะเขือมีปริมาณต่ำและยังอยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัย เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานสารพิษตกค้างของไทย Codex (ตารางที่ 4) ญี่ปุ่น และสหภาพยุโรป และเมื่อเปรียบเทียบผลการสำรวจสารพิษตกค้างใน พ.ศ. 2554 และ 2555 พบว่ามีข้อมูลใกล้เคียงกันมาก (ภาพที่ 1 และ 2) การผลิตมะเขือชนิดหลัก ได้แก่ มะเขือเปราะ มะเขือเทศ และมะเขือยาว มีการพบสารพิษตกค้างประมาณร้อยละ 50 แม้จะพบในปริมาณที่อยู่ในเกณฑ์ปลอดภัย เกษตรกรยังคงสามารถผลิตพืชนี้โดยใช้สารเคมีได้ แต่ต้องระมัดระวังในการผลิตเพื่อการส่งออกที่มีการกำหนดค่า MRL ในปริมาณต่ำๆ ของประเทศคู่ค้าเป็นกรณีไป

ตารางที่ 1. จังหวัดและชนิดของมะเขือที่สุ่มตัวอย่าง

จังหวัดที่สำรวจ			ชนิดมะเขือ	
กาญจนบุรี	นครศรีธรรมราช	ราชบุรี	มะเขือเทศท้อ	มะเขือขาว
กาฬสินธุ์	นครสวรรค์	ลพบุรี	มะเขือเทศราชินี	มะเขือพวง
ขอนแก่น	ปทุมธานี	สกลนคร	มะเขือเทศสีดา	มะเขือยาว
จันทบุรี	ประจวบคีรีขันธ์	สงขลา	มะเขือเปราะ	มะเขือยาวม่วง
ฉะเชิงเทรา	พระนครศรีอยุธยา	สระบุรี	มะเขือเปราะ(เหลือง)	มะเขือลาย
ชลบุรี	พิษณุโลก	สิงห์บุรี	มะเขือเปราะ(ขาว)	
ชัยนาท	เพชรบุรี	สุพรรณบุรี	มะเขือเปราะ(ม่วง)	
ชุมพร	เพชรบูรณ์	สุราษฎร์ธานี	มะเขือเปราะ(ลาย)	
ตราด	มหาสารคาม	หนองคาย	มะเขือเหลือง	
นครปฐม	มุกดาหาร	อ่างทอง	มะเขือไข่	
นครพนม	ระยอง	อุดรธานี		
นครราชสีมา				

ตารางที่ 2. ชนิดของสารพิษตกค้างที่ทำการวิเคราะห์

กลุ่มสารที่วิเคราะห์	ชนิดสารที่ตรวจวิเคราะห์
กลุ่มออร์กาโนคลอรีน	a-endosulfan, b-endosulfan และ endosulfan sulphate
กลุ่มไพรีทรอยด์	bifenthrin, l-cyhalothrin, permethrin, cyfluthrin, cypermethrin, fenvalerate และ deltamethrin
กลุ่มคาร์บาเมต	methomyl, 3-OH-carbofuran, carbofuran, carbaryl, isoprocarb, methiocarb, promecarb และ fenobucarb
กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต	DDVP, mevinphos, dicrotophos, dimethoate, chlorpyrifos, parathion-m, parathion-e, profenofos, methamidophos, omethoate, monocrotophos, chlorpyrifos-m, pirimiphos-m, pirimiphos-e, prothiophos, triazophos, acephate, diazinon, malathion, fenitrothion, methidathion, ethion, EPN, phosalone และ azinphos-e

ตารางที่ 3. ผลการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างในมะเขือ

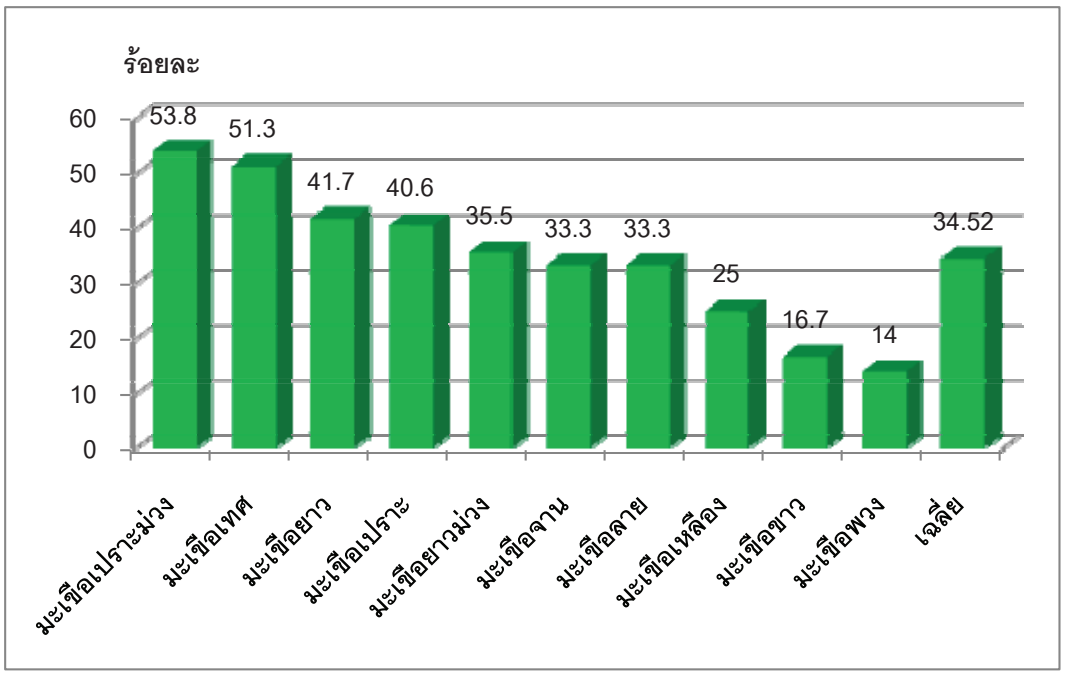
หน่วย : mg/kg

สารพิษ	จำนวนตัวอย่างที่ตรวจพบ	%ที่พบ	ต่ำสุด	สูงสุด
cypermethrin	83	25.5	0.01	0.51
chlorpyrifos	27	8.3	0.01	0.21
ethion	16	4.9	0.01	1.17
profenofos	12	3.7	0.05	6.92
EPN	7	2.2	0.02	0.12
triazophos	3	0.9	0.02	0.09
bifenthrin	3	0.9	0.02	0.06
dimethoate	3	0.9	0.04	3.25
L-cyhalothrin	1	0.3	0.03	-
prothiophos	1	0.3	0.01	-

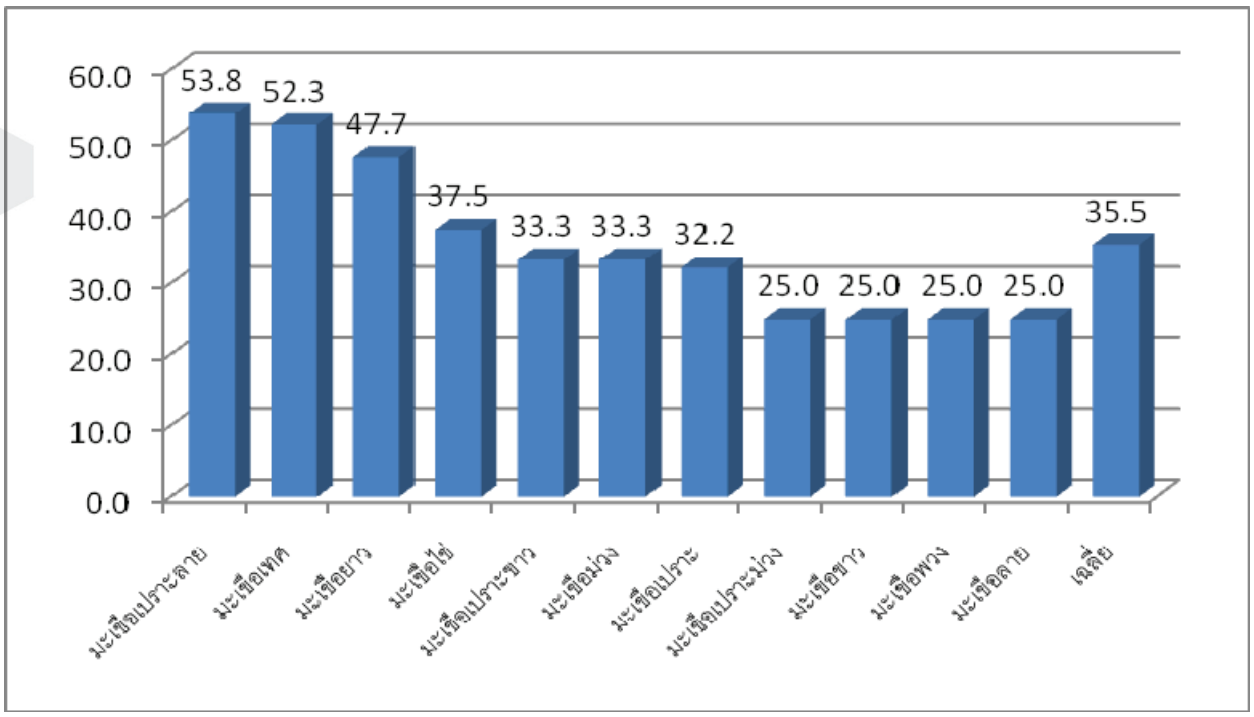
ตารางที่ 4. ค่ามาตรฐานสารพิษตกค้างในมะเขือของ Codex (JMPR, 2011) และ ประเทศไทย (มกอช, 2551)

ชนิดสาร	Codex MRL
Cypermethrins	0.03
Endosulfan	0.1
Hexythiazox	0.1
Imidacloprid	0.2
Cyfluthrin	0.2
Cyprodinil	0.2
Fenpropathrin	0.2
Bifenthrin	0.3
Fludioxonil	0.3
Pyraclostrobin	0.3
Propamocarb	0.3
Indoxacarb	0.5
Metaflumizone	0.6
Thiacloprid	0.7
Carbaryl	1
Chlorpyrifos-Methyl	1
Permethrin	1
Fenhexamid	2

พืช	ชนิดสาร	Thai MRL
มะเขือเทศ	chlorothalonil	5
	carbendazim/benomyl	0.5
	carbosulfan	0.5
	carbofuran	0.1
	cypermethrin	0.5
	deltamethrin	0.3
	dicofol	1
	dithiocarbamates	2
	dimethoate	2
	paraquat	0.05
	profenofos	2
	fenvalerate	1
	phosalone	1
	malathion	0.5
	methomyl	0.5
	ethion	0.3
มะเขือเปราะ	carbosulfan	0.5
	phosalone	1
	abamectin	0.02
มะเขือยาว	carbosulfan	0.5
	phosalone	0.5
มะเขืออื่นๆ ไม่รวมมะเขือเทศ	cypermethrin	0.2
	methomyl	0.2
	ethion	0.3



ภาพที่ 1. เปรียบเทียบร้อยละของสารพิษตกค้างในมะเขือที่สำรวจในปี พ.ศ. 2554



ภาพที่ 2. เปรียบเทียบร้อยละของสารพิษตกค้างในมะเขือที่สำรวจในปี พ.ศ. 2555

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

สุ่มตัวอย่างพืชตระกูลมะเขือ 15 ชนิด จากแหล่งจำหน่ายต่างๆ ของประเทศ รวม 37 จังหวัด จำนวนทั้งสิ้น 325 ตัวอย่าง นำมาตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างของสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต คาร์บาเมท และไพรีทรอยด์ ด้วยเทคนิคทางโครมาโตกราฟฟี ผลปรากฏว่า ตรวจพบสารพิษตกค้าง 110 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 33.8 สารพิษตกค้างที่ตรวจพบรวม 10 ชนิด พบสาร cypermethrin บ่อยครั้งที่สุดถึงร้อยละ 25.5 ของจำนวนตัวอย่างพืชตระกูลมะเขือทั้งหมดที่ทำการสำรวจ แต่พบในปริมาณต่ำที่ระดับ 0.01 – 0.51 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สารอื่นๆ ที่ตรวจพบได้แก่ chlorpyrifos ethion profenofos EPN triazophos bifenthrin dimethoate l-cyhalothrin และ prothiophos การผลิตมะเขือชนิดหลัก ได้แก่ มะเขือเปราะ มะเขือเทศ และมะเขือยาว แม้มีการพบสารพิษตกค้างประมาณร้อยละ 50 แต่ยังคงพบในปริมาณที่อยู่ในเกณฑ์ปลอดภัย เกษตรกรยังคงสามารถผลิตพืชนี้โดยใช้สารเคมีได้ แต่ต้องระมัดระวังในการผลิตเพื่อการส่งออกที่มีการกำหนดค่า MRL ในปริมาณต่ำๆ ของประเทศคู่ค้า

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. ข้อมูลที่ได้จากการศึกษา นำไปพิจารณาการใช้สารของเกษตรกร การเลือกบริโภคของผู้บริโภค และการวางแผนจัดการการใช้สารเคมีที่พบตกค้างบ่อย

2. ได้ข้อมูลเพื่อแนะนำให้เกษตรกร ให้ทิ้งระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตมะเขือเพื่อจำหน่ายให้ผู้บริโภคอย่างเหมาะสม บริโภคได้ทั้งในประเทศและต่างประเทศ โดยคำนึงถึงเรื่องความปลอดภัยในการบริโภคอาหาร

3. เป็นข้อพิจารณาในการบริโภคของผู้บริโภค การเฝ้าระวังสารพิษตกค้างในพืชผัก และการระมัดระวังในการผลิตมะเขือของเกษตรกร

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มวิจัยกีฏและสัตววิทยา. 2553. คำแนะนำการป้องกันกำจัดแมลงและสัตว์ศัตรูพืช ปี 2553. (พิมพ์ครั้งที่ 17) เอกสารวิชาการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ. 303 หน้า.

พนิดา ไชยยันต์บูรณ์ จินตนา ภู่มงกุฎชัย บุญทวีศักดิ์ บุญทวี และ สุพัตรี หนูสังข์. 2554. วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของคาร์โบซัลแฟน (carbosulfan) ในมะเขือยาวเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (MRLs) ครั้งที่ 1 และ 2. ผลการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ 2553 (เล่มที่ 1). สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด กรุงเทพฯ. หน้า 127–136.

มกอช. 2551. มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ มกอช. 9002-2551 “สารพิษตกค้าง : ปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด. สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 52 หน้า.

สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร. 2554. ฐานข้อมูลการนำเข้าวัตถุอันตรายทางการเกษตร. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. http://m.doa.go.th/ard/stat.php

Chai, L.K.; Zaidel, N.D. and H.C.B. Hansen. 2012. A rapid multi-residue method for the determination of pesticide residues in choi sum, yardlong beans and aubergines. *Food Chemistry* 131 (2) : 611 – 616.

DG SANCO. 2010. EU Pestcide Database. http://ec.europa.eu/sanco_pesticides/public/index

Iqbal, M.F.; Maqbool, U.; Perveez, I.; Farooq, M. and M.R. Asi. 2009. Monitoring of insecticide residues in brinjal collected from market of Noshera Virkan, Pakistan. Journal of Animal and Plant Sciences 19 (2) : 90 - 93.

Japan MRL. 2010. Positive List System for Agricultural Chemical Residues in Foods. The Japan Food Chemical Research Foundation. http://www.m5.ws001.squarestart.ne.jp.

JMPR. 2011. Residues of Pesticides in Food and Animal Feeds. Codex Committee on Pesticide Residues 41st Session.

Lu, J.L. 2012. Remove from marked Records Pesticide residues in eggplant during dry and wet seasons in Sta. Maria, Pangasinan. *Philippine Journal of Crop Science* 37 (3) : 93 - 98.

Lu, J.L. 2011. Insecticide Residues in Eggplant Fruits, Soil, and Water in the Largest Eggplant-Producing Area in the Philippines. *Water, Air, & Soil Pollution* 220 : 413 - 422.

Osman, K.A.; Al-Humaid, A.M.; Al-Rehiayani, S.M. and K.N. Al-Redhaiman. 2010. Monitoring of pesticide residues in vegetables marketed in Al-Qassim region, Saudi Arabia. Ecotoxicology and Environmental Safety 73 (6) : 1433-1439.

Sharma, D.; Nagpal, A.; Pakade, Y.B. and J.K. Katnoria. 2010. Analytical methods for estimation of organo phosphorus pesticide residues in fruits and vegetables: A review. *Talanta* 82 (4) : 1077 – 1089.

Steinwandter, H. 1985. Universal 5 min on-line Method for Extraction and Isolating Pesticide Residues and Industrial Chemicals. Fresenius Z. Chem. No. 1155.

ศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างในพืชผักตระกูลแตง

Monitoring of pesticides residues in cucurbits

ศศิมา มั่งนิมิตร์[1] ลักษมี เดชานุรักษ์นุกูล[1] วิทยา บัวศรี[1] นงพะงา โอลเสน[2]

กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

.....

บทคัดย่อ

สำรวจและสุ่มเก็บตัวอย่างพืชตระกูลแตงจำนวน 6 ชนิด ได้แก่ แตงกวา แตงโม มะระ บวบ ฟักเขียว และฟักทอง ระหว่างเดือนตุลาคม 2553 - กันยายน 2555 รวม 566 ตัวอย่าง จากแหล่งจำหน่ายในภาคต่างๆ ของประเทศไทย รวม 6 ภาค คือ ภาคกลาง ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออก ภาคตะวันตก และภาคใต้ โดยจำแนกตัวอย่างได้ดังนี้ แตงกวา 131 ตัวอย่าง แตงโม 98 ตัวอย่าง บวบ 102 ตัวอย่าง มะระ 107 ตัวอย่าง ฟักเขียว 81 ตัวอย่าง ฟักทอง 36 ตัวอย่าง พบสารพิษตกค้างจำนวนตัวอย่าง 74 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 13.07 ของตัวอย่างทั้งหมด พบสารเกินค่าความปลอดภัยจำนวน 30 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 5.3 ของตัวอย่างทั้งหมด โดยมะระเป็นพืชที่พบสารพิษตกค้างสูงสุด รองลงมาได้แก่ บวบ แตงกวา แตงโม และฟักเขียว ตามลำดับ ส่วนฟักทองตรวจไม่พบสารพิษตกค้างในทุกตัวอย่าง ชนิดของสารตกค้างที่พบมาก 3 อันดับแรก คือ cypermethrin methomyl และ carbendazim

คำนำ

พืชตระกูลแตงจัดอยู่ในวงศ์ cucurbits ซึ่งได้แก่ แตงโม แตงกวา มะระ บวบ ฟักเขียว ฟักทอง เป็นต้น พืชในกลุ่มนี้มีหลายชนิดที่เป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจเพราะสามารถปลูกได้ทั่วทุกภูมิภาคของประเทศไทย และปลูกได้เกือบทุกฤดู บางชนิดมีอายุปลูกถึงเก็บเกี่ยวสั้น เช่น แตงกวา บวบ มะระ แต่บางชนิดมีอายุปลูกถึงเก็บเกี่ยวยาวถึง 5 เดือน เช่น ฟักทอง จึงทำให้มีการดูแลและการใช้สารเคมีเพื่อการป้องกันกำจัดที่แตกต่างกันไป ศัตรูพืชที่สำคัญของพืชตระกูลแตง ได้แก่ เพลี้ยอ่อน เพลี้ยไฟ ด้วงเต่าแตง แมลงวันผลไม้ ส่วนโรคพืชที่มักพบบ่อย ได้แก่ โรคราน้ำค้าง โรคใบด่าง โรคผลเน่า โรคแอนแทรคโนส โรคราแป้ง เป็นต้น เนื่องจากพืชตระกูลแตงเป็นพืชอวบน้ำซึ่งง่ายต่อการเข้าทำลายของแมลงและโรคดังกล่าว เกษตรกรผู้ปลูกจึงต้องใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชหลายชนิดในการผลิตพืชตระกูลแตง สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่แนะนำให้ใช้กับพืชตระกูลแตง ได้แก่ carbaryl imidacloprid metalaxyl hexaconazole เป็นต้น ด้วยเหตุที่มีการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชหลายชนิด บางชนิดเช่น carbofuran ซึ่งมีคำแนะนำให้ใช้รองก้นหลุมเมื่อหยอดเมล็ดหรือย้ายกล้าปลูกเพื่อป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟและแมลงปากดูด ควบคุมแมลงได้ประมาณ 15-20 วัน และใช้ได้เพียงครั้งเดียวต่อหนึ่งฤดูการปลูกสำหรับแตงโมและแตงกวา เนื่องจากมีพิษตกค้างนาน สารชนิดนี้ห้ามใช้

---

[1] กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

[2] กลุ่มพัฒนาการตรวจสอบพืชและปัจจัยการผลิต สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1

สำหรับพืชผักส่งออกไปสหภาพยุโรป การศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างในพืชผักตระกูลแตง จึงเป็นการเฝ้าระวังสารพิษตกค้างในผักจากแหล่งจำหน่าย เพื่อนำข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากผลวิเคราะห์นำมารวบรวมสรุป ประเมินสถานการณ์ทางด้านสารพิษตกค้างเสนอต่อกรมวิชาการเกษตร เพื่อประกอบการพิจารณาแก้ไขปัญหาการใช้วัตถุมีพิษ และลดปัญหาการที่ไม่สามารถส่งสินค้าออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศ เพื่อให้ประเทศไทยมีผลผลิตที่ปลอดภัยสำหรับผู้บริโภคทั้งในประเทศและต่างประเทศ สามารถเป็นครัวของโลกได้อย่างแท้จริง

วิธีดำเนินการ

1. อุปกรณ์

1.1 Teflon centrifuge tubes ขนาด 50 มิลลิลิตร

1.2 Auto - pipette ขนาด 0.1-1 มิลลิลิตร

1.3 เครื่องชั่งไฟฟ้าชนิดทศนิยม 5 ตำแหน่ง 3 ตำแหน่งและ 2 ตำแหน่ง

1.4 เครื่องบดตัวอย่าง (Food processor) และเครื่องผสมตัวอย่าง (Vortex mixer)

1.5 เครื่องแก้วชนิดต่างๆ เช่น volumetric flask, beaker, cylinder

1.6 เครื่องตรวจวิเคราะห์ชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างของวัตถุมีพิษ ชนิด Gas Chromatography (GC)

2. สารเคมี

2.1 สารมาตรฐาน 133 ชนิด

2.3 Acetonitrile, Hexane และ Toluene ชนิด Pesticide grade (J.T baker)

2.4 Anhydrous Magnesium sulfate (ACS powder-Fisher)

2.5 Sodium chloride ชนิดAnalytical grade (Merck)

2.6 SPE sorbent ชนิด Primary-Secondary-Amine (PSA varian)

3. วิธีการ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ

3.1 การวางแผนการเก็บตัวอย่าง

3.2 การสกัดตัวอย่าง

3.3 การตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC และ LC-MS/MS

1) การวางแผนการเก็บตัวอย่าง วางแผนการเก็บตัวอย่างพืชตระกูลแตงระหว่าง จำนวน 6 ชนิด ได้แก่ แตงกวา แตงโม มะระ บวบ ฟักเขียว และฟักทอง ชนิดละประมาณ 50 ตัวอย่างจากแหล่งจำหน่ายผักในจังหวัดต่างๆ ทั่วราชอาณาจักรไทย รวม 6 ภาค คือ

ภาคเหนือ 5 จังหวัด	ได้แก่ เชียงใหม่ เชียงราย ตาก พิษณุโลก นครสวรรค์
ภาคกลาง 6 จังหวัด	ได้แก่ นครปฐม นครนายก สุพรรณบุรี ปทุมธานี อยุธยา สมุทรสงคราม
ภาคตะวันตก 3 จังหวัด	ได้แก่ ราชบุรี กาญจนบุรี ประจวบคีรีขันธ์
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 5 จังหวัด	ได้แก่ นครราชสีมา ขอนแก่น อุดรธานี กาฬสินธ์ สกลนคร
ภาคใต้ 5 จังหวัด	ได้แก่ ชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช พัทลุง สงขลา

2) การสกัดตัวอย่าง การสกัดสารพิษตกค้างตามวิธีการของ Anastassiades (2003) ชั่งตัวอย่าง 10 กรัม ใส่ centrifuge tubes ขนาด 50 มิลลิลิตร เติม acetonitile จำนวน 10 มิลลิลิตร ปิดฝาเขย่าด้วย vortex mixer นาน 1 นาที เติม sodium chloride 1.0 กรัม และ magnesium sulfate 4 กรัม ปิดฝาแล้ว เขย่าด้วย vortex mixer นาน 1 นาที นำไป centrifuge ที่ความเร็วรอบ 4,000 rpm นาน 5 นาที แล้วใช้ auto pipette ดูดสารละลายส่วนบน 2 มิลลิลิตร ใส่ micro centrifuge tube ที่ใส่ PSA 0.05 กรัม และ magnesium sulfate 0.3 กรัม ไว้แล้ว เขย่า ด้วย vortex mixer นาน 30 วินาที นำไป centrifuge อีกครั้ง นาน 5 นาที แบ่งสารละลายที่สกัดจากขั้นตอนนี้ นำไปตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC และ LC-MS/MS โดยสารละลายที่จะตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC จะทำการเปลี่ยนสารละลายโดยนำไปลดปริมาตรด้วยแก๊สไนโตรเจนจนเกือบแห้ง ปรับปริมาตรด้วยตัวทำละลายที่เหมาะสมสำหรับหัวตรวจวัดของเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟแต่ละชนิด

3)การตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC และ LC-MS/MS โดยวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่มออร์กาโนคลอรีน ออร์กาโนฟอสฟอรัส กลุ่มไพรีทรอยด์ กลุ่มคาร์บาเมท และกลุ่มป้องกันกำจัดเชื้อรา รวม 133 ชนิด

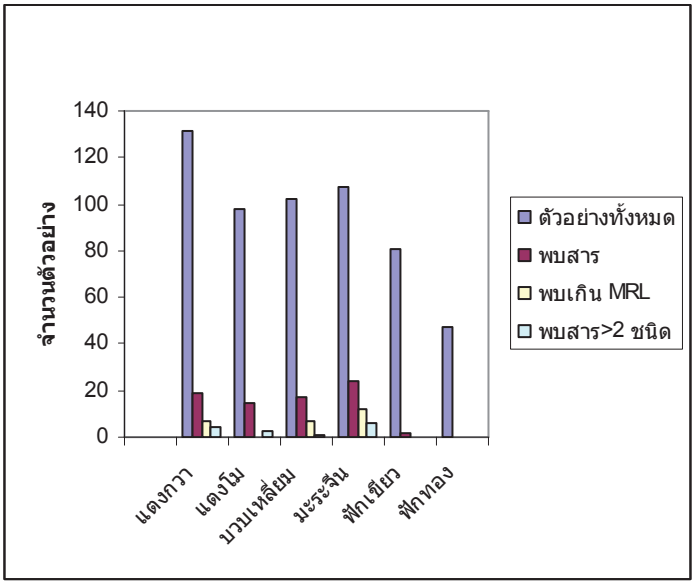
ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างในพืชผักตระกูลแตง 6 ชนิดได้แก่ แตงกวา แตงโม มะระ บวบ ฟักเขียว และฟักทอง ชนิดละประมาณ 50 ตัวอย่าง จากแหล่งจำหน่ายผัก ในจังหวัดต่างๆ ทั่วราชอาณาจักรไทย รวม 6 ภาค คือ ภาคกลาง ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออก ภาคตะวันตก และภาคใต้ ระหว่างเดือนตุลาคม 2553 – กันยายน 2555 จำนวนรวม 566 ตัวอย่าง แบ่งเป็นตัวอย่างในปี 2554 จำนวน 287 ตัวอย่าง ตัวอย่างในปี 2555 จำนวน 279 ตัวอย่าง (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1. ชนิดและจำนวนตัวอย่างตามแผนการสำรวจและจำนวนตัวอย่างที่ได้จากเก็บตัวอย่าง

ชนิดพืช	จำนวนของตัวอย่างปี2554		จำนวนของตัวอย่างปี2555	
	แผน	ผล	แผน	ผล
แตงกวา	50	67	50	64
แตงโม	50	47	50	51
มะระ	50	48	50	59
บวบ	50	43	50	59
ฟักเขียว	50	35	50	46
ฟักทอง	50	47	0	0
รวม	300	287	250	279

โดยจำแนกตัวอย่างได้ดังนี้ แตงกวา 131 ตัวอย่าง แตงโม 98 ตัวอย่าง บวบ 102 ตัวอย่าง มะระ 107 ตัวอย่าง ฟักเขียว 81 ตัวอย่าง ฟักทอง 36 ตัวอย่าง ผลการตรวจวิเคราะห์สารพิษในตัวอย่างทั้งหมด 566 ตัวอย่าง พบสารพิษตกค้าง จำนวน 77 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ13.6ของตัวอย่างทั้งหมด พบสารเกินค่าความปลอดภัยจำนวน 26 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 4.59 ของตัวอย่างทั้งหมด พบสารพิษตกค้างมากกว่า 2 ชนิด ในหนึ่งตัวอย่างจำนวน 14 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 2.47 ของตัวอย่างทั้งหมด เมื่อเปรียบเทียบสารพิษตกค้างในพืชตระกูลแตงทั้ง 6 ชนิด พบว่ามะระเป็นพืชที่พบสารพิษตกค้างสูงสุด ส่วนแตงกวาและบวบเป็นพืชที่พบสารพิษตกค้างรองลงมาตามลำดับ ฟักทองเป็นพืชที่ตรวจไม่พบสารพิษตกค้างในทุกตัวอย่าง (ตารางที่ 2 และภาพที่ 1)



ภาพที่ 1. จำนวนตัวอย่างที่ตรวจพบสารพิษตกค้างในพืชตระกูลแตง

ตารางที่ 2. ชนิดของพืชตระกูลแตงที่ตรวจพบสารตกค้าง

ชนิดพืช	ตัวอย่างทั้งหมด	ตัวอย่างที่พบ		เกินค่าความปลอดภัย		พบสารพิษตกค้างมากกว่า 2 ชนิด	
		จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
แตงกวา	131	19	14.5	7	5.3	4	3.1
แตงโม	98	15	15.3	0	0.0	3	3.1
บวบ	102	17	16.7	7	6.9	1	1.0
มะระ	107	24	22.4	12	11.2	6	5.6
ฟักเขียว	81	2	2.5	0	0.0	0	0.0
ฟักทอง	47	0	0.0	0	0.0	0	0.0
รวม	566	77	13.6	26	4.6	14.00	2.5

แตงกวา ตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง จำนวน 133 ตัวอย่าง พบสารพิษตกค้าง 19 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 14.28 ของตัวอย่างแตงกวาทั้งหมด มีตัวอย่างที่พบสารพิษตกค้างเกินค่าปลอดภัย 7 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 5.34 ของตัวอย่างแตงกวาทั้งหมด โดยสารพิษตกค้างที่ตรวจพบในแตงกวาจำแนกได้ดังนี้ ตรวจพบสารพิษตกค้างมากกว่า 2 ชนิด จำนวน 5 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 3.75 ของตัวอย่างแตงกวาทั้งหมด วัตถุมีพิษที่ตรวจพบมีจำนวน 11 ชนิด (ตารางที่ 3) ส่วนใหญ่ที่พบ 3 อันดับ ได้แก่ metalaxyl, carbendazim และ cypermethrin โดยตรวจพบร้อยละ 6.01, 4.6 และ 3.1 ของตัวอย่างแตงกวาทั้งหมด ตรวจพบ metalaxyl 8 ตัวอย่าง ปริมาณ 0.01 - 0.14 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณที่พบไม่เกินค่าความปลอดภัยพบ carbendazim 6 ตัวอย่าง ปริมาณ 0.01 - 0.08 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณที่พบเกินค่าความปลอดภัย 4 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 6.3 ของตัวอย่างแตงกวาทั้งหมด พบ cypermethrin 4 ตัวอย่าง ปริมาณ 0.01-0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณที่พบไม่เกินค่าความปลอดภัย

ตารางที่ 3. สารพิษตกค้างของวัตถุมีพิษในแตงกวาจำนวน133 ตัวอย่างพบ19 ตัวอย่าง

ชนิดของวัตถุมีพิษ	ตัวอย่างที่พบ		ปริมาณสารพิษตกค้าง (มก./กก.)	ตัวอย่างเกินค่าความปลอดภัย		ค่า MRL (มก./กก.)		
	จำนวน	ร้อยละ		จำนวน	ร้อยละ	Codex	EU	Japan
cypermethrin	4	3.1	0.01-0.05	0	0	0.07	0.2	0.5
acephate	1	0.8	0.06	1	1.6	-	0.02	5
acetamiprid	1	0.8	0.03	0	0	-	0.3	2
carbendazim	6	4.6	0.01-0.08	4	6.3	0.05	0.1	3
carbofuran	1	0.8	0.01	0	0	-	0.02	0.5
cymoxanil	1	0.8	0.05	0	0	-	0.5	2
ethion	1	0.8	0.11	1	1.6	-	0.01	0.3
metalaxyl	8	6.1	0.01-0.14	0	0	0.5	0.5	1
omethoate	1	0.8	0.02	0	0	-	-	1
chlorpyrifos	1	0.8	0.04	-	-	-	0.05	0.05
dimethoate	1	0.8	0.13	1	1.49	-	0.02	1.0

- วัตถุมีพิษไม่ได้กำหนดค่า MRL

แตงโม ตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง จำนวน 98 ตัวอย่าง พบสารพิษตกค้าง 15 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 15.3 ของตัวอย่างแตงโมทั้งหมด มีตัวอย่างที่พบสารพิษตกค้างเกินค่าปลอดภัย 7 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 5.34 ของตัวอย่างแตงโมทั้งหมด โดยสารพิษตกค้างที่ตรวจพบในแตงโมจำแนกได้ดังนี้ ตรวจพบสารพิษตกค้างมากกว่า 2 ชนิด จำนวน 3 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 3.1 ของตัวอย่างแตงโมทั้งหมด วัตถุมีพิษที่ตรวจพบมีจำนวน 6 ชนิด (ตารางที่ 4) ส่วนใหญ่ที่พบ 3 อันดับ ได้แก่ cypermethrin carbendazim และ methomyl โดยตรวจพบร้อยละ

7.1, 3.1 และ 2.0 ของตัวอย่างแตงโมทั้งหมด ตรวจพบ cypermethrin 7 ตัวอย่าง ปริมาณ 0.01 - 0.06 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณที่พบไม่เกินค่าความปลอดภัย พบ carbendazim 6 ตัวอย่าง ปริมาณ 0.01 - 0.03 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมปริมาณที่พบไม่เกินค่าความปลอดภัย พบ methomyl 2 ตัวอย่าง ปริมาณ 0.01-0.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณที่พบไม่เกินค่าความปลอดภัย

ตารางที่ 4. สารพิษตกค้างของวัตถุมีพิษในแตงโม จำนวน 98 ตัวอย่าง พบ 15 ตัวอย่าง

ชนิดของวัตถุมีพิษ	ตัวอย่างที่พบ		ปริมาณสารพิษตกค้าง (มก./กก.)	ตัวอย่างเกินค่าความปลอดภัย		ค่า MRL (มก./กก.)		
	จำนวน	ร้อยละ		จำนวน	ร้อยละ	Codex	EU	Japan
cypermethrin	7	7.1	0.01-0.06	0	0	-	0.2	2
acephate	1	1.0	0.07	0	0	-	0.2	0.5
carbendazim	3	3.1	0.01-0.03	0	0	-	0.1	3
carbofuran	1	1.0	0.01	0	0	-	0.02	0.3
metalaxyl	1	1.0	0.02	0	0	0.2	0.2	0.2
methomyl	2	2.0	0.01-0.02	0	0	-	0.1	1

- วัตถุมีพิษไม่ได้กำหนดค่า MRL

บวบ ตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง จำนวน 102 ตัวอย่าง พบสารพิษตกค้าง 18 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 17.6 ของตัวอย่างบวบทั้งหมด มีตัวอย่างที่พบสารพิษตกค้างเกินค่าปลอดภัย 6 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 5.34 ของตัวอย่างบวบทั้งหมด โดยสารพิษตกค้างที่ตรวจพบในบวบจำแนกได้ดังนี้ ตรวจพบสารพิษตกค้างมากกว่า 2 ชนิด จำนวน 1 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 3.1 ของตัวอย่างบวบทั้งหมด วัตถุมีพิษที่ตรวจพบมีจำนวน 6 ชนิด (ตารางที่ 5) ส่วนใหญ่ที่พบ 3 อันดับ ได้แก่ cypermethrin carbendazim และ methomyl โดยตรวจพบร้อยละ 7.1, 3.1 และ 2.0 ของตัวอย่างบวบทั้งหมดตรวจพบ cypermethrin 7 ตัวอย่าง ปริมาณ 0.01 - 0.06 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณที่พบไม่เกินค่าความปลอดภัย พบcarbendazim 6 ตัวอย่าง ปริมาณ 0.01 - 0.03 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณที่พบไม่เกินค่าความปลอดภัยพบ methomyl 2 ตัวอย่างปริมาณ 0.01 - 0.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณที่พบไม่เกินค่าความปลอดภัย

ตารางที่ 5. สารพิษตกค้างของวัตถุมีพิษในบวบ จำนวน 102 ตัวอย่างพบ 18 ตัวอย่าง

ชนิดของวัตถุมีพิษ	ตัวอย่างที่พบ		ปริมาณสารพิษตกค้าง (มก./กก.)	ตัวอย่างเกินค่าความปลอดภัย		ค่า MRL (มก./กก.)		
	จำนวน	ร้อยละ		จำนวน	ร้อยละ	Codex	EU	Japan
cypermethrin	10	9.8	0.04-0.14	2	4.6	0.07	0.2	0.05
carbendazim	1	1.0	0.02	0	0	3	0.1	-
epoxiconazole	1	1.0	0.02	0	0	0.2	0.05	-
methomyl	2	2.0	0.01	0	0	-	0.1	3
thiabendazole	1	1.0	0.01	0	0	-	0.02	0.5
chlorpyrifos	3	2.9	0.03-0.18	1	0.9	-	0.05	-

- วัตถุมีพิษไม่ได้กำหนดค่า MRL

มะระ ตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง จำนวน 107 ตัวอย่าง พบสารพิษตกค้าง 24 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 22.43 ของตัวอย่างมะระทั้งหมด มีตัวอย่างที่พบสารพิษตกค้างเกินค่าปลอดภัย 12 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 11.21 ของตัวอย่างมะระทั้งหมด โดยสารพิษตกค้างที่ตรวจพบในมะระจำแนกได้ดังนี้ ตรวจพบสารพิษตกค้างมากกว่า 2 ชนิด จำนวน 7 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 6.5 ของตัวอย่างมะระทั้งหมด วัตถุมีพิษที่ตรวจพบมีจำนวน 11 ชนิด (ตารางที่6) ส่วนใหญ่ที่พบ 2 อันดับ ได้แก่ cypermethrin และ metalaxyl โดยตรวจพบร้อยละ 10.3 และ 3.1 ของตัวอย่างมะระทั้งหมด ตรวจพบ cypermethrin 7 ตัวอย่างปริมาณ 0.03-0.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณที่พบเกินค่าความปลอดภัยจำนวน 9 ตัวอย่างพบ metalaxyl 4 ตัวอย่าง ปริมาณ 0.01- 0.03 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณที่พบไม่เกินค่าความปลอดภัย

ตารางที่ 6. สารพิษตกค้างของวัตถุมีพิษในมะระ จำนวน 107 ตัวอย่าง พบ 24 ตัวอย่าง

ชนิดของวัตถุมีพิษ	ตัวอย่างที่พบ		ปริมาณสารพิษตกค้าง (มก./กก.)	ตัวอย่างเกินค่าความปลอดภัย		ค่า MRL (มก./กก.)		
	จำนวน	ร้อยละ		จำนวน	ร้อยละ	Codex	EU	Japan
cypermethrin	11	10.3	0.03-0.3	9	8.4	0.07	0.2	0.05
carbaryl	1	0.9	0.01	0	0	-	0.5	10
carbendazim	3	2.8	0.01-0.13	1	0.9	-	0.1	3
dimethoate	1	0.9	0.01	0	0	-	-	1
epoxiconazole	1	0.9	0.01	0	0	-	0.5	-
metalaxyl	4	3.7	0.01-0.04	0	0	0.2	0.05	-
methomyl	2	1.9	0.01-0.02	0	0	0.2	0.2	0.2
omethoate	2	1.9	0.02-0.03	0	0	-	-	2
parathion-methyl	1	0.9	0.07	1	0.9	-	0.02	1
acephate	1	0.9	0.24	0	0	-	0.02	0.5
diazinon	3	2.8	0.01-0.47	1	0.9	-	0.01	0.1

- วัตถุมีพิษไม่ได้กำหนดค่า MRL

ฟักเขียว ตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างจำนวน 81 ตัวอย่าง พบ chlorpyrifos 2 ตัวอย่าง ปริมาณ 0.05 - 0.09 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 2.47 ของตัวอย่างฟักเขียวทั้งหมด มีตัวอย่างที่พบสารพิษตกค้างเกินค่าปลอดภัย 1 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 1.23 ของตัวอย่างฟักเขียวทั้งหมด (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7. สารพิษตกค้างของวัตถุมีพิษในฟักเขียว จำนวน 81 ตัวอย่าง พบ 2 ตัวอย่าง

ชนิดของวัตถุมีพิษ	ตัวอย่างที่พบ		ปริมาณสารพิษตกค้าง (มก./กก.)	ตัวอย่างเกินค่าความปลอดภัย		ค่า MRL (มก./กก.)		
	จำนวน	ร้อยละ		จำนวน	ร้อยละ	Codex	EU	Japan
chlorpyrifos	2	2.47	0.05-0.09	2	2.47	-	0.05	0.01

- วัตถุมีพิษไม่ได้กำหนดค่า MRL

ฟักทอง ตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างจำนวน 38 ตัวอย่าง ตรวจไม่พบสารพิษตกค้างในทุกตัวอย่าง สาเหตุอาจเนื่องจากฟักทองเป็นพืชที่มีอายุตั้งแต่ปลูกถึงการเก็บเกี่ยวนาน 4 - 5 เดือน เมื่อเทียบกับพืชตระกูลแตงชนิดอื่นซึ่งมีอายุการปลูกถึงเก็บเกี่ยวที่สั้นกว่าเพียง 1 - 3 เดือน

จากผลการทดลองทั้งหมดพบว่า cypermethrin เป็นสารที่พบมากที่สุดในตัวอย่างพืชตระกูลแตงทั้ง 6 ชนิด โดยพบในมะระ 11 ตัวอย่าง บวบ 10 ตัวอย่าง แตงโม 7 ตัวอย่าง และแตงกวา 4 ตัวอย่าง และพบเกินค่าความปลอดภัย 11 ตัวอย่าง เมื่อเทียบกับค่า Codex MRL สารที่พบมากเป็นอันดับสอง ได้แก่ carbendazim โดยพบในแตงกวา 6 ตัวอย่าง มะระ 3 ตัวอย่าง แตงโม 3 ตัวอย่าง และบวบ 1 ตัวอย่าง พบเกินค่าความปลอดภัย 4 ตัวอย่าง ในแตงกวา เมื่อเทียบกับค่า Codex MRL และ 1 ตัวอย่างในมะระเมื่อเทียบกับ EU-MRL มะระเป็นพืชที่ตรวจพบสารพิษตกค้างมากที่สุดในพืชตระกูลแตงทั้งหมด โดยพบจำนวนตัวอย่างที่พบสารพิษตกค้างมากที่สุดถึงร้อยละ 22.4 และมีตัวอย่างที่เกินค่าความปลอดภัยสูงที่สุดถึงร้อยละ 11.21

สรุปผลการทดลอง

จากผลการสำรวจตัวอย่างพืชตระกูลแตงจำนวน 6 ชนิด แก่ แตงกวา แตงโม บวบ มะระ ฟักเขียวและฟักทอง จำนวนรวม 566 ตัวอย่าง พบสารพิษตกค้าง 77 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 13.6 ของตัวอย่างทั้งหมด พบตัวอย่างเกินค่าปลอดภัย 26 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 4.59 ตรวจพบสารพิษตกค้างมากกว่า 2 ชนิด จำนวน 14 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 2.47 มะระเป็นพืชที่ตรวจพบสารพิษตกค้างมากที่สุดในพืชตระกูลแตงทั้งหมด โดยพบจำนวนตัวอย่างที่พบสารพิษตกค้างมากที่สุดถึงร้อยละ 22.4 และมีตัวอย่างที่เกินค่าความปลอดภัยสูงที่สุดถึงร้อยละ 11.21 ฟักทองเป็นพืชที่ตรวจไม่พบสารพิษตกค้างเลยในทุกตัวอย่าง cypermethrin เป็นสารที่พบบ่อยที่สุดในตัวอย่างทั้งหมด และพบเกินค่าความปลอดภัยจำนวน 11 ตัวอย่าง รองลงมา ได้แก่ carbendazim พบเกินค่าปลอดภัย 5 ตัวอย่าง จึงควรจะต้องเฝ้าระวังและแนะนำให้เกษตรกรใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชอย่างถูกต้องและเหมาะสม ไม่ใช้มากเกินความจำเป็นและเว้นระยะการใช้สารเพื่อเก็บเกี่ยวผลผลิตตามคำแนะนำของฉลากวัตถุอันตราย เพื่อเป็นการคุ้มครองผู้บริโภคทั้งในประเทศและต่างประเทศ อันจะทำให้ผลผลิตไทยปลอดภัยจากสารพิษสามารถแข่งขันกับประเทศอื่นได้ ซึ่งส่งผลดีทั้งต่อเกษตรกรและผู้บริโภค เพื่อให้การเกษตรของไทยยั่งยืนสืบไป

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. ได้ข้อมูลพื้นฐานชนิดและปริมาณสารพิษตกค้าง ในการตรวจติดตามเฝ้าระวังการใช้สารในพืชตระกูลแตง เพื่อนำไปใช้ในการควบคุม กำกับ การใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตรให้ถูกต้องและเหมาะสม

2. ได้ทราบสถานการณ์การใช้สารเคมีในพืชตระกูลแตง เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาการกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มกีฏและสัตววิทยา. 2553. คำแนะนำการป้องกันกำจัดแมลงและสัตว์ศัตรูพืช. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 303 หน้า.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2551 ค่า MRL สารพิษตกค้างของประเทศไทย Available Source: http://www.acfs.go.th/standard/download/residue_limits.pdf

Anastassiades, M., Lehotay, S. J., Stajnbaher, D. and Schenck,F.J. 2003. “Fast and Easy Multiresidue Method Employing Acetonitrile Extraction/Partitioning and “Dispersive Solid-Phase Extraction”Solid - Phase Extraction” for the Determination of Pesticide Residues in Produce”. J AOAC. 86: 412-431.

การศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างในไม้ผลตระกูลส้ม

Determination of pesticide residues in Citrus fruits

สมสมัย ปาลกูล ประชาธิปัตย์ พงษ์ภิญโญ วิษณุ แจ้งใบ ปฏิมาภรณ์ สังข์น้อย
กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

.....

บทคัดย่อ

การศึกษาชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างในไม้ผลตระกูลส้ม เป็นการศึกษาเพื่อให้ทราบสถานการณ์เฝ้าระวังและติดตามตรวจสอบสารพิษตกค้างของวัตถุมีพิษจากการใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดโรคแมลงและศัตรูพืชและนำข้อมูลที่ได้นี้ไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการกำหนดมาตรการแก้ไขปัญหาสารพิษตกค้างของวัตถุมีพิษในไม้ผลตระกูลส้มในอนาคตเมื่อได้รับการแจ้งเตือนจากตลาดต่างประเทศและคุ้มครองผู้บริโภคภายในประเทศ โดยสำรวจสุ่มเก็บตัวอย่างจากแหล่งจำหน่ายจาก ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออก และภาคใต้ ในปี พ.ศ. 2555 รวมทั้งหมด 225 ตัวอย่าง จำแนกเป็นส้มชนิดต่างๆ จำนวน 124 ตัวอย่างและส้มโอชนิดต่างๆ จำนวน 101 ตัวอย่าง นำตัวอย่างมาสกัดโดยวิธีการของ Steiwandter (1985) และวิธีการ QuEChERS, Anastassiades (2003) ตรวจวิเคราะห์ชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างของวัตถุมีพิษกลุ่มต่างๆ ได้แก่ กลุ่มออร์แกโนฟอสเฟต กลุ่มออร์แกโนคลอรีน กลุ่มคาร์บาเมท กลุ่มไพรีทรอยด์ และอื่นๆ โดยแยกวิเคราะห์ส้ม แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือส้มทั้งผล (เนื้อรวมเปลือก) และเนื้อส้มอย่างเดียว ผลการวิเคราะห์ส้มทั้งผล (เนื้อรวมเปลือก) จำนวน 124 ตัวอย่าง พบสารพิษตกค้าง ทุกตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 100 ของตัวอย่างที่วิเคราะห์ และจำแนกชนิดสารพิษตกค้างของวัตถุมีพิษในตัวอย่างส้มทั้งผลพบ 30 ชนิด ซึ่งวัตถุมีพิษที่พบส่วนใหญ่ได้แก่ carbendazim carbofuran + 3OH cypermethrin chlorpyrifos ethion profenofos pyridaben formetanate lambda-cyhalothrin malathion carbaryl tetradifon dimethoate methomyl และ omethoate ส้มทั้งผลหนึ่งตัวอย่าง พบสารพิษตกค้างของวัตถุมีพิษตั้งแต่ 1-18 ชนิด ซึ่งตัวอย่างที่พบวัตถุมีพิษ 7 - 8 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 15 และตัวอย่างที่พบวัตถุมีพิษ 14 -18 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 1 ของตัวอย่างที่วิเคราะห์ ตัวอย่างส้มที่พบปริมาณสารพิษตกค้างของวัตถุมีพิษอยู่ในระดับปลอดภัย คิดเป็นร้อยละ 49 ของตัวอย่างที่วิเคราะห์ และตัวอย่างส้มที่พบสารพิษตกค้างของวัตถุมีพิษเกินค่าปลอดภัย คิดเป็นร้อยละ 51 ของตัวอย่างที่วิเคราะห์ ได้แก่ carbendazim carbofuran+3OH profenofos ethion formetanate spiromesifen lambda-cyhalothrin diazinon phenthoate triazophos hexaconazole cypermethrin และ parathion-methyl สำหรับการตรวจวิเคราะห์เนื้อส้มอย่างเดียว พบสารพิษตกค้างของวัตถุมีพิษเพียง 3 ชนิดเท่านั้นคือ carbendazim dimethoate และ omethoate ปริมาณอยู่ในระดับต่ำมาก แสดงให้เห็นว่าสารพิษตกค้างส่วนใหญ่ตกค้างอยู่ในส่วนเปลือก ฉะนั้นควรล้างเปลือกส้มก่อนปอกเปลือกรับประทาน เพื่อช่วยลดการปนเปื้อนได้ระดับหนึ่ง

ส้มโอวิเคราะห์ทั้งผล (เนื้อรวมเปลือก) จำนวน 101 ตัวอย่าง พบสารพิษตกค้างของวัตถุมีพิษ 74 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 75 ของตัวอย่างที่วิเคราะห์ และจำแนกชนิดสารพิษตกค้างของวัตถุมีพิษในตัวอย่างส้มโอพบ 17 ชนิด ซึ่งวัตถุมีพิษที่พบส่วนใหญ่ได้แก่ carbendazim cypermethrin ethion chlorpyrifos formetanate และ profenofos

ตัวอย่างส้มโอพบปริมาณสารพิษตกค้างของวัตถุมีพิษอยู่ในระดับปลอดภัยเป็นส่วนใหญ่ คิดเป็นร้อยละ 99 ของตัวอย่างที่วิเคราะห์ และพบสารพิษตกค้างของ carbendazim เกินค่าปลอดภัยเพียง 1 ตัวอย่างเท่านั้น ส้มโอหนึ่งตัวอย่างพบสารพิษตกค้างของวัตถุมีพิษตั้งแต่ 1 – 8 ชนิด และตัวอย่างส่วนใหญ่จะพบวัตถุมีพิษ 1 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 37 ของตัวอย่างที่วิเคราะห์ ตัวอย่างรองลงมาพบ 2 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 19 ของตัวอย่างที่วิเคราะห์ และตรวจไม่พบวัตถุมีพิษ ร้อยละ 27 ของตัวอย่างที่วิเคราะห์

คำนำ

ส้มและส้มโอเป็นไม้ผลกึ่งเมืองร้อนตระกูลส้ม สามารถปลูกและเจริญเติบโตได้ดีเกือบทุกภาคของประเทศไทย ส้มที่ปลูกในพื้นที่ที่มีอากาศเย็นโดยเฉพาะภาคเหนือ จะช่วยให้ผิวของผลส้มมีสีเหลืองเข้มมากขึ้น 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 ฉะนั้นเกษตรกรจึงต้องผลิตส้มและส้มโอพันธุ์ต่างๆ ให้ได้ตามความต้องการของตลาดเพื่อบริโภคภายในประเทศแล้ว ยังสามารถส่งออกไปจำหน่ายต่างประเทศปีละหลายสิบล้านบาท โดยมีตลาดส่วนใหญ่อยู่ในทวีปเอเชีย เช่น มาเลเซีย สิงคโปร์ ฮ่องกง อินโดนีเซีย กัมพูชา ตลาดบางประเทศในยุโรป และประเทศทางตะวันออกกลาง

การผลิตส้มและส้มโอนั้น มีปัญหาเรื่องโรค แมลง และศัตรูพืชหลายชนิดเข้าทำลาย เกิดความเสียหาย ทำให้ผลผลิตลดลง คุณภาพไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคและตลาดผู้รับซื้อ ดังนั้นการผลิตให้ได้คุณภาพดีและเพิ่มปริมาณผลผลิต ให้ได้ตามความต้องการของตลาดนั้น มีความจำเป็นต้องใช้วัตถุมีพิษ เพื่อป้องกันกำจัดโรค แมลง และศัตรูพืช ซึ่งเกษตรกรจะต้องมีความรู้ความเข้าใจการใช้สารเคมีอย่างเหมาะสม ถูกต้อง ตรงตามฉลากและปลอดภัย เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาสารพิษตกค้างในผลผลิต ซึ่งเป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของเกษตรกรผู้ใช้ ผู้บริโภค และการส่งออกไปจำหน่ายต่างประเทศ ตลอดจนส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม ตกค้างในดิน และปนเปื้อนในแหล่งน้ำ

ฉะนั้นการศึกษาชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างในไม้ผลตระกูลส้ม เพื่อให้ได้ข้อมูลพื้นฐานด้านสารพิษตกค้างในส้มและส้มโอ จากการใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดโรค แมลง และศัตรูพืช จึงจำเป็นจะต้องสุ่มเก็บตัวอย่างส้มและส้มโอชนิดต่างๆ จากแหล่งจำหน่ายภาคต่างๆ ของประเทศไทย เพื่อให้ได้ข้อมูลดังกล่าวนำไปประกอบการศึกษาความรุนแรงของผลกระทบและการเฝ้าระวังสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่มีพิษร้ายแรง หรือมีความคงทนในสภาพแวดล้อมต่อไป

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

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), silica gel, magnesium sulfate anhydrous ($MgSO_4$), tri sodium citrate, disodium hydrogen citrate 1, 5 hydrate, Graphitized carbon black (GCB) และ formic acid

2. สารมาตรฐานวัตถุมีพิษชนิดต่างๆ (Pesticide Standards) มีความบริสุทธิ์ 81- 99 %

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

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

วิธีการ

1. **สุ่มเก็บตัวอย่างส้มชนิดต่าง ๆ** ตัวอย่างละ 12 ผล หรือน้ำหนักไม่น้อยกว่า 2 กิโลกรัม และส้มโอชนิดต่างๆ ตัวอย่างละ 5 ผล จากแหล่งจำหน่ายทุกภาคของประเทศไทยดังนี้

ภาคเหนือ	ได้แก่ เชียงราย เชียงใหม่ สุโขทัย พิษณุโลก
ภาคตะวันออก	ได้แก่ ระยอง จันทบุรี
ภาคกลาง	ได้แก่ นครนายก ปราจีนบุรี ปทุมธานี นครปฐม ราชบุรี สมุทรสงคราม ชัยนาท กรุงเทพมหานคร กาญจนบุรี นนทบุรี
ภาคใต้	ได้แก่ สงขลา ชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช

2. **การเตรียมตัวอย่าง**

2.1 ตัวอย่างส้ม แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ วิเคราะห์ส้มทั้งผล (เปลือกรวมเนื้อ) และเนื้อส้มอย่างเดียว

2.2 ตัวอย่างส้มโอ วิเคราะห์ส้มโอทั้งผล (เปลือกรวมเนื้อ)

2.3 การสกัดตัวอย่าง แบ่งออกเป็น 2 วิธี

วิธีการที่ 1 ดัดแปลงจากวิธีวิเคราะห์รวม ของ Steinwandter (1985) ชั่งตัวอย่างส้ม/ส้มโอ 25 กรัม ใส่ในขวดแก้วสกัดด้วย acetone AR grade 50 มิลลิลิตร sodium chloride 8 กรัม และ dichloromethane AR grade 40 มิลลิลิตร ปั่นที่ความเร็วสูงนาน 1 นาที เทสารละลายลงในขวดที่มีฝาปิด และเติม sodium sulfate ประมาณ 30 กรัม เขย่าให้เข้ากัน ปิดฝา ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที แล้วกรองสารละลาย ผ่าน sodium sulfate 50 มิลลิลิตร ลงในขวดก้นกลมขนาด 250 มิลลิลิตร นำไปลดปริมาตรสารละลายโดยใช้เครื่อง Rotary evaporator อุณหภูมิ water bath 40 องศาเซลเซียส ลดปริมาตรจนแห้งพอดีและปรับปริมาตรด้วย ethyl acetate PR grade 5 มิลลิลิตร แบ่งสารละลายเพื่อวิเคราะห์ชนิดและปริมาณของวัตถุมีพิษด้วยเครื่อง GC-FPD และ GC-MS และแบ่งสารละลายผ่านขั้นตอนการกำจัดสารปนเปื้อนเพื่อนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC-ECD และ HPLC-postcolumn

วิธีการที่ 2 จากวิธีการ QuEChERS Anastassiades (2003) ชั่งตัวอย่างส้ม/ส้มโอ 10 กรัมใส่ใน centrifuge tube เติม acetonitrile 10 มิลลิลิตร เขย่าด้วยมือนาน 1 นาที และเติม tri sodium citratedihydrate 1 กรัม, disodium hydrogen citrate 1,5 hydrate 0.5 กรัม, magnesium sulfate 4 กรัม และ sodium chloride 1 กรัม เขย่าด้วย Vortex mixture 1 นาที นำไปcentrifuge นาน 5 นาที แบ่งสารละลายส่วนใสมา 5 มิลลิลิตร ใส่ใน centrifuge tube

ขนาด 15 มิลลิลิตร กำจัดสิ่งปนเปื้อนด้วย PSA 0.125 กรัม และ $MgSO_4$ 0.75 กรัม GCB 0.05 กรัม ปิดฝาและเขย่าทันทีด้วย Vortex mixture 1 นาที นำไป centrifuge นาน 5 นาที กรองสารละลายส่วนใสผ่าน PTFE Syringe Filters ขนาด 0.2 ไมครอน ลงในขวด vial และเติม 5% Formic acid 10 ไมโครลิตร นำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง LC-MS/MS

2.4. การเตรียมสารมาตรฐานวัตถุมีพิษ

เตรียมสารมาตรฐานวัตถุมีพิษชนิดต่างๆ มีความบริสุทธิ์ 81-99% ละลายด้วยสารละลายที่เหมาะสม ระดับความเข้มข้น 1,000 ppm (1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) เป็น stock standard solution และเจือจาง stock standard solution ลง 10 เท่าด้วยสารละลายที่เหมาะสม ได้สารละลายความเข้มข้นระดับ 100 ppm (100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) เป็น intermediate standard solution และเตรียมสารมาตรฐานวัตถุมีพิษผสมระดับความเข้มข้นที่ใช้งานตามความเหมาะสมของเครื่องวิเคราะห์ชนิดนั้นๆ

2.5. การวิเคราะห์สารพิษตกค้าง

- เครื่องตรวจวิเคราะห์ Gas Chromatograph (GC) GC-ECD ปรับสภาวะการทำงานดังนี้

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: N_2 = 60 ml/min

GC-FPD ปรับสภาวะการทำงานดังนี้

Column: capillary column DB-5.62 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางยาว 0.32 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 (20.3 min) Run time : 35 min

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

Carrier gas: He 2 ml/min H_2 = 150 ml/min Air = 110 ml/min

makeup gas: N_2= 60 ml/min

- เครื่องตรวจวิเคราะห์ GC/MS Single Quadrupole ปรับสภาวะการทำงานดังนี้

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 (10 min) Run time: 31.5 min

Injector: splitless mode: 250°C

Detector: 5973N mass selective detector (scan mode)

Carrier gas: He ที่ความดันคงที่

- เครื่องตรวจวิเคราะห์ High Performance Liquid Chromatograph (HPLC) HPLC – postcolumn ปรับสภาวะการทำงานดังนี้

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

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

Detector: Fluorescenc Injection volume: 20 ไมโครลิตร

Solvent A: water 92% Solvent B: MeOH 3% Solvent C: ACN 5%

- เครื่องตรวจวิเคราะห์ Liquid Chromatograph/Mass Spectrometer/Mass Spectrometer (LC-MS/MS) ปรับสภาวะการทำงานดังนี้

Column: Kinetex XB-C18 100A (2.6μm) 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%

ระยะเวลาและสถานที่ เดือนตุลาคม 2554 – กันยายน 2555

สถานที่ดำเนินการ: ห้องปฏิบัติการกลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการสำรวจเก็บตัวอย่างไม้ผลตระกูลส้มจากแหล่งจำหน่ายในภาคเหนือ ภาคตะวันออก ภาคกลาง และภาคใต้ ในปี 2555 จำนวน 225 ตัวอย่าง ได้แก่ ส้ม จำนวน 124 ตัวอย่าง และ ส้มโอ จำนวน 101 ตัวอย่าง (ตารางที่ 1) ตรวจวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างของวัตถุมีพิษ กลุ่มออร์แกโนฟอสเฟต ออร์แกโนคลอรีน กลุ่มไพรีทรอยด์ กลุ่มคาร์บาเมท และอื่นๆ พบสารตกค้างของวัตถุมีพิษ จำนวน 174 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 77 ของตัวอย่างทั้งหมด

ส้มชนิดต่างๆ ได้แก่ ส้มเขียวหวาน ส้มสายน้ำผึ้ง และส้มโชกุน จำนวน 124 ตัวอย่าง โดยแยกวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วน คือ วิเคราะห์ส้มทั้งผล (เนื้อรวมเปลือก) และวิเคราะห์เนื้อส้มอย่างเดียว ผลวิเคราะห์ส้มทั้งผลพบสารพิษตกค้างของวัตถุมีพิษทุกตัวอย่าง ปริมาณสารพิษตกค้างอยู่ในระดับปลอดภัยร้อยละ 49 ของตัวอย่างที่วิเคราะห์ และจำแนกชนิดสารพิษตกค้างของวัตถุมีพิษในตัวอย่างได้ 30 ชนิด ซึ่งวัตถุมีพิษที่พบมาก 6 อันดับแรก คือ carbendazim, carbofuran, cypermethrin, chlorpyrifos, ethion และprofenofos คิดเป็นร้อยละ 81, 81, 68, 68, 57 และ 54 ตามลำดับ ถึงแม้ว่าจะพบสารพิษตกค้างของ cypermethrin และ chlorpyrifos ในส้มมากกว่าร้อยละ 50 แต่ปริมาณสารพิษตกค้างอยู่ในระดับปลอดภัย และพบว่าสารพิษตกค้างของ profenofos เกินค่าปลอดภัยมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 34 และรองลงคือ ethion, diazinon และ carbendazim คิดเป็นร้อยละ 13, 10 และ 10 ตามลำดับ สำหรับวัตถุมีพิษที่กรมวิชาการเกษตรประกาศห้ามใช้ในประเทศไทยแล้วนั้นคือ parathion-methyl ยังคงตรวจพบคิดเป็นร้อยละ 2 และถือว่าเกินค่าปลอดภัย (ตารางที่ 2) จากการวิเคราะห์ชนิดของวัตถุมีพิษในหนึ่งตัวอย่างจะตรวจ

พบสารพิษตกค้างของวัตถุมีพิษจำนวนมากบ้างน้อยบ้างแตกต่างกันไป ตั้งแต่ 1-18 ชนิด ซึ่งจะพบวัตถุมีพิษในหนึ่งตัวอย่าง 7- 8 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 15 และพบวัตถุมีพิษในหนึ่งตัวอย่าง 14-18 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 1 (ตารางที่ 3) สำหรับผลการวิเคราะห์เนื้อส้มอย่างเดียว พบสารพิษตกค้างของวัตถุมีพิษ 3 ชนิด ได้แก่ carbendazim, dimethoate และ omethoate ปริมาณสารพิษตกค้างอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับสารพิษตกค้างในส้มทั้งผล (ตารางที่ 4) เมื่อจำแนกจังหวัดที่สุ่มเก็บตัวอย่างส้มพบว่าตัวอย่างส้มทั้งผลจากทุกจังหวัดตรวจพบสารพิษตกค้างทุกตัวอย่าง นอกจากนี้ตัวอย่างในจังหวัดระยอง กาญจนบุรี นนทบุรี ชุมพร นครศรีธรรมราช และ สงขลา พบปริมาณสารพิษตกค้างอยู่ในระดับปลอดภัยและตัวอย่างในจังหวัดอื่นๆ จะพบปริมาณสารพิษตกค้างสูงเกินค่าปลอดภัย คิดเป็นร้อยละ 1-19 ของตัวอย่างทั้งหมด (ตารางที่ 5)

ส้มโอพันธุ์ต่างๆ ได้แก่ ทองดี ขาวแตงกวา ขาวน้ำผึ้ง ขาวใหญ่ ท่าข่อย ทับทิมสยาม และหอมหาดใหญ่ จำนวน 101 ตัวอย่าง ตรวจวิเคราะห์ส้มโอทั้งผล (เนื้อรวมเปลือก) พบสารพิษตกค้างของวัตถุมีพิษ 74 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ75 ของตัวอย่างที่วิเคราะห์ ปริมาณสารพิษตกค้างของวัตถุมีพิษอยู่ในระดับปลอดภัยร้อยละ 99 ของตัวอย่างที่วิเคราะห์ และพบสารพิษตกค้างของ carbendazim ปริมาณสูงเกินค่าปลอดภัยเพียง 1 ตัวอย่าง และจำแนกชนิดของสารพิษตกค้างของวัตถุมีพิษพบ 17 ชนิด วัตถุมีพิษที่พบมาก 4 อันดับแรก ได้แก่ carbendazim, cypermethrin, ethion และ chlorpyrifos คิดเป็นร้อยละ 37, 35, 22 และ 19 ตามลำดับ นอกจากนี้วัตถุมีพิษชนิดอื่นๆ พบอยู่ในระดับต่ำกว่าร้อยละ 8 (ตารางที่ 6) จากการจำแนกชนิดของวัตถุมีพิษตกค้างในหนึ่งตัวอย่างพบตั้งแต่ 1- 8 ชนิด และส้มโอส่วนใหญ่จะมีวัตถุมีพิษตกค้าง 1 และ 2 ชนิด ร้อยละ 37และ 19 ตามลำดับ (ตารางที่ 7) เมื่อจำแนกแยกจังหวัดที่สุ่มเก็บตัวอย่างจาก 13 จังหวัด ตรวจพบสารพิษตกค้างอยู่ในระดับปลอดภัยเป็นส่วนใหญ่ ยกเว้นปราจีนบุรี พบปริมาณสารพิษตกค้างสูงเกินค่าปลอดภัย 1 ตัวอย่างเท่านั้น (ตารางที่ 8)

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างของวัตถุมีพิษในไม้ผลตระกูลส้ม พบว่าเกษตรกรมีการใช้วัตถุมีพิษในการป้องกันกำจัดโรคแมลงศัตรูพืชมากทั้งชนิดและปริมาณ บางครั้งอาจใช้เกินความจำเป็นและขาดความระมัดระวังส่งผลกระทบให้วัตถุมีพิษตกค้างในผลผลิต ซึ่งจากการวิเคราะห์ส้มชนิดต่างๆ ตรวจพบสารพิษตกค้างในตัวอย่างส้มทั้งผลทุกตัวอย่าง และมีปริมาณเกินค่าปลอดภัยร้อยละ 51 สำหรับเนื้อส้ม วิเคราะห์พบสารพิษตกค้างของวัตถุมีพิษปริมาณค่อนข้างต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับส้มทั้งผล แสดงให้เห็นว่าสารพิษตกค้างของวัตถุมีพิษส่วนใหญ่ตกค้างอยู่ในเปลือกส้มเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นการบริโภคส้มให้ปลอดภัยยิ่งขึ้น ควรทำความสะอาดเปลือกภายนอกก่อนปอกเปลือกรับประทาน ช่วยลดการปนเปื้อนได้ สำหรับส้มโอตรวจพบสารพิษตกค้างร้อยละ 75 ปริมาณสารพิษตกค้างอยู่ในระดับปลอดภัยร้อยละ 99 เป็นการชี้ให้เห็นว่า ส้มโอเป็นพืชหนึ่งที่มีศักยภาพ สามารถขยายตลาดส่งออกเพิ่มต่อไปได้ ไม่มีปัญหาด้านสารพิษตกค้าง จากการตรวจพบสารพิษตกค้างของ profenofos และ ethion ในไม้ผลตระกูลส้ม บ่อยครั้ง และมีปริมาณเกินค่าปลอดภัยจำนวนมากนั้น เกษตรกรควรระมัดระวังหรือหลีกเลี่ยงการใช้วัตถุมีพิษทั้ง 2 ชนิด ฉีดพ่นในไม้ผลตระกูลส้มในระยะก่อนเก็บเกี่ยว เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาสารตกค้างของวัตถุมีพิษในผลผลิตและปลอดภัยต่อผู้ใช้ ผู้บริโภค และลดปัญหาการตกค้างของวัตถุมีพิษก่อนส่งออกไปจำหน่ายต่างประเทศ นอกจากนี้ ส้มยังคงมีการตรวจพบวัตถุมีพิษที่ทางราชการประกาศห้ามใช้แล้วคือ parathion-methyl ดังนั้น

กรมวิชาการเกษตรควรเพิ่มความเข้มงวด มาตรการบังคับใช้วัตถุมีพิษทางการเกษตรโดยเคร่งครัดและเผยแพร่การใช้วัตถุมีพิษอย่างถูกต้องเหมาะสมและปลอดภัยให้แก่เกษตรกรทราบ เพื่อให้เกิดความเป็นอยู่ที่ดีของผู้ใช้ ผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อม

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. ข้อมูลพื้นฐานด้านสารพิษตกค้างของวัตถุมีพิษในไม้ผลตระกูลส้มนี้นำไปใช้เป็นแนวทางแก้ปัญหา สารพิษตกค้างและกำหนดมาตรการแก้ไขปัญหาการส่งออก เมื่อได้รับการแจ้งเตือนจากตลาดต่างประเทศ

2. ได้ทราบสถานการณ์สารพิษตกค้างในไม้ผลตระกูลส้มซึ่งเป็นพืชที่มีศักยภาพขยายการผลิต เพื่อสร้างตลาดส่งออกเพิ่มขึ้นในอนาคต

3. ข้อมูลนี้สามารถนำไปใช้เผยแพร่ให้แก่ เจ้าหน้าที่ผู้เกี่ยวข้อง เกษตรกรและประชาชนทั่วไป ทราบถึงผลกระทบจากการใช้วัตถุมีพิษอย่างไม่ถูกต้องและไม่เหมาะสมนั้น ก่อให้เกิดปัญหาสารพิษตกค้าง ซึ่งมีผลเสียต่อสุขภาพอนามัยของเกษตรกร ผู้ใช้ ผู้บริโภคภายในประเทศและสิ่งแวดล้อม และส่งผล กระทบต่อการส่งออกไปจำหน่ายต่างประเทศ

4. ข้อมูลการตรวจวิเคราะห์พบวัตถุมีพิษที่ทางราชการประกาศห้ามใช้แล้วนั้นจะนำเสนอกรมวิชาการเกษตรเพื่อพิจารณาตรวจสอบการจำหน่ายวัตถุมีพิษทางการเกษตรในร้านค้ารวมถึงการลักลอบนำเข้าโดย ผิดกฎหมายอย่างเคร่งครัด

เอกสารอ้างอิง

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

Anonymous. 2006. Maximum Residue Limits Under Positive List System Food Sanitation Law: Japan

Anonymous. 2010. EU Pesticide Data base Residue

Anonymous. 2012. Codex Alimentarius commission, List of Maximum Residue Limits for Pesticide Residues in Food and Animal Feeds.

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.

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.

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

ลำดับที่	ชนิด	ตัวอย่างที่พบ		ปริมาณสารพิษตกค้าง	ตัวอย่างเกินค่าปลอดภัย	
		จำนวน	ร้อยละ	(มก./กก.)	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

ตารางที่ 2. (ต่อ) ชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างของวัตถุมีพิษในส้มชนิดต่างๆ จำนวน 124 ตัวอย่าง

ลำดับที่	ชนิด	ตัวอย่างที่พบ		ปริมาณสารพิษตกค้าง(มก./กก.)	ตัวอย่างเกินค่าปลอดภัย	
		จำนวน	ร้อยละ		จำนวน	ร้อยละ
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	-	-
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 ** พิจารณาค่าปลอดภัย Codex

*** พิจารณาค่าปลอดภัย Japan **** พิจารณาค่าปลอดภัย EU

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
18	1	1

ตารางที่ 4. ชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างในเนื้อส้มจำนวน 124 ตัวอย่าง

ลำดับ	ชนิด	ตัวอย่างที่พบ		ปริมาณ	ตัวอย่างเกินค่าปลอดภัย	
		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. แหล่งจำหน่ายที่เก็บตัวอย่างส้มชนิดต่างๆ จำนวน 124 ตัวอย่าง

แหล่งจำหน่าย ภาค/จังหวัด		จำนวนตัวอย่างที่วิเคราะห์	ตัวอย่างที่พบ		ตัวอย่างเกินค่าปลอดภัย	
			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
	ราชบุรี	10	10	100	4	3
ภาคใต้ (12)	ชุมพร	3	3	100	-	-
	สุราษฎร์ธานี	4	4	100	1	1
	นครศรีธรรมราช	1	1	100	-	-
	สงขลา	4	4	100	-	-

ตารางที่ 6. ชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างของวัตถุมีพิษในส้มโอชนิดต่างๆ จำนวน 101 ตัวอย่าง

ลำดับที่	ชนิด	ตัวอย่างที่พบ		ปริมาณสารพิษตกค้าง (มก./กก.)	ตัวอย่างเกินค่าปลอดภัย	
		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. แหล่งจำหน่ายที่เก็บตัวอย่างส้มโอชนิดต่างๆ เพื่อตรวจวิเคราะห์สารพิษค้าง

แหล่งจำหน่าย ภาค/จังหวัด		จำนวนตัวอย่างที่วิเคราะห์	จำนวนตัวอย่างที่พบสารพิษตกค้าง		ตัวอย่างเกินค่าปลอดภัย	
			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 (มกอช.)	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

ตารางที่ 9. (ต่อ) ค่าปลอดภัยในไม้ผลตระกูลส้มจากประเทศต่างๆ

ชนิดของวัตถุมีพิษ	ค่าปลอดภัย			
	ประเทศไทย (มกอช.)	Codex	Japan	EU
fenobucarb	-	-	7	-
diazinon	-	0.1*,0.3*	0.1	0.01
carbendazim	-	1	1	3
methomyl	1	1	-	0.02
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
hexaconzole	-	-	0.02	0.02
Isazofos	-	-	-	-
hexythiazox	-	0.5	1	2
fenazaquin	-	-	-	0.5

หมายเหตุ : * กำหนดในผลไม้ชนิดอื่น - ไม่มีค่าปลอดภัยกำหนดไว้

ภาคผนวกที่ 1. สารมาตรฐานของวัตถุมีพิษที่ตรวจวิเคราะห์

acephate	DDVP	hexythiazox	phenthoate
3-OH carbofuran	deltamethrin	hexaconazole	prochoraz
acetamiprid	diazinon	isoprocarb	profenofos
a-endosulfan	dicrotophos	isazofos	promecarb
azinphos 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
carbosulfan	fenthion	methamidophos	thiacloprid
chlorfenvinphos	fenarimol	methidathion	thiamethoxam
difenoconazole	iprovalicarb	phosphamidon	abamectin

การสะสมสารพิษตกค้างในแหล่งน้ำใต้ดินบริเวณเกษตรกรรมพื้นที่ภาคเหนือตอนล่าง

Dissipation of Pesticides in Groundwater in Agricultureal Area : Lower Northern Region

เอกราช สิทธิมงคล ประกิจ จันทร์ติ๊บ

กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

.....

บทคัดย่อ

การศึกษาการปนเปื้อนวัตถุมีพิษในน้ำใต้ดิน เป็นการเฝ้าระวังสารพิษตกค้างในบริเวณพื้นที่เกษตรกรรมภาคเหนือตอนล่าง 6 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดกำแพงเพชร 8 จุด สุโขทัย 10 จุด พิษณุโลก 9 จุด นครสวรรค์ 9 จุด พิจิตร 8 จุด และเพชรบูรณ์ 6 จุด ระหว่างเดือนมกราคม – สิงหาคม 2555 เป็นตัวอย่างน้ำใต้ดิน จากจังหวัดกำแพงเพชร 16 ตัวอย่าง สุโขทัย 20 จุด พิษณุโลก 18 จุด นครสวรรค์ 9 จุด พิจิตร 8 จุด และเพชรบูรณ์ 6 จุด รวมทั้งหมด 77 ตัวอย่าง เพื่อหาชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างที่ปนเปื้อนในน้ำใต้ดิน โดยตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างของสารกำจัดแมลง 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่ม Organochlorine กลุ่ม Organophosphorus กลุ่ม Carbamate และกลุ่ม Pyrethoid และสารกำจัดวัชพืชกลุ่ม Triazine ได้แก่ atrazine ametryn และ metribuzine รวมทั้งสารกำจัดวัชพืช 2,4-D พบสารพิษตกค้างจำนวน 4 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 5.20 โดยพบสารกลุ่ม Triazine ทั้ง 4 ตัวอย่าง ชนิดของสารพิษที่พบได้แก่ atrazine 4 ตัวอย่าง ปริมาณ 0.03 – 0.16 ไมโครกรัมต่อลิตร และ ametryn 1 ตัวอย่าง ปริมาณ 0.42 ไมโครกรัมต่อลิตร ในจังหวัดกำแพงเพชร สุโขทัย พิจิตร และเพชรบูรณ์ พบ atrazine และ ametryn สูงสุดในตัวอย่างน้ำใต้ดินที่เก็บในเดือนพฤษภาคม จากบ่อบาดาล จังหวัดพิจิตร และเพชรบูรณ์ตามลำดับ สำหรับสารกำจัดแมลงกลุ่ม Organochlorine กลุ่ม Organophosphorus กลุ่ม Carbamate กลุ่ม Pyrethoid และสารกำจัดวัชพืช 2,4-D ตรวจไม่พบสารพิษตกค้าง ปริมาณสารพิษตกค้างที่พบในน้ำใต้ดินต่ำกว่าค่าปริมาณสูงสุดที่กำหนดให้มีได้ (Maximum Allowable Concentration : MAC) ในน้ำใต้ดิน และใช้เพื่อการเกษตร

คำนำ

น้ำเป็นสิ่งจำเป็นพื้นฐานสำหรับมนุษย์ และมีความสำคัญ ทั้งในแง่การพัฒนาทางเศรษฐกิจ เกษตรกรรม และอุตสาหกรรม โดยเฉพาะน้ำเพื่อการบริโภคและอุปโภคที่เพียงพอ นับเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญ ต่อการดำรงชีวิต และสุขภาพ โดยน้ำที่ใช้บริโภคและอุปโภคต้องเป็นน้ำที่สะอาด ปราศจากสิ่งเจือปน หรือสารพิษต่างๆ ที่จะมีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย ทั้งแบบเฉียบพลัน และแบบเรื้อรัง

ปัจจุบันประชาชนมีจำนวนมากขึ้น ทำให้เกิดการขาดแคลนน้ำบริโภคและอุปโภค อีกทั้งแหล่งน้ำธรรมชาติ เช่น น้ำผิวดิน แม่น้ำ ลำคลอง สระน้ำ และน้ำฝน มีคุณภาพเสื่อมโทรมลง และยังมีการปนเปื้อนของสารเคมี และสารพิษทางการเกษตร เพิ่มมากขึ้น จึงหันมาใช้น้ำใต้ดินจากบ่อชนิดต่างๆ ทดแทน

ปัจจุบันวัตถุมีพิษการเกษตร ยังเป็นปัจจัยสำคัญ และจำเป็นในกระบวนการผลิต จากสถิติการนำเข้าในช่วง พ.ศ.2552 – 2555 ปริมาณการนำเข้าได้เพิ่มสูงขึ้นในปี 2552 – 2554 แต่กลับลดลงประมาณร้อยละ 30 ในปี 2555 โดยมีการใช้สารกำจัดวัชพืชในปริมาณและมูลค่าสูงกว่าการนำเข้าสารกำจัดศัตรูพืชชนิดอื่นๆ (สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร, 2552 – 2555) โดยในปี 2552 – 2555 มีปริมาณการนำเข้าสารกำจัดวัชพืชคิดเป็น 53,615 51,902 67,608 และ 54,257 ตัน ตามลำดับ ในขณะที่สารกำจัดแมลง มีการนำเข้าคิดเป็น 8,112 9,994 10,671 และ 2,894 ตัน สำหรับสารกำจัดโรคพืชมีปริมาณการนำเข้า คิดเป็น 4,890 5,972 6,980 และ 3,295 ตัน ตามลำดับ

การใช้สารกำจัดศัตรูพืชเหล่านี้ ส่วนหนึ่งจะตกลงสู่พื้นดิน และถูกชะลงสู่แหล่งน้ำใต้ดินได้ สารกำจัดศัตรูพืชที่มีความสามารถในการละลายน้ำได้ จะถูกชะลงสู่แหล่งน้ำใต้ดินได้ดีกว่า โดยเฉพาะสารกำจัดวัชพืชหลายชนิดละลายน้ำได้ เช่น สารกำจัดวัชพืชกลุ่ม Triazine (ศิวาภรณ์ และคณะ, 2549) จากการศึกษาของประเทศสหรัฐอเมริกา สหภาพยุโรป และออสเตรเลีย พบการปนเปื้อนของสารกำจัดวัชพืชกลุ่ม Triazine ในน้ำใต้ดินบริเวณพื้นที่เกษตรกรรมที่มีการใช้สารกลุ่มนี้มาก บางช่วงจะพบการปนเปื้อนสูงเกินค่าปริมาณสูงสุดที่กำหนดให้มีได้ (Maximum Allowable Concentration, MAC) ในน้ำ (Cohen *et al*., 1984) ทำให้บางประเทศต้องออกมาตรการการห้ามใช้สารเหล่านี้ในพื้นที่เสี่ยงต่อการปนเปื้อนในน้ำใต้ดิน นอกจากนี้ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้ประกาศรายชื่อของวัตถุมีพิษการเกษตรที่สามารถจะถูกชะลงสู่แหล่งน้ำใต้ดิน ซึ่งมีทั้งสารกำจัดแมลง เช่น carbofuran, diazinon, methomyl และ metalaxyl สารกำจัดวัชพืช ได้แก่ atrazine, ametryn, metribuzin และ simazine (Cohen, 1993) จากการศึกษาวิจัยการปนเปื้อนวัตถุมีพิษในน้ำใต้ดินบริเวณภาคกลางตอนล่าง (ศิวาภรณ์ และคณะ, 2545) พบการปนเปื้อนของสารกำจัดวัชพืช atrazine ในปริมาณ 0.02 ไมโครกรัมต่อลิตร และ metribuzin ปริมาณ 0.84 ไมโครกรัมต่อลิตร จากบ่อบาดาลที่ใช้แรงคนสูบโยก และจากการศึกษาวิจัยทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง พบ atrazine ปริมาณ 2.0 ไมโครกรัมต่อลิตร จากบ่อบาดาลที่ใช้แรงคนสูบโยก จากการศึกษาวิจัยการปนเปื้อนวัตถุมีพิษในน้ำใต้ดินบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน (ศิวาภรณ์ และคณะ, 2549) พบการปนเปื้อนของสารกำจัดแมลง endosulfan & metabolites ปริมาณ < 0.01 ไมโครกรัมต่อลิตร heptachlor & heptachlor epoxide ปริมาณ < 0.01 ไมโครกรัมต่อลิตร dieldrin ปริมาณ < 0.01 ไมโครกรัมต่อลิตร carbofuran ปริมาณ 0.01-0.39 ไมโครกรัมต่อลิตร ส่วนสารกำจัดวัชพืช พบ atrazine ปริมาณ 0.01-0.09 ไมโครกรัมต่อลิตร และ metribuzin ปริมาณ 0.01-0.03 ไมโครกรัมต่อลิตร การศึกษาวิจัยการปนเปื้อนวัตถุมีพิษในน้ำใต้ดินบริเวณภาคเหนือตอนล่าง (ปรีชาและคณะ, 2549) พบการปนเปื้อน

ของสารกำจัดแมลง DDT & metabolites ปริมาณ 0.01 ไมโครกรัมต่อลิตร dieldrin ปริมาณ < 0.01 ไมโครกรัมต่อลิตร endosulfan ปริมาณ 0.01 ไมโครกรัมต่อลิตร ส่วนสารกำจัดวัชพืช ตรวจพบ atrazine ปริมาณ 0.01 - 0.15 ไมโครกรัมต่อลิตร

สำหรับการศึกษาการปนเปื้อนของสารพิษตกค้างในน้ำใต้ดินบริเวณเกษตรกรรมภาคเหนือตอนล่างในครั้งนี้ ได้แก่จังหวัดกำแพงเพชร พิษณุโลก สุโขทัย นครสวรรค์ พิจิตร และเพชรบูรณ์ ซึ่งพื้นที่ดังกล่าวเป็นแหล่งปลูกข้าว อ้อย มันสำปะหลัง มะพร้าว ข้าวโพด ยางพารา มะนาว ยาสูบ ละมุด มะปราง กล้วย มะม่วง ถั่วเขียว ถั่วลิสง พริก ยูคาลิปตัส หอมหัวใหญ่ ผักชี ผักคื่นช่าย มันแกว มะเขือ และส้มโอ จึงมีการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชอย่างแพร่หลาย และต่อเนื่องกันตลอดทั้งปี อาจเป็นสาเหตุของการปนเปื้อนของสารพิษในน้ำใต้ดิน กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตรจึงได้ศึกษาผลกระทบของการใช้วัตถุมีพิษการเกษตร โดยสำรวจการปนเปื้อนของสารพิษเหล่านี้ในแหล่งน้ำใต้ดิน ซึ่งเป็นการเฝ้าระวัง และติดตามการปนเปื้อนของสารพิษจากพื้นที่เกษตรกรรมลงสู่ชั้นน้ำใต้ดิน เพื่อเป็นแนวทางในการป้องกันและแก้ไขปัญหาผลกระทบ จากการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชต่อสิ่งแวดล้อมดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาการปนเปื้อนของวัตถุมีพิษในน้ำใต้ดินในพื้นที่เกษตรกรรม บริเวณภาคเหนือตอนล่าง เพื่อเป็นข้อมูลในการเฝ้าระวังและติดตามการปนเปื้อนของสารพิษสู่ชั้นน้ำใต้ดินต่อไป

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. เครื่องแก้ว

เครื่องแก้วที่ใช้ในการสกัด ได้แก่ separatory funnel พร้อมฝาจุกแก้ว teflon, beaker, cylinder, Erlenmeyer flask, round bottom flask, graduated tube, glass vial for auto sampler, disposable pasture pipette, ขวดปริมาตร และ glass funnel เครื่องแก้วที่ใช้ในการเตรียมสารละลายของสารมาตรฐานและทำ standard calibration curveได้แก่ volumetric pipette และ volumetric flask class A

2. เคมีภัณฑ์ชนิดต่างๆ

2.1 สารเคมีชนิด analytical grade สำหรับใช้ในการสกัดตัวอย่าง ได้แก่ siliga gel, SPE C18 500 มิลลิกรัม ขนาด 6 มิลลิลิตร, SPE florisil 500 มิลลิกรัม ขนาด 6 มิลลิลิตร, anhydrous sodium sulfate (anh. Na_2SO_4), sodium hydrogen carbonate, sodium chloride, ammonium chloride, acetone, sulfuric acid, dichloromethane, ethyl acetate, ethyl ether, sodium dithionite, sodium hydroxide และ hexane

2.2 สารเคมีชนิด pesticide grade และ HPLC grade สำหรับใช้ในการเตรียมสารละลายของสารมาตรฐานและปรับปริมาตรตัวอย่างสำหรับวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Gas Chromatograph ได้แก่ acetone, acetonitrile, ethyl acetate, hexane, water, isopropanol, methanol และ iso-octane

2.3 สารพิษมาตรฐาน pesticide grade

2.3.1 กลุ่มออร์กาโนคลอรีน 16 ชนิด ประกอบด้วย aldrin, alpha BHC, alpha endosulfan, beta endosulfan, dieldrin, endosulfan sulfate, endrin, gamma BHC, heptachlor, heptachlor epoxide, o,p'-DDE, o,p'-DDT, o,p'-TDE, p,p'-DDE, p,p'-DDT และ p,p'-TDE

2.3.2 กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส 21 ชนิดประกอบด้วย azinphos ethyl, chlorpyrifos, chlorpyrifos methyl, diazinon, dicrotophos, dimethoate, EPN, ethion, ethoprophos, fenthion, fenitrothion, malathion, methidathion, monocrotophos, parathion methyl, pirimiphos methyl, profenofos, triazophos, methamidophos, omethoate และ phosalone

2.3.3 กลุ่มไพรีทรอยด์ 4 ชนิด ประกอบด้วย bifenthrin, cypermethrin, fenvalerate และ permethrin

2.3.4 กลุ่มคาร์บาเมท 11 ชนิด ประกอบด้วย 3-keto carbofuran, 3-OH carbofuran, carbaryl, carbofuran, fenobucarb, methomyl, metolcarb, isoprocarb, methiocarb, iprodione และ promecarb

2.3.5 กลุ่ม Triazine 3 ชนิด ได้แก่ atrazine, ametryn และ metribuzin

2.3.6 กลุ่ม Chlorophenoxy acids ได้แก่ 2,4-D

3. เครื่องมือวิทยาศาสตร์

เครื่องชั่งละเอียด 2 และ 5 ตำแหน่ง auto pipette เครื่องสกัดวัตถุมีพิษชนิด separatory funnel shaker เครื่อง shaker Homogeneizer เครื่อง food processor เครื่องลดปริมาตรชนิด rotary evaporator เครื่องลดปริมาตรชนิด nitrogen evaporator ตู้อบสารเคมี เครื่องทำสุญญากาศ (vacuum pump) ตู้ดูดความชื้น (desiccator) เครื่องผสมสารละลาย (vortex mixer) ตู้เย็นอุณหภูมิ 5 ± 3 องศาเซลเซียส ตู้แช่ (Freezer) อุณหภูมิ – 20 ± 5 องศาเซลเซียส และเครื่อง Gas Chromatograph (GC) ของบริษัท Agilent Technology รุ่น HP 6890 พร้อมหัวตรวจวัดชนิด Flame Photometric Detector (FPD) และ Electron Capture Detector (ECD)

4. วัสดุอุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่าง ได้แก่

ขวดพลาสติกชนิด polypropylene พร้อมฝาปิด สำหรับเก็บตัวอย่างน้ำ ถังแช่พร้อมฝาปิดสำหรับเก็บรักษาสภาพตัวอย่างในระหว่างขนส่ง

วิธีการ

1. การสำรวจพื้นที่และกำหนดจุดเก็บ

สำรวจบ่อบาดาลในพื้นที่เกษตรกรรม ของภาคเหนือตอนล่าง จำนวน 6 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดกำแพงเพชร นครสวรรค์ พิจิตร พิษณุโลก เพชรบูรณ์ และสุโขทัย โดยรวบรวมข้อมูลพิกัดตำแหน่งพื้นโลกด้วยดาวเทียม (Global Positioning System; GPS) ของบ่อน้ำบาดาล จากกรมทรัพยากรน้ำบาดาล ศึกษาฐานข้อมูลเกษตรกรรมจากเกษตรอำเภอ และสอบถามข้อมูลการใช้สารพิษในบริเวณเกษตรกรรมใกล้เคียงบ่อบาดาล กำหนดจุดเก็บตัวอย่างรวมทั้งสิ้น 50 จุด ได้แก่

1.1 จังหวัดกำแพงเพชร 8 จุด ได้แก่ อำเภอคลองขลุง 3 จุด และอำเภอเมือง 5 จุด

1.2 จังหวัดสุโขทัย 9 จุด ได้แก่ อำเภอศรีสำโรง 2 จุด อำเภอสวรรคโลก 3 จุด อำเภอเมือง 1 จุด อำเภอกงไกรลาส 1 จุด และอำเภอศรีนคร 2 จุด

1.3 จังหวัดพิษณุโลก 9 จุด ได้แก่ อำเภอพรหมพิราม 3 จุด อำเภอบางระกำ 3 จุด และอำเภอบางกระทุ่ม 3 จุด

1.4 จังหวัดนครสวรรค์ 9 จุด ได้แก่ อำเภอตาคลี 3 จุด อำเภอชุมแสง 3 จุด และอำเภอบรรพตพิสัย 3 จุด

1.5 จังหวัดพิจิตร 8 จุด ได้แก่ อำเภอโพนทะเล 3 จุด อำเภอตะพานหิน 1 จุด และอำเภอเมือง 4 จุด

1.6 จังหวัดเพชรบูรณ์ 6 จุด ได้แก่ อำเภอวังโป่ง 2 จุด อำเภอชนแดน 1 จุด อำเภอเมือง 1 จุด อำเภอหล่มสัก 1 จุด และอำเภอหล่มเก่า 1 จุด

2. ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างน้ำใต้ดิน

เก็บตัวอย่างระหว่างเดือนมกราคม – สิงหาคม 2555 รวม 3 ครั้ง ครั้งแรกเป็นช่วงฤดูหนาว เดือนมกราคม 2555 ครั้งที่ 2 ช่วงฤดูร้อน เดือนเมษายน 2555 และครั้งที่ 3 ช่วงฤดูฝน เดือนสิงหาคม 2555 ได้ตัวอย่างน้ำ 50 จุด

3. การเก็บและเตรียมตัวอย่าง

3.1 กำหนดจุดสำหรับเก็บตัวอย่างน้ำ ก่อนเก็บตัวอย่าง เปิดน้ำในบ่อบาดาลทิ้งก่อนประมาณ 15-20 นาที ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความลึกของบ่อ และเพื่อป้องกันการปนเปื้อนของสารพิษที่อาจจะตกค้างในท่อส่งน้ำ และในบ่อบาดาล

3.2 วัดค่าการนำไฟฟ้า (electrical conductivity) ในน้ำ ประมาณ 3 - 4 ครั้ง จนกระทั่งค่าการนำไฟฟ้าคงที่ ทำการวัดคุณภาพน้ำ เช่น ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) อุณหภูมิของน้ำและอากาศ และค่าปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายในน้ำ (Total Dissolved Solid) หลังจากนั้นเก็บตัวอย่างน้ำใส่ขวดพลาสติกขนาด 1 ลิตร จำนวน 4 ขวด แช่น้ำแข็งไว้ระหว่างการนำส่งห้องปฏิบัติการ และนำมาตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างของสารกำจัดแมลง 4 กลุ่ม ได้แก่ Organochlorine Organophosphorus Carbamate และ Pyrethroid และสารกำจัดวัชพืช 2 กลุ่ม ได้แก่ Triazine และ Chlorophenoxy acids

4. การเตรียมตัวอย่าง

ถ้าตัวอย่างน้ำมีลักษณะใส สามารถนำมาสกัดได้ทันที แต่ถ้ามีความขุ่น หรือสกปรก ให้กรองด้วย glass wool เพื่อแยกสิ่งปนเปื้อน เช่น ตะกอนออกก่อนการตรวจวิเคราะห์

5. วิธีการสกัดสารพิษตกค้าง

5.1 กลุ่มออร์กาโนคลอรีนและกลุ่มไพรีทรอยด์ (AOAC, 1999)

ตวงน้ำปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร เติม hexane (AR) 100 มิลลิลิตร เขย่าโดยใช้ separatory funnel shaker นาน 3 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้แยกชั้น ไข hexane ชั้นบนกรองผ่าน sodium sulfate anhydrous ทำซ้ำอีก 2 ครั้งโดยใช้ปริมาตร hexane (AR) ครั้งละ 50 มิลลิลิตร เก็บชั้นของ hexane กรองรวมกันล้าง separatory funnel ด้วย hexane (AR) 10 มิลลิลิตร 2 ครั้ง นำไปลดปริมาตรโดยใช้ rotary evaporator ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส จนเกือบแห้ง ปรับปริมาตรด้วย hexane (PR) ลดปริมาตรสารสกัดด้วย nitrogen evaporator และปรับปริมาตรให้ได้ 1 มิลลิลิตร นำไปฉีดเครื่อง GC ชนิดหัวตรวจวัด ECD

5.2 กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส กลุ่มคาร์บาเมท และกลุ่มไทรอาซีน (AOAC, 1995)

ใช้วิธีการสกัดเช่นเดียวกับวิธีการสกัดสารพิษกลุ่มออร์กาโนคลอรีนและไพรีทรอยด์ในน้ำในข้อ 5.1 แต่จะเปลี่ยนในส่วนของสารเคมีที่ใช้ในการสกัดจาก hexane เป็น ethyl acetate และนำสารสกัดที่ได้ฉีดเครื่อง GC ชนิดหัวตรวจวัด FPD เพื่อตรวจวิเคราะห์สารพิษกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส และฉีดเครื่อง HPLC ชนิดหัวตรวจวัด DAD เพื่อตรวจวิเคราะห์สารพิษกลุ่มคาร์บาเมท

5.3 กลุ่ม Chlorophenoxy acids ได้แก่ 2,4-D (Their *et al*., 1996)

ตวงน้ำปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร ปรับ pH $\leq$ 2 เติม 100 methanol : ethyl ether (2:8) เขย่าโดยใช้ separatory funnel shaker นาน 3 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้แยกชั้นไข methanol : ethyl ether (2:8) ชั้นบนกรองผ่าน sodium sulfate anhydrous ทำซ้ำอีก 2 ครั้ง เติม 10 M sodium hydroxide 10 มิลลิลิตร นำไปลดปริมาตรโดยใช้ rotary evaporator ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส จนเกือบแห้ง เติม dichloromethane 25 มิลลิลิตร กรองผ่าน sodium sulfate anhydrous ทำซ้ำอีก 2 ครั้ง นำไปลดปริมาตรโดยใช้ rotary evaporator แล้วเติม methanol : conc. Sulfuric acid (9:1) ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที เติม hexane 10 มิลลิลิตร และ sodium hydrogen carbonate 15 มิลลิลิตร แล้วกรองผ่าน sodium sulfate anhydrous

6. การวิเคราะห์สารพิษตกค้างในตัวอย่างน้ำ

6.1 เครื่อง Gas Chromatograph หัวตรวจวัดชนิด Electron Capture Detector (ECD) ใช้ตรวจวิเคราะห์สารพิษกลุ่ม Organochlorines และกลุ่ม Pyrethroids ควบคุมสภาวะการทำงานของเครื่องดังนี้

Mode : splitless

GLC column : DB 1701 capillary, ความยาว 30 เมตร x เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.32 มิลลิเมตร, สารเคลือบหนา 0.25 ไมโครเมตร

temperature : injector = 230 °C, detector = 300 °C

oven program : 80 °C (1 นาที) $\xrightarrow{20\ ^\circ C/นาที}$ 220 °C (2 นาที) $\xrightarrow{1\ ^\circ C/นาที}$ 235 °C (1 นาที) $\xrightarrow{20\ ^\circ C/นาที}$ 240 °C (1 นาที) $\xrightarrow{25\ ^\circ C/นาที}$ 265 °C (12 นาที) $\xrightarrow{20\ ^\circ C/นาที}$ 280 °C (8 นาที)

carrier gas : helium flow 1.4 มิลลิลิตร/นาที

make up gas : nitrogen flow 30 มิลลิลิตร/นาที

injection volume : 1 ไมโครลิตร

6.2 เครื่อง Gas Chromatograph หัวตรวจวัดชนิด Flame Photometric Detector (FPD) ใช้ตรวจวิเคราะห์สารพิษกลุ่ม Organophosphorus ควบคุมสภาวะการทำงานของเครื่องดังนี้

Mode : splitless

GC column : DB 1701 capillary, ความยาว 30 เมตร x เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.25 มิลลิเมตร, สารเคลือบหนา0.25 ไมโครเมตร

temperature : injector = 230 °C, detector = 250 °C

oven program : 80 °C (1 นาที) $\xrightarrow{20\ ^\circ C/นาที}$ 194 °C (1 นาที) $\xrightarrow{2\ ^\circ C/นาที}$ 197 °C (1 นาที) $\xrightarrow{5\ ^\circ C/นาที}$ 200 °C (1 นาที) $\xrightarrow{1\ ^\circ C/นาที}$ 210 °C (2 นาที) $\xrightarrow{0.5\ ^\circ C/นาที}$ 212 °C (1 นาที) $\xrightarrow{30\ ^\circ C/นาที}$ 260 °C (17 นาที)

carrier gas : helium flow 1.2 มิลลิลิตร/นาที

make up gas : nitrogen flow 60 มิลลิลิตร/นาที

ignite gas : H_2 110 มิลลิลิตร/นาที, Air 150 มิลลิลิตร/นาที

injection volume : 1 ไมโครลิตร

6.3 เครื่อง High Performance Liquid Chromatography (HPLC) หัวตรวจวัดชนิด Diode Array Detector (DAD) ใช้ตรวจวิเคราะห์สารพิษกลุ่ม Carbamates และกลุ่ม Chlorophenoxy acids ควบคุมสภาวะการทำงานของเครื่องดังนี้

Wavelength : 220 นาโนเมตร

Column : Eclipse XDB-C18 ความยาว 150 มิลลิเมตร
เส้นผ่านศูนย์กลาง 4.6 มิลลิเมตร สารเคลือบหนา 5 ไมโครเมตร

Flow rate : 1.0 มิลลิลิตรต่อนาที

Mobile Phase : water: acetonitrile = 65:35

Temperature : 30 องศาเซลเซียส

Injection volume : 10 ไมโครลิตร

6.4 เครื่อง Gas Chromatograph หัวตรวจวัดชนิด Mass Spectrometry (GC/MS) ใช้ตรวจวิเคราะห์สารพิษกลุ่ม Triazine ควบคุมสภาวะการทำงานของเครื่องดังนี้

Mode : splitless

GLC column : RTX – 5ms capillary, ความยาว 30 เมตร x เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.25 มิลลิเมตร, สารเคลือบหนา 0.25 ไมโครเมตร

temperature : injector = 250 °C, detector : MS Source = 250 °C, MS Quadrupole = 150 °C

oven program : 50 °C (1 นาที) $\xrightarrow{15\ ^\circ C/นาที}$ 180 °C (1 นาที) $\xrightarrow{3\ ^\circ C/นาที}$ 200 °C (0 นาที) $\xrightarrow{1\ ^\circ C/นาที}$ 210 °C (0 นาที) $\xrightarrow{15\ ^\circ C/นาที}$ 290 °C (5 นาที)

carrier gas : helium flow 1.4 มิลลิลิตร/นาที

injection volume : 1 ไมโครลิตร

ระยะเวลา เดือนตุลาคม 2554 - กันยายน 2555

สถานที่ทำการทดลอง กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 1. พิกัดตำแหน่งพื้นโลกด้วยดาวเทียม (Global Positioning System ; GPS) ของบ่อน้ำบาดาลในพื้นที่เกษตรกรรมภาคเหนือตอนล่าง

จุดที่	ชื่อ- สกุล	ที่ตั้ง	พิกัดภูมิศาสตร์(UTM)			ความลึกบ่อ(m)
1	นายน้อม ชาญฉัตร	744/4 หมู่ 1 ต.คลองขลุง อ.คลองขลุง จ.กำแพงเพชร	47Q	575150	1788850	30
2	นายสมหมาย สีตาไว	วัดมาบคล้า หมู่ 9 ต.คลองขลุง อ.คลองขลุง จ.กำแพงเพชร	47Q	569916	1788407	105
3	นายสังทอง พาชมพู	956 หมู่ 4 ต.ท่าพุทรา ต.คลองขลุง อ.คลองขลุง จ.กำแพงเพชร	47Q	570550	1798421	20
4	นายสนาม บุญแก้ว	73/1 หมู่ 2 ต.ไตรตรึงษ์ อ.เมือง จ.กำแพงเพชร	47Q	563385	1808637	20
5	นายฉลวย หลวงแสน	วัดวังพระธาตุ หมู่ 4 ต.ไตรตรึงษ์ อ.เมือง จ.กำแพงเพชร	47Q	560724	1810291	110
6	นายชูชีพ เรืองปุ้ย	สถานีอนามัยบ้านไร่ หมู่ 3 ต.เทพนคร อ.เมือง จ.กำแพงเพชร	47Q	558302	1812704	95
7	นายสุวิทย์ เทพภักดี	190 หมู่ 7 ต.นิคมทุ่งโพธิ์ทะเล อ.เมือง จ.กำแพงเพชร	47Q	577032	1823822	120
8	นายอาวุธ ใจเสือ	หมู่ 15 ต.นิคมทุ่งโพธิ์ทะเล อ.เมือง จ.กำแพงเพชร	47Q	573332	1823463	120
9	นางกำไร ทับทอง	บ้านวังฆ้อง หมู่ 8 ต.เกาะตาเลี้ยง อ.ศรีสำโรง จ.สุโขทัย	47Q	596568	1891109	100
10	น.ส.รัตญา เพ็ชรปาน	52 หมู่ 5 ต.วังลึก อ.ศรีสำโรง จ.สุโขทัย	47Q	592659	1897522	40
11	นายนรินทร์ อ่ำน้อย	หมู่ 1 ต.เมืองบางยม อ.สวรรคโลก จ.สุโขทัย	47Q	592064	1901771	72
12	นางกัญญา ปิ่นเพชร	88/2 หมู่3 ต.คลองกระจง อ.สวรรคโลก จ.สุโขทัย	47Q	591408	1907623	63
13	ประปาหมู่บ้าน	ต.คลองกระจง อ.สวรรคโลก จ.สุโขทัย	47Q	595466	1909803	100
14	นายเฉย บัวขม	135 หมู่ 1 ต.ในเมือง อ.เมือง จ.สุโขทัย	47Q	591703	1914540	36
15	ประปาหมู่บ้านคลองยาง	ต.คลองยาง อ.สวรรคโลก จ.สุโขทัย	47Q	595775	1916983	100
16	นายสัมฤทธิ์ ศิริวัฒนพันธ์	3/8 หมู่ 1 ต.คลองมะพลับ อ.ศรีนคร จ.สุโขทัย	47Q	604624	1913936	100
17	นายอานนท์ โพเพชร	77 หมู่ 8 ต.นครเดิฐ อ.ศรีนคร จ.สุโขทัย	47Q	603940	1926932	100
18	นายบุญยัง ขจรภิรมย์	บ้านท่าตำหนัก ต.ตลุกเทียม อ.พรหมพิราม จ.พิษณุโลก	47Q	614913	1899251	60
19	นายวิชัย จำปาขาว	คลองมะเกลือ หมู่ 7 ต.ศรีภิรมณ์ อ.พรหมพิราม จ.พิษณุโลก	47Q	621942	1896265	30
20	นายเลื่อน หนาวบุรีรัมน์	26 หมู่ 7 ต.มะต้อง อ.พรหมพิราม จ.พิษณุโลก	47Q	626579	1892756	24
21	นางสุกัญญา อยู่บุญ	หมู่ 6 ต.หนองตูม อ.กงไกรลาส จ.สุโขทัย	47Q	600250	1863707	35
22	พระวิวา อนากโล	วัดดงหนองอ้อ หมู่ 4 ต.คุยม่วง อ.บางระกำ จ.พิษณุโลก	47Q	603094	1861404	60
23	พระสมชาย	วัดคุยม่วง หมู่ 1 ต.คุยม่วง อ.บางระกำ จ.พิษณุโลก	47Q	608202	1858873	80
24	นายธนู เฝ้าทรัพย์	22 หมู่ 6 ต.ชุมแสงสงคราม อ.บางระกำ จ.พิษณุโลก	47Q	610345	1855638	100
25	นายจำนง คนคล่อง	57 หมู่ 6 ต.บางกระทุ่ม อ.บางกระทุ่ม จ.พิษณุโลก	47Q	637007	1831734	70
26	นายศิริชัย โตชาวนา	โรงเรียนวัดท่านา 32 หมู่ 4 ต.ไผ่ล้อม อ.บางกระทุ่ม จ.พิษณุโลก	47Q	642623	1829910	110
27	นายบัญชา วัฒนไชย	16/1 หมู่ 10 ต.โคกสลุด อ.บางกระทุ่ม จ.พิษณุโลก	47Q	632034	1833751	60
28	นายสมเดช นาคนัด	43/3 หมู่ 8 ต.ช่องแค อ.ตาคลี จ.นครสวรรค์	47P	651779	1678547	20
29	นายต่อศักย์ ฉิมช้าง	52/2 หมู่ 2 ต.พรมนิมิตร อ.ตาคลี จ.นครสวรรค์	47P	650983	1678429	30
30	นางสำรวจ เฉลยสาร	83 หมู่ 12 ต.หัวหวาย อ.ตาคลี จ.นครสวรรค์	47P	647749	1699453	24
31	วัดทับกฤชให้	26 หมู่ 7 ต.ทับกฤช อ.ชุมแสง จ.นครสวรรค์	47P	633491	1741501	100
32	นายมงคล มูลวงษ์	22 หมู่ 2 ต.โคกหม้อ อ.ชุมแสง จ.นครสวรรค์	47P	633569	1752671	30
33	นางบัญญัติ แก้วเงิน	20 หมู่ 3 ต.พันลาน อ.ชุมแสง จ.นครสวรรค์	47P	634297	1750980	24
34	นายสนอง มั่นสัตย์	40 หมู่ 1 ต.หูกวาง อ.บรรพตพิสัย จ.นครสวรรค์	47P	606974	1758436	20
35	วัดมงคลรัตนาราม	หมู่ 4 ต.ท่างิ้ว อ.บรรพตพิสัย จ.นครสวรรค์	47P	599817	1760378	20
36	วัดเทพสถาพร	หมู่ 8 ต.บ้านแดน อ.บรรพตพิสัย จ.นครสวรรค์	47P	594669	1759526	25
37	ประปาหมู่บ้าน	บ้านเนินยางชิง หมู่ 1 ต.ท่าเสา อ.โพนทะเล จ.พิจิตร	47Q	629586	1770214	100
38	นายมนัส อินทร์รอด	198 หมู่ 1 ต.ท่าขมิ้น อ.โพนทะเล จ.พิจิตร	47Q	632982	1771441	18
39	นายสมคิด เหลี่ยมแสง	7/1 หมู่ 5 ต.บ้านน้อย อ.โพนทะเล จ.พิจิตร	47Q	635515	1775257	20

ตารางที่ 1. (ต่อ) พิกัดตำแหน่งพื้นโลกด้วยดาวเทียม (Global Positioning System ; GPS) ของบ่อน้ำบาดาลในพื้นที่เกษตรกรรมภาคเหนือตอนล่าง

จุดที่	ชื่อ- สกุล	ที่ตั้ง	พิกัดภูมิศาสตร์(UTM)			ความลึกบ่อ(m)
40	ประปาคลองข่อย	หมู่ 1 ต.ไผ่หลวง อ.ตะพานหิน จ.พิจิตร	47Q	649513	1788334	100
41	นายสังวาลย์ อินกวงงาม	29 หมู่ 9 ต.ดงป่าคำ อ.เมือง จ.พิจิตร	47Q	649606	1802740	40
42	นายบุญล้ำ กุลเทพ	5/2 หมู่ 6 ต.ฆะมัง อ.เมือง จ.พิจิตร	47Q	646900	1811793	30
43	นางกิมเอง ธารทอง	หมู่บ้อยรีสอร์ท 250 หมู่ 3 ต.คลองคะเชนทร์ อ.เมือง จ.พิจิตร	47Q	640472	1817022	100
44	นางวิรัตน์ ก้อนเพชร	27/1 หมู่ 3 ต.โรงช้าง อ.เมือง จ.พิจิตร	47Q	637678	1815943	35
45	ดต.ประจิน สิงห์ศาลา	11 หมู่ 9 ต.วังศาล อ.วังโป่ง จ.เพชรบูรณ์	47Q	695789	1799744	100
46	ประปาหมู่บ้าน	วัดพุทธไทยสวรรค์ หมู่ 10 ต.วังศาล อ.วังโป่ง จ.เพชรบูรณ์	47Q	693978	1800997	60
47	ประปา อบต. ชนแดน	หมู่ 13 ต.ชนแดน อ.ชนแดน จ.เพชรบูรณ์	47Q	703280	1789704	85
48	เทศบาลท่าพล	หมู่ 13 ต.ท่าพล อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์	47Q	729338	1835127	100
49	นายแสง เสนารถ	112 หมู่ 12 ต.วัดป่า อ.หล่มสัก จ.เพชรบูรณ์	47Q	737790	1857426	100
50	วัดศรีมงคล	บ้านนาทราย หมู่ 3 ต.วังบาล อ.หล่มเก่า จ.เพชรบูรณ์	47Q	734426	1869415	51

ผลการทดลองและวิจารณ์

ตารางที่ 2. ผลการวัดคุณภาพน้ำใต้ดินของภาคเหนือตอนล่างปี 2555

	กำแพงเพชร	สุโขทัย	พิษณุโลก	นครสวรรค์	พิจิตร	เพชรบูรณ์
pH	6.0-7.2	5.7-7.3	5.4-7.5	6.4-7.0	6.1-7.3	6.4-7.3
อุณหภูมิน้ำ (C)	28.7-32.2	27.8-29.3	27.8-29.8	28.6-32.3	28.8-32.0	26.9-29.8
Electrical Conductivity (µS/cm)	127-571	284-715	198-508	133-1709	159-785	282-1742
Total Dissolve Solid (ppm)	67-287	142-358	98-256	60-854	79-392	140-873

ผลการศึกษาคุณภาพน้ำใต้ดินภาคเหนือตอนล่างพบว่า ผลการตรวจวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ค่อนข้างเป็นกลาง ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน คือ 5.5-9.0 อุณหภูมิของน้ำใต้ดินในแต่ละจังหวัดไม่แตกต่างกัน ผลการตรวจค่าการนำไฟฟ้า (electrical conductivity) มีค่าไม่แตกต่างกัน (ไม่ได้กำหนดเกณฑ์มาตรฐาน) และผลการตรวจปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายในน้ำ (total dissolve solid) ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน คือ 1,200 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังตารางที่ 3 โดยจังหวัดนครสวรรค์ พิจิตร และเพชรบูรณ์ มีปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายในน้ำสูงกว่าจังหวัดกำแพงเพชร สุโขทัย และพิษณุโลก เมื่อวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของน้ำใต้ดิน โดยวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) วัดค่าการนำไฟฟ้า (EC) หาปริมาณแอนไอออนและแคทไอออน ผลการศึกษาพบว่าน้ำใต้ดินมีค่า pH โดยเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 6.0-7.3 จากค่า EC นำมาประเมินความเค็มของดินบริเวณใต้น้ำพบว่า ค่า EC ในพื้นที่ทั้งหมดโดยประมาณ 197-1005 ไมโครซีเมนต่อเซนติเมตร ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 1000 ไมโครซีเมนต่อเซนติเมตร สามารถปลูกพืชได้ทุกชนิด (วิมลมาศ, 2540)

ตารางที่ 3. มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน (กระทรวงอุตสาหกรรม, 2542)

มาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาล	เกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม	เกณฑ์อนุโลมสูงสุด
pH	7.0-8.5	5.0-9.0
Suspended Solids	ไม่ได้กำหนด	ไม่ได้กำหนด
Total Dissolved Solids	600 mg/L	1200 mg/L
Total Hardness	300 mg/L as CaCO3	500 mg/L as CaCO3
Turbidity	5 NTU	20 NTU
Total Iron	0.5 mg/L	1.0 mg/L
Sulfate	200 mg/L	250 mg/L

ผลของการศึกษาการปนเปื้อนของสารกำจัดแมลง 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่ม organochlorine กลุ่ม organophosphorus กลุ่ม carbamate และกลุ่ม pyrethroid สารกำจัดวัชพืชกลุ่ม triazine ได้แก่ atrazine ametryn และ metribuzin กลุ่ม chlorophenoxy acid ได้แก่ 2,4-D ในน้ำใต้ดินจากบ่อบาดาลบริเวณพื้นที่เกษตรกรรมภาคเหนือตอนล่าง เก็บตัวอย่างระหว่างเดือนมกราคม – สิงหาคม 2555 เป็นตัวอย่างน้ำใต้ดิน จากจังหวัดกำแพงเพชร 16 ตัวอย่าง สุโขทัย 20 ตัวอย่าง พิษณุโลก 18 ตัวอย่าง นครสวรรค์ 9 ตัวอย่าง พิจิตร 8 ตัวอย่าง และเพชรบูรณ์ 6 ตัวอย่าง รวมเป็นตัวอย่างน้ำใต้ดินทั้งหมด 77 ตัวอย่าง สรุปได้ดังนี้

ตัวอย่างน้ำใต้ดิน 77 ตัวอย่าง วิเคราะห์พบสารพิษตกค้าง 4 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 5.20 ของตัวอย่างน้ำใต้ดินที่สำรวจ โดยพบสารกลุ่ม triazine 4 ตัวอย่าง หรือร้อยละ 5.20 ของจำนวนตัวอย่างทั้งหมด ชนิดของสารพิษที่พบได้แก่ atrazine 4 ตัวอย่าง ปริมาณ 0.03 - 0.16 ไมโครกรัมต่อลิตร และ ametryn 1 ตัวอย่าง ปริมาณ 0.42 ไมโครกรัมต่อลิตร สารพิษตกค้างที่ตรวจพบในน้ำใต้ดิน ส่วนใหญ่เป็นสารกลุ่ม triazine ได้แก่ atrazine และ ametryn โดยพบสาร atrazine ปนเปื้อนในน้ำใต้ดินจำนวน 4 ตัวอย่าง โดยพบสาร atrazine ปริมาณ 0.16 ไมโครกรัมต่อลิตร จำนวน 1 ตัวอย่าง เป็นตัวอย่างที่เก็บในเดือนพฤษภาคม (ฤดูฝน) จากบ่อบาดาลคลองข่อย หมู่ 1 ตำบลไผ่หลวง อำเภอตะพานหิน จังหวัดพิจิตร พื้นที่บริเวณใกล้เคียงเป็นแหล่งเกษตรกรรมปลูกข้าว อ้อย และข้าวโพด จากการสัมภาษณ์เกษตรกร พบว่ามีการใช้ atrazine และ 2,4-D จำนวนมาก ซึ่งสารพิษทางการเกษตรทั้งสองชนิดนี้จะมีคุณสมบัติในการละลายลงสู่แหล่งน้ำใต้ดินและมีความคงทนได้ดี แต่ก็มีการสลายตัวอยู่ตลอดเวลาโดยสังเกตจากค่าครึ่งชีวิต (half-life) ซึ่งค่าครึ่งชีวิตของสาร atrazine และ 2,4–D ในน้ำใต้ดินมีค่าไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับจำนวนจุลินทรีย์ ความชื้น อุณหภูมิ และปัจจัยต่างๆ ในดิน (Gleason, 2006)

ปริมาณของสาร atrazine ที่พบรองลงมาคือ 0.13 ไมโครกรัมต่อลิตร จำนวน 1 ตัวอย่าง ในน้ำใต้ดินที่เก็บในเดือนพฤษภาคม (ฤดูฝน) จากบ่อบาดาลขององค์การบริหารส่วนตำบลชนแดน หมู่ 13 ตำบลชนแดน จังหวัดเพชรบูรณ์ พื้นที่บริเวณใกล้เคียงเป็นแหล่งเกษตรกรรม ปลูกข้าว ข้าวโพด พริก และมะม่วง

พบ atrazine ปริมาณ 0.06 ไมโครกรัมต่อลิตร จำนวน 1 ตัวอย่าง เป็นตัวอย่างที่เก็บในเดือนมกราคมจากบ่อบาดาลในแปลงของเกษตรกรหมู่ 6 ตำบลหนองตูม อำเภอกงไกรลาส จังหวัดสุโขทัย ในบริเวณนั้นปลูกข้าวและข้าวโพด และพบ atrazine ปริมาณ 0.03 ไมโครกรัมต่อลิตร จำนวน 1 ตัวอย่าง ในน้ำใต้ดินที่เก็บในเดือนมกราคม (ฤดูหนาว) จากบ่อบาดาลของเกษตรกร หมู่ 2 ตำบลไตรตรึงษ์ อำเภอเมือง จังหวัดกำแพงเพชร พื้นที่บริเวณใกล้เคียงเป็นแหล่งเกษตรกรรมปลูกข้าว นอกจากนี้ยังพบสาร ametryn ปริมาณ 0.42 ไมโครกรัมต่อลิตร จำนวน 1 ตัวอย่าง ในน้ำใต้ดินที่เก็บในเดือนพฤษภาคม (ฤดูฝน) จากบ่อบาดาลขององค์การบริหารส่วนตำบลชนแดน หมู่ 13 ตำบลชนแดน จังหวัดเพชรบูรณ์ พื้นที่บริเวณใกล้เคียงเป็นแหล่งเกษตรกรรม ปลูกข้าว ข้าวโพด พริก และมะม่วง

ผลการทดลองพบสาร atrazine และ ametryn ปนเปื้อนในน้ำใต้ดินปริมาณสูงสุด จากบ่อบาดาลของเกษตรกรในจังหวัดพิจิตร และเพชรบูรณ์ตามลำดับ เนื่องจากเป็นแหล่งปลูกข้าวและอ้อย ซึ่งมีอัตราการใช้ atrazine ในปริมาณมาก อีกทั้งช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่างน้ำใต้ดิน เป็นฤดูฝนซึ่งมีโอกาสสูงในการชะสาร atrazine ลงสู่แหล่งน้ำใต้ดิน

จากผลการตรวจสารกำจัดแมลงและสารกำจัดวัชพืช ไม่พบสารกลุ่ม organochlorine กลุ่มorganophosphorus กลุ่ม carbamate กลุ่ม pyrethroid และ 2,4-D ในน้ำใต้ดิน ปริมาณสารพิษตกค้างที่พบในน้ำใต้ดินต่ำกว่าค่าปริมาณสูงสุดที่กำหนดให้มีได้ในน้ำเพื่ออุปโภค และเพื่อใช้ทางการเกษตร (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2543) จากการศึกษาการปนเปื้อนวัตถุมีพิษในน้ำใต้ดินบริเวณพื้นที่เกษตรกรรมภาคเหนือตอนล่าง ทำให้ทราบถึงคุณภาพน้ำใต้ดิน ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัย สามารถนำมาใช้เพื่อการเกษตรได้

ตารางที่ 4. ค่าสูงสุดที่ยอมให้มีได้ (Maximum Allowable Concentration, MAC) ในน้ำ

วัตถุมีพิษ	ประเทศ	ระดับที่กำหนด	เงื่อนไขเฉพาะ
atrazine	NEB	3	น้ำบาดาล 1/
	สหรัฐอเมริกา	3	น้ำดื่ม 2/
	แคนาดา	60	น้ำดื่ม 2/
	สหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมัน	3	น้ำดื่ม 2/
	อังกฤษ	2	น้ำดื่ม 2/

หมายเหตุ 1/ : NEB (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2543)

2/ : Gastafson, 1993

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

สารพิษตกค้างทางการเกษตรที่ตรวจพบในน้ำใต้ดินส่วนใหญ่จะเป็นสารกำจัดวัชพืชกลุ่ม Triazine ได้แก่ atrazine ปริมาณ 0.03-0.16 ไมโครกรัมต่อลิตร และ ametryn 0.42 ไมโครกรัมต่อลิตร ซึ่งพบในบริเวณที่ปลูกข้าว อ้อย และข้าวโพด เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งมีการฉีดพ่น atrazine จำนวนมาก สารพิษกลุ่มนี้จะถูกชะลงสู่น้ำใต้ดินได้ดี มีความคงสภาพในดินนาน และสลายตัวช้าในสภาพเป็นกลาง เนื่องจากน้ำใต้ดินที่ผ่านการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพส่วนใหญ่มีค่าความเป็นกรด-ด่างเป็นกลาง แต่ปริมาณที่ตรวจพบมีค่าต่ำกว่าค่าปริมาณสูงสุดที่กำหนดให้มี

ได้ในน้ำ เพื่ออุปโภค และเพื่อใช้ในทางการเกษตร จึงไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม แต่ควรมีการแนะนำให้เกษตรกรใช้สารกำจัดวัชพืชกลุ่ม Triazine น้อยลง หรือเลี่ยงใช้สารชนิดอื่นแทน และตรวจไม่พบสารกลุ่ม organochlorine กลุ่ม organophosphorus กลุ่ม carbamate กลุ่ม pyrethroid และ 2,4-D ในน้ำใต้ดิน

การนำไปใช้ประโยชน์

1. ได้ข้อมูลจากการใช้วัตถุมีพิษการเกษตรที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

2. เพื่อเผยแพร่ผลงานวิจัยและมีประโยชน์ต่อการศึกษาด้านผลกระทบของวัตถุมีพิษการเกษตร ถ่ายทอดความรู้แก่นักศึกษา นักวิจัยในหน่วยงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

3. เป็นข้อมูลของสารกลุ่มเฝ้าระวังของกรมวิชาการเกษตรเพื่อที่ใช้ในการบริหารความเสี่ยง

4. เผยแพร่ในหนังสือรายงานประจำปี และการประชุมวิชาการ

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงอุตสาหกรรม. 2542. มาตรฐานน้ำบาดาลที่ใช้บริโภคได้ ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2542) เรื่อง กำหนดหลักเกณฑ์และมาตรการทางวิชาการสำหรับป้องกันทางด้านสาธารณสุขและป้องกันสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ.

กรมวิชาการเกษตร. 2552-2555. ข้อมูลการนำเข้าวัตถุอันตราย. สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร. กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ.

คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2543. ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 20 (พ.ศ. 2543) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ.2535 เรื่องกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน. ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 117 ตอนพิเศษ 95 ง ลงวันที่ 15 กันยายน 2543.

ปรีชา ฉัตรสันติประภา และพงศ์ศรี ใบอดุลย์. 2549. ศึกษาการปนเปื้อนวัตถุมีพิษในน้ำใต้ดินบริเวณเกษตรกรรม: ภาคเหนือตอนล่าง. ผลการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ 2549. หน้า 170-178.

วิมลมาศ สตารัตน์. 2540. การศึกษาคุณภาพน้ำใต้ดิน โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่าโบสถ์ (พ.ศ. 2535-2538).

ศิวาภรณ์ สกุลเที่ยงตรง มลิสา เวชยานนท์ พงศ์ศรี ใบอดุลย์ และพูลสุข หฤทัยธนาสันติ์. 2545. การปนเปื้อนวัตถุมีพิษในน้ำใต้ดิน. การประชุมทางวิชาการ กองวัตถุมีพิษการเกษตร. ครั้งที่ 4 การวิเคราะห์วิจัยและควบคุมวัตถุอันตรายเป็นหัวใจของเกษตรกรดีที่เหมาะสม. 22-25 กรกฎาคม 2545 : 63-73.

ศิวาภรณ์ สกุลเที่ยงตรง และพงศ์ศรี ใบอดุลย์. 2549. ศึกษาการปนเปื้อนวัตถุมีพิษในน้ำใต้ดินบริเวณพื้นที่เกษตรกรรม: ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน. ผลการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ 2549. หน้า 155-169.

Cohen, S.Z., Creeger, S., Carsel, R. and C. Enfied. 1984. Potential for Pesticide Contamination of Groundwater from Agriculture Uses. **In Treatment and Disposal of Pesticide Wastes, Symposium Series** 259, R.F.

Cohen, S.H. 1993. Pesticide in Groundwater: **an Overview In Environmental Fate of Pesticide**. Edited by D.H. Hudsun and T.R. Roberts. 286 pp.

Gastafson, D.I. 1993. Pesticides in Drinking Water. Van Norstand Reinhold, New York, U.S.A. p. 241.

Gleason, J. 2006. Mobility of Herbicide Active Ingredients : Atrazine and 2,4-D.

Krueger and J.N. Seiber, Eds. Washing, D.C.: American Chemical Society. pp. 197-325.

Organochlorine Pesticide in Water, Gas Chromatographic Method. **AOAC Official Method** 990.06, 1999.

Organophosphorus Pesticide. General Multiresidue Method. **AOAC Official Method** 970.52, 1995.

Thier, H.P. and J. Kirchhoff, 1996. 2,4-D, Dichlorprop (2,4-DP). In Manual of Pesticide Residue Analysis, Volume II. Working group analysis, **Pesticide Commission**, VCH, Germany.

การสะสมสารพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อมบริเวณเกษตรกรรมลุ่มแม่น้ำบางปะกง

Accumulation of Pesticide in the Bangpakong river in Agricultural Area

มลิสา เวชยานนท์ สิริพร เหลืองสุชนกุล ปภัสรา คุณเลิศ

กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

.....

บทคัดย่อ

ศึกษาการสะสมสารพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อมบริเวณเกษตรกรรมของลุ่มแม่น้ำบางปะกงและคลองแยก โดยใช้พิกัดภูมิศาสตร์ (Global Positioning System ; GPS) ช่วงเดือนมกราคม มีนาคม พฤษภาคม และกรกฎาคม 2555 จำนวน 24 จุด รวม 186 ตัวอย่าง เป็นน้ำ ตะกอน พืชน้ำและสัตว์น้ำ จำนวน 98, 75, 8 และ 5 ตัวอย่าง ตามลำดับ ตัวอย่างน้ำ 98 ตัวอย่าง ตรวจพบสารพิษตกค้าง 15 ตัวอย่าง คิดเป็น 15 เปอร์เซ็นต์ ตรวจพบสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนคลอรีน ชนิด DDT & metabolites, endosulfan และ dieldrin ปริมาณ <0.01 - 0.05, <0.01 และ <0.01 ไมโครกรัมต่อลิตร ตามลำดับ จำนวน 11 ตัวอย่าง กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสชนิด parathion methyl และpirimiphos methyl ปริมาณ 0.04 และ 0.01 - 0.02 ไมโครกรัมต่อลิตร จำนวน 2 ตัวอย่าง กลุ่มคาร์บาเมทชนิด carbofuran ปริมาณ 0.08-0.62 ไมโครกรัมต่อลิตร ตามลำดับ จำนวน 2 ตัวอย่าง และสารกำจัดวัชพืชกลุ่มไทรอาซีนชนิด atrazine ปริมาณ 0.04 ไมโครกรัมต่อลิตร จำนวน 1 ตัวอย่าง ตัวอย่างตะกอน 75 ตัวอย่าง ตรวจพบสารพิษตกค้าง 8 ตัวอย่าง คิดเป็น 11 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ สารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนคลอรีน ชนิด DDT & metabolites ปริมาณ <0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จำนวน 8 ตัวอย่าง กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสชนิด chlorpyrifos, dimethoate และ ethion ปริมาณ <0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จำนวน 3 ตัวอย่าง ส่วนตัวอย่างพืชน้ำ 8 ตัวอย่าง และสัตว์น้ำชนิดปลา 5 ตัวอย่าง ตรวจไม่พบสารพิษในทุกตัวอย่าง อย่างไรก็ตามปริมาณสารพิษที่พบในตัวอย่างน้ำไม่เกินค่าสูงสุดที่ยอมให้มีได้ (Maximum Allowable Concentration; MAC) ในน้ำ และไม่อยู่ในระดับที่เป็นพิษต่อปลา รวมทั้งพืชและสัตว์น้ำที่จะนำมาบริโภคยังอยู่ในระดับที่ปลอดภัยสำหรับการบริโภค

รหัส 03-06-54-05-03-01-01-54

คำนำ

แม่น้ำบางปะกงมีต้นกำเนิดจากแม่น้ำนครนายกและแม่น้ำปราจีนบุรี ไหลมาบรรจบกันบริเวณตำบลบางแตน อำเภอบ้านสร้าง จังหวัดปราจีนบุรี และไหลลงสู่อ่าวไทย ทางด้านจังหวัดฉะเชิงเทรา มีความยาวตลอดลำแม่น้ำ 122 กิโลเมตร ปริมาณการไหลของแม่น้ำบางปะกงในแต่ละปี โดยเฉลี่ยแล้วหลังเดือนเมษายน เมื่อเริ่มเข้าฤดูฝน ปริมาณน้ำในแม่น้ำจะเพิ่มขึ้นสูงตามลำดับจนถึงประมาณเดือนสิงหาคมหลังจากนั้นปริมาณการไหลของน้ำจะค่อยๆ ลดลงหลังจากหมดฤดูฝน ซึ่งปริมาณน้ำจะน้อยที่สุดในเดือนธันวาคม และเมื่อเริ่มเข้าเดือนเมษายนในปีถัดไปปริมาณการไหลของน้ำจะเพิ่มขึ้นอีกเป็นวัฏจักร ลุ่มน้ำบางปะกงมีพื้นที่ลุ่มน้ำ 7,978 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมจังหวัดฉะเชิงเทรา ปราจีนบุรี และชลบุรีมีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปี 3,712 ล้านลูกบาศก์เมตร สามารถแบ่งออกเป็น 4 ลุ่มน้ำย่อย ได้แก่ แม่น้ำนครนายก คลองท่าลาด คลองหลวง และแม่น้ำบางปะกงสายหลัก พื้นที่เกษตรกรรมประมาณ 1,180,160 ไร่ ตามอนุสัญญาสตอกโฮล์มว่าด้วยสารมลพิษที่ตกค้างยาวนาน (Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants, POPs) ประเทศไทยเป็นรัฐภาคีใน 50 ประเทศ ได้ให้สัตยาบันในเรื่องการเฝ้าระวังและติดตามสถานการณ์การปนเปื้อนของสารมลพิษ เพื่อเป็นการคุ้มครองสุขภาพอนามัยของมนุษย์และสิ่งแวดล้อมจากสารมลพิษที่ตกค้างยาวนาน โดยให้มีการลดและเลิกการใช้สารเหล่านี้ มีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 17 พฤษภาคม 2547 (กรมควบคุมมลพิษ, 2547) กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร ได้ศึกษาการสะสมและการแพร่กระจายของสารพิษตกค้างเหล่านี้ รวมทั้งสารพิษกลุ่มอื่นๆ ในบริเวณเกษตรกรรมลุ่มแม่น้ำที่สำคัญๆ ที่ผ่านมาในปี 2554 (มลิสา และคณะ, 2554) ได้ทำการศึกษาในเขตลุ่มแม่น้ำท่าจีนซึ่งเป็นแม่น้ำสายหลักสำคัญในเขตภาคกลาง ยังคงตรวจพบสารพิษตกค้างในกลุ่ม POPs แต่มีปริมาณค่อนข้างต่ำ ดังนั้นเพื่อเป็นการเฝ้าระวังและติดตามสถานการณ์การปนเปื้อนของวัตถุมีพิษการเกษตรในสิ่งแวดล้อมบริเวณเกษตรกรรมอย่างต่อเนื่อง ในปี 2555 จึงได้ทำการศึกษาในเขตพื้นที่ลุ่มแม่บางปะกงและคลองแยก ซึ่งถือได้ว่าเป็นแม่น้ำอีกสายหนึ่งในเขตภาคตะวันออก ที่มีพื้นที่สำหรับทำการเพาะปลูกพืชหลากหลาย ประกอบกับสถานการณ์การใช้สารพิษที่ผ่านมามีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (สำนักควบคุมพืชและวัสดุทางการเกษตร, 2554) น่าจะเกิดผลกระทบและปนเปื้อนสู่แม่น้ำและแหล่งน้ำใกล้เคียง

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. เครื่องแก้วสกัดได้แก่ separatory funnel, beaker, cylinder, Erlenmeyer flask, round bottom flask, graduated tube, glass vial for auto sampler, volumetric pipette และ volumetric flask

2. เคมีภัณฑ์ชนิดต่างๆ

2.1 สารเคมี analytical grade ได้แก่ siliga gel, SPE C18, SPE florisil, anhydrous sodium sulfate, acetone, dichloromethane, ethyl acetate, ethyl ether, hexane, methanol, sodium hydrogen carbonate, sulfuric acid, sodium hydroxide และ sodium chloride, ammonium chloride สารเคมีชนิด pesticide grade และ HPLC grade ได้แก่ acetone, acetonitrile, ethyl acetate, hexane และ iso-octane

2.2 สารพิษมาตรฐาน pesticide grade กลุ่มออร์กาโนคลอรีน 20 ชนิด ประกอบด้วย aldrin, alpha BHC, alpha endosulfan, beta BHC, beta endosulfan, cis chlordane, dicofol, dieldrin, endosulfan sulfate, endrin, gamma BHC, heptachlor, heptachlor epoxide, o,p'-DDE, o,p'-DDT, o,p'-TDE, p,p'-DDE, p,p'-DDT, p,p'-TDE และ trans chlordane กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส 21 ชนิด ประกอบด้วย azinphos ethyl, chlorpyrifos, chlorpyrifos methyl, diazinon, dicrotophos, dimethoate, EPN, ethion, ethoprophos, fenthion, fenitrothion, malathion, methidathion, monocrotophos, parathion methyl, pirimiphos methyl, profenofos, triazophos, methamidophos, omethoate และ phosalone กลุ่มไพรี ทรอยด์ 7 ชนิด ประกอบด้วย bifenthrin, cyfluthrin, cypermethrin, lamda cyhalothrin, deltamethrin, fenvalerate และ permethrin กลุ่มคาร์บาเมท 6 ชนิด ประกอบด้วย carbaryl, carbofuran, fenobucarb, methomyl, metolcarb และ promecarb กลุ่มไทรอาซีน 3 ชนิด ประกอบด้วย ametryn, metribuzin และ triazine กลุ่ม chlorophenoxy compounds ชนิด 2,4-D กลุ่ม bipyridyliums ชนิด paraquat และ กลุ่มฟีนิลเอไมด์ เอคิลอาลานินชนิด metalaxyl

3. เครื่องมือวิทยาศาสตร์

เครื่องชั่งละเอียด, เครื่องสกัดชนิด separatory funnel shaker, shaker, Homogeneizer เครื่อง food processor เครื่องลดปริมาตร, เครื่อง spectrophotometer, เครื่อง Gas Chromatograph (GC) ของบริษัท Agilent Technology รุ่น HP 6890 ตัวตรวจวัดชนิด Flame Photometric Detector (FPD) และ Electron Capture Detector (ECD), เครื่อง Gas Chromatograph /Mass spectrometry รุ่น 5973

4. วัสดุอุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่าง ได้แก่ แคงทำด้วย stainless steel และขวดพลาสติกชนิด polypropylene พร้อมฝาปิด สำหรับเก็บตัวอย่างน้ำ ช้อนทำด้วย stainless steel และขวดแก้วพร้อมฝาปิด สำหรับเก็บตัวอย่างตะกอน ถุงพลาสติกพร้อมที่ผูก สำหรับเก็บตัวอย่างพืชน้ำและสัตว์น้ำ ถังแช่พร้อมฝาปิดสำหรับเก็บรักษาสภาพตัวอย่างในระหว่างขนส่ง

วิธีการ

1. สำรวจพื้นที่และกำหนดจุดเก็บตัวอย่างบริเวณพื้นที่เกษตรกรรมที่แม่น้ำบางปะกงไหลผ่านตลอดทั้งสาย โดยใช้พิกัดภูมิศาสตร์ (Global Positioning System; GPS)

2. การเก็บ และเตรียมตัวอย่าง

2.1 ตัวอย่างน้ำ สุ่มเก็บให้เต็มขวดปริมาตรประมาณตัวอย่างละ 4 ลิตร

2.2 ตัวอย่างตะกอน สุ่มเก็บจุดเดียวกับน้ำ ให้ได้น้ำหนักประมาณ 500 กรัม ปิดฝาให้สนิท ก่อนนำไปสกัดผึ่งในถาดสแตนเลสที่อุณหภูมิห้อง ให้มีความชื้นประมาณ 10-20 เปอร์เซ็นต์ (พงศ์ศรีและพูลสุข, 2545) แล้วทุบให้ละเอียดผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน ก่อนนำไปสกัดและหาเปอร์เซ็นต์ความชื้น

2.3 ตัวอย่างสัตว์น้ำชนิดปลา เก็บใส่ในถุงพลาสติก เตรียมตัวอย่างโดยเลือกเฉพาะส่วนเนื้อ นำไปบดให้ละเอียดด้วยเครื่อง food processor

2.4 ตัวอย่างพืชน้ำชนิดผักบุ้งและผักกระเฉด สุ่มเก็บให้ได้น้ำหนักมากพอสำหรับการสกัด นำไปบดให้ละเอียดด้วยเครื่อง food processor

2.5 ตัวอย่างน้ำ ตะกอน สัตว์น้ำและพืชน้ำที่สุ่มเก็บได้ แช่น้ำแข็ง เพื่อป้องกันสารพิษสลายตัวในระหว่างการขนส่ง

3. การเตรียมสารละลายของสารมาตรฐาน เตรียม stock standard solution ของสารพิษแต่ละชนิดให้มีความเข้มข้น ประมาณ 1,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เตรียม Intermediate standard solution ให้ได้สารละลายของสารมาตรฐานผสมที่มีความเข้มข้นอยู่ในช่วง 20-200 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และเตรียม working standard solution ให้ได้สารละลายของสารมาตรฐานผสมของแต่ละกลุ่มให้มีความเข้มข้นประมาณ 0.0 - 2.50 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

4. วิธีการสกัดตัวอย่าง

4.1 การสกัดสารพิษในน้ำ

4.1.1 กลุ่มออร์กาโนคลอรีนและกลุ่มไพรีทรอยด์ (In house method TM-T04-I01 base on AOAC 2005) ตวงตัวอย่างน้ำ 1,000 มิลลิลิตร สกัดด้วย hexane (AR) 100 มิลลิลิตร เขย่านาน 3 นาที ชั้นบนกรองผ่าน anh. Na_2SO_4 เก็บใน round bottom flask ชั้นล่างเป็นชั้นน้ำนำไปสกัดซ้ำอีก 2 ครั้ง ด้วย hexane (AR) 50 มิลลิลิตร เก็บรวมกับครั้งแรก นำไปลดปริมาตร โดยใช้ rotary evaporator จนเกือบแห้ง ปรับปริมาตรด้วย hexane (PR) ให้ได้ 1 มิลลิลิตร นำไปฉีดเครื่อง GC ชนิด ECD

4.1.2 กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส กลุ่มคาร์บาเมท และกลุ่มไทรอาซีน ใช้วิธีการสกัดเช่นเดียวกับวิธีการสกัดข้อ 4.1.1 แต่จะเปลี่ยนในส่วนของสารเคมีที่ใช้ในการสกัดจาก hexane เป็น ethyl acetate (In house method TM-T04-I03 base on EPA method 8141A, Revision 1, 1994) และนำสารสกัดที่ได้ฉีดเครื่อง GC ชนิด FPD เพื่อตรวจวิเคราะห์สารพิษกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส และฉีดเครื่อง GC/MS เพื่อตรวจวิเคราะห์สารพิษ กลุ่มคาร์บาเมทและกลุ่มไทรอาซีน

4.1.3 กลุ่ม chlorophenoxy compound ชนิด 2,4-D ตวงตัวอย่างน้ำ 1,000 มิลลิลิตร ปรับ pH ด้วย 18 N H_2SO_4 ให้ได้ ≤ 2 เติม methanol : ethyl ether (2:8) 100 มิลลิลิตร เขย่านาน 3 นาที กรองผ่าน anh. Na_2SO_4 เก็บใน round bottom flask ชั้นล่างเป็นชั้นน้ำนำไปสกัดซ้ำอีก 2 ครั้ง ด้วย methanol : ethyl ether (2:8) 50 มิลลิลิตร เก็บรวมกับครั้งแรก เติม 10 M NaOH 10 มิลลิลิตร นำไปต้มที่อุณหภูมิ water bath 60 องศาเซลเซียส นาน 35 นาที เทตัวอย่างใส่ separatory funnel ล้าง round bottom flask ที่ใส่ตัวอย่างด้วยน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร เติม dichloromethane 25 มิลลิลิตร เขย่าเบาๆ ทิ้งชั้น dichloromethane ปรับ pH ด้วย 18 N H_2SO_4 (เย็น) ให้ได้ ≤ 2 เติม dichloromethane 25 มิลลิลิตร เขย่าเบาๆ กรองผ่าน anh. Na_2SO_4 ลงใน round bottom flask สกัดด้วย dichloromethane 25 มิลลิลิตร ซ้ำอีก 2 ครั้ง ล้าง separatory funnel ที่ใส่ตัวอย่างด้วย dichloromethane 10 มิลลิลิตร ลดปริมาตรด้วย rotary evaporator ให้เหลือประมาณ 1 มิลลิลิตร เติม methanol:conc. H_2SO_4 (9:1) 5 มิลลิลิตร เขย่าเบาๆ ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที เทตัวอย่างลงใน separatory funnel ล้าง round bottom flask ด้วยน้ำกลั่น 15 มิลลิลิตร เติม hexane (PR) 10 มิลลิลิตร เขย่า ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 3 นาที ทิ้งชั้นล่าง เติม 0.5 M $NaHCO_3$ 15 มิลลิลิตร เขย่าตั้งทิ้งไว้ให้แยกชั้น ทิ้งชั้นล่าง ชั้นบนกรองผ่าน anh. Na_2SO_4 ลงใน graduated tube นำไปตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC ชนิด ECD

4.1.4 กลุ่ม bipyridilium ชนิด paraquat ตัวอย่างน้ำ 500 มิลลิลิตร นำไป clean up โดยใช้ burette อุดปลายด้วย glass wool บรรจุ cation exchange resin 5 กรัม เติม sat^{d} NaCl 50 มิลลิลิตร ไขทิ้ง เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร ไขทิ้ง เติมตัวอย่าง ปรับอัตราการไหลประมาณ 10 - 12 มิลลิลิตรต่อนาที เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร

2 N HCl 50 มิลลิลิตร น้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร 2.5 % NH_4Cl 50 มิลลิลิตร และน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร ทั้งหมดปรับอัตราการไหล 5 มิลลิลิตรต่อนาที ชะตัวอย่างด้วย sat^d NH_4Cl 50 มิลลิลิตร ปรับอัตราการไหล 1 มิลลิลิตรต่อนาที นำไปตรวจวัดเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 396 นาโนเมตร

4.2 การสกัดสารพิษในตะกอน

4.2.1 การหาความชื้นในตะกอน ตัวอย่างตะกอนที่นำมาตรวจวิเคราะห์จะต้องคำนวณเปอร์เซ็นต์ความชื้นตามวิธีการ (Back C.A., 1965) เพื่อนำไปลบน้ำหนักตัวอย่างตะกอนที่มีความชื้นจะได้น้ำหนักตะกอนแห้งสุทธิ สำหรับใช้คำนวณในขั้นตอนการหาปริมาณสารพิษ ซึ่งจะแบ่งตัวอย่างส่วนหนึ่งสำหรับคำนวณเปอร์เซ็นต์ความชื้นพร้อมๆ กับแบ่งไปสกัด โดยชั่งและบันทึกน้ำหนัก petri dish และชั่งตัวอย่างตะกอนใส่ใน petri dish 50 กรัม นำไปอบในตู้อบอุณหภูมิ 100 ± 5 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง ใส่ใน desiccators ทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ชั่งและบันทึกน้ำหนักตัวอย่างตะกอนพร้อม petri dish และนำตัวอย่างอบต่ออีกประมาณ 3 - 4 ชั่วโมง ชั่งและบันทึกน้ำหนักครั้งที่ 2 ถ้าน้ำหนักที่หายไปจากการอบครั้งที่ 1 และ 2 แตกต่างกันไม่เกิน 1 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าน้ำระเหยออกจากตัวอย่างหมดแล้ว ถ้ามากกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ จะต้องนำไปอบต่ออีก 3-4 ชั่วโมง จนกระทั่งน้ำหนักที่หายไปแตกต่างกันไม่เกิน 1 เปอร์เซ็นต์ จึงจะนำไปคำนวณเปอร์เซ็นต์ความชื้นและน้ำหนักตะกอนแห้ง

4.2.2 วิธีการสกัด

4.2.2.1 กลุ่มออร์กาโนคลอรีน กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส กลุ่มไพรีทรอยด์ กลุ่มคาร์บาเมท และกลุ่มไทรอาซีน (In house method TM-T04-I02 base on AOAC 1995) ชั่งตัวอย่าง 20 กรัม ใส่ Erlenmeyer flask เติม ethyl acetate (AR) 75 มิลลิลิตร เขย่าด้วย shaker นาน 5 ชั่วโมง กรองสารสกัดผ่าน anh. $NaSO_4$ ใส่ใน round bottom flask ล้างขวดใส่ตัวอย่างด้วย ethyl acetate 20 มิลลิลิตร 2 ครั้ง นำไปลดปริมาตรโดยใช้ rotary evaporator จนเกือบแห้ง ปรับปริมาตรด้วย ethyl acetate (PR) ให้ได้ 2 มิลลิลิตร ดูดสารสกัด 1 มิลลิลิตร นำไปฉีดเครื่อง GC ชนิด FPD เพื่อตรวจวิเคราะห์สารพิษกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส และฉีดเครื่อง GC/MS เพื่อตรวจวิเคราะห์สารพิษกลุ่มคาร์บาเมทและกลุ่มไทรอาซีน ส่วนสารสกัดที่เหลือ 1 มิลลิลิตร เปลี่ยนและปรับปริมาตรด้วย hexane (PR) ให้ได้ 2.5 มิลลิลิตร นำไปฉีดเครื่อง GC ชนิด ECD เพื่อตรวจวิเคราะห์สารพิษกลุ่มออร์กาโนคลอรีนและกลุ่มไพรีทรอยด์

4.2.2.2 กลุ่ม chlorophenoxy compound ชนิด 2,4-D ตะกอน 20 กรัม ใส่ Erenmeyer flask เติม methanol : water (8:2) 100 มิลลิลิตร เขย่านาน 30 นาที กรองผ่าน anh. Na_2SO_4 เก็บใน round bottom flask เติม 10 M NaOH 10 มิลลิลิตร นำไปต้มที่อุณหภูมิ water bath 60 องศาเซลเซียส นาน 35 นาที เทตัวอย่างใส่ separatory funnel ล้าง round bottom flask ที่ใส่ตัวอย่างด้วยน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร เติม dichloromethane 25 มิลลิลิตร เขย่าเบาๆ ทิ้งชั้น dichloromethane ปรับ pH ด้วย 3M H_2SO_4 ให้ได้ <3 เติม dichloromethane 25 มิลลิลิตร เขย่าเบาๆ กรองผ่าน anh. Na_2SO_4 ลงใน round bottom flask สกัดด้วย dichloromethane 25 มิลลิลิตร ซ้ำอีก 2 ครั้ง ล้าง separatory funnel ที่ใส่ตัวอย่างด้วย dichloromethane 10 มิลลิลิตร ลดปริมาตรด้วย rotary evaporator ให้เกือบแห้งเติม methanol : conc. H_2SO_4 (9:1) 5 มิลลิลิตร เขย่าเบาๆ ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที เทตัวอย่างลงใน separatory funnel ล้าง round bottom flask ด้วยน้ำกลั่น 15 มิลลิลิตร เติม hexane (PR) 10 มิลลิลิตร เขย่าแล้วตั้งทิ้งไว้ประมาณ

3 นาที ทิ้งชั้นล่าง เติม 0.5 M $NaHCO_3$ 15 มิลลิลิตร เขย่าแล้วตั้งทิ้งไว้ให้แยกชั้น ทิ้งชั้นล่าง ชั้นบนกรองผ่าน anh. Na_2SO_4 ลงใน graduated tube นำไปตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC ชนิด ECD

4.2.2.3 กลุ่ม bipyridilium ชนิด paraquat ตัวอย่างตะกอน 25 กรัม ใส่ round bottom flask เติมน้ำ 65 มิลลิลิตร เติม 18 N H_2SO_4 35 มิลลิลิตร และ octanal 1 มิลลิลิตร นำไป reflux นาน 5 ชั่วโมง กรองตัวอย่างผ่าน cellite ปรับปริมาตรให้ได้ 500 มิลลิลิตรและนำไป clean up โดยใช้ burette อุดปลายด้วย glass wool บรรจุ cation exchange resin 5 กรัม ใส่ใน burette เติม sat^{d} NaCl 50 มิลลิลิตร เติม น้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร เติมตัวอย่าง เติมน้ำกลั่น 25 มิลลิลิตร 2 N HCl 100 มิลลิลิตร น้ำกลั่น 25 มิลลิลิตร 2.5% NH_4Cl 25 มิลลิลิตร และน้ำกลั่น 25 มิลลิลิตร ทั้งหมดปรับอัตราการไหล 5 มิลลิลิตรต่อนาทีและไขทิ้ง ชะตัวอย่างด้วย sat^{d} NH_4Cl 50 มิลลิลิตร ปรับอัตราการไหล 1 มิลลิลิตรต่อนาที เก็บชั้นสารละลายที่ได้ไปตรวจวัดปริมาณสารพิษด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 396 นาโนเมตร

4.3 การสกัดสารพิษในพืชน้ำ (ดัดแปลงจาก Steinwandter, 1985)

4.3.1 การสกัด ชั่งตัวอย่างพืชบด 25 กรัม ใส่ขวดปริมาตร เติม acetone 50 มิลลิลิตร ปั่นด้วย homogenizer นาน 1 นาที เติม dichloromethane 40 มิลลิลิตร และ NaCl 8 กรัม ปั่นต่ออีก 1 นาที เทสารละลายส่วนที่ใส ใส่ Erlenmeyer flask เติม anh. $NaSO_4$ 15 กรัม ตั้งไว้ประมาณ 20 นาที กรองผ่าน anh. $NaSO_4$ แบ่งสารละลาย 50 มิลลิลิตร ใส่ round bottom flask นำไปลดปริมาตรเกือบแห้ง ปรับปริมาตรด้วย ethyl acetate (PR) ให้ได้ 10 มิลลิลิตร แบ่งสารสกัด 2 มิลลิลิตร ไปตรวจวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณสารพิษกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสโดยใช้เครื่อง GC ชนิด FPD และตรวจวิเคราะห์สารพิษกลุ่มคาร์บาเมทและไทรอาซีน โดยใช้เครื่อง GC/MS ส่วนสารสกัดอีก 4 มิลลิลิตร นำไปขจัดสิ่งปนเปื้อน

4.3.2 การขจัดสิ่งปนเปื้อน (clean up) ชั่ง siliga gel ที่ deactivated ด้วยน้ำ 10 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 1 กรัม ใส่ในคอลัมน์เส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร ปิดทับ siliga gel ด้วย anh. $NaSO_4$ สูงประมาณ 1 เซนติเมตร ล้างคอลัมน์ด้วย hexane 5 มิลลิลิตร ดูดสารสกัดตัวอย่างลงในคอลัมน์ ชะตัวอย่างในคอลัมน์ด้วยสารผสมของ hexane : dichloromethane (4:1) 5 มิลลิลิตร และสารผสมของ hexane : dichloromethane (1:1) 10 มิลลิลิตร เก็บสารละลายที่ได้ใน round bottom flask นำไปลดปริมาตรจนเกือบแห้ง ปรับปริมาตรให้ได้ 2 มิลลิลิตรด้วย hexane (PR) ดูดสารสกัดใส่ vial นำไปฉีดเครื่อง GC ชนิด ECD เพื่อตรวจวิเคราะห์สารพิษกลุ่มออร์กาโนคลอรีนและกลุ่มไพรีทรอยด์

4.4 การสกัดสารพิษในเนื้อปลา ใช้วิธีของ FEEI SUN (2000)

4.4.1 การสกัด ชั่งตัวอย่างเนื้อปลาบด 10 กรัม ใส่ขวดปริมาตร เติม acetonitrile 50 มิลลิลิตร สกัดโดยใช้ homogenizer 1 นาที กรองผ่านกระดาษกรองด้วยระบบสุญญากาศ ใส่ใน Erlenmeyer flask ล้างขวดใส่ตัวอย่างด้วย acetonitrile 100 มิลลิลิตร ตวงแบ่งสารสกัด 50 มิลลิลิตร ใส่ใน round bottom flask นำไปลดปริมาตรจนเกือบแห้ง เติม acetonitrile 15 มิลลิลิตร นำไปขจัดสิ่งปนเปื้อน (clean up)

4.4.2 การขจัดสิ่งปนเปื้อน (clean up) ใช้ SPE ชนิด C18 ต่อกับ SPE ชนิด florisil ที่บรรจุเพิ่มด้วย anh. $NaSO_4$ 2 กรัม ล้างคอลัมน์ด้วย acetonitrile 6 มิลลิลิตร ดูดตัวอย่างจากข้อ 4.4.1 ใส่คอลัมน์และปรับอัตราการไหล 3 หยดต่อวินาที ใส่ใน graduated tube ลดปริมาตรสารสกัดด้วย nitrogen evaporator และปรับปริมาตรด้วย

สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ethyl acetate (PR) ให้ได้ 1 มิลลิลิตร แบ่งสารสกัด 0.5 มิลลิลิตร นำไปตรวจวิเคราะห์ กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส โดยใช้เครื่อง GC ชนิด FPD และตรวจวิเคราะห์สารพิษกลุ่มคาร์บาเมทและไทรอาซีน โดยใช้เครื่อง GC/MS สารสกัดที่เหลือ 0.5 มิลลิลิตร นำไปลดปริมาตรจนเกือบแห้ง และปรับปริมาตรด้วย hexane (PR) ให้ได้ 0.5 มิลลิลิตร นำไปฉีดเครื่อง GC ชนิด ECD เพื่อตรวจวิเคราะห์สารพิษกลุ่มออร์กาโนคลอรีนและกลุ่มไพรีทรอยด์

ระยะเวลา (เริ่มต้น – สิ้นสุด) เดือนตุลาคม 2554 – กันยายน 2555

สถานที่ดำเนินงาน กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการสุ่มเก็บตัวอย่าง บริเวณแม่น้ำบางปะกง ในช่วงเดือนมกราคม มีนาคม พฤษภาคม และกรกฎาคม 2555 จำนวน 24 จุด (ตารางที่ 1) รวม 186 ตัวอย่าง เป็นตัวอย่างน้ำ ตะกอน พืชน้ำและสัตว์น้ำ จำนวน 98, 75, 8 และ 5 ตัวอย่าง ตามลำดับ ตัวอย่างน้ำ 98 ตัวอย่าง พบสารพิษตกค้าง 15 ตัวอย่าง คิดเป็น 15 เปอร์เซ็นต์ สารพิษที่ตรวจพบเป็นกลุ่มออร์กาโนคลอรีน ชนิด DDT & metabolites, endosulfan, dieldrin และปริมาณระหว่าง <0.01 - 0.05, และ <0.01 ไมโครกรัมต่อลิตร จำนวน 11 ตัวอย่าง กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสชนิด parathion methyl และ pirimiphos methyl ปริมาณระหว่าง 0.01- 0.04 ไมโครกรัมต่อลิตร จำนวน 2 ตัวอย่าง กลุ่มคาร์บาเมท ชนิด carbofuran ปริมาณ 0.08 - 0.62 ไมโครกรัมต่อลิตร จำนวน 2 ตัวอย่าง และสารกำจัดวัชพืชกลุ่มไทรอาซีน ชนิด atrazine ปริมาณ 0.04 ไมโครกรัมต่อลิตร จำนวน 1 ตัวอย่าง โดยตัวอย่างน้ำที่ตรวจพบส่วนใหญ่จะเป็นช่วงเดือน มกราคม และมีนาคม ซึ่งเป็นฤดูแล้งปริมาณน้ำในแม่น้ำลดลงสารพิษมีแนวโน้มของการสะสมที่มากขึ้น ทำโอกาสที่จะตรวจพบสูง (ตารางที่ 2) ตัวอย่างตะกอน 75 ตัวอย่าง ตรวจพบ 8 ตัวอย่าง คิดเป็น 11 เปอร์เซ็นต์ สารพิษที่ตรวจพบส่วนใหญ่เป็นสารพิษที่อยู่ในกลุ่มสาร POPs ซึ่งเป็นสารที่ห้ามใช้แต่ยังมีฤทธิ์ตกค้างยาวนานได้แก่ สารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนคลอรีน ชนิด DDT & metabolites ปริมาณ <0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จำนวน 8 ตัวอย่าง นอกจากนี้ยังตรวจพบสารพิษกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสชนิด chlorpyrifos, dimethoate และ ethion ปริมาณ <0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จำนวน 3 ตัวอย่าง ส่วนตัวอย่างพืชน้ำ 8 ตัวอย่าง และสัตว์น้ำชนิดปลา 5 ตัวอย่าง ตรวจไม่พบสารพิษทุกตัวอย่าง (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 1. จุดเก็บตัวอย่าง ตามพิกัดภูมิศาสตร์ (Global Positioning System ; GPS)

จุดที่	จุดเก็บ		สถานที่
	X	Y	
P1	714892	1490295	ปากอ่าว ศูนย์ฝึกอบรมโรงไฟฟ้า บางปะกง จ.ฉะเชิงเทรา
P2	719209	1493080	โรงไฟฟ้าบางปะกง จ.ฉะเชิงเทรา
P3	719509	1498386	คลองอ้อมใหญ่ ต. เขาดิน อ. บางปะกง จ.ฉะเชิงเทรา
P4	720012	1502032	วัดแสนภูดาษ อ. บางปะกง จ.ฉะเชิงเทรา
P5	725182	1504115	ที่ว่าการอำเภอบ้านโพธิ์ จ.ฉะเชิงเทรา
P6	723097	1507036	คลองประเวศบุรีรมย์ จ.ฉะเชิงเทรา

ตารางที่ 1. จุดเก็บตัวอย่าง ตามพิกัดภูมิศาสตร์ (Global Positioning System ; GPS)

จุดที่	จุดเก็บ		สถานที่
	X	Y	
P7	723742	1510713	วัดไชยภูมิธาราม (วัดท่าอิฐ) อ. เมือง จ.ฉะเชิงเทรา
P8	726406	1514825	สะพานรถไฟข้ามแม่น้ำบางปะกง อ.เมือง จ.ฉะเชิงเทรา
P9	730637	1514343	วัดจุกเฌอล่าง อ. เมือง จ.ฉะเชิงเทรา
P10	731475	1516092	ประตูทดน้ำ เขื่อนบางปะกง อ. เมือง จ.ฉะเชิงเทรา
P11	731189	1516276	เขื่อนทดน้ำบางปะกง อ.เมือง จ.ฉะเชิงเทรา
P12	733309	1514830	วัดสาวชะโงก อ.บางคล้า จ.ฉะเชิงเทรา
P13	739702	1519521	คลองท่าลาด ต.บางคล้า อ.บางคล้า จ.ฉะเชิงเทรา
P14	739152	1544956	วัดบางกระเบา อ. บ้านสร้าง จ.ปราจีนบุรี
P15	734929	1540449	สะพานข้ามแม่น้ำบางปะกง อ. บ้านสร้าง จ.ปราจีนบุรี
P16	734061	1536777	จุดสบ ใกล้อนามัยบางแตน อ.บ้านสร้าง จ.ปราจีนบุรี
P17	731785	1534544	สะพานบางขนาก อ. บางขนาก จ.ฉะเชิงเทรา
P18	728590	1533202	คลองแสนแสบ อ. เมือง จ.ฉะเชิงเทรา
P19	728588	1533204	วัดบางโรง อ.คลองเขื่อน จ.ฉะเชิงเทรา
P20	737209	1527115	คลองขนม จ.ฉะเชิงเทรา
P21	738522	1524026	วัดหัวไทร อ.บางคล้า จ.ฉะเชิงเทรา
P22	735268	1519895	วัดบางตลาด อ.คลองเขื่อน จ.ฉะเชิงเทรา

ตารางที่ 2. ผลการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างในตัวอย่าง น้ำ ตะกอน พืชและสัตว์น้ำที่ช่วงเวลาต่างๆ

ช่วงเวลา	ชนิดตัวอย่าง	ตัวอย่างทั้งหมด/ตรวจพบ	ชนิดของสารพิษ	ปริมาณ	จำนวนตัวอย่างที่ตรวจพบ
สำรวจ ธ.ค. 54	น้ำ	10/0	-	-	-
	ตะกอน	6/0	-	-	-
	พืชน้ำ	1/0	-	-	-
	ปลา	2/0	-	-	-
ครั้งที่ 1 ม.ค. 55	น้ำ	22/11	atrazine	0.04	1
			cabofuran	0.08	1
			dieldrin	<0.01	1
			endosulfan	<0.01	7
			o,p′-DDE	<0.01	1
	ตะกอน	17/1	chlorpyrifos	<0.01	1
	พืชน้ำ	2/0	-	-	-
	ปลา	3/0	-	-	-
ครั้งที่ 2 มี.ค.55	น้ำ	22/4	carbofuran	0.62	1
			endosulfan	<0.01 - 0.05	3
			parathion methyl	0.04	1
			pirimipos methyl	0.01 - 0.02	1
	ตะกอน	17/2	dimethoate	<0.01	1
			ethion	<0.01	1
ครั้งที่ 3 พ.ค. 55	น้ำ	22/0	-	-	-
	ตะกอน	19/5	p,p′-DDE	<0.01	5
	พืชน้ำ	3/0	-	-	-
ครั้งที่ 4 ก.ค.55	น้ำ	22/0	-	-	-
	ตะกอน	16/0	-	-	-
	พืชน้ำ	1/0	-	-	-

หมายเหตุ: น้ำ : ปริมาณที่พบหน่วยเป็นไมโครกรัมต่อลิตร (µg/L)

ตะกอน พืชน้ำ และสัตว์น้ำ : ปริมาณที่พบหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (mg/kg)

ตารางที่ 3. ผลการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างในตัวอย่างน้ำ ตะกอน พืชน้ำ และสัตว์น้ำในบริเวณเกษตรกรรม ลุ่มแม่น้ำบางปะกง และคลองแยก

ชนิดตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่าง		กลุ่มสารพิษ	ชนิดของสารพิษ	ปริมาณ
	ทั้งหมด (186)	ตรวจพบ (26)			
น้ำ	98	15 (15%)	Organochlorines (11)	dieldrin	< 0.01
				endosulfan	< 0.01 - 0.05
				o,p′ - DDE	< 0.01
			Oraganophosphorus (2)	parathion methyl	0.04
				pirimiphos methyl	0.01 - 0.02
			Carbamate (2)	carbofuran	0.08 - 0.62
			Triazine (1)	atrazine	0.04
ตะกอน	75	8 (11%)	Organochlorines (8)	p,p′ - DDE	<0.01
			Oraganophosphorus (3)	chlorpyrifos	<0.01
				dimethoate	<0.01
				ethion	<0.01
พืชน้ำ	8	-	-		-
สัตว์น้ำ	5	-	-		-

หมายเหตุ: น้ำ : ปริมาณที่พบหน่วยเป็นไมโครกรัมต่อลิตร (µg/L)
ตะกอน พืชน้ำ และสัตว์น้ำ : ปริมาณที่พบหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (mg/kg)

ตารางที่ 4. ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	เกณฑ์มาตรฐานสูงสุด ตามการแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์			
		ประเภท 1	ประเภท 2	ประเภท 3	ประเภท 4
สารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ชนิดที่มีคลอรีนทั้งหมด (Total Organochlorines Pesticides)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ธ		0.05	
ดีดีที (DDT)	ไมโครกรัมต่อลิตร	1.0		1.0	
บีเอชซีชนิดเอลฟ่า (alpha BHC)				0.02	
ดิลดริน (Dieldrin)				0.1	
อัลดริน (Aldrin)				0.1	
เฮปตาคลอร์ และเฮปตาคลออีปอกไซด์ (heptachlor & heptachlor epoxide)				0.2	

ธ : เป็นไปตามธรรมชาติ

ประเภท 1 : แหล่งน้ำที่คุณภาพน้ำมีสภาพตามธรรมชาติ โดยปราศจากน้ำทิ้งจากกิจกรรมทุกประเภทและสามารถใช้ประโยชน์

1) การอุปโภคและบริโภคต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติก่อน
2) การขยายพันธุ์ตามธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตระดับพื้นฐาน

3) การอนุรักษ์ระบบนิเวศน์ของแหล่งน้ำ

ประเภท 2 : แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์

1) การอุปโภคและบริโภค โดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรังปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน
2) การอนุรักษ์สัตว์น้ำ
3) การประมง
4) การว่ายน้ำและกีฬาทางน้ำ

ประเภท 3 : แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภทและสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน
2) การเกษตร

ประเภท 4 : แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

1) การอุปโภคและบริโภค โดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำเป็นพิเศษก่อน
2) การอุตสาหกรรม

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ/คำแนะนำ

จากการสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำ ตะกอน พืชน้ำ และสัตว์น้ำในบริเวณลุ่มแม่น้ำบางปะกงและคลองแยก สารพิษตกค้างที่ตรวจพบส่วนใหญ่เป็นกลุ่มสารมลพิษที่ตกค้างยาวนาน (POPs) แต่อยู่ในระดับต่ำ ไม่เกินค่ามาตรฐานกำหนดที่ยอมให้มีได้ในน้ำและไม่อยู่ในระดับที่เป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ โดยค่า LC_{50} (96 hour) กำหนดไว้ในปลา golden orfe 2 ไมโครกรัมต่อลิตร ข้อมูลปริมาณสารพิษที่ตรวจพบทั้งหมดนี้จะนำไปกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินที่เดิมได้กำหนดค่ามาตรฐานสารพิษที่มีคลอรีนทั้งหมดไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร และสารในกลุ่ม POPs กำหนดไว้ไม่เกิน 0.02 - 1 ไมโครกรัมต่อลิตร (กรมควบคุมมลพิษ, 2552) ส่วนสารพิษกลุ่มคาร์บาเมท กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส และกลุ่มอื่นๆ ยังไม่กำหนดค่า ผลการศึกษานี้จึงเป็นข้อมูลที่สำคัญเพื่อจะนำไปประกอบการพิจารณา นอกจากนี้การตรวจพบสารพิษตกค้างยังเป็นการเฝ้าระวังและประเมินสถานการณ์ที่มีการใช้สารพิษในกลุ่มเสี่ยงที่ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศในสภาพแวดล้อม รวมทั้งใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนการยกเลิก และห้ามใช้สารพิษทางการเกษตรทางกฎหมายต่อไป

การนำไปใช้ประโยชน์

1. ใช้เป็นข้อมูลเพื่อเฝ้าระวังและติดตามสถานการณ์การใช้ การแพร่กระจาย และการสะสมของสารพิษการเกษตรในแหล่งแม่น้ำ และคลองแยกใกล้เคียง

2. เป็นข้อมูลในการติดตามสถานการณ์การปนเปื้อนของสารมลพิษตกค้างยาวนาน (POPs) ตามอนุสัญญาสตอกโฮล์ม

3. เกษตรกรและผู้อาศัยในเขตลุ่มแม่น้ำบางปะกงและคลองแยกที่เกี่ยวข้อง ได้ทราบข้อมูลการปนเปื้อน การแพร่กระจาย และการสะสมของสารพิษการเกษตร ทำให้เกิดความมั่นใจในการตัดสินใจที่จะใช้น้ำจากแหล่งดังกล่าวเพื่อการอุปโภคหรือบริโภค

4. ใช้ประกอบการพิจารณาการห้ามใช้ การยกเลิกการใช้สารพิษบางชนิด ในกรณีที่มีการตรวจพบสารพิษเหล่านี้ในสิ่งแวดล้อมเกินค่ามาตรฐานที่กำหนด

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ . 2547. Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (POPs) อนุสัญญาสตอกโฮล์ม ว่าด้วยสารมลพิษที่ตกค้างยาวนาน. 99 หน้า

กรมควบคุมมลพิษ. 2552. มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน (Surface Water Quality Standard)

กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร.2547. เอกสารวิธีทดสอบสารพิษกลุ่ม organochlorines ในน้ำโดยวิธี Gas Chromatography TM-T04-I01 13 หน้า

กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร. 2550. เอกสารวิธีทดสอบสารพิษกลุ่ม organochlorines กลุ่ม pyrethroids และกลุ่ม organophosphorus ในดิน โดยวิธี Gas Chromatography TM-T04-I02. 17 หน้า

กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร. 2553. เอกสารวิธีทดสอบสารพิษกลุ่ม organophosphorus ในน้ำ โดยวิธี Gas Chromatography TM-T04-I03. 14 หน้า

พงศ์ศรี ใบอดุลย์ และพูลสุข หฤทัยธนาสันติ์. 2545. การพัฒนาวิธีตรวจวิเคราะห์สารกำจัดวัชพืชกลุ่ม Triazine ในดินและน้ำ เอกสารประกอบการประชุมวิชาการกองวัตถุมีพิษการเกษตร ครั้งที่ 4 หน้า 240 - 246.

มลิสา เวชยานนท์ สิริพร เหลืองสุชนกุล และประกิจ จันทร์ติ๊บ. 2554. การสะสมสารพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อมบริเวณเกษตรกรรม: แม่น้ำท่าจีน ผลการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ 2554 เล่ม 2 สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร หน้า 51 - 63.

สำนักควบคุมพืชและวัสดุทางการเกษตร. 2554. “รายงานสรุปการนำเข้าวัตถุอันตรายทางการเกษตร พ.ศ. 2554” [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา http://www.doa.go.th/ard/index.php?(25 กุมภาพันธ์ 2555)

Anonymous.1994. The Agrochemical Handbook Third Edition. The Royal Society of Chemical, Cambridge, England.

Anonymous.1998. Guilines for Drinking Water Quality, Vol. I Recommendation. World Health Organization.

Back C.A.1965. “Method of soil analysis: part I physical and mineralogical properties”. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA. 4 pp.

Feei Sun, Feng-Yi lin, Sue-Sun wong and Gw-hen Li.2000. Determination of organochlorine and Nitrogen-Containing Pesticides in Fish with Different Fat Content. J. Food and Drug Analysis. 8(2) : p.103 – 111.

Gustafson,D.I.1993. Pesticides in drinking Water. Van Nostrand Reinhold, New York, U.S.A. 241 pp.

Kennedy, S.H.1983. The Determination of Paraquat Residues in soil and water. ICI Jealott’s Hill Research Station Bracknell Berks, UK.

Steinwandter, H. 1985. Universal 5 min on-line Method for Extraction and Isolating Pesticide Residues and industrial Chemicals. Fresenius Z. Anal. Chem. 322: 752-754.

W.keller and S. Otto.1985. BASF Agricultural Research Station, Limburgerhof.

ศึกษาปริมาณสารพิษปนเปื้อนบนร่างกายผู้ฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืชในนาข้าว : ชนิด 2,4-D ในนาข้าว นอกเขตชลประทาน

Pesticide Residue Contaminated on the Body of Sprayer in Rice Field : 2,4-D in Paddy-Field Outside Irrigation Area

ปรีชา ฉัตรสันติประภา สิริพร เหลืองสุชลกุล ปภัสรา คุณเลิศ

กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

.....

บทคัดย่อ

การศึกษาปริมาณสารพิษปนเปื้อนบนร่างกายผู้ฉีดพ่นวัตถุมีพิษ เพื่อประเมินความเสี่ยงภัยจากการใช้ 2,4-D ในนาข้าว ได้ทำการศึกษาที่ตำบลตลิ่งชัน อำเภอเมืองสุพรรณบุรี จังหวัดสุพรรณบุรี โดยฉีดพ่นสารพิษ 2,4-D สูตร 84 เปอร์เซ็นต์ W/V SL จำนวน 1 ครั้ง ตามอัตราฉีดพ่นที่แนะนำ คือฉีดพ่นภายหลังการหว่านเมล็ดพันธุ์ข้าวแล้ว 7 – 10 วันโดยใช้ความเข้มข้น 45 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร ใช้ผู้ฉีดพ่นจำนวน 2 คน ภายหลังการฉีดพ่น ทำการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษ 2,4-D บนแผ่นผ้าที่ติดตามจุดต่างๆ ได้แก่ หมวก จมูก บ่า หน้าอก (นอก-ใน) ข้อศอก หลัง (นอก-ใน) ต้นขา และหน้าแข้ง (นอก-ใน) บนร่างกายของผู้ฉีดพ่นทั้งสอง รวมทั้งน้ำล้างมือและน้ำล้างเท้าภายหลังการฉีดพ่น นอกจากนี้ยังตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษ 2,4-D บนเสื้อและกางเกงของผู้ฉีดพ่นด้วย จากผลการทดลองพอสรุปได้ว่าจุดบนร่างกายที่ผู้ฉีดพ่นมีโอกาสสัมผัสกับละอองวัตถุมีพิษมากที่สุดระหว่างการฉีดพ่นคือ บริเวณหน้าแข้งและต้นขาตรวจพบเฉลี่ย 418.74 และ 183.35 ไมโครกรัมต่อ 100 ตารางเซนติเมตร รองลงมา ได้แก่ บ่า ศีรษะ หน้าอก และหลัง ปริมาณที่พบเฉลี่ย 32.25, 27.80, 24.86 และ 19.82 ไมโครกรัมต่อ 100 ตารางเซนติเมตร ส่วนข้อศอก และ จมูก มีโอกาสสัมผัสกับละอองวัตถุมีพิษลดลงมา ตามลำดับ ปริมาณที่พบเฉลี่ย 6.86 และ 4.08 ไมโครกรัมต่อ 100 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ นอกจากนี้ยังกรวดน้ำล้างมือและน้ำล้างเท้าของผู้ฉีดพ่นภายหลังการฉีดพ่นด้วย ปรากฏว่าตรวจพบในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน ปริมาณที่ตรวจพบเฉลี่ย 344.62 และ 341.75 ไมโครกรัม ส่วนชุดที่ใช้สวมใส่ในระหว่างที่ทำการฉีดพ่น พบว่าชุดกางเกงของผู้ฉีดพ่นมีปริมาณ 2,4-D ตกค้างมากกว่าที่เสื้อ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะความสูงของต้นวัชพืชอยู่ที่ระดับต่ำกว่าเอวของผู้ที่ฉีดพ่น ดังนั้นโอกาสที่ส่วนล่างของผู้ฉีดพ่นจึงมีโอกาสสัมผัสกับละอองวัตถุมีพิษมากกว่าส่วนบนของร่างกายผู้ฉีดพ่น และด้วยเหตุนี้บริเวณจมูก ซึ่งผู้ฉีดพ่นมีความระมัดระวังพยายามหลบเลี่ยงสารพิษอยู่แล้ว จึงตรวจพบปริมาณวัตถุมีพิษตกค้างอยู่น้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับส่วนอื่นๆ และเมื่อนำข้อมูลทั้งหมดมาประเมินความเสี่ยงภัยจากการใช้วัตถุมีพิษการเกษตร ได้ค่า MOE เกินกว่า 100 (ค่า MOE = NOAEL/Risk exposure) ซึ่งมีความหมายว่า การใช้สารพิษ 2,4-D ฉีดพ่นกำจัดวัชพืชในแปลงข้าว เกษตรกรมีโอกาสที่จะสัมผัสกับวัตถุมีพิษที่ใช้บ้าง แต่ปริมาณที่ได้รับยังไม่เกินค่าความเสี่ยงภัยที่จะก่อให้เกิดอันตรายต่อเกษตรกรผู้ฉีดพ่น

คำนำ

2,4-D เป็นสารกำจัดวัชพืช ซึ่งจัดอยู่ในสารกลุ่ม chlorinated phenoxy compound เป็นหนึ่งในวัตถุมีพิษการเกษตรหลายชนิดที่เกษตรกรนิยมใช้กันแพร่หลายในการป้องกันกำจัดวัชพืชในนาข้าว และพืชชนิดอื่นๆ อีกหลายชนิด ในปี 2555 ประเทศไทยมีการนำเข้าสารพิษ 2,4-D ในปริมาณ 9,846 ตัน คิดเป็นมูลค่า 1,033 ล้านบาท นับได้ว่าเกษตรกรส่วนใหญ่ต้องมีการใช้สารกำจัดศัตรูพืชชนิดนี้ ถึงแม้ว่าสารพิษชนิดนี้มีความเป็นพิษจัดอยู่ในระดับปานกลาง (Moderately toxic, WHO class II) และมีความเป็นพิษต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมค่อนข้างน้อย (ADI inhuman = 0.3 mg/kg) แต่โอกาสที่ผู้ใช้สารพิษชนิดนี้จะสัมผัสกับสารพิษก็มีโอกาสสูงด้วยเช่นกัน ทั้งนี้เพราะแปลงข้าวอยู่กลางทุ่งโล่งกว้าง ซึ่งย่อมต้องมีลมพัดอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นเมื่อเกษตรกรทำการฉีดพ่นสารพิษชนิดนี้ก็ย่อมมีโอกาสที่จะสัมผัสกับละอองของวัตถุมีพิษชนิดนี้มากไปด้วย ดังนั้นการฉีดพ่น 2,4-D ในแปลงนาข้าว นอกจากที่ละอองของสารพิษจะตกลงบนพืชที่เป็นเป้าหมายแล้ว สารพิษบางส่วนจะฟุ้งกระจายไปในอากาศ ตกลงบนพื้นดิน แหล่งน้ำ และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ที่ไม่ใช่เป้าหมายในการป้องกันกำจัด (non-target organism) รวมถึงตัวผู้ฉีดพ่นเองด้วย ซึ่งผลกระทบจากการใช้วัตถุมีพิษชนิดนี้เคยมีการศึกษาถึงความเสี่ยงภัยมาก่อนแล้ว แต่ในการทดลองครั้งนี้เป็นข้อมูลต่างพื้นที่และสิ่งแวดล้อม ซึ่งอยู่นอกเขตชลประทาน ดังนั้นจึงได้กำหนดให้มีการเฝ้าระวัง ศึกษาหาข้อมูลการได้รับผลกระทบจากการใช้วัตถุมีพิษชนิดนี้อีกครั้ง เพื่อเปรียบเทียบและประเมินความเสี่ยงภัยที่จะเกิดขึ้น ในเขตพื้นที่และฤดูกาลที่แตกต่างกัน ทั้งนี้เพื่อการควบคุมสารพิษชนิดนี้ทางกฎหมาย ตลอดจนการขออนุญาตขึ้นทะเบียน การจำกัดการใช้หรือการห้ามใช้ต่อไป ด้วยเหตุนี้จึงต้องทำการศึกษาการปนเปื้อนของสารพิษ 2,4-D บนร่างกายผู้ฉีดพ่นรวมถึงผู้ที่ปฏิบัติงานในแปลงนาข้าว เพื่อที่จะใช้ประเมินความเสี่ยงภัยจากการใช้ 2,4-D ในแปลงนาข้าว และเป็นข้อมูลสำหรับกรมวิชาการเกษตรเพื่อใช้ประกอบการพิจารณาความเสี่ยงภัยจากการใช้สารพิษ 2,4-D ในแหล่งปลูกข้าว สำหรับการขออนุญาตขึ้นทะเบียนในคราวต่อไป ทั้งนี้เพื่อความปลอดภัยต่อผู้ใช้ ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อมอื่นๆ นอกจากนี้ข้อมูลที่ได้ยังเป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนนักวิจัย นักวิชาการ และประชาชนทั่วไปที่สนใจเพื่อใช้เป็นข้อมูล

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. แผ่นผ้าฝ้ายขนาด 10 x 10 cm^2 พร้อมเข็มกลัดซ่อนปลาย
2. ขวดแก้วและฝาปิดสำหรับใส่แผ่นผ้า
3. วัสดุเครื่องแก้วและเคมีภัณฑ์ชนิดต่างๆ
4. เครื่องชั่งหยาบและเครื่องชั่งละเอียด (analytical balance)
5. เครื่องสกัดวัตถุมีพิษชนิด separatory funnel shaker
6. เครื่องเขย่า (reciprocal shaker)
7. เครื่องลดปริมาตรชนิด rotary evaporator
8. เครื่องลดปริมาตร ชนิด nitrogen evaporator

9. เครื่องมือวิทยาศาสตร์และอุปกรณ์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการต่างๆ ได้แก่ ตู้อบสารเคมี (digital oven) เตาเผาอุณหภูมิสูง (muffle furnace) เครื่องทำสุญญากาศ (vacuum pump) เครื่องผสมสารละลาย (vortex mixer) และตู้ดูดความชื้น (desiccator)

10. เครื่อง Gas Chromatograph (GC) พร้อมหัวตรวจจับชนิด Electron Capture Detector (ECD)

11. สารมาตรฐานชนิดป้องกันกำจัดแมลง (insecticide standards) 2,4-D ความบริสุทธิ์สูง

12. ผลิตภัณฑ์สารป้องกันกำจัดแมลงที่ใช้ในแปลงข้าว สารกลุ่ม chlorinated phenoxy compound - 2,4-D สูตร 84 เปอร์เซ็นต์ W/V SL ใช้อัตรา 45 มิลลิลิตร/น้ำ20ลิตร

วิธีการ

เลือกแปลงทดลองของเกษตรกรที่ทำนาข้าวในบริเวณพื้นที่นอกเขตชลประทาน และมีการใช้สารพิษ 2,4-D ในระหว่างการดูแลรักษา ได้แปลงข้าวที่มีความเหมาะสมสำหรับการทดลองที่ ตำบลตลิ่งชัน อำเภอเมืองสุพรรณบุรี จังหวัดสุพรรณบุรี เนื้อที่ขนาด 6 ไร่ 3 งาน ทำเป็นคันนาสำหรับปลูกข้าว พื้นที่เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีร่องน้ำรอบคันนากว้าง 2.5 เมตร และลึกประมาณ 1 เมตร โดยจะทำการไถทำเทือกก่อน และหมักดินไว้ 2 - 3 วัน ทำการฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืช 2,4-D ตามอัตราฉีดพ่นที่แนะนำ คือ ฉีดพ่นภายหลังการหว่านเมล็ดพันธุ์ข้าวแล้ว 7 – 10 วัน โดยใช้ความเข้มข้น45 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ใช้เวลาฉีดพ่น 55 นาที (ในช่วงที่ดูแลรักษาเกษตรกรมีการฉีดพ่นสารพิษชนิดอื่นๆ อีก เพื่อกำจัดศัตรูพืชเป็นระยะๆ แต่ไม่ได้ใช้สาร 2,4-D อีก) โดยผู้ที่ทำการฉีดพ่น จะติดแผ่นผ้าไว้ตามจุดต่างๆ ของร่างกาย ได้แก่ หมวก จมูก บ่า หน้าอก (นอก-ใน) หลัง (นอก-ใน) ข้อศอก ต้นขา และหน้าแข้ง (นอก-ใน) เพื่อเป็นการตรวจวัดปริมาณสารพิษตกค้างของวัตถุมีพิษตามจุดต่างๆ บนร่างกายของผู้ปฏิบัติงานระหว่างการฉีดพ่นวัตถุมีพิษว่ามีปนเปื้อนอยู่ตามจุดต่างๆ ในปริมาณเท่าใด และทำการตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษตกค้างบนเสื้อผ้าของผู้ปฏิบัติงาน รวมทั้งน้ำล้างมือและน้ำล้างเท้าภายหลังการฉีดพ่นด้วย นอกจากนี้ยังเก็บข้อมูลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น การดูแลรักษาผลผลิต การใช้วัตถุมีพิษชนิดอื่นๆ ระยะเวลาเกี่ยวข้าว ปริมาณน้ำฝน ค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำความเป็นกรด - ด่าง ตลอดจนอุณหภูมิ และอื่นๆ

การเตรียมตัวอย่าง

ตัวอย่างน้ำ : โดยทั่วไปถ้าน้ำมีลักษณะใส สามารถนำมาสกัดได้ทันที แต่ถ้ามีความขุ่นหรือสกปรกมากให้กรองด้วย Glass wool จนได้สารละลายใส

ตัวอย่างแผ่นผ้า : นำแผ่นผ้าที่เก็บจากแต่ละส่วนของร่างกายผู้ฉีดพ่น ใส่ในขวด Erlenmeyer flask ที่มีฝาปิดสนิทกันความชื้น

ตัวอย่างทั้งหมดถ้ายังไม่ทำการวิเคราะห์ในทันที ต้องเก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส ทั้งนี้เพื่อป้องกันการสลายตัวของวัตถุมีพิษ และเมื่อจะนำออกมาตรวจวิเคราะห์ ต้องนำตัวอย่างออกมาตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องอย่างน้อย 1 - 2 ชั่วโมง รอจนอุณหภูมิตัวอย่างเท่าอุณหภูมิห้อง จึงค่อยนำมาสกัดหาสารพิษตกค้างต่อไป

การตรวจวิเคราะห์ 2,4-D ในน้ำและแผ่นผ้า

ใช้วิธีของ BASF, Agricultural Research Station, 1985. และ In-house method, 2004.

การตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ : ตวงน้ำปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร ใส่ใน separatory funnel ขนาด 1,000 มิลลิลิตร ปรับ pH ให้ได้ ≤ 2 ด้วย 18 N H_2SO_4 เติมสารละลาย methanol : ethyl ether (2:8) 100 มิลลิลิตร เขย่าด้วยเครื่อง separatory funnel shaker ที่ความเร็วรอบ 75 รอบ/นาที นาน 3 นาที ตั้งทิ้งไว้จนสารละลายแยกชั้น ไขชั้นน้ำที่อยู่ชั้นล่างลงใน beaker ขนาด 1,000 มิลลิลิตร สารละลายชั้นบนซึ่งเป็นชั้นของ ethyl ether ไขผ่าน anhydrous Na_2SO_4 ลงใน round bottom flask 250 มิลลิลิตร แล้วสกัดซ้ำด้วย methanol : ethyl ether (2:8) 50 มิลลิลิตร ซ้ำอีก 2 ครั้ง นานครั้งละ 3 นาที กรองสารละลายผ่าน anhydrous Na_2SO_4 นำสารละลายที่กรองได้ทั้งหมดมาเติม 10 M NaOH10 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน จากนั้นลดปริมาตรด้วย rotary evaporator นาน 35 นาที (ตั้งอุณหภูมิ water bath ที่ 60°C ไม่เปิด vacuum) เทตัวอย่างใส่ separatory funnel ขนาด 250 มิลลิลิตร ล้าง round bottom flask ที่ใส่ตัวอย่างด้วยน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร เทรวมใน separatory funnel จากนั้นเติม dichloromethane 25 มิลลิลิตร เขย่าเบาๆ ทิ้งชั้นล่าง (ชั้นของ dichloromethane) ปรับ pH ให้ได้ ≤ 2 ด้วย 18 N H_2SO_4 เติม dichloromethane 25 มิลลิลิตร เขย่าเบาๆ กรองผ่าน anhydrous Na_2SO_4 ลงใน round bottom flask 125 มิลลิลิตร สกัดด้วย dichloromethane 25 มิลลิลิตร ซ้ำอีก 2 ครั้ง แล้วนำไปลดปริมาตรให้เหลือประมาณ 1 มิลลิลิตร เติม 5 มิลลิลิตรของ methanol : conc.H_2SO_4 (9:1) ลงใน round bottom flask เขย่าเบาๆ ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที เทตัวอย่างลงใน separatory funnel ขนาด 125 มิลลิลิตร เติม Hexane 10 มิลลิลิตร เขย่าตั้งทิ้งไว้ประมาณ 3 นาที ทิ้งชั้นล่าง เติม $NaHCO_3$ 15 มิลลิลิตร เขย่า ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 3 นาที ทิ้งชั้นล่าง กรองผ่าน anhydrous Na_2SO_4 ลงใน graduated tube 15 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษด้วยเครื่อง Gas Liquid Chromatograph (GLC) ใช้หัวตรวจจับชนิด Electron capture detector (ECD)

การตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างแผ่นผ้า : นำแผ่นผ้าใส่ในขวด Erlenmeyer flask ขนาด 250 มิลลิลิตร เติม methanol : water (8:2) 100 มิลลิลิตร ปิดด้วย aluminum foil และปิดฝาขวด นำไปเขย่าเบาๆ ด้วยเครื่อง shaker นาน 30 นาที กรองสารละลายผ่าน anhydrous Na_2SO_4 เพื่อดูดความชื้น แล้วสกัดซ้ำด้วย methanol : water (8:2) 50 มิลลิลิตร อีก 2 ครั้ง นานครั้งละ 15 นาที กรองผ่าน anhydrous Na_2SO_4 นำสารละลายที่กรองได้ทั้งหมดมาเติม 10 M NaOH 10 มิลลิลิตรเขย่าให้เข้ากัน จากนั้นลดปริมาตรด้วย rotary evaporator นาน 35 นาที (ตั้งอุณหภูมิ water bath ที่ 60°C ไม่เปิด vacuum) เทตัวอย่างใส่ separatory funnel ขนาด 250 มิลลิลิตร ล้าง round bottom flask ที่ใส่ตัวอย่างด้วยน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร เทรวมใน separatory funnel จากนั้นเติม dichloromethane 25 มิลลิลิตร เขย่าเบาๆ ทิ้งชั้นล่าง (ชั้นของ dichloromethane) ปรับ pH ให้ได้ ≤ 2 ด้วย 18 N H_2SO_4 เติม dichloromethane 25 มิลลิลิตร เขย่าเบาๆ กรองผ่าน anhydrous Na_2SO_4 ลงใน round bottom flask 125 มิลลิลิตร สกัดด้วย dichloromethane 25 มิลลิลิตร ซ้ำอีก 2 ครั้ง แล้วนำไปลดปริมาตรให้เหลือประมาณ 1 มิลลิลิตร เติม 5 มิลลิลิตรของ methanol: conc.H_2SO_4 (9:1) ลงใน round bottom flask เขย่าเบาๆ ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที เทตัวอย่างลงใน separatory funnel ขนาด 125 มิลลิลิตร เติม Hexane 10 มิลลิลิตร เขย่าตั้งทิ้งไว้ประมาณ 3 นาที ทิ้งชั้นล่าง เติม $NaHCO_3$ 15 มิลลิลิตร เขย่า ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 3 นาที ทิ้งชั้นล่าง กรองผ่าน anhydrous Na_2SO_4 ลงใน graduated tube 15 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษด้วยเครื่อง Gas Liquid Chromatograph (GLC) ใช้หัวตรวจจับชนิด Electron capture detector (ECD)

ระยะเวลา เดือนตุลาคม 2554 ถึง เดือนกันยายน 2555

สถานที่ทำการทดลอง แปลงนาข้าวนอกเขตชลประทานของเกษตรกรที่ ตำบลตลิ่งชัน อำเภอเมืองสุพรรณบุรี จังหวัดสุพรรณบุรี และห้องปฏิบัติการกลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตรกรมวิชาการเกษตร จตุจักร กรุงเทพมหานคร

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้าง 2,4-D บนแผ่นผ้าที่ติดอยู่ตามส่วนต่างๆ ของร่างกายผู้ฉีดพ่น พบว่ามีการปนเปื้อนบนแผ่นผ้าที่ติดตามร่างกายในทุกตัวอย่าง (ตารางที่ 1) แต่จุดบนร่างกายที่ผู้ฉีดพ่นมีโอกาสสัมผัสกับละอองวัตถุมีพิษมากที่สุดระหว่างการฉีดพ่นคือ บริเวณหน้าแข้งและต้นขา พบเฉลี่ย 418.74 และ 183.35 ไมโครกรัม/100 ตารางเซนติเมตร รองลงมา ได้แก่ บ่า ศีรษะ หน้าอก หลัง ปริมาณที่พบเฉลี่ย 32.25, 27.80, 24.86 และ 19.82 ไมโครกรัม/100 ตารางเซนติเมตร ส่วนข้อศอก และจมูกมีโอกาสสัมผัสกับละอองวัตถุมีพิษลดลงมาตามลำดับ ปริมาณที่พบเฉลี่ย 6.86 และ 4.08 ไมโครกรัม/100 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ นอกจากนี้ยังทำการตรวจน้ำล้างมือและน้ำล้างเท้าของผู้ฉีดพ่นภายหลังการฉีดพ่นด้วย พบว่าตรวจพบในน้ำล้างมือและน้ำล้างเท้าในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน ปริมาณที่ตรวจพบคือ 344.62 และ 341.75 ไมโครกรัม ส่วนชุดที่ใช้สวมใส่ในระหว่างที่ทำการฉีดพ่น พบว่าชุดกางเกงของผู้ฉีดพ่นมีปริมาณ 2,4-D ตกค้างมากกว่าที่เสื้อ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะความสูงของวัชพืชอยู่ที่ระดับต่ำกว่าเอวของผู้ที่ฉีดพ่น ดังนั้นบริเวณส่วนล่างของผู้ฉีดพ่นจึงมีโอกาสสัมผัสกับละอองวัตถุมีพิษมากกว่าส่วนบนของร่างกายผู้ฉีดพ่น โดยเฉพาะส่วนบนของร่างกายคือที่บริเวณใบหน้า ซึ่งผู้ฉีดพ่นมีความระมัดระวังพยายามหลบเลี่ยงสารพิษอยู่แล้ว จึงตรวจพบปริมาณวัตถุมีพิษตกค้างอยู่น้อยที่สุด และเมื่อนำข้อมูลทั้งหมดมาประเมินความเสี่ยงภัยจากการใช้วัตถุมีพิษการเกษตรได้ค่า MOE เกินกว่า 100 (ค่า MOE = NOAEL/Risk exposure) ซึ่งมีความหมายว่า การใช้สารพิษ 2,4-D ฉีดพ่นกำจัดวัชพืชในแปลงข้าว เกษตรกรมีโอกาสที่จะสัมผัสกับวัตถุมีพิษที่ใช้บ้าง แต่ปริมาณที่ได้รับยังไม่เกินค่าความเสี่ยงภัยที่จะก่อให้เกิดอันตรายต่อเกษตรกรผู้ฉีดพ่น แต่อย่างไรก็ดีเกษตรกรควรจะมีการป้องกันการที่จะได้รับสารพิษ โดยการสวมใส่ชุดป้องกันและใส่หน้ากากระหว่างที่ฉีดพ่น เนื่องจากเกษตรไม่ได้ใช้วัตถุมีพิษชนิดเดียวในการฉีดพ่นแต่ละครั้ง ดังนั้นเกษตรกรจึงมีโอกาสที่จะได้รับสารพิษชนิดอื่นๆ เข้าสู่ร่างกายอีก ซึ่งอาจสะสมอยู่ในร่างกายจนถึงจุดอันตรายได้

ตารางที่ 1. ปริมาณ 2,4-D บนแผ่นผ้าที่ติดตามจุดต่างๆ บนร่างกายผู้ฉีดพ่น (ไมโครกรัม/100 ตารางเซนติเมตร)

บริเวณปนเปื้อน	ปริมาณ 2,4-D บนแผ่นผ้า (µg/100 cm^2)		
	ผู้ฉีดพ่นที่ 1	ผู้ฉีดพ่นที่ 2	เฉลี่ย
1. หน้าแข้ง	352.25	485.22	418.74
2. ต้นขา	226.97	139.72	183.35
3. บ่า	9.64	54.86	32.25
4. ศีรษะ(หมวก)	10.23	45.37	27.80
5. อก	35.33	14.39	24.86
6. หลัง	22.32	17.31	19.82
7. ข้อศอก	10.54	3.19	6.86
8. จมูก	5.45	2.71	4.08

สาเหตุที่ปริมาณการปนเปื้อนที่หน้าแข้งและต้นขาของผู้ฉีดพ่นพบมากกว่าที่บริเวณอื่นๆ อาจเนื่องจากว่าละอองวัตถุมีพิษที่ฟุ้งกระจายอยู่ในอากาศ เมื่อถูกลมพัดจะลอยมาในระดับของยอดต้นวัชพืช ซึ่งก็อยู่ประมาณระดับหน้าแข้งของผู้ฉีดพ่น ดังนั้นโอกาสที่หน้าแข้งและต้นขาของผู้ฉีดพ่นจะสัมผัสกับละอองวัตถุมีพิษจึงมีมากไปด้วย และวัตถุมีพิษบางส่วนที่ฟุ้งกระจายอยู่ข้างบนก็มีโอกาสที่จะสัมผัสกับส่วนบนของร่างกายผู้ฉีดพ่นมากน้อยลดหลั่นลงมาตามลำดับ คือที่บ่า ศีรษะ หน้าอก หลัง ส่วนข้อศอกและจมูก เป็นบริเวณที่มีโอกาสจะสัมผัสกับวัตถุมีพิษลดน้อยลงตามลำดับ ส่วนน้ำล้างมือและน้ำล้างเท้าภายหลังการฉีดพ่นพบปริมาณสารพิษ 2,4-D ในปริมาณเฉลี่ย 344.62 และ 341.75 ไมโครกรัม (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2. ปริมาณ 2,4-D ในน้ำล้างมือและน้ำล้างเท้าผู้ฉีดพ่น ภายหลังการฉีดพ่น (ไมโครกรัม)

เกษตรกรที่ฉีดพ่น	**น้ำล้างมือ** (µg)	**น้ำล้างเท้า** (µg)
ผู้ฉีดพ่นที่ 1	514.57	280.11
ผู้ฉีดพ่นที่ 2	174.66	403.38
เฉลี่ย	**344.62**	**341.75**

สาเหตุที่น้ำล้างมือและน้ำล้างเท้าของผู้ฉีดพ่นพบปริมาณสารพิษ 2,4-D ในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน เนื่องจากว่าเมื่อทำการฉีดพ่นต้นวัชพืช ละอองวัตถุมีพิษจะฟุ้งกระจายไปทั่วบริเวณ และจะลอยฟุ้งอยู่มากตั้งแต่ระดับเอวของผู้ฉีดพ่นลงมา ดังนั้นโอกาสที่วัตถุมีพิษจะสัมผัสกับส่วนล่างของร่างกายรวมทั้งมือของผู้ที่ฉีดพ่นจึงมีโอกาสสัมผัสกับวัตถุมีพิษมากกว่าส่วนอื่น ส่วนชุดที่ใช้สวมใส่ในระหว่างที่ทำการฉีดพ่น พบว่ากางเกงของผู้ฉีดพ่นมีปริมาณ 2,4-D ตกค้างมากกว่าที่เสื้อของผู้ฉีดพ่นเช่นกัน

ซึ่งเมื่อนำข้อมูลทั้งหมดมาประเมินความเสี่ยงภัยจากการใช้วัตถุมีพิษการเกษตร จะได้ค่า MOE เกินกว่า 100 (ตารางที่ 3) ซึ่งมีความหมายว่าการใช้สารพิษ 2,4-D ฉีดพ่นในแปลงนาข้าวที่อยู่นอกเขตชลประทาน เกษตรกรมีโอกาสที่จะสัมผัสกับวัตถุมีพิษ แต่ปริมาณที่ได้รับยังไม่เกินค่าความเสี่ยงภัยที่จะเกิดอันตรายต่อเกษตรกรผู้ที่ปฏิบัติงานในแปลงนาข้าว

ตารางที่ 3. ปริมาณการได้รับ 2,4-D เข้าสู่ร่างกายของผู้ฉีดพ่น และระดับความเสี่ยงภัย

การฉีดพ่นของคนที่	2,4-D Dose abs. mg/kg.bw.	NOAEL mg/kg	MOE	**ระดับความเสี่ยง**
1	0.0162	5.0	308.64	ต่ำ
2	0.0335	5.0	149.25	ต่ำ

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การศึกษาเพื่อประเมินความเสี่ยงภัยจากการใช้ 2,4-D ในนาข้าว พอสรุปได้ว่าการใช้สารพิษชนิดนี้ฉีดพ่นในแปลงนาข้าวมีความเสี่ยงภัยต่อผู้ฉีดพ่นอยู่ในระดับต่ำ กล่าวคือเกษตรกรผู้ที่ปฏิบัติงานในแปลงมีโอกาสที่จะสัมผัสกับละอองของวัตถุมีพิษที่ใช้ แต่ปริมาณที่ได้รับเข้าสู่ร่างกายยังไม่เกินค่าความเสี่ยงภัยที่จะเกิดอันตรายต่อเกษตรกรผู้ที่ปฏิบัติงานในแปลง แต่อย่างไรก็ตามเกษตรกรผู้ปฏิบัติงานในแปลงนาข้าวระหว่างที่ฉีดพ่นวัตถุมีพิษ ควรจะระมัดระวังหลีกเลี่ยงการสัมผัสหรือรับละอองวัตถุมีพิษในระหว่างที่ทำการฉีดพ่น ตลอดจนเสื้อผ้าที่สวมใส่ต้องปกปิดร่างกายให้มิดชิด และต้องใช้อุปกรณ์และเครื่องป้องกันตัวให้เต็มที่ ทั้งนี้เพราะถึงแม้ว่าวัตถุมีพิษชนิดนี้จะมีความเสี่ยงภัยต่อผู้ฉีดพ่นต่ำ แต่ในการฉีดพ่นแต่ละครั้ง เกษตรกรนิยมใช้วัตถุมีพิษหลายชนิดรวมกันในคราวเดียวกัน ซึ่งเป็นผลให้เกษตรกรมีโอกาสได้รับสารพิษชนิดอื่นเพิ่มมากขึ้นอีกหลายเท่าตัว และการที่เกษตรกรได้รับหรือสัมผัสกับสารพิษชนิดนี้บ่อยๆ ย่อมไม่สมควร เนื่องจากมีการศึกษาที่แสดงว่าสารพิษ 2,4-D อาจก่อให้เกิดความผิดปรกติต่อตัวอ่อน ทำลายระบบต่อมไร้ท่อ การสร้างภูมิคุ้มกัน และระบบประสาท นอกจากนี้บางรายงานยังกล่าวว่าสารพิษ 2,4-D อาจเป็นสาเหตุของการเกิดโรคมะเร็ง (Richard A Brain *et al*., 2005) จากการศึกษาพบว่า 2,4-D สามารถดูดซึมผ่านทางผิวหนังได้ และจะทำให้เกิดอาการทางประสาทตามมา ทำให้เกิดผื่นคัน ทำลายเนื้อเยื่อตับและไต และยังเป็นสารก่อมะเร็ง (carcinogen) มีรายงานการทดลองในสัตว์พบว่า สารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มนี้ทำให้เกิดมะเร็งและยังมีผลกระทบไปถึงลูกในรุ่นต่อไป ทำให้ทารกพิการแต่กำเนิด แม้ได้รับในปริมาณความเข้มข้นที่ต่ำ ดังนั้นเกษตรกรจึงควรที่จะใช้สารพิษชนิดนี้อย่างระมัดระวัง โดยใช้ให้น้อยครั้งที่สุดเท่าที่จำเป็น และเมื่อจำเป็นต้องใช้วัตถุมีพิษทุกครั้ง ควรจะมีการป้องกันการที่จะได้รับสารพิษเป็นอย่างดี โดยการสวมใส่ชุดป้องกันและใส่หน้ากากระหว่างฉีดพ่น หรืออาจใช้วิธีเกษตรผสมผสานร่วมกับการใช้สารสกัดจากธรรมชาติ หรือใช้สารชีวินทรีย์ร่วมด้วย

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. นำข้อมูลที่ได้จากการประเมินความเสี่ยงภัยมาใช้แนะนำเกษตรกร และเป็นข้อมูลสำหรับเกษตรกรในการการใช้สารพิษ ให้เป็นไปอย่างระมัดระวังและถูกต้อง เพื่อความปลอดภัยต่อผู้บริโภค ตลอดจนสิ่งแวดล้อม

2. เป็นข้อมูลสำหรับกรมวิชาการเกษตร ใช้พิจารณาประเมินความเสี่ยงภัยจากการใช้สารพิษ 2,4-D เพื่อใช้ประกอบการขอขึ้นทะเบียน หรือการห้ามใช้

3. เผยแพร่ข้อมูลที่ได้สู่สาธารณชน และหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนผู้ที่สนใจทั่วไป

4. เพื่อการบริหารจัดการควบคุมวัตถุมีพิษทางการเกษตรที่ก่อให้เกิดความเสี่ยงภัยสูง ตามภารกิจของกรมวิชาการเกษตร

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มกีฏและสัตววิทยา. 2551. การป้องกันกำจัดแมลงและสัตว์ศัตรูพืชปี 2551 สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร

กองจัดการสารอันตรายจากกากของเสีย, 2536. ค่ามาตรฐานความปลอดภัยของสารเคมีป้องกันกำจัด ศัตรูพืชและสัตว์ในสิ่งแวดล้อม ฝ่ายสารอันตรายจากเกษตรกรรม กรมควบคุมมลพิษ, 31 หน้า

ปรีชา ฉัตรสันติประภา และณัณฐ์ชยธร ขัตติยะพุฒิเมธ, 2552. ปริมาณสารพิษปนเปื้อนบนร่างกายผู้ฉีดพ่น วัตถุมีพิษในแหล่งปลูกพริก: cypermethrin ผลการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ 2552. เล่มที่ 1 สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

ปรีชา ฉัตรสันติประภา สิริพร เหลืองสุชนกุล และเอกราช สิทธิมงคล. 2553. ศึกษาความเสี่ยงภัยจากการใช้วัตถุมีพิษการเกษตร cypermethrin ในแหล่งปลูกคะน้า ต่อผู้ใช้และผู้บริโภค ผลการปฏิบัติงาน ประจำปีงบประมาณ 2553. เล่มที่ 1 สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

In-house method, 2004. Determination residues of 2,4-D in soil and water. Agricultural Production Science Research and Development Office, Department of Agriculture.

Richard A Brain, Angus N Crossan, Lesbia Smith and Keith R Solomon, 2005. The Toxicology of Substances Used in the Production and Refining of Cocaine and Heroin: A Tier-Two Hazard Assessment. (Appendices 6) CICAD OAS Washington, DC, USA. 481 p.

keller W. and Otto S. 1985. BASF, Agricultural Research Station, Limburgerhof, Germany

koesukwiwat U., Sanguankaew K., and Leepipatpiboon N. 2008. Rapid Determination of Phenoxy Acid Residues in Rice by Modified QuEChERS Extraction and Liquid Chromatography-Tandem Mass Spectrometry. Anal Chem Acta, 626, 921-924.

Wauchope RD, Buttler TM, Hornsby AG, Augustijn-Beckers PW, Burt JP. 1992. Pesticides properties database for environmental decision making, *Review of Environmental Contamination and Toxicology* 123:1-157.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1. ปริมาณสาร 2,4-D ปนเปื้อนบนแผ่นผ้าที่จุดต่างๆ ตามร่างกายผู้ฉีดพ่น (μg/100 cm^2)

บริเวณปนเปื้อน	ผู้ฉีดพ่นที่ 1	ผู้ฉีดพ่นที่ 2	ค่าเฉลี่ย
หมวก(ศีรษะ)	10.23	45.37	27.80
จมูก	5.45	2.71	4.08
บ่า	9.64	54.86	32.25
อก (ใน)	0.82	0.51	0.67
อก (นอก)	35.33	14.39	24.86
ข้อศอก	10.54	3.19	6.86
หลัง (ใน)	9.64	18.45	14.02
หลัง (นอก)	22.32	17.31	19.82
ต้นขา	226.97	139.72	183.35
หน้าแข้ง(นอก)	352.25	485.22	418.74
หน้าแข้ง(ใน)	15.37	78.37	46.87
น้ำล้างมือ (μg)	514.57	174.66	344.62
น้ำล้างเท้า (μg)	280.11	403.38	341.75

ตารางผนวกที่ 2. แสดงการคำนวณการได้รับสารพิษเข้าสู่ร่างกายของผู้ฉีดพ่น และค่าทางพิษวิทยา

Test No.	Total Expo.(μg)	Test(hr.) period	Work/ Day(hr)	Adj. time	Potential Dose(μg)	% Abs.	Abs. dose(μg)	BW. kg	Dose abs. mg/kg.bw	NOAEL mg/kg	MOE	Risk
1	1943.23	1	1	1	1943.23	50	971.62	60	0.0162	5.0	308.6	accept
2	4022.88	1	1	1	4022.88	50	2011.44	60	0.0335	5.0	149.3	accept

ศึกษาการสลายตัวและการสะสมของสารกำจัดวัชพืชในผลผลิตของข้าว: ชนิด 2,4-D ในนาข้าวนอกเขตชลประทาน

Accumulation of Pesticide Residue in Rice and It's Product in Rice Field: 2,4-D in Paddy Field Outside Irrigation Area

ปรีชา ฉัตรสันติประภา สิริพร เหลืองสุชนกุล ปภัสรา คุณเลิศ

กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

.....

บทคัดย่อ

การศึกษาถึงการสะสมของสารพิษการเกษตรชนิด 2,4–D ในข้าว และผลิตผลของข้าว โดยทำการทดลองในแปลงนาข้าวของเกษตรกรที่ ตำบลตลิ่งชัน อำเภอเมืองสุพรรณบุรี จังหวัดสุพรรณบุรี ทำการฉีดพ่นสารพิษ 2,4–D สูตร 84 เปอร์เซ็นต์ W/V SL จำนวน 1 ครั้ง ตามอัตราฉีดพ่นที่แนะนำ คือ ฉีดพ่นภายหลังการหว่านเมล็ดพันธุ์ข้าวแล้ว 7 – 10 วัน โดยใช้ความเข้มข้น 45 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร ใช้ผู้ฉีดพ่นจำนวน 2 คน โดยวางแผนการสุ่มเก็บตัวอย่างข้าวเปลือก และฟางข้าว เมื่อต้นข้าวมีอายุครบสำหรับการเก็บเกี่ยวที่ระยะเวลา 100 วัน ทำการเก็บเกี่ยวเมล็ดข้าวและฟางข้าว ซึ่งตัวอย่างข้าวเปลือกทั้งหมด จะถูกนำมาสี เพื่อให้ได้รำข้าว ข้าวสาร และแกลบ ต่อจากนั้นนำตัวอย่างทั้งหมดมาสกัดหาปริมาณ 2,4–D และตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษ ที่ตกค้างในตัวอย่างรำข้าว ข้าวสาร แกลบ และฟางข้าว ที่ระยะเวลาเก็บเกี่ยว ผลการตรวจวิเคราะห์หาปริมาณ 2,4–D จากตัวอย่างข้าวและผลิตภัณฑ์ของข้าวและฟางข้าว ได้ผลดังนี้

ตัวอย่างรำข้าว และข้าวสารที่ได้สุ่มเก็บมาจำนวนชนิดละ 10 ตัวอย่าง ถูกนำมาสกัดและตรวจวิเคราะห์หา 2,4–D ซึ่งจากการทดสอบวิธีวิเคราะห์พบว่าวิธีสกัดของ Modified QuEChERS ได้ผลทางประสิทธิภาพด้าน recovery ดีที่สุด ผลของการทดสอบประสิทธิภาพด้วยวิธีนี้พบว่าในรำข้าว ได้ผล recovery อยู่ระหว่าง 80–104 เปอร์เซ็นต์ และในข้าวสารได้ผลอยู่ระหว่าง 75 – 103 เปอร์เซ็นต์ นับได้ว่าวิธีการนี้เชื่อถือและใช้ได้ ซึ่งผลการตรวจวิเคราะห์หาปริมาณ 2,4–D จากตัวอย่างรำข้าว และข้าวสาร ปรากฏว่าตรวจไม่พบปริมาณสารพิษตกค้างของ 2,4–D เหลืออยู่เลย ส่วนตัวอย่าง แกลบ และฟางข้าว ตัวอย่างทั้งหมดได้ถูกสกัดด้วยวิธีที่ปรับปรุงมาจาก BASF, Agricultural Research Station, 1985 ซึ่งเหมาะสำหรับการวิเคราะห์ตัวอย่างที่มีองค์ประกอบเป็นเส้นใย ผลจากการทดสอบประสิทธิภาพของการตรวจสอบด้วยวิธีนี้ ในแกลบได้ผล recovery อยู่ระหว่าง 83 – 97 เปอร์เซ็นต์ และในฟางข้าวได้ผลอยู่ระหว่าง 87–109 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้เช่นกัน และผลการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างแกลบและฟางข้าวปรากฏว่าตรวจไม่พบปริมาณสารพิษตกค้างของ 2,4-D เหลืออยู่เช่นกัน พอสรุปได้ว่าการใช้วัตถุมีพิษ 2,4–D ฉีดพ่นกำจัดวัชพืชในนาข้าวนอกเขตชลประทาน ไม่ก่อให้เกิดสารพิษตกค้างในเมล็ดข้าวและผลิตภัณฑ์ของข้าว เมื่อถึงระยะเวลาที่เก็บเกี่ยวมาบริโภค

คำนำ

ปัจจุบันเกษตรกรส่วนใหญ่นิยมใช้วัตถุมีพิษการเกษตรหลายชนิดในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชในแปลงนาข้าว รวมทั้งสาร 2,4–D ซึ่งจัดอยู่ในสารกลุ่ม chlorinated phenoxy compound ที่ต้องมีการระมัดระวังและเข้มงวดในการใช้ (Restricted Use Pesticides, RUP) และผู้ใช้ต้องผ่านการอบรมและรับรองมาแล้วเป็นอย่างดี (US.EPA., 1988) สารพิษชนิดนี้จัดอยู่ในกลุ่มที่มีความเป็นพิษในระดับปานกลาง (Moderately toxic, class II) ซึ่งที่ป้ายฉลากของวัตถุมีพิษจะใช้สัญลักษณ์คำว่า WARNING ซึ่งทางกลุ่ม EU (European Commission) จัดสารชนิดนี้ให้อยู่ในกลุ่ม Annex I (EXTONET, 1996) จากการศึกษาพบว่า 2,4–D สามารถดูดซึมผ่านทางผิวหนังได้ และจะทำให้เกิดอาการทางประสาทตามมา ทำให้เกิดผื่นคัน ทำลายเนื้อเยื่อตับและไต และยังเป็นสารก่อมะเร็ง (carcinogen) มีรายงานการทดลองในสัตว์พบว่า สารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มนี้ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปลักษณะของเหงือก ตับ และไตของปลาได้ แม้จะได้รับในปริมาณความเข้มข้นที่ต่ำ (Neskovic *et al.,* 1994) ดังนั้นการฉีดพ่น 2,4–D ในแปลงนาข้าว นอกจากที่ละอองของสารพิษจะตกลงบนพืชที่เป็นเป้าหมายแล้ว สารพิษบางส่วนจะฟุ้งกระจายไปในอากาศ ตกลงบนพื้นผิวดิน ในแหล่งน้ำ และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ที่ไม่ใช่เป้าหมาย ทำให้เกิดการสะสมของสารพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่ก่อให้เกิดมลภาวะในสิ่งแวดล้อมและมีผลกระทบไปถึงระบบนิเวศน์ ซึ่งผลกระทบจากการใช้วัตถุมีพิษชนิดนี้ในแปลงนาข้าวนอกเขตชลประทาน ยังไม่เคยมีการศึกษาถึงความเสี่ยงภัยต่อสิ่งแวดล้อมมาก่อน ดังนั้นเพื่อที่จะประเมินความเสี่ยงภัยของการใช้ 2,4–D ในแปลงนาข้าว จึงต้องทำการศึกษาการสะสมของสารพิษชนิดนี้ ที่ตกค้างในเมล็ดข้าวและผลิตภัณฑ์ของข้าว ว่ามีปริมาณเท่าใดภายหลังการฉีดพ่น และใช้เวลาในการสลายตัวนานเพียงใด เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับกรมวิชาการเกษตรใช้ประกอบการประเมินความเสี่ยงภัยจากการใช้สารพิษ 2,4–D ในแหล่งปลูกข้าว และใช้เป็นข้อมูลสำหรับการขออนุญาตขึ้นทะเบียนการนำเข้าและจำหน่าย สำหรับวัตถุมีพิษชนิดนี้ ทั้งนี้เพื่อความปลอดภัยของผู้ใช้ ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อมอื่นๆ นอกจากนี้ข้อมูลที่ได้ยังเป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนนักวิจัย นักวิชาการ และประชาชนทั่วไปที่สนใจเพื่อใช้เป็นแหล่งข้อมูล

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. ภาชนะและอุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างข้าวและผลิตภัณฑ์จากข้าว
2. ขวด Erlenmeyer flask สำหรับสกัดตัวอย่างแกลบและฟางข้าว
3. วัสดุเครื่องแก้วและเคมีภัณฑ์ชนิดต่างๆ
4. เครื่องชั่งหยาบและเครื่องชั่งละเอียด (analytical balance)
5. เครื่องสกัดวัตถุมีพิษชนิด homogenizer และ centrifuge
6. เครื่องเขย่าตัวอย่าง (reciprocal shaker)
7. เครื่องลดปริมาตรชนิด rotary evaporator
8. เครื่องลดปริมาตร ชนิด nitrogen evaporator

9. เครื่องมือวิทยาศาสตร์และอุปกรณ์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการต่างๆ ได้แก่ ตู้อบสารเคมี (digital oven) เตาเผาอุณหภูมิสูง (muffle furnace) เครื่องทำสุญญากาศ (vacuum pump) เครื่องผสมสารละลาย (vortex mixer) และตู้ดูดความชื้น (desiccator)

10. เครื่อง Gas Chromatograph (GC) พร้อมหัวตรวจจับชนิด Electron Capture Detector (ECD)

11. สารมาตรฐานชนิดป้องกันกำจัดแมลง (insecticide standards) 2, 4-D ความบริสุทธิ์สูง

12. ผลิตภัณฑ์สารป้องกันกำจัดแมลงที่ใช้ในแปลงข้าวสารกลุ่ม chlorinated phenoxy compound-2, 4-D สูตร 84 เปอร์เซ็นต์ W/V SL ใช้อัตรา 45 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร

วิธีการ

เลือกแปลงทดลองของเกษตรกรที่ทำนาข้าวในบริเวณพื้นที่นอกเขตชลประทาน และมีการใช้สารพิษ 2,4-D ในระหว่างการดูแลรักษา ได้แปลงข้าวที่มีความเหมาะสมสำหรับการทดลองที่ ตำบลตลิ่งชัน อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี เนื้อที่ขนาด 6 ไร่ 3 งาน ทำเป็นคันนาสำหรับปลูกข้าว พื้นที่เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีร่องน้ำรอบคันนา กว้าง 2.5 เมตร และลึกประมาณ 1 เมตร โดยจะทำการไถทำเทือกก่อน และหมักดินไว้ 2 - 3 วัน ทำการฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืช 2,4-D ตามอัตราฉีดพ่นที่แนะนำ คือ ฉีดพ่นภายหลังการหว่านเมล็ดพันธุ์ข้าวแล้ว 7 - 10 วัน โดยใช้ความเข้มข้น 45 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ใช้เวลาฉีดพ่น 55 นาที (ในช่วงที่ดูแลรักษาเกษตรกรมีการฉีดพ่นสารพิษชนิดอื่นๆ อีก เพื่อกำจัดศัตรูพืชเป็นระยะๆ แต่ไม่ได้ใช้สาร 2,4-D อีก) ก่อนการเก็บตัวอย่างแต่ละครั้งจะต้องวัดคุณภาพน้ำทุกครั้ง และเมื่อต้นข้าวมีอายุครบการเก็บเกี่ยวที่ 100 วัน ทำการเก็บตัวอย่างข้าวเปลือก และฟางข้าว จากนั้นนำข้าวเปลือกมาสีจะได้ข้าวสาร รำข้าว และแกลบ ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างข้าวสาร รำข้าว แกลบ และฟางข้าว จำนวนชนิดละ 10 ซ้ำ คิดเป็นจำนวนตัวอย่างได้ทั้งหมดคือ ข้าวสาร รำข้าว แกลบ และฟางข้าว 4 ชนิด x ทำ 10 ซ้ำ = 40 ตัวอย่าง ทำการตรวจหาปริมาณสารพิษตกค้าง เพื่อเป็นการตรวจวัดปริมาณสารพิษตกค้างของวัตถุมีพิษในเมล็ดข้าวและผลิตภัณฑ์ของข้าว ว่ามีปนเปื้อนอยู่ในปริมาณเท่าใด เพื่อที่จะนำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาประกอบการพิจารณาประเมินความเสี่ยงภัยจากการใช้สารพิษ 2,4-D ในแหล่งปลูกข้าว

การเตรียมตัวอย่าง

ตัวอย่างข้าวและผลิตภัณฑ์จากข้าว : ถ้าเป็นเมล็ดข้าวสาร นำมาบดให้ละเอียดก่อนนำไปชั่ง ส่วนรำข้าวสามารถนำไปชั่งได้เลย และทำการสกัดด้วยวิธีการสกัดของ Modifield QuEChERS สำหรับแกลบก็ต้องนำมาบดด้วยเครื่องบดให้ละเอียดก่อนเช่นกัน ส่วนฟางข้าวนำมาหั่นและสับให้เป็นชิ้นเล็กที่สุดเท่าที่จะทำได้ จากนั้นก็นำไปชั่ง และสกัดด้วยวิธี ที่ปรับปรุงมาจาก BASF, Agricultural Research Station, 1985

ตัวอย่างทั้งหมดถ้ายังไม่ทำการวิเคราะห์ในทันที ต้องเก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิ - 20 องศาเซลเซียส ทั้งนี้เพื่อป้องกันการสลายตัวของวัตถุมีพิษ และเมื่อจะนำออกมาตรวจวิเคราะห์ ต้องนำตัวอย่างออกมาตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องอย่างน้อย 1 - 2 ชั่วโมง รอจนอุณหภูมิตัวอย่างเท่าอุณหภูมิห้อง จึงค่อยนำมาสกัดหาสารพิษตกค้างต่อไป

การตรวจวิเคราะห์สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชในข้าวและผลิตภัณฑ์จากข้าว

ใช้วิธีการของ Modifield QuEChERS, และวิธีที่ปรับปรุงมาจาก BASF, Agricultural Research Station, 1985

การตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างข้าวสารและรำข้าว : ชั่งตัวอย่าง 5 กรัม ใส่ใน centrifuge tube ขนาด 50 มิลลิลิตร เติมน้ำ 5 มิลลิลิตร และ 5% (v/v) formic acid in acetonitrile 10 มิลลิลิตร เขย่าด้วยเครื่อง Vortex นาน 1 นาที เติม $MgSO_4$ 4.0 กรัม และ NaCl 1 กรัม นำไป centrifuge ที่ 4,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 6 นาที ถ่ายสารละลายทั้งหมดลงใน centrifuge tube ขนาด 15 มิลลิลิตร ที่เติม PSA 0.25 กรัม และ $MgSO_4$ 1.5 กรัม เขย่าด้วยเครื่อง Vortex นาน 1 นาที centrifuge ที่ 6,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 2 นาที ถ่ายสารละลายทั้งหมดลงใน graduate tube และนำไปแช่แข็งที่ - 20 องศาเซลเซียส ดูดสารละลายใส 2 มิลลิลิตร ลงใน graduate tube ใหม่ ชั่ง anhydrous $NaSO_4$ 2 กรัม ใส่ column ของ SPE Florisil 1 กรัม และต่อกับ SPE C_{18} ด้านบน ปรับสภาวะของ SPE ด้วย acetonitrile 6 มิลลิลิตร ใส่สารละลายตัวอย่าง และล้าง tube ด้วย acetonitrile 15 มิลลิลิตร นำสารละลายที่ได้มาลดปริมาตรด้วยไนโตรเจน ให้เหลือ 1 มิลลิลิตร เติม methanol : conc.H_2SO_4 (9:1) 5 มิลลิลิตร เขย่าเบาๆ ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที เทตัวอย่างลงใน separatory funnel ขนาด 125 มิลลิลิตร ล้าง graduate tube ด้วยน้ำกลั่น 15 มิลลิลิตร เติม hexane 10 มิลลิลิตรตั้งทิ้งไว้ประมาณ 3 นาที ไขน้ำชั้นล่างทิ้งไป เติม $NaHCO_3$ 15 มิลลิลิตร เขย่าและตั้งทิ้งไว้ให้แยกชั้น กรองผ่าน anhydrous Na_2SO_4 ลงใน graduate tube 15 มิลลิลิตร เพื่อดูดความชื้น จากนั้นนำสารละลายที่กรองได้ทั้งหมดมาลดปริมาตรและปรับปริมาตรเป็น 1 มิลลิลิตร แล้วนำไปตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษด้วยเครื่อง Gas Liquid Chromatograph (GLC) ใช้หัวตรวจจับชนิด Electron capture detector (ECD)

การตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างแกลบและฟางข้าว : ชั่งตัวอย่างที่บดละเอียด 20 กรัม ใส่ในขวด Erlenmeyer flask ขนาด 250 มิลลิลิตร เติม methanol : water (8:2) 200 มิลลิลิตร ปิดด้วย aluminum foil และปิดฝาขวด นำไปปั่นด้วยเครื่อง homogenizer นาน 3 นาที กรองด้วย suction filter และล้างขวดใส่ตัวอย่างด้วย methanol : water (8:2) 30 มิลลิลิตร 3 ครั้ง ถ่ายตัวอย่างใส่ round bottle flask 500 มิลลิลิตร เติม 10 M NaOH 10 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน นำไปลดปริมาตรด้วย rotary evaporator นาน 35 นาที เทตัวอย่างใส่ separatory funnel 250 มิลลิลิตร ล้างด้วยน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร เทรวมใน separatory funnel เติม dichloromethane 25 มิลลิลิตร เขย่าเบาๆ ทิ้งชั้นล่างของ dichloromethane ไปเติม 3 M H_2SO_4 25 มิลลิลิตร วัด pH <3 เติม dichloromethane 25 มิลลิลิตร เขย่าเบาๆ กรองสารละลายผ่าน anhydrous Na_2SO_4 เพื่อดูดความชื้นลงใน round bottle flask 125 มิลลิลิตร สกัดด้วย dichloromethane 25 มิลลิลิตร อีก 2 ครั้ง กรองสารละลายผ่าน anhydrous Na_2SO_4 เก็บใน round bottle flask 125 มิลลิลิตร ใบเดิมล้าง separatory funnel ที่ใส่ตัวอย่างด้วย dichloromethane 10 มิลลิลิตร ลดปริมาตรด้วย rotary evaporator ให้เกือบแห้ง เติม 5 มิลลิลิตร ของ methanol : conc.H_2SO_4 (9:1) ลงใน round bottle flask เขย่าเบาๆ ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที เทตัวอย่างลงใน separatory funnel 125 มิลลิลิตร อันใหม่ล้าง round bottle flask ด้วยน้ำกลั่น 15 มิลลิลิตร เติม hexane 10 มิลลิลิตร เขย่าตั้งทิ้งไว้นาน 3 นาที ทิ้งน้ำชั้นล่างไป เติม $NaHCO_3$ 15 มิลลิลิตร เขย่าและตั้งทิ้งไว้ให้แยกชั้น ทิ้งชั้นล่างของ NaHCO3 ไป กรองผ่าน anhydrous Na_2SO_4 ลงใน graduate tube 15 มิลลิลิตร นำสารละลายที่กรองได้ทั้งหมดมาลดปริมาตร และปรับปริมาตรเป็น 1 มิลลิลิตร แล้วนำไปตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษด้วยเครื่อง Gas Liquid Chromatograph (GLC) ใช้หัวตรวจจับชนิด Electron capture detector (ECD)

ระยะเวลา เดือนตุลาคม 2554 ถึง เดือนกันยายน 2555

สถานที่ดำเนินการ แปลงนาข้าวของเกษตรกรที่ ตำบลตลิ่งชัน อำเภอเมืองสุพรรณบุรี จังหวัดสุพรรณบุรี และห้องปฏิบัติการกลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร จตุจักร กรุงเทพมหานคร.

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการทดลองเก็บตัวอย่างข้าวสารและผลิตภัณฑ์ของข้าวสาร เช่น รำข้าว แกลบ และฟางข้าว มาสกัดหาปริมาณ 2,4-D โดยทำการสกัด และตรวจวิเคราะห์ปริมาณ 2,4-D ที่ตกค้างในตัวอย่าง เมื่อครบระยะเวลาเก็บเกี่ยว ผลการตรวจวิเคราะห์หาปริมาณ 2,4-D จากตัวอย่างข้าวสารและผลิตภัณฑ์ของข้าวและฟางข้าว ได้ผลดังนี้

ตัวอย่างรำข้าว และข้าวสารที่ได้สุ่มเก็บมาจำนวนชนิดละ 10 ตัวอย่าง ถูกนำมาสกัดและตรวจวิเคราะห์หา 2,4-D ด้วยวิธีของ Modified QuEChERS ซึ่งทดสอบแล้วพบว่ามีประสิทธิภาพดีที่สุด ผลของการทดสอบประสิทธิภาพด้วยวิธีนี้พบว่าในรำข้าว ได้ผล recovery อยู่ระหว่าง 80 - 104 เปอร์เซ็นต์ และในข้าวสารได้ผลอยู่ระหว่าง 75 - 103 เปอร์เซ็นต์ นับได้ว่าวิธีการนี้เชื่อถือและใช้ได้ อย่างไรก็ตามผลการตรวจวิเคราะห์หาปริมาณ 2,4-D จากตัวอย่างรำข้าว และข้าวสาร ปรากฏว่าตรวจไม่พบปริมาณสารพิษตกค้างของ 2,4-D เหลืออยู่เลย ส่วนตัวอย่าง แกลบ และฟางข้าว ได้ผลดีที่สุดจากการสกัดด้วยวิธีที่ปรับปรุงมาจาก BASF, Agricultural Research Station, 1985 ซึ่งเหมาะสำหรับการวิเคราะห์ตัวอย่างที่มีองค์ประกอบเป็นเส้นใย โดยผลจากการทดสอบประสิทธิภาพของการตรวจสอบด้วยวิธีนี้ ในแกลบ ได้ผล recovery อยู่ระหว่าง 83 - 97 เปอร์เซ็นต์ และในฟางข้าวได้ผลอยู่ระหว่าง 87 - 109 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งนับได้ว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้เช่นกัน อย่างไรก็ตามผลการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างในตัวอย่างแกลบและฟางข้าว ปรากฏว่าตรวจไม่พบปริมาณสารพิษตกค้างของ 2,4-D เหลืออยู่เช่นกัน ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าการใช้วัตถุมีพิษ 2,4-D ฉีดพ่นกำจัดวัชพืชในนาข้าว ที่อยู่นอกเขตชลประทาน ไม่ก่อให้เกิดสารพิษตกค้างในเมล็ดข้าวและผลิตภัณฑ์ของข้าว เมื่อถึงระยะเวลาที่เก็บเกี่ยวมาบริโภค

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

ผลการทดลองการใช้สาร 2,4-D กำจัดวัชพืชในแปลงนาข้าวนอกเขตชลประทาน เพื่อศึกษาการสลายตัวและการสะสมของสารกำจัดวัชพืชชนิดนี้ในเมล็ดข้าวและผลิตผลของข้าว ทำให้สรุปได้ว่าที่ระยะเวลาเก็บเกี่ยว ภายหลังจากการใช้วัตถุมีพิษครั้งสุดท้าย เมื่อทำการตรวจวิเคราะห์หาสารพิษตกค้างในผลผลิตเมื่อถึงระยะเวลาที่เก็บเกี่ยวมาบริโภค ปรากฏว่าตรวจไม่พบสารพิษตกค้างในเมล็ดข้าวและผลิตภัณฑ์จากข้าว รวมถึงฟางข้าวด้วย ทั้งนี้เป็นเพราะว่าระยะเวลาที่ใช้สารกำจัดวัชพืชชนิดนี้ครั้งสุดท้าย จนถึงระยะเวลาที่เก็บเกี่ยวผลผลิต ห่างกันประมาณ 3 เดือน ซึ่งระยะเวลานานขนาดนี้ สารกำจัดวัชพืชที่ใช้ควรจะสลายตัวไปหมดแล้ว อีกทั้งในระยะเวลาที่ใช้สารกำจัดวัชพืชชนิดนี้ต้นข้าวมีอายุแค่ 7 - 10 วัน ยังไม่ทันจะออกรวง ดังนั้นจึงไม่น่าจะมีสารพิษชนิดนี้ตกค้างอยู่ในเมล็ดข้าวได้

ดังนั้นพอจะประเมินได้ว่าการใช้ 2,4-D ฉีดพ่นกำจัดวัชพืชในแปลงนาข้าวนอกเขตชลประทานตามอัตราที่ฉลากแนะนำ จะไม่ก่อให้เกิดการสะสมของสารพิษชนิดนี้ในเมล็ดข้าวและผลิตภัณฑ์จากข้าวแต่อย่างใด อย่างไรก็ตาม

การใช้วัตถุมีพิษทุกชนิดควรจะใช้ให้น้อยครั้งที่สุด และใช้เมื่อมีความจำเป็นจริงๆ เท่านั้น หรืออาจใช้วิธีเขตกรรม เช่น การไถพรวน ร่วมกับการจัดการเกษตรที่ดีและเหมาะสม (Good Agricultural Practices, GAP) ก็ได้

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. เป็นข้อมูลสำหรับเกษตรกรเพื่อให้การใช้สารพิษเป็นไปอย่างระมัดระวังและถูกต้อง เพื่อความปลอดภัยต่อผู้บริโภค ตลอดจนสิ่งแวดล้อม

2. เป็นข้อมูลสำหรับกรมวิชาการเกษตร ใช้พิจารณาประเมินความเสี่ยงภัยจากการใช้สารพิษ 2,4-D เพื่อใช้ประกอบการขอขึ้นทะเบียน หรือการห้ามใช้

3. เผยแพร่ข้อมูลที่ได้สู่สาธารณชน และหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนผู้ที่สนใจทั่วไป

4. เพื่อการบริหารจัดการควบคุมวัตถุมีพิษทางการเกษตรที่ก่อให้เกิดความเสี่ยงภัยสูง ตามภารกิจของกรมวิชาการเกษตร

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มกีฏและสัตววิทยา. 2551. การป้องกันกำจัดแมลงและสัตว์ศัตรูพืชปี 2551 สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร

กองจัดการสารอันตรายจากกากของเสีย. 2536. ค่ามาตรฐานความปลอดภัยของสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ในสิ่งแวดล้อม ฝ่ายสารอันตรายจากเกษตรกรรม กรมควบคุมมลพิษ, 31 หน้า

ปรีชา ฉัตรสันติประภา ภิญญา จุลินทร และ พงศ์ศรี ใบอดุลย์. 2550. ศึกษาเทคโนโลยีการใช้วัสดุธรรมชาติในการดูดซับสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสและไพรีทรอยด์ในนาข้าว ผลการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ 2550. สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

ปรีชา ฉัตรสันติประภา สิริพร เหลืองสุชนกุล และเอกราช สิทธิมงคล. 2553. ศึกษาความเสี่ยงภัยจากการใช้วัตถุมีพิษการเกษตร cypermethrin ในแหล่งปลูกคะน้า ต่อผู้ใช้ผู้บริโภค ผลการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ 2553. เล่มที่ 1 สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

Douglas Hartley and Hamish Kidd. 1991. The Agrochemical Handbook. Third Edition 1991, The Royal Society Chemistry. Cambridge, England.

EXTONET, 1966. Extension Toxicology Network. Pesticide Information Profiles. http://ace.orst.edu/info/extonet/pips/cypermet.htm

Keller W. and Otto S. 1985. BASF, Agricultural Research Station, Limburgerhof, Germany

Koesukwiwat, U. Sanguankaew,K. and Leepipatpiboon.N. 2008. Rapid Determination of Phenoxy Acid Residues in Rice by Modified QuEChERS Extraction and Liquid Chromatography-Tandem Mass Spectrometry. Anal Chem Acta, 626, 921-924.

Neskovic, Nesko K., Vesela Karan, Ibrahim Elezovic, Vesna Poleksic, and Milka Budimir. 1994. “Toxic Effects of 2,4-D Herbicide on Fish” *Journal of Environmental Science and Health*. B29(2):265-279.

USEPA., 1988. Pesticide Fact Sheet. Washington, DC, USA: U.S. Environmental Protection Agency, Office of Pesticides and Toxic Substances.

Wauchope RD, Buttler TM, Hornsby AG, Augustijn-Beckers PW, Burt JP. 1992. Pesticides properties database for environmental decision making, *Review of Environmental Contamination and Toxicology* 123:1-157.

ศึกษาการสลายตัวและสะสมของสารกำจัดวัชพืช กลุ่ม chlorinated phenoxy compound ในดิน น้ำ และตะกอน ในแหล่งปลูกข้าวและพืชไร่ : ชนิด 2,4-D ในนาข้าวนอกเขตชลประทาน

Risk Assessment of 2,4-D Used in Paddy Field

เอกราช สิทธิมงคล วรวิทย์ สุจิรธรรม สิริพร เหลืองสุชนกุล

กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

.....

บทคัดย่อ

การประเมินความเสี่ยงจากการใช้วัตถุมีพิษการเกษตร โดยศึกษาการสลายตัวและสะสมสารกำจัดวัชพืชกลุ่ม chlorinated phenoxy compound ในดิน น้ำ และตะกอน ในแหล่งปลูกข้าวและพืชไร่ : ชนิด 2,4-D ในนาข้าวนอกเขตชลประทาน ทำการศึกษาที่ตำบลตลิ่งชัน อำเภอเมืองสุพรรณบุรี จังหวัดสุพรรณบุรี ในฤดูปลูกตั้งแต่เดือนพฤษภาคม – กันยายน 2555 โดยเกษตรกรใช้สารกำจัดวัชพืช 2,4-D สูตร 83 - 84 เปอร์เซ็นต์ SL อัตราสูงสุดตามคำแนะนำบนฉลาก เพื่อเป็นการศึกษาหาข้อมูลในกรณีที่มีการใช้วัตถุมีพิษชนิดนี้อย่างเต็มที่ (worst case scenario) การฉีดพ่น 2,4-D ใช้ถังสะพายหลัง จะเริ่มหลังจากข้าวงอก 2 อาทิตย์ เพียงครั้งเดียว หลังจากฉีดพ่น เก็บตัวอย่างน้ำ ดิน และตะกอน มาตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง 2,4-D เพื่อนำผลที่ได้จากการศึกษามาประมวลกับข้อมูลทางพิษวิทยาของ 2,4-D แล้วประเมินผลกระทบจากการฉีดพ่น 2,4-D ต่อสภาพแวดล้อม ตั้งแต่วันที่ฉีดพ่นถึง 15 วันหลังการฉีดพ่น ผลการศึกษาพบว่าหลังการฉีดพ่น 2,4-D ในนาข้าว ตรวจพบสารพิษ 2,4-D ในน้ำปริมาณ <0.02 - 0.17 ไมโครกรัมต่อลิตร ในดินพบ 2,4-D ปริมาณ <0.008 - 0.31 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และในตะกอนพบ 2,4-D ปริมาณ <0.020-0.024 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งสารพิษ 2,4-D จะมีปริมาณลดลงหลังการฉีดพ่น พบสารพิษในน้ำปริมาณสูง ส่วนสารพิษในดินและในตะกอนตรวจพบในปริมาณค่อนข้างต่ำ ค่าครึ่งชีวิต (half-life) ของ 2,4-D ในน้ำเท่ากับ 3 วัน ในดินเท่ากับ 8 วัน และในตะกอนเท่ากับ 58 วัน

คำนำ

ข้าวที่ชาวนาใช้ปลูกทั่วไป มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Oryza sativa* L. ใช้ปลูกในประเทศไทยมากกว่า 100 พันธุ์ ข้าวปลูกเป็นพันธุ์ข้าวที่ถูกคัดเลือกให้มีลักษณะที่ต้องการเช่นผลผลิตสูง ข้าวสารมีสีขาว ใส คุณภาพหุงต้มนุ่มและหอม ไปจนถึงร่วนแข็ง ต้านทานต่อโรคหรือแมลงที่สำคัญ ข้าวพันธุ์หนึ่งจะมีลักษณะทางการเกษตรต่างๆ เหมือนกันและคงตัว คือในพันธุ์เดียวกันจะมีลักษณะ สีใบ ทรงกอ ความสูง การออกรวง สีเปลือก สีข้าวกล้อง เหมือนกันและคงตัว และทุกพันธุ์จะมีลักษณะสำคัญคือเมล็ดจะสุกแก่ใกล้เคียงกันคือหลังบานดอกแล้วประมาณ 28 - 30 วัน พร้อมที่จะถูกเก็บเกี่ยวและถูกนวดให้หลุดจากรวง คือจะไม่สุกแก่ก่อนเวลาไม่หลุดร่วงเองได้ง่ายๆ และข้าวเปลือกจะไม่มีหางหรือถ้ามีก็จะสั้นมาก

ในประเทศไทยมีการทำนาหลากหลายวิธี แต่ละวิธีก็มีวัชพืชหลายชนิด ที่มีความทนต่อสภาพแวดล้อมนั้นๆ ได้ จึงเป็นไปได้ยากที่จะหลีกเลี่ยงไม่ให้มีวัชพืชเกิดเลย วัชพืชในนาหน้าฝน ได้แก่ หญ้าข้าวนก หญ้าดอกขาว ผักปอดนา ขาเขียด กกทราย ผักแว่น เป็นต้น (กรมการข้าว, 2550)

การควบคุมและกำจัดวัชพืชในนาหว่านข้าว ที่เกษตรกรปฏิบัติอยู่ส่วนใหญ่เป็นวิธีดั้งเดิม เช่น การเตรียมดิน ปลูกที่ดีและการใช้แรงงานถอนกำจัดวัชพืช แต่การถอนวัชพืชด้วยมือในนาหว่านข้าว จะกระทำได้ยาก สิ้นเปลืองแรงงาน มีค่าใช้จ่ายสูง และทำลายต้นข้าวขณะปฏิบัติงาน นอกจากนี้ประสิทธิภาพในการกำจัดวัชพืชค่อนข้างต่ำอีกด้วย การจัดการวัชพืชแบบผสมผสาน (Integrated Weed Management) เป็นการควบคุมและกำจัดวัชพืชที่เป็นระบบอย่างต่อเนื่อง มีการนำวิธีการหลายๆ วิธีมาใช้ร่วมกัน องค์ประกอบของการจัดการวัชพืช เช่น การจำแนกชนิดวัชพืช วิธีการเขตกรรม การใช้อัตราปลูกที่เหมาะสม การคัดเลือกพันธุ์ที่เหมาะสม การปลูกพืชร่วมระบบและการปลูกพืชหมุนเวียน การใช้ประโยชน์จากมวลชีวภาพมาใช้ร่วมกัน หรืออาจจะประสานกับการปฏิบัติด้านอื่นๆ ด้วย เพื่อให้ได้ผลที่สมบูรณ์โดยประหยัดค่าใช้จ่าย ทั้งนี้จะต้องคำนึงถึงผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมที่จะตามมาอีกด้วย

การควบคุมและกำจัดวัชพืชในนาหว่านข้าวแบบที่รวดเร็วและเป็นที่นิยมของเกษตรกรในประเทศไทย ได้แก่ การใช้สารกำจัดวัชพืช เช่น 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) ซึ่งเป็นสารกำจัดวัชพืชในกลุ่ม chlorophenoxyacetic acid ประโยชน์หลักใช้สำหรับกำจัดวัชพืชใบกว้าง (broad-leaf weed) นอกจากนี้ยังใช้เป็นสารควบคุมการเจริญเติบโต (growth regulator) ในพืชใบเลี้ยงคู่เพื่อให้ได้ผลผลิตเพิ่มมากขึ้น ในทางการค้า นอกจาก 2,4-D ในรูป acid ที่ใช้เป็นสารออกฤทธิ์แล้วยังมีอนุพันธ์ที่เป็นเกลือและเอสเทอร์จำนวนหลายสาร

2,4-D ที่ปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมถูกย่อยสลายไปอย่างรวดเร็ว ในอากาศทำปฏิกิริยาออกซิเดชันกับอนุมูลอิสระไฮดรอกซิล ในน้ำเกิดปฏิกิริยาการแตกสลายด้วยน้ำได้โดยมีแสงเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ในดินถูกย่อยสลายโดยชีวภาพ 2,4-D มีพิษเฉียบพลันน้อย หรือไม่มีพิษเฉียบพลัน ในสิ่งมีชีวิตในน้ำในสปีชีส์ต่างๆ และสะสมในน้ำในสิ่งมีชีวิตเล็กน้อย

ในสัตว์ทดลองการได้รับ 2,4-D ทางปากมีพิษเฉียบพลันน้อยถึงมีพิษเฉียบพลันปานกลาง 2,4-D ก่อให้เกิดมะเร็งเต้านมในหนู rat เพศเมีย มะเร็งต่อมน้ำเหลืองชนิด lymphosarcoma ในหนูทั้งสองเพศ เนื่องจากไม่มีข้อมูลการศึกษาทางระบาดวิทยาการเกิดมะเร็งในมนุษย์อย่างแน่ชัด ดังนั้น International Agency for Research on Cancer (IARC) จึงกำหนดให้สารกำจัดศัตรูพืชในกลุ่ม chlorophenoxy herbicides อยู่ในกลุ่ม 2B คืออาจก่อให้เกิดมะเร็งในมนุษย์ (possibly carcinogenic to humans) อย่างไรก็ดีคณะกรรมการพิจารณาสารพิษก่อมะเร็งของ U.S. EPA กำหนดให้ 2,4-D เป็นสารในกลุ่ม (category) D ไม่เป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ (not classifiable as to human carcinogenicity)

ประเทศไทยได้มีประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมเรื่อง บัญชีรายชื่อวัตถุอันตราย พ.ศ. 2546 ซึ่งออกตามหมายในพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ.2535 กำหนดให้ 2,4-D; 2,4-D dimethylammonium; 2,4-D diolamine; 2,4-D olamine; 2,4-D trolamine; 2,4-D isopropyl; 2,4-D butotyl; 2,4-D butyl; และ 2,4-D isoctyl เป็นวัตถุอันตรายชนิดที่ 3 หมายความว่าการผลิต การนำเข้า การส่งออก หรือการมีไว้ครอบครอง ต้องได้รับใบอนุญาตจากกรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (กรมควบคุมมลพิษ, 2553)

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์ที่ใช้ในแปลงทดลอง ได้แก่

1.1 ผลิตภัณฑ์สารกำจัดวัชพืช 2,4-D สูตร 83 - 84 เปอร์เซ็นต์ SL

1.2 อุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างน้ำ และตะกอน ได้แก่ แครงตักน้ำและตะกอน

1.3 ขวดพลาสติกใส่น้ำ

1.4 ขวดแก้วใส่ตะกอน

1.5 ถุงพลาสติกใส่ดิน

1.6 เครื่องมือเก็บตัวอย่างดิน (soil auger)

1.6 เครื่องมือวัดคุณภาพน้ำ

1.7 เครื่องที่มีระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก (Global Positioning System; GPS)

2. อุปกรณ์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ

2.1 เครื่องแก้วที่ใช้ในการสกัดได้แก่ separatory funnel, Erlenmeyer flask, cylinder, beaker, round bottom flask, filtering funnel และ pipette เป็นต้น

2.2 เครื่องแก้วที่ใช้ในการเตรียมสารมาตรฐาน ได้แก่ volumetric flask, volumetric pipette

2.3 เคมีภัณฑ์ชนิดต่างๆ ได้แก่ สารเคมีสำหรับใช้ในการสกัด การเตรียมสารมาตรฐาน และปรับปริมาตรตัวอย่าง ชนิด analytical grade (AR) และ pesticide grade (PR) เช่น acetone, hexane, petroleum ether, ethyl acetate, dichloromethane, sulfuric acid, sodium sulphate (granule 12 - 16 mesh), aluminium oxide 90 active neutral (70 - 230 mesh), silica gel (20 - 120 mesh).

2.4 สารพิษมาตรฐาน 2,4-D ความบริสุทธิ์ 98.50%

2.5 เครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ เช่น เครื่องชั่งหยาบ, เครื่องชั่งละเอียด (analytical balance), เครื่อง ultrasonic bath, เครื่องลดปริมาตรชนิด rotary evaporator, เครื่องลดปริมาตรชนิด nitrogen evaporator และเครื่อง Gas Chromatograph (GC) พร้อมตัวตรวจจับชนิด Electron Capture Detector (ECD)

วิธีการ

1. การปฏิบัติงานในแปลงทดลอง

1.1 สำรวจและเลือกพื้นที่เกษตรกรรมนอกเขตชลประทานที่เหมาะสม เป็นนาข้าวของคุณสิทธิชัย สงวนทรัพย์ พื้นที่ 6 ไร่ 3 งาน พื้นที่เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ร่องน้ำรอบคันนาลึกประมาณ 1 เมตร เพื่อใช้เลี้ยงปลาธรรมชาติ น้ำมีลักษณะขุ่น โดยจะทำการไถหว่านนาข้าวในเดือนพฤษภาคม 2555 เพื่อรอช่วงต้นฤดูฝน ระยะปลูกจนถึงเก็บเกี่ยวเป็นระยะเวลา 4 เดือน ฉีดพ่น 2,4-D ตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกร เพื่อป้องกันกำจัดวัชพืช 1 ครั้ง เพื่อเป็นการฉีดคุมวัชพืช จะเริ่มหลังจากข้าวงอก 2 อาทิตย์ การฉีดพ่นสารพิษใช้เครื่องยนต์สะพายหลัง

1.2 สารพิษ 2,4-D ที่ใช้เป็นของเหลวใส สูตรเข้มข้น 83 - 84 เปอร์เซ็นต์ SL ใช้อัตราส่วนสูงสุดตามที่แนะนำบนฉลากในการฉีดพ่น เป็นการศึกษาหาข้อมูลในกรณีที่มีการใช้วัตถุมีพิษชนิดนี้อย่างเต็มที่ (worst case scenario)

1.3 เตรียมอุปกรณ์เก็บตัวอย่าง นำขวดเก็บน้ำและขวดเก็บตะกอน ทำความสะอาดโดยการล้างด้วยน้ำ และ acetone แล้วปล่อยทิ้งไว้ให้แห้ง ส่วนดิน เก็บตัวอย่างใส่ถุงพลาสติก เตรียมอุปกรณ์เก็บดิน แครงเก็บน้ำและตะกอน

1.4 เก็บดิน น้ำ และตะกอน ที่มีอยู่ตามธรรมชาติในร่องน้ำก่อนเริ่มการฉีดพ่นสารพิษ ไปวิเคราะห์หาปริมาณ 2,4-D ซึ่งอาจมีตกค้างอยู่เดิมในสภาพแวดล้อม เพื่อเป็นการตรวจวัดปริมาณสารพิษก่อนเริ่มการทดลอง เป็นค่าตั้งต้นก่อนที่จะมีการใช้สารพิษในแปลง (Reference value)

1.5 เก็บตัวอย่างดิน น้ำ และตะกอน ภายหลังการฉีดพ่น ไปตรวจวิเคราะห์หาปริมาณ 2,4-D เพื่อหาอัตราการสลายตัวของ 2,4-D ในตัวอย่างต่างๆ เป็นระยะดังนี้

1) ภายหลังฉีดพ่น 0 วัน (1 ชั่วโมงภายหลังฉีดพ่น)
2) ภายหลังฉีดพ่น 1 วัน
3) ภายหลังฉีดพ่น 3 วัน
4) ภายหลังฉีดพ่น 5 วัน
5) ภายหลังฉีดพ่น 7 วัน
6) ภายหลังฉีดพ่น 15 วัน

2. การปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการเบื้องต้น

2.1 การเตรียมตัวอย่างน้ำ

โดยทั่วไปถ้าน้ำมีลักษณะใส สามารถนำมาสกัดได้ทันที แต่ถ้ามีความขุ่นหรือสกปรกมาก ให้กรองด้วย Glass wool จนได้สารละลายใส

2.2 การเตรียมตัวอย่างดิน และตะกอน

กรณีที่ตัวอย่างดินมีสิ่งอื่นๆ ปนมา เช่น เศษหิน เศษพืช ให้เก็บออกก่อน หลังจากนั้นตากดิน และตะกอนในถาดสแตนเลสที่อุณหภูมิห้อง จนกระทั่งดิน/ตะกอนมีความชื้นประมาณ 20 - 30 เปอร์เซ็นต์ แล้วบดย่อยให้กระจายเป็นก้อนเล็กจนละเอียด เทใส่ขวดแก้วที่มีฝาปิดสนิทกันความชื้น ถ้ายังไม่วิเคราะห์ในทันที ต้องเก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เมื่อจะนำมาตรวจวิเคราะห์ ต้องตั้งตัวอย่างทิ้งไว้ รอจนถึงอุณหภูมิห้อง จึงจะชั่งน้ำหนักดิน/ตะกอน และต้องชั่งใส่ petridish อีก 50 กรัม เพื่อหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นในเวลาเดียวกัน

3. การตรวจวิเคราะห์ 2,4-D ในน้ำ ดิน และตะกอน (Their *et al*., 1996)

การตรวจวิเคราะห์ 2,4-D ในน้ำ ตวงน้ำปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร ปรับ pH $\leq$ 2 เติม 100 methanol : ethyl ether (2:8) เขย่าโดยใช้ separatory funnel shaker นาน 3 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้แยกชั้น ไข methanol : ethyl ether (2:8) ชั้นบนกรองผ่าน sodium sulfate anhydrous ทำซ้ำอีก 2 ครั้ง เติม 10 M sodium hydroxide 10 มิลลิลิตร นำไปลดปริมาตรโดยใช้ rotary evaporator ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส จนเกือบแห้ง เติม dichloromethane 25 มิลลิลิตร กรองผ่าน sodium sulfate anhydrous ทำซ้ำอีก 2 ครั้ง นำไปลดปริมาตรโดยใช้ rotary evaporator แล้วเติม methanol : conc. Sulfuric acid (9:1) ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที เติม hexane 10 มิลลิลิตร และ sodium hydrogen carbonate 15 มิลลิลิตร แล้วกรองผ่าน sodium sulfate anhydrous

การตรวจวิเคราะห์ 2,4-D ในดิน และตะกอน ชั่งดิน 20 กรัม เติม 100 methanol : water (8:2) เขย่าโดยใช้ shaker นาน 30 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้แยกชั้น กรองผ่าน sodium sulfate anhydrous ทำซ้ำอีก 2 ครั้ง เติม 10 M sodium hydroxide 10 มิลลิลิตร นำไปลดปริมาตรโดยใช้ rotary evaporator ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส จนเกือบแห้ง เติม dichloromethan 25 มิลลิลิตร และ 3 M sulfuric acid 25 มิลลิลิตร กรองผ่าน sodium sulfate anhydrous ทำซ้ำอีก 2 ครั้ง นำไปลดปริมาตรโดยใช้ rotary evaporator แล้วเติม methanol : conc. Sulfuric acid (9:1) ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที เติม hexane 10 มิลลิลิตร และ sodium hydrogen carbonate 15 มิลลิลิตร แล้วกรองผ่าน sodium sulfate anhydrous

การตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC/ECD

เครื่อง Gas Chromatograph หัวตรวจวัดชนิด Electron Capture Detector (ECD) ใช้ตรวจวิเคราะห์สารพิษ 2,4-D ควบคุมสภาวะการทำงานของเครื่องดังนี้

Mode : splitless

GLC column : DB 1701 capillary, ความยาว 30 เมตร x เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.32 มิลลิเมตร, สารเคลือบหนา 0.25 ไมโครเมตร

temperature : injector = 230 °C, detector = 300 °C

oven program : 80 °C (1 นาที) $\xrightarrow{20\ ^\circ C/นาที}$ 220 °C (2 นาที) $\xrightarrow{1\ ^\circ C/นาที}$ 235 °C (1 นาที) $\xrightarrow{20\ ^\circ C/นาที}$ 240 °C (1 นาที) $\xrightarrow{25\ ^\circ C/นาที}$ 265 °C (12 นาที) $\xrightarrow{20\ ^\circ C/นาที}$ 280 °C (8 นาที)

carrier gas : helium flow 1.4 มิลลิลิตร/นาที

make up gas : nitrogen flow 30 มิลลิลิตร/นาที

injection volume : 1 ไมโครลิตร

ระยะเวลา เดือนตุลาคม 2554 – เดือนกันยายน 2555

สถานที่ทำการทดลอง

1. นาข้าวของคุณสิทธิชัย สงวนทรัพย์ พื้นที่ 6 ไร่ 3 งาน ตำบลตลิ่งชัน อำเภอเมืองสุพรรณบุรี จังหวัดสุพรรณบุรี
2. กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร

ผลการทดลองและวิจารณ์

การทดสอบประสิทธิภาพของวิธีตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง 2,4-D ในตัวอย่างน้ำ ดิน และตะกอน ตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC/ECD ทดสอบประสิทธิภาพของวิธีตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง 2,4-D ในตัวอย่างน้ำ ได้ค่า recovery อยู่ในช่วง 70 - 75 เปอร์เซ็นต์ ที่ความเข้มข้น 1 - 2 ไมโครกรัมต่อลิตร ส่วนในตัวอย่างดินและตะกอน ได้ค่า recovery อยู่ในช่วง 80 - 90 เปอร์เซ็นต์ ที่ความเข้มข้น 0.04-0.4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ก่อนเริ่มการฉีดพ่นสารพิษ 2,4-D ได้เก็บตัวอย่างน้ำ ดิน และตะกอน ที่มีอยู่ตามธรรมชาติในนาข้าวและร่องน้ำไปวิเคราะห์หาปริมาณ 2,4-D ซึ่งอาจมีตกค้างอยู่เดิมในสภาพแวดล้อม เพื่อเป็นการตรวจวัดปริมาณสารพิษก่อนเริ่มการทดลอง เป็นค่าตั้งต้นก่อนที่จะมีการใช้สารพิษในแปลง (Reference value) ผลการตรวจวิเคราะห์ พบว่าน้ำ ดิน และตะกอนในนาข้าว ไม่มีสารพิษทางการเกษตร 2,4-D ตกค้าง หลังจากนั้นได้เริ่มการปฏิบัติงานฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืช 2,4-D ในแปลงทดลอง โดยจะฉีดพ่นเพียงครั้งเดียวก่อนการหว่านเมล็ดข้าวเพื่อกำจัดวัชพืช ใช้เกษตรกรจำนวน 2 คน ในการฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืช 2,4-D สูตร 83 - 84 เปอร์เซ็นต์ SL ซึ่งเป็นของเหลวใส ใช้อัตราส่วนสูงสุดตามที่แนะนำบนฉลากในการฉีดพ่น เป็นการศึกษาหาข้อมูลในกรณีที่มีการใช้วัตถุมีพิษชนิดนี้อย่างเต็มที่ (worst case scenario) ใช้ถังสะพายหลังฉีดพ่น ในขณะฉีดพ่นมีกระแสลมแรงปานกลาง ทำให้มีการฟุ้งกระจายของสาร 2,4-D ในบริเวณกว้าง

ภายหลังการฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืช 2,4-D ได้สุ่มเก็บตัวอย่างน้ำรอบแปลงทดลอง รวมทั้งดิน และตะกอนในแปลงทดลอง นำตัวอย่างทั้งหมดมาสกัดสารพิษตกค้างตามวิธีการของตัวอย่างแต่ละชนิด ตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษตกค้าง 2,4-D ด้วยเครื่อง GC/ECD ผลการวิเคราะห์หลังฉีดพ่น 1, 3, 5, 7, 10 และ15 วัน ในตัวอย่างน้ำ ดิน และตะกอน ตรวจพบสารพิษตกค้าง 2, 4-D เฉลี่ย สรุปผลการตรวจวิเคราะห์ได้ดังนี้

หลังการฉีดพ่น 2,4-D ตรวจพบสารพิษในวันที่ฉีดพ่น (0 วัน) ปริมาณ 0.16 ไมโครกรัมต่อลิตร ส่วนหลังการฉีดพ่น 2,4-D ในวันแรกตรวจพบสารพิษ 2,4-D 0.39 ไมโครกรัมต่อลิตร ซึ่งมีปริมาณมากกว่าวันฉีดพ่น เนื่องมาจากเป็นช่วงฤดูฝน จึงทำให้มีการชะล้างของสารพิษ 2,4-D บนต้นข้าวลงสู่น้ำ และปริมาณสารพิษค่อยๆ ลดลงตามลำดับ จนถึงวันที่ 7 หลังการฉีดพ่น และหลังจากนั้นตรวจไม่พบสารพิษในทุกตัวอย่าง ดังแสดงในตารางที่ 1

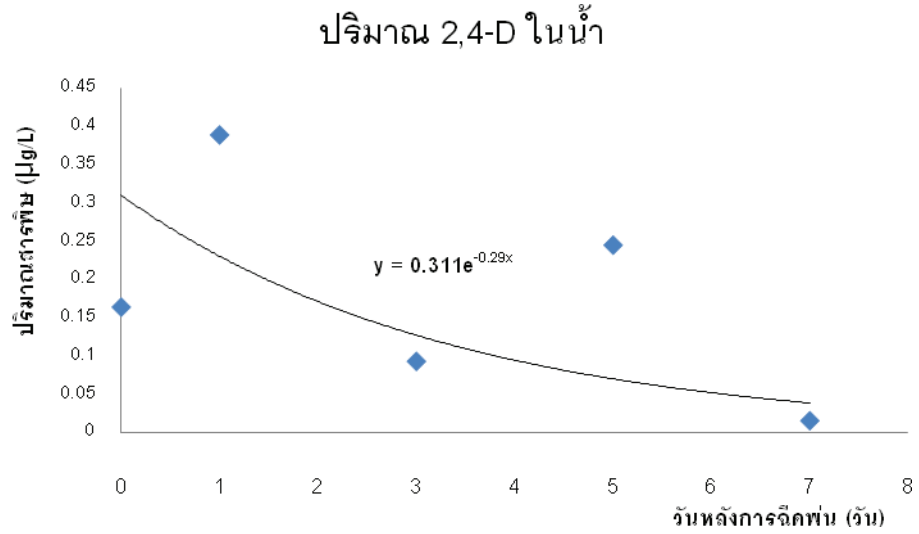
ในตัวอย่างดิน ตรวจพบสารพิษ 2,4-D ในวันที่ฉีดพ่นในปริมาณ 0.031 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และปริมาณสารพิษค่อยๆ ลดลงตามลำดับ จนถึงวันที่ 15 หลังการฉีดพ่นมีปริมาณ 0.008 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐาน 2,4-D ในดิน (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2547) ดังนั้นจึงไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และหลังจากนั้นตรวจไม่พบสารพิษในทุกตัวอย่าง ส่วนในตัวอย่างตะกอน ตรวจพบสารพิษในวันที่ฉีดพ่นในปริมาณ 0.022 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และปริมาณสารพิษค่อยๆ ลดลงถึงวันที่ 3 หลังการฉีดพ่น จนมีปริมาณค่อนข้างคงที่ ถึงวันที่ 15 หลังการฉีดพ่น เนื่องจากสารพิษ 2,4-D ได้ถูกชะโดยน้ำฝนจากต้นข้าว และดินในแปลง ลงสู่แหล่งน้ำ จากนั้นสารพิษ 2,4-D จะค่อยๆ ตกค้างในตะกอน เมื่อเวลาผ่านไป 3 - 15 วันหลังการฉีดพ่น จึงทำให้ปริมาณสารพิษ 2,4-D ยังคงมีปริมาณคงที่ไม่ค่อยเปลี่ยนแปลง

ตารางที่ 1. ค่าปริมาณเฉลี่ยสารพิษตกค้าง 2,4-D ในน้ำ ดิน และตะกอน ในช่วงเวลาต่างๆ

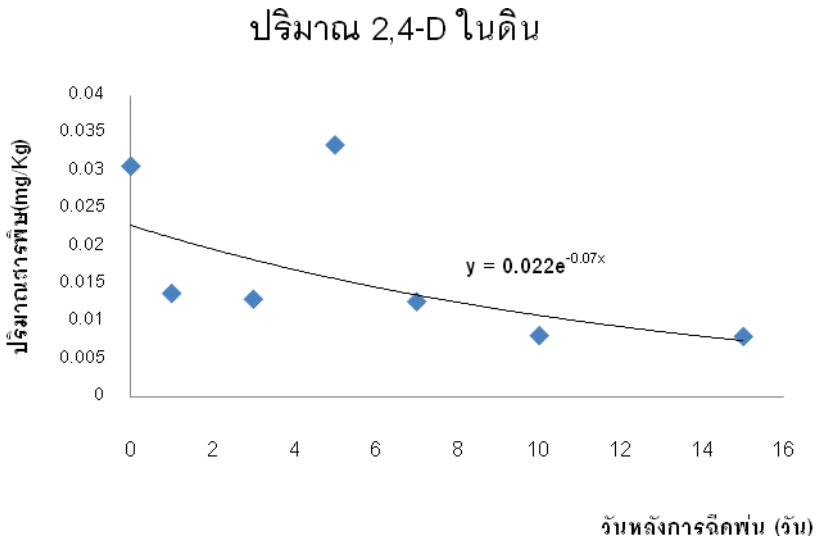
วันหลังการฉีดพ่น (วัน)	ปริมาณ 2,4-D เฉลี่ยในน้ำ (มก./ลิตร)	ปริมาณ 2,4-D เฉลี่ยในดิน (มก./กก.)	ปริมาณ 2,4-D เฉลี่ยในตะกอนดิน (มก./กก.)
0	0.17	0.031	0.024
1	0.39	0.014	0.022
3	0.09	0.013	0.020
5	0.25	0.034	0.019
7	0.02	0.013	0.018
10	ND	0.008	0.019
15	ND	0.008	0.020

หมายเหตุ : ND = Non Detectable หมายถึงตรวจไม่พบสารพิษตกค้าง

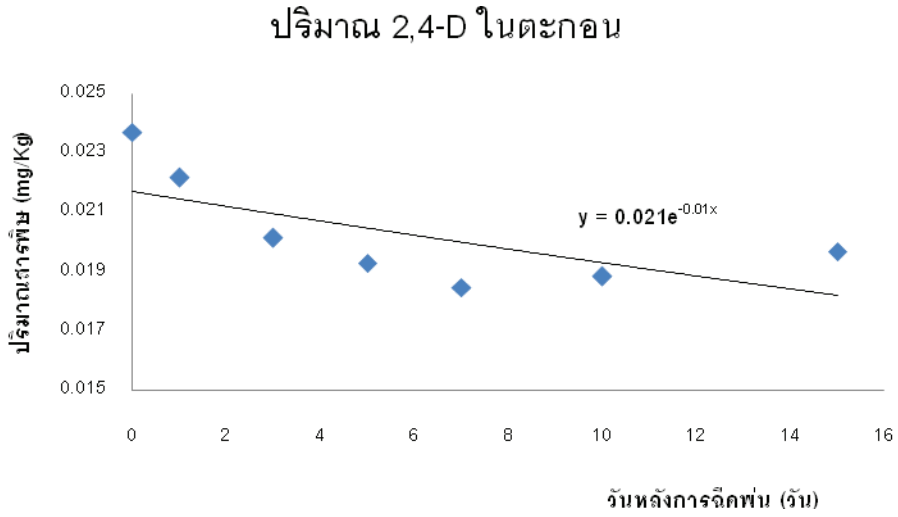
การคำนวณค่าครึ่งชีวิต (half- life, $t_{1/2}$) ของสาร 2,4-D ในน้ำ ดิน และตะกอน ในการทดลองซึ่งคำนวณจากข้อมูลปริมาณสารพิษเฉลี่ยที่ตรวจพบในการฉีดพ่น โดยเก็บตัวอย่างหลังฉีดพ่น 1, 3, 5, 7, 10 และ 15 วัน นำมาคำนวณการสลายตัวหลังการฉีดพ่น ได้ค่า half-life ของ 2,4-D ในน้ำเท่ากับ 3 วัน ในดิน เท่ากับ 8 วัน และในตะกอนเท่ากับ 58 วัน ดังแสดงในภาพที่ 1-3



ภาพที่ 1. ปริมาณสารพิษ 2,4-D ในน้ำช่วงเวลาต่างๆ



ภาพที่ 2. ปริมาณสารพิษ 2,4-D ในดินช่วงเวลาต่างๆ



ภาพที่ 3. ปริมาณสารพิษ 2,4-D ในตะกอนช่วงเวลาต่าง ๆ

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การศึกษาเพื่อประเมินความเสี่ยงจากการใช้ 2,4-D ในนาข้าว นอกเขตชลประทาน พบว่าหลังจากการฉีดพ่นสารพิษ 2,4-D ในนาข้าว สูตร 83 - 84 เปอร์เซ็นต์ SL เพื่อกำจัดวัชพืชในนาข้าว ทำให้สารพิษปนเปื้อนในสภาพแวดล้อม เช่น น้ำ ดิน และตะกอน อีกทั้งเป็นฤดูฝน อาจมีการชะสารพิษที่ปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำใกล้เคียง และอาจถ่ายทอดสู่ห่วงโซ่อาหารไปยังสัตว์น้ำและพืชน้ำได้ ซึ่งพืชและสัตว์เหล่านี้เป็นอาหารของมนุษย์ด้วยเช่นกัน แม้ว่าปริมาณการปนเปื้อนจะค่อนข้างต่ำ การสลายตัวค่อนข้างเร็ว มีความเป็นพิษในระดับพิษน้อยถึงพิษปานกลางก็ตาม เกษตรกรควรระมัดระวัง และป้องกันตนเองจากการได้รับพิษขณะฉีดพ่น ต้องสวมใส่อุปกรณ์ในการป้องกันการได้รับสารพิษ ต้องปฏิบัติตามคำแนะนำบนฉลาก เพื่อเป็นการป้องกันอันตรายจากการใช้วัตถุมีพิษ และเพื่อเป็นการบริหารจัดการควบคุมวัตถุมีพิษทางการเกษตรตามภารกิจและจุดประสงค์ของกรมวิชาการเกษตรต่อไป

การนำไปใช้ประโยชน์

1. ได้ข้อมูลจากการใช้วัตถุมีพิษการเกษตรที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
2. เพื่อเผยแพร่ผลงานวิจัยและมีประโยชน์ต่อการศึกษาด้านผลกระทบของวัตถุมีพิษการเกษตร ถ่ายทอดความรู้แก่นักศึกษา นักวิจัยในหน่วยงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง
3. เป็นข้อมูลของสารกลุ่มเฝ้าระวังของกรมวิชาการเกษตรเพื่อที่ใช้ในการบริหารความเสี่ยง
4. เผยแพร่ในหนังสือรายงานประจำปี และการประชุมวิชาการ

เอกสารอ้างอิง

กรมการข้าว. 2550. คู่มือการป้องกันกำจัดวัชพืชในนาข้าว.พิมพ์ครั้งที่ 1 พ.ศ. 2550. หน้า 1.

กรมควบคุมมลพิษ. 2553. 2,4- ไดคลอโรฟีนอกซีอะซีติก แอซิด (2,4-ดี). เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการของสารเคมีเฉพาะเรื่อง. พิมพ์ครั้งที่ 1 พ.ศ. 2553. หน้า 1.

คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2547. ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 25 (พ.ศ.2547) เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพดิน. ใน ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 121 ตอนพิเศษ ตุลาคม 2547.

สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว. 2556. “องค์ความรู้เรื่องข้าว วัชพืชในนาข้าว.” [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.brrd.in.th/rkb/weed/index.php-file=content.php&id=43.htm. (30 เมษายน 2556)

Aksakal, O., Erturk, FA., Sunar, S., Bozari, S., and Agar, G., Assessment of genotoxic effects of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid on maize by using RAPD analysis. **Industrial Crops and Products** 42 (2013) 552– 557.

Bukowska, B. Effects of 2,4-D and its metabolite 2,4-dichlorophenol on antioxidant enzymes and level of glutathione in human erythrocytes. **Comparative Biochemistry and Physiology Part C** 135 (2003) 435–441.

Fanous, A., Weiland, F., Luck, C., Gorg, A., Friess, A., and Parlar, H. A proteome analysis of *Corynebacterium glutamicum* after exposure to the herbicide 2,4-dichlorophenoxy acetic acid (2,4-D). **Chemosphere** 69 (2007) 25–31.

Thier, H.P. and J. Kirchhoff, 1996. 2,4-D, Dichlorprop (2,4-DP). In Manual of Pesticide Residue Analysis, Volume II. **Working group analysis, Pesticide Commission**, VCH, Germany.

ศึกษาผลกระทบของสารกำจัดวัชพืช กลุ่ม Chlorinated phenoxy compound ต่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งปลูกข้าวและพืชไร่ : ชนิด 2,4-D ในนาข้าวนอกเขตชลประทาน

Ecological Risk Assessment of 2,4-D used on in paddy field in non-irrigated area

สิริพร เหลืองสุชนกุล ปรีชา ฉัตรสันติประภา ปภัสรา คุณเลิศ

กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

.....

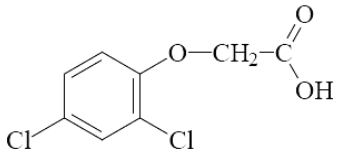
บทคัดย่อ

การศึกษาเพื่อประเมินความเสี่ยงจากการใช้สารกำจัดวัชพืชกลุ่ม Chlorinated phenoxy compound ชนิด 2,4-D ในแหล่งปลูกข้าวนอกเขตชลประทาน ทำการศึกษาที่ตำบลตลิ่งชัน อำเภอเมืองสุพรรณบุรี จังหวัดสุพรรณบุรี ช่วงฤดูการเพาะปลูก เดือนมิถุนายน ถึง เดือนสิงหาคม 2555 ฉีดพ่น สาร 2,4-D dimethyl ammonium 83% w/v SL ในอัตราตามที่แนะนำบนฉลากคือ 450 มิลลิลิตรต่อน้ำ 200 ลิตร ฉีดพ่น 1 ครั้งหลังต้นข้าวงอก 10 วัน หลังจากฉีดพ่นสาร 2,4-D ทำการเก็บตัวอย่างน้ำ ตะกอน ปลาดุก ปลาช่อน และผักบุ้งอยู่ในแปลงนามาตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสาร 2,4-D พบว่าสาร 2,4-D ในตัวอย่างน้ำ ปลาดุก ปลาช่อน และผักบุ้ง มีแนวโน้มลดลงภายหลังการฉีดพ่น และตรวจไม่พบเมื่อเวลาผ่านไป 7 วัน ในขณะตัวอย่างตะกอนตรวจไม่พบสาร 2,4-D เมื่อคำนวณค่าความอันตราย Hazard Quotien (HQ) ซึ่งเป็นค่าที่บ่งบอกถึงความเสี่ยงจากสาร 2,4-D ต่อสิ่งแวดล้อมในแปลงนา พบว่าภายหลังฉีดพ่นสาร 2,4-D ไปจนถึง 3 วัน ค่า HQ น้อยกว่า 10 ซึ่งบ่งชี้ได้ว่าปริมาณสาร 2,4-D อาจส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ หรือมีผลกระทบเพียงเล็กน้อย แต่ภายหลังฉีดพ่นสาร 2,4-D ผ่านไปแล้ว 5 วัน พบว่าค่า HQ น้อยกว่า 1 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสาร 2,4-D ที่ตกค้างในแปลงนาไม่มีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ ดังนั้นจึงสรุปผลการทดลองได้ว่า ปริมาณ 2,4-D ตามอัตราที่แนะนำให้ฉีดพ่นมีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตบริเวณรอบแปลงนาข้าวเพียงเล็กน้อย และปลาดุกและปลาช่อนที่เลี้ยงในแปลงนาไม่มีความเสี่ยงต่อผู้บริโภค

รหัสโครงการ 03-06-54-05-04-01-04-55

คำนำ

2,4-D จัดว่าเป็นสารป้องกันกำจัดวัชพืชที่เกษตรกรนิยมใช้มากในนาข้าว โดยใช้ป้องกันกำจัดวัชพืชชนิดใบกว้างหลายชนิดได้แก่ ตาลปัตรฤาษี เทียนนา ผักปราบ และวัชพืชกลุ่มกก จากสถิติการนำเข้าวัตถุอันตรายระบุว่าในปี 2554 วัตถุอันตรายที่มีการนำเข้าสูงสุด 10 อันดับแรกนั้น มีการนำเข้า 2,4-D ในรูปของ 2,4-D dimethylammonium และอันดับ 5 ในรูปของ 2,4-D sodium salt คิดเป็นปริมาณ 4,852.16 และ 3,818.83 ตันตามลำดับ คิดเป็นมูลค่า 359.14 และ 353.14 ล้านบาท ตามลำดับเช่นเดียวกัน 2,4-D มีวิธีการใช้โดยการฉีดพ่น ดังนั้นโอกาสที่สารพิษจะฟุ้งกระจายปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมจึงเกิดขึ้น (ภิญญาและคณะ, 2555) ซึ่งอาจก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมในบริเวณที่มีการใช้ 2,4-Dได้



ภาพที่ 1. โครงสร้างของ 2,4-D

2,4-D เป็นสารป้องกันกำจัดวัชพืช กลุ่ม Chlorinated phenoxy compound อยู่ในรูปของ acid โครงสร้างของ 2,4-D ตัวแสดงในภาพที่ 1 2,4-D มีหลายอนุพันธ์ ได้แก่ อนุพันธ์ที่เป็นเกลือและเอสเตอร์ เมื่อ 2,4-D เข้าสู่สิ่งแวดล้อม ในดินจะถูกสลาย (photodegradation และ hydrolysis) กลายเป็น 2,4-D อนุพันธ์เอสเตอร์และอิออนภายในวันแรก และเปลี่ยนรูปแบบจนได้ metabolite สุดท้ายคือ 2,4-dichlorophenol ทั้งนี้การสลายตัวขึ้นอยู่กับ pH กล่าวคือถ้า pH สูงกว่า 9 การสลายตัวจะยิ่งเกิดขึ้นเร็ว ดังนั้นสภาวะปกติทั่วไปที่มี pH เท่ากับ 6 – 8 2,4-D จะมีความคงตัวในดินมาก ในน้ำ 2,4-D จะถูกสลาย โดยกระบวนการ photodegradation และ hydrolysis ซึ่ง metabolites ที่ได้จากการสลายตัวของ 2,4-D ในน้ำ ได้แก่ 2,4-dichlorophenol และก๊าซ CO_2 ส่วน 2,4-D อนุพันธ์เอสเตอร์ ในน้ำก็จะเกิดการระเหยไปมากกว่าการเกิด Hydrolysis ส่วนกระบวนการสลายตัวของ 2,4-D ในสิ่งมีชีวิต ขึ้นอยู่กับอนุพันธ์ของ 2,4-D เช่น ในปลาพบว่า 2,4-D สามารถถูกเปลี่ยนแปลงได้อย่างรวดเร็ว แต่ในมนุษย์ 2,4-D ไม่มีการเปลี่ยนแปลง แต่จะถูกขับออกทางไตโดยตรงส่วน 2,4-D อนุพันธ์เอสเตอร์จะมีแนวโน้มสะสมในเนื้อเยื่อมากกว่าจะถูกขับออก ดังนั้น 2,4-D อนุพันธ์ เอสเตอร์ (เช่น 2,4-D รูป butyl ester) จึงมีความเป็นพิษในสิ่งมีชีวิตรวมทั้งมนุษย์มากกว่าอนุพันธ์อื่นๆ ส่วนในพืชน้ำ พบว่า 2,4-D (ยกเว้นอนุพันธ์ ester) จะทำหน้าที่เป็น plant growth regulator คล้ายกับ auxin (Walter J.,__)

ความเป็นพิษของ 2,4-D ในสัตว์ทดลอง 2,4-D ทางปากมีพิษเฉียบพลันน้อยถึงพิษเฉียบพลันปานกลาง เช่น Lethal dose (LD_{50}) ในหนู rat มีค่าเท่ากับ 375 – 666 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัวหนู ในสุนัขมีค่า Lethal dose (LD_{50}) มีค่าเท่ากับ 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัวสุนัข ส่วนในปลาน้ำจืดมีค่า Lethal dose (LD_{50}) มีค่าอยู่ประมาณ 80.24 - 22.44 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักปลา (ขึ้นอยู่ชนิดปลา และชนิดอนุพันธ์ของ 2,4-D) ลักษณะพิษ

ที่เกิดขึ้นเมื่อได้รับสาร 2,4-D โดยการกิน ได้แก่ ความผิดปกติของระบบทางเดินอาหาร ระบบหายใจ ระบบหมุนเวียนโลหิต และระบบขับถ่าย (กรมควบคุมมลพิษ, 2553)

ปลาดุก สกุล *Clarius batrachus* ปลาช่อน สกุล *Channa striata* และผักบุ้ง สกุล *Ipomoea aquatic* Forsk. จัดเป็นสิ่งมีชีวิตที่พบทั่วไปในนาข้าว และมักถูกนำมาบริโภค ดังนั้นจึงใช้สิ่งชีวิตเหล่านี้ เป็นตัวแทนสิ่งมีชีวิตในการประเมินความเสี่ยงของ 2,4-D ต่อสิ่งแวดล้อมบริเวณแปลงนา และต่อผู้บริโภค

วิธีดำเนินการ

1. อุปกรณ์

1.1 ขวดพลาสติกสำหรับเก็บตัวอย่างน้ำ ตะกอน

1.2 ถุงพลาสติกสำหรับเก็บตัวอย่างปลา และผักบุ้ง

1.3 ชุดอุปกรณ์ผ่าตัดตัวอย่างปลา

1.4 ผลิตภัณฑ์กำจัดแมลง 2,4-D สูตร 83 % w/v/SL

1.5 เครื่องแก้ว volumetric flask, separatory funnel, Erlenmeyer flask, beaker

1.6 กระชังปลา

1.7 ลูกปลาดุก สกุล *Clarius batrachus* ลูกปลาช่อน สกุล *Channa striata* และผักบุ้ง สกุล *Ipomoea aquatic Forsk.*

1.8 ข้าวพันธุ์ กข. 51

2. เคมีภัณฑ์

2.1 Methanol

2.2 Acetonitrile

2.3 Dichloromethane

2.4 Sulfuric acid

2.5 ethyl ether

2.6 hexane

2.7 Sodium sulfate

2.8 Sodium hydrogencarbonate

2.9 สารพิษมาตรฐาน 2,4-D

3. เครื่องมือ

3.1 Gas chromatograph ชนิดตัวตรวจวัด Electron Capture Detector Detector (ECD)

3.2 Rotary evaporator

3.3 N_2 – evaporator

3.4 Deep freezer

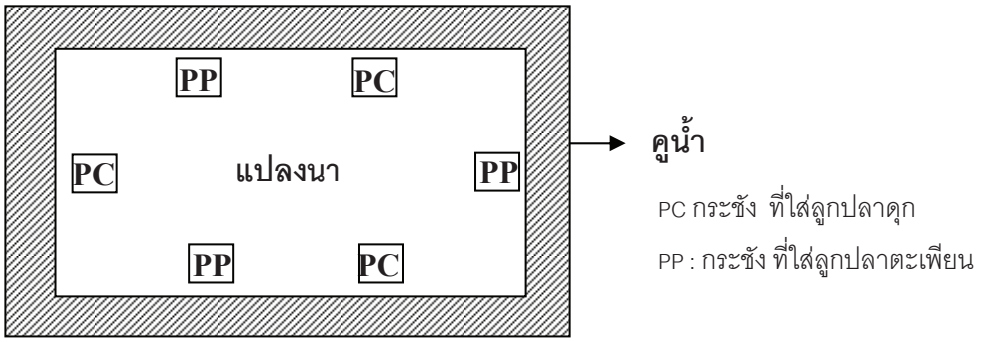
3.5 Homogenizer

4. วิธีการ

4.1 การปฏิบัติงานในแปลงทดลอง

4.1.1 ติดต่อแปลงนาที่อยู่นอกเขตชลประทาน ในท้องที่ตำบลตลิ่งชัน อำเภอเมืองสุพรรณบุรี จังหวัดสุพรรณบุรีมีเนื้อที่ประมาณ 9 ไร่ มีคูน้ำล้อมรอบ เนื้อดินเป็นดินร่วน แหล่งน้ำที่ใช้ในการเพาะปลูกมาจากน้ำฝน

4.1.2 ทำการขุดหลุมขนาดกว้าง 1 เมตร ยาว 1 เมตร และลึก 1 เมตร สำหรับวางกระชังขนาดกว้าง 60 เซนติเมตร 60 เซนติเมตร ลึก 60 เซนติเมตร สำหรับเลี้ยงลูกปลาดุก และลูกปลาช่อนในนาข้าว ชนิดละ 3 กระชัง (ภาพที่ 2) ปล่อยน้ำเข้าบ่อที่ขุดไว้ในวันที่หว่านเมล็ดพันธุ์ข้าว และนำปลาดุกความยาวประมาณ 15 เซนติเมตร และลูกปลาช่อนความยาวประมาณ 10 เซนติเมตร ที่เลี้ยงปรับสภาพไว้แล้ว 1 สัปดาห์ มาปล่อยไว้กระชังละ 100 ตัว และนำผักบุ้งมาปลูกไว้ข้างกระชัง ตลอดการทดลองจะให้อาหารปลาวันละ 1 ครั้ง



ภาพที่ 2. แสดงรูปแบบการวางกระชังปลาดุกและปลาช่อนในแปลงนา

4.1.3 หลังจากทำเทือก ปรับพื้นที่นา ปล่อยน้ำเข้านาให้ดินชุ่มๆ ทิ้งไว้ 1 คืน หว่านเมล็ดข้าว ทิ้งไว้จนข้าวงอกประมาณ 10 วัน ปล่อยน้ำเข้าให้ท่วมสูง 1/3 ของความสูงของต้นข้าวก็ทำการพ่นสารกำจัดวัชพืช 2,4-D

4.1.4 เก็บตัวอย่างปลาดุก ผักบุ้ง และตะกอนก่อนพ่น 2,4-D และหลังพ่น 2,4-D ที่ระยะเวลา 1, 12, 24 ชั่วโมง และวันที่ 3, 5, 7, และ10 วัน ในการเก็บตัวอย่างจะเก็บปลาชนิดละ 10 ตัว ต่อกระชัง และตัวอย่างตะกอนจะเก็บที่บริเวณก้นกระชัง ส่วนตัวอย่างผักบุ้งจะตัดเฉพาะยอดจำนวน 5 ยอด

4.2 การตรวจวิเคราะห์ 2,4-D ในปลาดุก ปลาช่อน และผักบุ้ง

การเตรียมตัวอย่างและสกัดตัวอย่างปลาเพื่อตรวจวิเคราะห์สาร 2,4-D หลังจากเก็บตัวอย่างปลามาจากกระชัง นำมาทำความสะอาด ชั่งน้ำหนัก วัดความยาว จากนั้นจึงทำการแล่เนื้อปลา นำไปบดด้วยเครื่อง Blender ให้ละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วนำไปชั่งใส่ในขวดตัวอย่างละ 20 กรัม ทำการสกัดสาร 2,4-D ตามวิธีการที่ปรับปรุงมาจาก(Lehotay S. J. *et al*., 2010) และนำสารละลายที่สกัดได้ไปตรวจวิเคราะห์สาร 2,4-D ด้วยเครื่อง GC-ECD ประสิทธิภาพของวิธีตรวจวิเคราะห์สาร 2,4-D ในตัวอย่างปลาพบว่ามีค่าการเอากลับคืน (recovery) ของสาร 2,4-D อยู่ระหว่าง 70-78%

การเตรียมตัวอย่างและสกัดตัวอย่างตะกอนเพื่อตรวจวิเคราะห์สาร 2,4-D หลังจากเก็บตัวอย่างตะกอนมา ให้ผึ่งตะกอนในที่ที่อากาศไม่ร้อน รอจนได้ตะกอนหมาดๆ จึงนำมาชั่งเพื่อหาความชื้นตามวิธีการของ Back C.A. 1965 และสกัดหาสาร 2,4-D ในการสกัดหาสาร 2,4-D จะใช้ตะกอน 20 กรัม นำมาสกัดตามวิธีของวิธีการที่ปรับปรุงมาจาก BASF, 1985 และนำสารละลายที่สกัดได้ไปตรวจวิเคราะห์สาร 2,4-D ด้วยเครื่อง GC-ECD ประสิทธิภาพของวิธีตรวจวิเคราะห์สาร 2,4-D ในตัวอย่างตะกอนพบว่ามีค่าการเอากลับคืน (recovery) ของสาร 2,4-D อยู่ระหว่าง 68 - 77%

การเตรียมตัวอย่างและสกัดตัวอย่างน้ำเพื่อตรวจวิเคราะห์สาร 2,4-D หลังจากเก็บตัวอย่างน้ำ ให้ตวงใส่ separatory funnel (ขนาดปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร) จำนวน 1,000 มิลลิลิตร แล้วสกัดตามวิธีการที่ปรับปรุงมาจาก BASF, 1976 และนำสารละลายที่สกัดได้ไปตรวจวิเคราะห์สาร 2,4-D ด้วยเครื่อง GC-ECD ประสิทธิภาพของวิธีตรวจวิเคราะห์สาร 2,4-D ในตัวอย่างปลาพบว่ามีค่าการเอากลับคืน (recovery) ของสาร 2,4-D อยู่ระหว่าง 74 - 82 %

การเตรียมตัวอย่างและสกัดตัวอย่างผักบุ้งเพื่อตรวจวิเคราะห์สาร 2,4-D หลังจากเก็บตัวอย่างผักบุ้งนำมาทำความสะอาด ซับน้ำให้แห้ง ชั่งน้ำหนัก จากนั้นจึงนำไปบดด้วยเครื่อง Blender ให้ละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วชั่งใส่ในขวดตัวอย่างละ 10 กรัม นำไปสกัดสาร 2,4-D ตามวิธีการที่ปรับปรุงมาจาก (Urairat *et al.,* 2008) และนำสารละลายที่สกัดได้ไปตรวจวิเคราะห์สาร 2,4-D ด้วยเครื่อง GC-ECD ประสิทธิภาพของวิธีตรวจวิเคราะห์สาร 2,4-D ในตัวอย่างผักบุ้งพบว่ามีค่าการเอากลับคืน (recovery) ของสาร 2,4-D อยู่ระหว่าง 88 - 92 %

4.3 การคำนวณค่าความเสี่ยงต่อสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม (Ecological Risk Assessment ; ERA) ของสาร 2,4-D โดยคำนวณหาค่าความอันตราย (Hazard Quotient; HQ) (IPCS, 2010) จากสูตรคำนวณ

$$HQ = \frac{\text{Predicted Environmental Concentration (PEC)}}{\text{Predicted No Effect Concentration (PNEC)}}$$

โดย PNEC จะคำนวณมาจากค่า No Observed Effect concentration; NOEC คูณด้วย assessment factor คือ 1,000 ในการทดลองนี้ใช้ปลาน้ำจืด 2 ชนิด เป็นตัวแทนสิ่งมีชีวิตที่พบในนาข้าว จึงเลือกใช้ค่า NOEC ของปลาน้ำจืด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 63.40 มิลลิกรัมต่อลิตร (Shannon borges *et al*., 2004) ดังนั้นค่า PNEC เท่ากับ 6.340×10^{4} มิลลิกรัมต่อลิตร

หากความเสี่ยงจากสารพิษต่อสิ่งแวดล้อมมาจากหลายแหล่ง สามารถคำนวณหาค่า HQ รวมได้จากสมการ

$$HQ_{\text{รวม}} = HQ_1 + HQ_2 + \ldots + HQ_n$$

โดย n = แหล่งของที่มาของความเสี่ยง ในการทดลองนี้ แหล่งของที่มาของความเสี่ยงได้แก่ น้ำ และตะกอนค่า HQ ที่คำนวณได้ หากมีค่าน้อยกว่า 1 ถือว่าสารพิษนั้น ไม่มีความเสี่ยงต่อสิ่งแวดล้อม หาก HQ มากกว่า 1 แต่ไม่เกิน 10 ถือว่ามีความเสี่ยงต่อสิ่งแวดล้อมเล็กน้อย แต่หากมีการเพิ่มการปริมาณสารพิษที่ใช้ ต้องคำนึงถึงความเสี่ยงมากขึ้น ถ้า HQ มากกว่า 10 แต่ไม่เกิน 100 ถือว่ามีความเสี่ยง ต้องทำการลดความเสี่ยง และถ้ามากกว่า 100 ถือว่ามีความเสี่ยงมากและจำเป็นต้องลดความเสี่ยงนั้นทันที

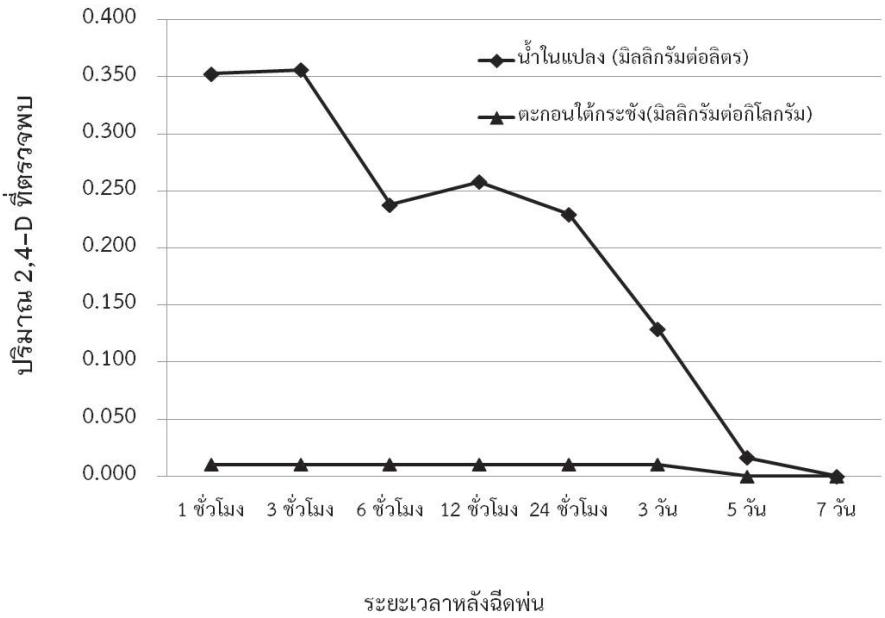
ระยะเวลา เริ่มการทดลอง ตุลาคม 2554 สิ้นสุดการทดลอง กันยายน 2555

สถานที่ดำเนินการ แปลงนาข้าวของเกษตรกร ตำบลตลิ่งชัน อำเภอเมืองสุพรรณบุรี จังหวัดสุพรรณบุรี และห้องปฏิบัติการกลุ่มงานวิจัยผลกระทบจากการใช้วัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ผลการทดลอง

ภายหลังการฉีดพ่น สาร 2,4-D ตรวจพบ สาร 2,4-D ในน้ำ มีแนวโน้มลดลง และลดลงอย่างชัดเจนเมื่อภายหลังฉีดพ่นไปเพียง 24 ชั่วโมง และตรวจไม่พบสาร 2,4-D เมื่อเวลาผ่านไป 7 วัน ในขณะที่สาร 2,4-D ที่ตรวจพบในตะกอนตั้งแต่ 1 ชั่วโมง จนถึงวันที่ 5 มีค่าไม่เกิน 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และลดลงจนตรวจไม่พบเมื่อเวลาผ่านไป 10 วัน

จลศาสตร์ของสาร 2,4-D ในนาข้าว พบว่า สาร 2,4-D ในน้ำลดลงอย่างชัดเจนในช่วง 6 ชั่วโมงภายหลังการฉีดพ่น (ภาพที่ 3) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากอุณหภูมิของน้ำที่เพิ่มขึ้น (ตอนเที่ยงวัน) และการดึงเอาสาร 2,4-D เข้าสู่สิ่งมีชีวิตอื่นๆ ในนาข้าว ซึ่งสอดคล้องกับสาร 2,4-D ที่ตรวจพบในตัวอย่างผักบุ้ง ปลาดุก และปลาตะเพียน (ภาพที่ 4) อย่างไรก็ตาม สาร 2,4-D ที่ตรวจพบในตะกอนมีปริมาณน้อยมาก (< 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะคุณสมบัติของ 2,4-D ที่ละลายน้ำได้ดี และค่า pH ของน้ำในแปลงน้อยกว่า 9 (pH อยู่ระหว่าง 6.8 - 7.2) ซึ่งทำให้ 2,4-D สลายตัวได้ช้า

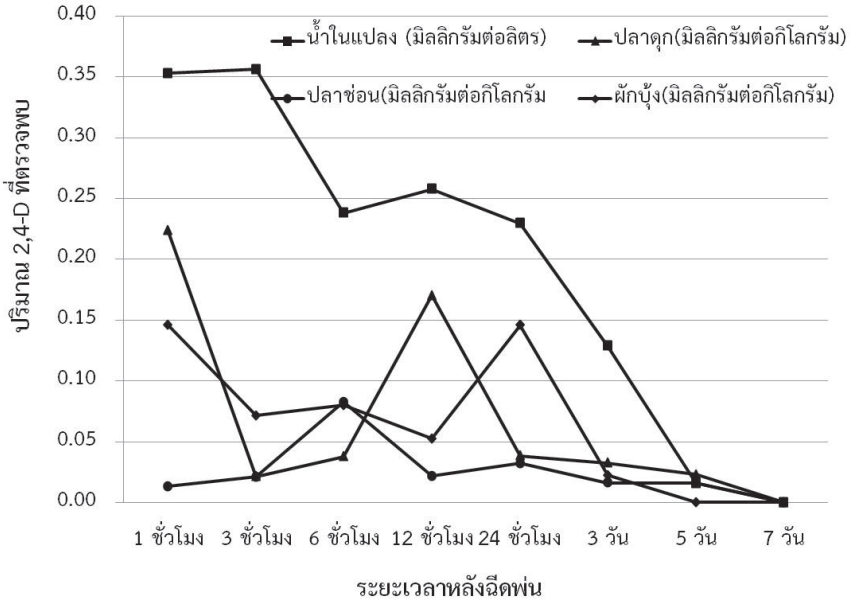


ภาพที่ 3. จลศาสตร์ของสาร 2,4-D ในน้ำและตะกอนในนาข้าว

สาร 2,4-D ตรวจพบในปลาดุกและปลาช่อนภายหลังการฉีดพ่นตั้งแต่ 1 ชั่วโมงจนถึงวันที่ 5 โดยปลาดุกตรวจพบสาร 2,4-D อยู่ระหว่าง 0.023 - 0.224 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และปลาช่อนตรวจพบสาร 2,4-D อยู่ระหว่าง 0.013 -

0.0.083 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนในผักบุ้งตรวจพบสาร 2,4-D สูงสุดภายหลังการฉีดพ่น 1 ชั่วโมง และลดลงเรื่อยๆ และกลับมาเพิ่มสูงอีกครั้งเมื่อเวลาผ่านไป 24 ชั่วโมง และลดลงจนตรวจไม่พบเมื่อเวลาผ่านไป 5 วัน

สาร 2,4-D ที่ตรวจพบในปลาดุกและปลาช่อน ภายหลังจากฉีดพ่น 1 ชั่วโมง จะลดลงอย่างรวดเร็ว แต่ในปลาดุกจะมีการเพิ่มขึ้นของสาร 2,4-D อีกครั้งเมื่อเวลาผ่านไป 12 ชั่วโมง (ภาพที่ 4) การลดลงของสาร 2,4-D ในปลาดุกและปลาช่อนอาจเกี่ยวกับกระบวนการเมตาบอลิสมของสาร 2,4-D และการเพิ่มของสาร 2,4-D ในปลาดุกน่าจะเกี่ยวข้องกับกระบวนการรับสาร 2,4-D ซ้ำ (re-exposure)



ภาพที่ 4. จลศาสตร์ของสาร 2,4-D ในปลาและผักบุ้งในนาข้าว

จากการหาค่า HQ ซึ่งใช้บ่งบอกถึงความเสี่ยงจากสาร 2,4-D ที่ตกค้างในแปลงนาต่อสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม โดย สามารถคำนวณได้จากเพียงแหล่งเดียวคือคำนวณจากค่าของสาร 2,4-D ที่ตรวจพบในน้ำ เนื่องจากค่าที่ตรวจพบในตะกอนนั้นต่ำกว่าค่า LOQ (น้อยกว่า 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ถือว่าไม่เป็นแหล่งที่มาของความเสี่ยง จากการคำนวณพบว่า Hazard Quotien (HQ) ซึ่งบ่งบอกถึงความเสี่ยงจากยา 2,4-D ที่ตกค้างในแปลงนา แล้วหลังฉีดพ่นสาร 2,4-D ไปแล้ว 3 วันพบว่า HQ อยู่ระหว่าง 2.03 ถึง 5.62 ซึ่งถือว่าน้อยกว่า 10 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าปริมาณสาร 2,4-D ที่ฉีดพ่นส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำเพียงเล็กน้อย และเมื่อผ่านไปแล้ว 5 วัน พบว่า HQ น้อยกว่า 1 ซึ่งบ่งชี้ว่าสาร 2,4-D ที่ตกค้างอยู่นั้นไม่มีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1. แสดงปริมาณ 2,4-D ที่ตรวจพบในตัวอย่างจากแปลงนา และค่าความอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในนาข้าว

เวลา	ปริมาณ 2,4-D					ค่าความอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในนาข้าว (Hazard Quoteint; HQ)	
	น้ำในนา (มก./ลิตร)	ตะกอน (มก./กก.)	ผักบุ้ง (มก./กก.)	ปลาดุก (มก./กก.)	ปลาช่อน (มก./กก.)		
ชุดควบคุม*	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	-	-
1 ชั่วโมง	0.353	ต่ำกว่า 0.01	0.146	0.224	0.013	5.56	HQ= 1- 10ถ้ามีเพิ่มปริมาณ 2,4-D อาจเกิดผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต หรือมีผลกระทบเพียงเล็กน้อย
3 ชั่วโมง	0.356		0.071	0.022	0.021	5.62	
6 ชั่วโมง	0.238		0.080	0.038	0.083	3.75	
12 ชั่วโมง	0.258		0.053	0.170	0.022	4.07	
24 ชั่วโมง	0.230		0.146	0.038	0.032	3.62	
3 วัน	0.129		0.022	0.033	0.016	2.03	
5 วัน	0.016		ต่ำกว่า 0.01	0.023	0.016	0.25	HQ < 1ไม่มีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต
7 วัน	ต่ำกว่า 0.01	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	-	
10 วัน	ต่ำกว่า 0.01					-	

*ชุดควบคุม หมายถึง ตัวอย่างที่เก็บมาตรวจวิเคราะห์สาร 2,4-D ก่อนการฉีดพ่น

ความเสี่ยงต่อผู้บริโภคที่บริโภคปลาที่ปนเปื้อนสาร 2,4-D

ปริมาณของสาร 2,4-D ที่คนจะได้รับโดยการกินต่อวัน สามารถคำนวณได้จากสูตร

$$ADD = (CxA)/Bw$$

โดย ADD คือ ปริมาณของสาร 2,4-D ที่ผู้บริโภคได้รับจากการกินปลา (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัว ต่อวัน)

C คือ ปริมาณของสาร 2,4-D ในเนื้อปลา (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ในที่นี้ใช้ ปริมาณสาร 2,4-D สูงสุดที่ตรวจพบคือ 0.224 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมเนื้อปลา

A คือ ปริมาณปลาที่บริโภคต่อวัน (มิลลิกรัมต่อวัน) จากสถิติของสมาคมผู้เพาะเลี้ยงปลาน้ำจืด อัตราการบริโภคปลาน้ำจืดของคนไทยปี 2552 เท่ากับ 11.90 กิโลกรัมต่อปี

Bw คือ น้ำหนักเฉลี่ยของคนไทย เท่ากับ 65 กิโลกรัม

ดังนั้น ADD = (0.224 x 11.90)/ (65x365)

= 0.0011 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัวต่อวัน

ความเสี่ยงต่อผู้บริโภคที่บริโภคปลาที่ปนเปื้อนสาร 2,4-D คำนวณได้จากสูตร Hazard; HQ = ADD/ RfD_o

โดยที่ HQ คือ ค่าความอันตรายหากค่า HQ< 1 ถือว่า ปริมาณสาร 2,4-D ที่ฉีดพ่นไม่มีความเสี่ยงต่อผู้บริโภค (ไม่ก่อให้เกิดอาการไม่พึงประสงค์ (Adverse effect) หาก HQ>1 ถือว่าปริมาณสาร 2,4-D ที่ฉีดพ่น มีความเสี่ยงต่อผู้บริโภค RfD คือ ค่า Reference dose โดยการกิน สำหรับ สาร 2,4-D เท่ากับ 0.01 มิลลิกรัม ต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัวต่อวัน (www.epa.gov/iris)

ดังนั้น HQ = 0.0011 / 0.01

= 0.11

ซึ่ง HQ ที่คำนวณได้น้อยกว่า 1 ถือว่าปริมาณสาร 2,4-D ที่ฉีดพ่นไม่มีความเสี่ยงต่อผู้บริโภค (ไม่ก่อให้เกิดอาการไม่พึงประสงค์ (Adverse effect)

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

1. ปริมาณ 2,4-D ตามอัตราที่แนะนำให้ฉีดพ่นมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมบริเวณในแปลงนาข้าวเพียงเล็กน้อย
2. ปริมาณ 2,4-D ที่ตกค้างในปลาดุกและปลาช่อน ไม่มีความเสี่ยงต่อผู้บริโภค

การนำไปใช้ประโยชน์

ผลการทดลองนี้สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลเผยแพร่และแนะนำเกษตรกรให้ทราบถึงการปนเปื้อนของสาร 2,4-D และความเสี่ยงจากการใช้สาร 2,4-D ต่อสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม และผู้บริโภค รวมทั้งเพื่อให้เกษตรกรมีความตระหนักถึงความปลอดภัย และมีความระมัดระวังในการใช้สาร 2,4-D อย่างถูกต้อง

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ 2553 เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการของสารเคมีเฉพาะเรื่อง 2,4- ไดคลอโรฟินอกซีอะซิติกแอซิด (2,4-ดี) พิมพ์ครั้งที่ 1 พิมพ์ที่โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์

ภิญญา จุลินทร และคณะ 2555 ศึกษาผลกระทบจากการใช้สารกำจัดวัชพืช กลุ่ม Chlorinated phenoxy compound ต่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งปลูกข้าวและพืชไร่ : ชนิด 2,4-D ในนาข้าวนอกเขตชลประทาน รายงานผลการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ 2554 เล่ม 2 สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

สมาคมผู้เพาะเลี้ยงปลาน้ำจืด 2552 อัตราการบริโภคปลาน้ำจืดของคนไทย [เอกสารออนไลน์] แหล่งที่มา http://www.thaifeedmill.com (22 พฤษภาคม 2556)

Back C.A. 1965. “Method of soil analysis: part I physical and mineralogical properties”. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA.

BASF, Agricultural Researh Station, 1985

EPA (1987) Reregistration Eligibility Decision for 2,4-D List A Case 0073 [เอกสารออนไลน์] แหล่งที่มา http://www.epa.gov/ oppsrrd1/REDs/24d_red.pdf (22 พฤษภาคม 2556)

IPCS (2010). WHO Human Health Risk Assessment Toolkit: Chemical Hazards (IPCS harmonization project document no. 8) World Health Organization

Lehotay S. J., Son K. A., Kwon H., Koesukwiwat U., Fu W., Mastovska K., Hoh E., Leepipatpiboon N. 2010. Comparison of QuEChERS sample preparation methods for the analysis of pesticide residues in fruits and vegetables J. Chromatogr. A (1217) 2548–2560

Shannon Borges, Cara Dzubow, Greg Orrick, Ann Stavola. 2004. 2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid Analysis of Risks to Endangered and Threatened Salmon and Steelhead [เอกสารออนไลน์] แหล่งที่มา http://www.epa.gov/espp/litstatus/effects/24d/24d-analysis.pdf (22 พฤษภาคม)

U.koesukwiwat, K. Sanguankaew, and N. Leepipatpiboon. 2008. Rapid Determination of Phenoxy Acid Residues in Rice by Modified QuEChERS Extraction and Liqiud Chromatography-Tandem Mas Spectrometry. Anal Chem Acta, 626, 921-924

Walter J.____. Environmental Fate of 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid. [เอกสารออนไลน์] แหล่งที่มา http://www.cdpr.ca.gov/docs/emon/pubs/fatememo/24-d.pdf oppsrrd1/REDs/24d_red.pdf (22 พฤษภาคม 2556)

ศึกษาปริมาณสารพิษปนเปื้อนบนร่างกายผู้ฉีดพ่น สารกำจัดวัชพืชกลุ่ม triazines ในพืชสวนและพืชไร่ : ชนิด atrazine ในไร่สับประรด

ศึกษาการสลายตัวและสะสมของ สารกำจัดวัชพืช กลุ่ม triazines ในผลิตผลพืชสวนและพืชไร่ : ชนิด atrazine ในไร่สับประรด

Risk Assessment of Atrazine Used in Pineapple Crop to Applicator and Consumer

วิภา ตั้งนิพนธ์ ปภัสรา คุณเลิศ

กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

.....

บทคัดย่อ

ศึกษาสารกำจัดวัชพืชชนิด atrazine ในไร่สับปะรด *(Ananas comosus)* ของเกษตรกร ตำบลหนองกร่าง อำเภอบ่อพลอย จังหวัดกาญจนบุรี เป็นแปลงทดลอง ระหว่างเดือนสิงหาคม 2554 – มกราคม 2556 ฉีดพ่นสารพิษ atrazine 2 ครั้ง เมื่อต้นสับปะรดมีอายุ 7 เดือน และ 10 เดือน ด้วยสูตร 90% WG ในอัตรา 2.7 กิโลกรัมต่อน้ำ 1,000 ลิตร ฉีดพ่นแบบลากสาย ภายหลังการฉีดพ่น เก็บแผ่นผ้าที่ติดบนส่วนต่างๆ ของร่างกาย น้ำล้างมือและน้ำล้างเท้าของผู้ฉีดพ่น มาตรวจวิเคราะห์หาปริมาณ atrazine ที่ปนเปื้อนบนร่างกาย เก็บเกี่ยวสับปะรดที่ระยะเก็บเกี่ยวส่งโรงงานและระยะส่งร้านค้า ตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้าง atrazine ในสับปะรด ผลการทดลองที่ได้นำมาประมวลกับข้อมูลทางพิษวิทยาของ atrazine เพื่อประเมินความเสี่ยงต่อสุขอนามัย ภายหลังการฉีดพ่นของผู้ใช้ พบว่าการใช้ atrazine ในแหล่งปลูกสับปะรด เมื่อฉีดพ่นครั้งแรก สับปะรด อายุ 7 เดือน ผู้ฉีดพ่นมีโอกาสปนเปื้อนสารพิษ atrazine ปริมาณ 1.0878 ถึง 34.3968 mg/kg bw/day ฉีดพ่นครั้งที่ 2 เมื่อสับปะรด อายุ 10 เดือน ปนเปื้อนปริมาณ 0.0900 ถึง 4.0200 mg/kg bw/day การฉีดพ่นครั้งแรกเป็นช่วงฤดูฝน เดือนมิถุนายน 2555 วัชพืชงอกงามหนาแน่น เกษตรกรใช้เวลาฉีดพ่นนานมากกว่า 3 ชั่วโมง การปนเปื้อนสารพิษ atrazine ภายหลังการฉีดพ่น เมื่อประเมินแล้วมีค่า MOE (Margin of exposure) ระหว่าง 0.73 ถึง 22.98 ต่ำกว่าช่วงเวลาอื่นเป็นความเสี่ยงที่ยอมรับไม่ได้ ส่วนผลการวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้าง atrazine ในสับปะรดที่ระยะเก็บเกี่ยวซึ่งห่างจากการฉีดพ่นครั้งสุดท้ายนาน2 เดือน และ 3.5 เดือน ตรวจไม่พบปริมาณตกค้าง ดังนั้นการบริโภคสับปะรดจะไม่เกิดความเสี่ยงต่อการรับสารพิษเข้าสู่ร่างกาย การฉีดพ่น atrazine เป็นเวลานานมากกว่า 3 ชั่วโมงในแปลงปลูกสับปะรดเพื่อกำจัดวัชพืชที่เกิดขึ้นหนาแน่นในช่วงฤดูฝน เป็นความเสี่ยงปนเปื้อนสารพิษ atrazine ที่จะดูดซึมเข้าสู่ร่างกาย เกษตรกรพึงระมัดระวังสวมใส่เสื้อผ้าปกคลุมให้มิดชิดระหว่างการฉีดพ่น และชำระล้างร่างกายทันทีภายหลังการฉีดพ่นเพื่อป้องกันการปนเปื้อนร่างกายและหลีกเลี่ยงความเสี่ยงต่อสุขภาพ

คำนำ

Atrazine เป็นสารกำจัดวัชพืชที่มีคุณลักษณะแบบ selective systemic herbicide สามารถถูกดูดซึมจากรากไปทางท่อน้ำเลี้ยง xylem ของพืชไปสะสมอยู่ที่ apical miristem และที่ใบ มีคุณสมบัติใช้ได้ทั้งก่อนและหลังวัชพืชงอก (pre-emergence และ early post-emergence) ในไร่ข้าวโพด อ้อย สับปะรด กำจัดประเภทใบแคบ ได้แก่ หญ้านกสีชมพู หญ้าตีนนก กำจัดประเภทใบกว้าง ได้แก่ ผักเบี้ยหิน ผักโขมธรรมดา ผักโขมหนาม น้ำนมราชสีห์ และสาบแร้งสาบกา เป็นต้น องค์การอนามัยโลก WHO จัดให้มีระดับความเป็นพิษต่ำ (unclassified) มีค่า LD_{50} สำหรับหนูขาวใหญ่ 1,869 - 3,090 mg tech/kg bw โดยการกิน (The e - Pesticide Manual 15th,2009)

เนื่องจากมีการศึกษาจำนวนมาก พบว่า atrazine เป็นสารรบกวนการทำงานของต่อมไร้ท่อ (Endocrine disrupting chemicals) ทำให้ฮอร์โมนร่างกายทำงานผิดปกติ เกิดการเบี่ยงเบนทางเพศ มีผลทั้งต่อมนุษย์ และสัตว์ ขึ้นอยู่กับจำนวนปริมาณที่ได้รับ ทำให้ไข่ของสัตว์มีเปลือกบาง จำนวนอสุจิลดน้อยลง เกิดความไม่สมดุลระหว่างเพศผู้และเพศเมีย โดยเพศผู้จะลดจำนวนน้อยลง เพราะระบบสืบพันธุ์เพศผู้ผิดปกติเกิดสองเพศในตัวเดียวกัน ปริมาณฮอร์โมนเพศผู้ลดลงผิดปกติมาก

โดยการศึกษาของนัก Biologists Hayes และคณะ (2010) University of California Berkeley เมื่อต้นศตวรรษ 2000 พบว่าสหรัฐอเมริกา มีการใช้สารกำจัดวัชพืชชนิด atrazine มากถึง 80 million pounds ในแต่ละปี เพื่อกำจัดวัชพืชในไร่ ข้าวโพด ข้าวฟาง จึงเกิดการปนเปื้อนของสาร atrazine อย่างกว้างขวาง ทั้งในน้ำใต้ดิน และน้ำผิวดิน จากการศึกษามากมาย พบว่าสาร atrazine ไปรบกวนการทำงานของต่อมไร้ท่อ โดยเฉพาะฮอร์โมนชนิด estrogen และ testosterone ที่ควบคุมการทำงานของระบบสืบพันธุ์ ของสัตว์ชนิดปลา สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ สัตว์ปีก สัตว์เลี้อยคลาน และหนูในห้องทดลองด้วยและพบว่ามีผลต่อเด็กแรกเกิดน้ำหนักลดลงเมื่อได้รับ atrazine ในระยะตั้งครรภ์ การศึกษาครั้งแรกพบในกบปี 2002 พบว่ากบจะมีสองเพศในตัวเดียวกัน มีทั้งรังไข่ และอวัยวะเพศผู้ในตัวเดียวกัน เมื่อได้รับ atrazine 0.1 ppb. เท่านั้น แม้ว่า U.S. EPA กำหนดให้มี atrazine ในน้ำดื่มได้ 3 ppb. จึงทำให้จำนวนกบเพศผู้ลดน้อยลง และได้กบกระเทยมาแทนได้เพศเมียมากยิ่งขึ้น เป็นผลเนื่องจากระบบฮอร์โมนไม่สมดุล

ด้วยเหตุผลดังกล่าวทำให้ atrazine ถูกห้ามใช้ในประเทศยุโรปหลายประเทศได้แก่ ฝรั่งเศส สวีเดน เดนมาร์ก ฟินแลนด์ เยอรมัน ออสเตรีย และอิตาลี เนื่องจากพบว่ามีการปนเปื้อนของสารเหล่านี้ในน้ำดื่มมากกว่า 0.1 ppb. แต่ก็ยังมีบางประเทศที่ยังมีการใช้สารชนิดนี้ ได้แก่ สหราชอาณาจักร ไอร์แลนด์ เบลเยี่ยม และลักแซมเบิร์ท ในขณะที่สหรัฐยังคงใช้อยู่เช่นเดิม ในอัตราที่มากถึง 77 million pounds ในปี 2003 เนื่องจาก U.S. EPA สรุปข้อมูลที่นำเสนอโดย Hayes และคณะว่ายังมีไม่เพียงพอ สำหรับประเทศไทย ปี 2555 นำเข้าสาร atrazine จำนวน 4,951,053 Kg.ai มีปริมาณมากเป็นอันดับ 5 ของสารกำจัดวัชพืชทั้งหมดที่นำเข้าประเทศ (รายงานสรุปการนำเข้าวัตถุอันตรายทางการเกษตร ปี 2555)

กลุ่มงานวิจัยผลกระทบจากการใช้วัตถุมีพิษการเกษตร จึงได้จัดทำชุดโครงการวิจัยเพื่อศึกษาประเมินความเสี่ยงต่อการสัมผัสสารเคมี atrazine เป็นการเปรียบเทียบปริมาณสารเคมีที่ร่างกายได้รับกับค่าความเป็นพิษของสารเคมีนั้นๆ เพื่อบ่งชี้ว่าปริมาณสารเคมีที่ได้รับมีความเสี่ยงต่อสุขภาพของผู้ใช้ และผู้บริโภคหรือไม่ ประกอบด้วย

การศึกษาปริมาณสารพิษปนเปื้อนบนร่างกายผู้ฉีดพ่นในแหล่งปลูกสับปะรดภายหลังการฉีดพ่นการสลายตัวและสารพิษตกค้างของ atrazine ในสับปะรดภายหลังการฉีดพ่น เพื่อให้ได้ข้อมูลการประเมินความเสี่ยงของผู้ใช้สารพิษและของผู้บริโภคผลิตผลที่มีสารพิษตกค้าง เป็นข้อมูลสำหรับกรมวิชาการเกษตร ในการพิจารณาบริหารจัดการควบคุมวัตถุมีพิษที่มีอันตราย เพื่อความเข้มงวดการใช้ การจำกัดการใช้ หรือการห้ามใช้ เป็นความปลอดภัยของผู้ใช้ ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อมต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. แปลงทดลองสับปะรด *(Ananas comosus)*

2. แผ่นผ้าฝ้ายขนาด 10x10 ตารางเซนติเมตร จำนวน 16 แผ่น/คน

3. ผลิตภัณฑ์สารกำจัดวัชพืช atrazine ที่ใช้ฉีดพ่นในแปลงทดลอง คือ เอเทร็ก 90% WG บริษัท Syngenta

4. เครื่องแก้ว volumetric flask, volumetric pipette, separatory funnel, Erlenmeyer flask, cylinder, beaker, round bottom flask, chromatographic column, filtering funnel, pipette, petri-dish, glass vial, disposable Pasteur pipette, test tube

5. เคมีภัณฑ์ชนิดต่างๆ

5.1 สารเคมี analytical grade (AR) ได้แก่ acetone, ethyl acetate, acetonitrile, tuloene, anh. sodium sulphate, sodium chloride, magnesium sulfate, PSA (Primary second amine)

5.2 สารเคมี pesticide grade (PR) ได้แก่ ethyl acetate, hexane

6. glass wool และ filter paper No.1

7. สารพิษมาตรฐาน atrazine ความบริสุทธิ์สูง

8. เครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ เครื่องชั่งหยาบ และเครื่องชั่งละเอียด (analytical balance) เครื่องสกัดวัตถุมีพิษชนิด homogenizer และ Blender เครื่องเขย่า (reciprocal shaker) เครื่องลดปริมาตรชนิด rotary evaporator ตู้อบสารเคมี (digital oven) เตาเผาอุณหภูมิสูง (muffle furnace) เครื่องทำสูญญากาศ (Vacuum pump) เครื่องลดปริมาตร ชนิด Nitrogen Evaporator เครื่อง ผสมสารละลาย (Vortex mixer) ตู้ดูดความชื้น (Desiccator) ตู้เย็นแช่แข็ง (Deep freezer) ที่ควบคุมอุณหภูมิได้ที่ -20 °C เครื่องปั่นเหวี่ยงความเร็วสูง (centrifuge)

9. การวิเคราะห์สารพิษด้วยเครื่อง Gas Chromatograph (GC) พร้อม Auto injector และตัวตรวจ วัดชนิด Electron capture detector (ECD) โดยปรับสภาวะการทำงานของเครื่อง ดังนี้

Detector : Electron capture detector

Mode : Splitless

Column : Rtx –CL Pesticides capillary column

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.32 mm ความยาว 30 m สารเคลือบหนา 0.5 µm

Temperature : Injector 250 °C, Detector 300 °C

Oven : 80 °C (1 นาที) $\xrightarrow{20\ °c/นาที}$ 175 °C (4 นาที) $\xrightarrow{2\ °c/นาที}$ 215°C (2 นาที)
$\xrightarrow{8\ °c/นาที}$ 250 °C (5 นาที)

Volume injected : 1 ไมโครลิตร

วิธีการ

เลือกแปลงทดลองของเกษตรกรที่ปลูกเพื่อการค้า เหมาะสมสำหรับการทดลองที่ตำบลหนองกร่าง อำเภอบ่อพลอย จังหวัดกาญจนบุรี และมีการใช้สารพิษ atrazine เป็นประจำ ระยะการทดลองในเดือนพฤษภาคม 2555 – มกราคม 2556



ภาพที่ 1. แปลงทดลองไร่สับปะรด ตำบลหนองกร่าง อำเภอบ่อพลอย จังหวัดกาญจนบุรี

การปฏิบัติงานในแปลงทดลอง

1. แปลงทดลองสับปะรด มีพื้นที่ขนาด 7 ไร่ ระยะระหว่างแถวปลูก 1 เมตร ระหว่างต้น 0.3 เมตร

2. เกษตรกรฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืชเป็นระยะๆ สารกำจัดวัชพืชที่ใช้เป็นประจำได้แก่ atrazine, ametryn และ 2,4- D ประมาณ 2-3 ครั้งต่อฤดูปลูก

3. กำหนดการฉีดพ่น atrazine จำนวน 2 ครั้ง การฉีดพ่นครั้งแรก เมื่อสับปะรดอายุ 7 เดือน และครั้งที่ 2 เมื่ออายุ 10 เดือน อัตรา 2.7 กิโลกรัมต่อน้ำ 1,000 ลิตร ด้วยถังผสม และใช้หัวฉีดแบบลากสาย บันทึกเวลาการฉีดพ่นทุกครั้ง

4. ต้องติดแผ่นผ้าบนร่างกายเกษตรกรผู้ฉีดพ่น จำนวน 3 คน ผู้ลากสายฉีดพ่น 1 คน และผู้กวนสารละลาย atrazine ในถังผสม ป้องกันตกตะกอน 1 คน รวมทั้งหมด 5 คน ก่อนการฉีดพ่นทุกครั้ง ติดแผ่นผ้าฝ้ายขนาด 10 x 10 ตารางเซนติเมตร บนเสื้อผ้าตามส่วนต่างๆ ของร่างกาย ได้แก่ หมวก แผ่นผ้าปิดจมูก อกเสื้อ ด้านในอกเสื้อ บ่า ศอก หลังเสื้อ ด้านในของหลังเสื้อ ต้นขา หน้าแข้ง และด้านในหน้าแข้ง

5. ก่อนเริ่มการฉีดพ่น atrazine ต้องเก็บตัวอย่างสับปะรดในแปลงทดลองมาตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้าง เพื่อเป็นค่า Base-line level หรือค่าต่ำสุดก่อนที่ตัวอย่างจะปนเปื้อนสารทดลอง atrazine

6. หลังการฉีดพ่น atrazine เก็บตัวอย่างสิ่งต่างๆ ดังต่อไปนี้

6.1 ทันทีที่ฉีดพ่นเสร็จในแต่ละครั้งเก็บแผ่นผ้าที่ติดบนร่างกาย น้ำล้างมือ น้ำล้างเท้า ของผู้ฉีดพ่น นำมาตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษปนเปื้อนบนร่างกาย

6.2 เก็บตัวอย่างสับปะรดเพื่อตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษตกค้างที่ระยะเก็บเกี่ยวจำนวน 2 ครั้ง เพื่อส่งโรงงานบรรจุกระป๋อง และระยะเก็บเกี่ยวส่งร้านค้าทั่วไป

วิธีการเก็บตัวอย่างแต่ละชนิด

1. การเก็บตัวอย่างแผ่นผ้าจากแต่ละส่วนของร่างกายแยกกันใส่ Erlenmeyer flask และปิดฝาขวด

2. การเก็บตัวอย่างน้ำล้างมือ น้ำล้างเท้าของเกษตรกรผู้ฉีดพ่น โดยการล้างมือ หรือเท้าด้วยน้ำประปาครั้งละ 1 ลิตร แล้วแยกบรรจุใส่ขวดเก็บตัวอย่างน้ำ

3. การเก็บตัวอย่างสับปะรด สุ่มเก็บจากทั้งแปลง โดยเก็บจากหลายๆ จุด รวมกันเป็น 1 ตัวอย่าง สับปะรดจำนวน 10 ลูกเป็น 1 ตัวอย่าง จำนวน 10 ตัวอย่าง

การเก็บรักษาตัวอย่างเพื่อนำส่งห้องปฏิบัติการ

ตัวอย่างทุกชนิดหลังจากเก็บจากแปลงทดลอง จะเก็บในถุงพลาสติกหรือใส่ภาชนะที่เหมาะสม แล้วปิดให้สนิท พร้อมทั้งเขียนรายละเอียดกำกับให้ชัดเจนในแต่ละตัวอย่าง ได้แก่ ชนิดตัวอย่าง วันที่เก็บ ชื่อผู้เก็บตัวอย่าง แล้วนำใส่ในถังน้ำแข็งโดยวางน้ำแข็งไว้ข้างล่าง และข้างบนของตัวอย่างนำกลับมาตรวจวิเคราะห์หาข้อมูลต่างๆ ในห้องปฏิบัติการ

วิธีการตรวจวิเคราะห์สารพิษ atrazine

1. วิธีการตรวจวิเคราะห์ atrazine บนแผ่นผ้า

สกัดตัวอย่างแผ่นผ้า โดยใช้ mixer และ shaker ใช้ ethyl acetate เป็นสารสกัด กรองสารละลายผ่าน anh. sodium sulfate นำไปลดปริมาตรโดยใช้ rotary evaporator ปรับปริมาตรให้แน่นอนด้วย hexane ตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษด้วยเครื่อง GLC/ECD

ศึกษาประสิทธิภาพของวิธีการตรวจวิเคราะห์ (Recovery) ที่ความเข้มข้น 0.5, 1 และ 2.5 นาโนกรัมต่อตารางเซนติเมตร ได้ผลระหว่าง 101- 121% มีค่า LOQ 0.5 นาโนกรัมต่อตารางเซนติเมตร

2. วิธีการตรวจวิเคราะห์ atrazine ในสับปะรด ใช้วิธีการของ QuEChERS, 2003 **ดังนี้**

ชั่งตัวอย่างสับปะรด 10 กรัมใส่ใน centrifuge tube ขนาด 50 มิลลิลิตร เติม acetronitrile 10 มิลลิลิตร แล้วเขย่า vortex mixture นาน 1 นาที เติม sodium chloride 1 กรัม และ magnesium sulfate 4 กรัม เขย่านาน 1 นาทีนำไป centrifuge ที่ความเร็วรอบ 4,000 รอบต่อนาที นาน 5 นาที ดูดสารละลายส่วนบน 1.5 มิลลิลิตร

ใส่ micro centrifuge tube ขนาด 2 มิลลิลิตร ที่ใส่ PSA 0.025 กรัม และmagnesium sulfate 0.15 กรัม เขย่านาน 30 วินาที นำไป centrifuge อีกครั้งนาน 1 นาที จากนั้นนำสารละลายส่วนบน 1 มิลลิลิตร ไปลดปริมาตร ด้วยแก๊สไนโตรเจน จนเกือบแห้ง ปรับปริมาตรด้วย hexane (PR) ให้ได้ 1 มิลลิลิตร ใส่ vial นำไปฉีดเครื่อง GC ชนิดหัวตรวจวัด ECD

ศึกษาประสิทธิภาพของวิธีการตรวจวิเคราะห์ (Recovery) ที่ความเข้มข้น 0.05, 0.10, 0.50 และ 1.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ได้ผลระหว่าง 82 - 105% มีค่า LOQ 0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

การวิเคราะห์ข้อมูลผลการทดลอง

นำข้อมูลที่ได้จากการตรวจวิเคราะห์สารพิษปนเปื้อนบนส่วนต่างๆ ของร่างกายผู้ฉีดพ่น และสารพิษตกค้างในสับปะรด ไปวิเคราะห์ผลการทดลองโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ ประมวลข้อมูลการปนเปื้อนสารพิษบนร่างกายเพื่อประเมินความเสี่ยงต่อสุขอนามัยจากการฉีดพ่นและจากการบริโภคโดยใช้หลักเกณฑ์การประเมิน Pesticide Risk Assessment ของ US.EPA (US.EPA,1999)

ระยะเวลา เดือนพฤษภาคม 2555 – มกราคม 2556

สถานที่ดำเนินการ แปลงทดลองเกษตรกร ที่ตำบลหนองกร่าง อำเภอบ่อพลอย จังหวัดกาญจนบุรี และห้องปฏิบัติการกลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการศึกษาปริมาณสารพิษปนเปื้อนบนร่างกายผู้ฉีดพ่น atrazine ใน แปลงปลูกสับปะรด

ประเมินความเสี่ยงจากการปนเปื้อนบนตัวเกษตรกรผู้ฉีดพ่น เมื่อเสร็จสิ้นการฉีดพ่น atrazine โดยนำแผ่นผ้าฝ้ายที่ติดบนตำแหน่งต่างๆ ของร่างกายคือที่ หัว จมูก บ่า ศอก หน้าอก หลัง ต้นขา แข้ง น้ำล้างมือ และน้ำล้างเท้าของกลุ่มผู้ฉีดพ่นทั้ง 5 คนไปสกัดหาสารพิษ atrazine ที่ปนเปื้อน ผลการวิเคราะห์ทั้ง 2 ครั้ง ตรวจพบสารพิษบนแผ่นผ้า ดังนี้

การฉีดพ่นครั้งที่ 1 ใช้เวลานาน 187 นาที (ตารางที่ 1) ผู้กวนสารละลายนั่งกวนด้วยไม้พาย ระดับการนั่งจะอยู่เสมอกับปากถังผสมสาร พบการปนเปื้อนมากบริเวณ แข้ง ปริมาณ 30,255.44 ไมโครกรัมต่อ 100 ตารางเซนติเมตร รองลงไปเป็นต้นขา และศอก ตามลำดับ ส่วนผู้ฉีดพ่นทั้ง 3 คน ภายหลังการฉีดพ่น เห็นชัดเจนที่ขากางเกงจะเปียกโชกด้วยสารละลายที่ฉีดพ่นจึงปนเปื้อนสาร atrazine มากที่บริเวณต้นขา และแข้ง ปริมาณ 1,260.66 ถึง 646,280.11 ไมโครกรัมต่อ 100 ตารางเซนติเมตร สำหรับผู้ลากสายยาง มีการปนเปื้อนเช่นกันบริเวณต้นขาและแข้ง มากกว่าส่วนอื่นๆ ของร่างกาย ส่วนน้ำล้างมือ ปนเปื้อนปริมาณระหว่าง 141.52 ถึง 556.39 ไมโครกรัม และน้ำล้างเท้าปนเปื้อนปริมาณระหว่าง 346.57 – 1,529.08 ไมโครกรัม

ตารางที่ 1. ปริมาณ atrazine บนแผ่นผ้าที่ปนเปื้อนบนร่างกาย น้ำล้างมือและน้ำล้างเท้าของผู้ฉีดพ่นครั้งที่ 1 เมื่อสับปะรด อายุ 7 เดือน

บริเวณ	ปริมาณปนเปื้อน : เวลา 187 นาที					ช่วงของปริมาณปนเปื้อน (เวลา 187 นาที)
	ผู้กวนสารละลาย	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	ผู้ลากสายยาง	
หมวก	9.03	115.71	114.52	10.80	299.22	9.03 - 299.22 [L1]
จมูก	4.58	4,158.23	157.50	204.70	10,806.93	4.58 - 10,806.93 [L1]
อก-ใน	28.40	469.86	33.55	22.04	290.22	22.04 - 469.86 [L1]
อก-นอก	233.24	4,375.99	978.44	2.33	37,541.05	2.33 - 37,541.05 [L1]
บ่า	1.60	365.25	298.90	5.06	6,605.78	1.60 - 6,605.78 [L1]
ศอก	2,538.07	3,868.89	669.24	326.56	486.65	326.56 - 2,538.07 [L1]
หลัง-ใน	2.13	8.41	12.51	7.91	15.32	2.13 - 15.32 [L1]
หลัง-นอก	24.56	110.52	162.32	5.90	667.97	5.90 - 667.97 [L1]
ต้นขา	5,348.66	46,052.54	1,260.66	1,593.28	26,490.92	1,260.66 - 26,490.92 [L1]
แข้งใน	30,255.44	7,718.22	3,410.93	4,472.70	646,280.11	3,410.93 - 646,280.11 [L1]
แข้งนอก	919.66	190.83	349.04	212.94	6,956.56	190.83 - 6,956.56 [L1]
น้ำล้างมือ	141.52	434.92	556.39	411.04	402.71	141.52 - 556.39 [L2]
น้ำล้างเท้า	1,529.08	498.62	136.63	346.57	1,396.80	346.57 - 1,529.08 [L2]

L1 = หน่วย µg/100cm^2 L2 = หน่วย µg

เมื่อฉีดพ่นครั้งที่ 2 ใช้เวลาเพียง 110 ถึง 117 นาที (ตารางที่ 2) เป็นเวลาที่สั้นกว่าการฉีดพ่นครั้งที่ 1 เนื่องจากวัชพืชมีจำนวนน้อยลง การฉีดพ่นกระทำได้รวดเร็วขึ้น มีผลให้การตรวจวิเคราะห์สารปนเปื้อนบนร่างกายลดปริมาณลงเช่นกันในเกือบทุกคน ยกเว้นผู้ฉีดพ่นคนที่ 3 ยังพบการปนเปื้อนจำนวนมากบริเวณแข้ง ต้นขา และอก ปริมาณตั้งแต่ 3,045.68 ถึง 36,306.53 ไมโครกรัมต่อ 100 ตารางเซนติเมตร

ตารางที่ 2. ปริมาณ atrazine บนแผ่นผ้าที่ปนเปื้อนบนร่างกาย น้ำล้างมือ และน้ำล้างเท้าของผู้ฉีดพ่นครั้งที่ 2 เมื่อสับปะรด อายุ 10 เดือน

บริเวณ	ปริมาณปนเปื้อน					ช่วงของปริมาณปนเปื้อน เวลา 110-117 นาที
	เวลา 117 นาที	เวลา 110 นาที				
	ผู้กวนสารละลาย	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	ผู้ลากสายยาง	
หมวก	2.52	85.78	10.83	73.02	102.53	2.52 - 102.53 [L1]
จมูก	22.76	103.35	5.50	194.01	70.34	5.50 – 103.35 [L1]
อก-ใน	8.85	310.18	34.08	42.33	77.29	8.85 – 310.18 [L1]
อก-นอก	34.60	300.91	279.89	275.10	119.60	34.60 – 300.91 [L1]
บ่า	111.96	37.20	1.92	158.49	70.71	1.92 – 158.49 [L1]
ศอก	210.09	148.31	3,045.68	292.08	170.89	148.31 – 3,045.68 [L1]
หลัง-ใน	6.92	29.25	2.56	20.42	24.22	2.56 – 29.25 [L1]
หลัง-นอก	10.15	134.31	29.47	102.59	80.39	10.15 – 134.31 [L1]
ต้นขา	48.90	259.26	6,418.39	16.04	318.66	16.04 – 6,418.39 [L1]
แข้งใน	112.20	217.17	36,306.53	284.80	423.57	112.20 – 36,306.53 [L1]
แข้งนอก	6.51	193.17	1,103.59	211.94	149.11	6.51 – 1,103.59 [L1]
น้ำล้างมือ	445.82	375.89	183.09	341.61	422.14	183.09 – 445.82 [L2]
น้ำล้างเท้า	116.49	405.42	5,013.35	566.14	136.63	116.49 - 5,013.35 [L2]

L1 = หน่วย µg/100cm^2 L2 = หน่วย µg

ปริมาณ atrazine ที่ปนเปื้อนบนแผ่นผ้าจากส่วนต่างๆ ของร่างกาย รวมทั้งปนเปื้อนที่มือและเท้า เมื่อนำมาคำนวณ เป็นปริมาณสารพิษต่อพื้นที่ทั้งหมดของร่างกาย (U.S.EPA. 1987,1992 Appendix 1 ถึง 12) ที่ได้จากการทดลองครั้งนี้ เพื่อประเมินเป็นปริมาณ atrazine ปนเปื้อนบนร่างกาย (Potential Exposure) ของแต่ละครั้งภายหลังการฉีดพ่น คิดเป็นการปฏิบัติงานตามปกติในแต่ละวันของแต่ละคนที่มีการฉีดพ่น พบว่ามีปริมาณ atrazine ปนเปื้อน ดังนี้

ฉีดพ่นครั้งที่ 1 สับปะรดอายุ 7 เดือน ระหว่าง 1.0878 ถึง 34.3968 mg/kg bw/day ของน้ำหนักร่างกาย (ตารางที่ 3)

ฉีดพ่นครั้งที่ 2 สับปะรดอายุ 10 เดือน ระหว่าง 0.0900 ถึง 4.0200 mg/kg bw/day ของน้ำหนักร่างกาย (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 3. ระดับความเสี่ยงของการปนเปื้อน atrazine ต่อเกษตรกรภายหลังการฉีดพ่นครั้งที่ 1 เมื่อสับปะรดอายุ 7 เดือน

ผู้ปฏิบัติงาน	mg/kg bw/day	%Absorption	Absorbed Dose mg/kg bw/day (exposure)	NOAEL mg/kg bw /day	MOE = NOAEL÷ exposure	ระดับความเสี่ยง
กวนสารละลาย	4.3300	16.4	0.7101	4.1	5.77	Risk
ฉีดพ่นคนที่ 1	34.3968	16.4	5.6411	4.1	0.73	Risk
ฉีดพ่นคนที่ 2	1.0878	16.4	0.1784	4.1	22.98	Accept
ฉีดพ่นคนที่ 3	18.4200	16.4	3.0209	4.1	1.36	Risk
ลากสายยาง	1.2400	16.4	0.2034	4.1	20.16	Accept

ตารางที่ 4. ระดับความเสี่ยงของการปนเปื้อน atrazine ต่อเกษตรกรภายหลังการฉีดพ่นครั้งที่ 2 เมื่อสับปะรดอายุ 10 เดือน

ผู้ปฏิบัติงาน	mg/kg bw/day	%Absorption	Absorbed Dose mg/kg bw/day (exposure)	NOAEL mg/kg bw /day	MOE = NOAEL÷ exposure	ระดับความเสี่ยง
กวนสารละลาย	0.0900	16.4	0.0148	4.1	277.78	Accept
ฉีดพ่นคนที่ 1	0.3259	16.4	0.0534	4.1	76.71	Accept
ฉีดพ่นคนที่ 2	0.3314	16.4	0.0543	4.1	75.44	Accept
ฉีดพ่นคนที่ 3	4.0200	16.4	0.6593	4.1	6.22	Risk
ลากสายยาง	0.1000	16.4	0.0164	4.1	250.00	Accept

นำปริมาณ atrazine ปนเปื้อนบนร่างกายไปประเมินหาปริมาณสารพิษที่ดูดซึมเข้าสู่ร่างกาย (Absorption Dose) โดยผลงานวิจัยของ Ademola *et al.,* (1993) ศึกษาทดลอง in vitro พบว่าผิวหนังมนุษย์สามารถดูดซึมสาร atrazine ผ่านผิวหนังได้ 16.4% จากนั้นเปรียบเทียบกับค่า NOAEL ซึ่งเป็น ค่าสูงสุดของปริมาณสารพิษที่ใช้ในการทดลองที่ไม่ทำให้เกิดผลอันไม่พึงประสงค์ทางพิษวิทยา กำหนดโดยใช้ค่า NOAEL 4.1 mg/kg bw /day ที่ได้จากการทดลองความเป็นพิษระยะยาวในหนูขาวใหญ่ เป็นเวลานาน 1 ปี (NRA, 1997) แล้วคำนวณหาค่าขอบเกณฑ์ความปลอดภัยจากการได้รับสารพิษ (MOE: Margin of Exposure)

ค่า MOE = NOAEL ÷ Exposure

ขณะนี้ U.S. EPA กำหนดค่า MOE = 10 หรือมากกว่าเป็นขอบเกณฑ์ความปลอดภัยที่ยอมรับได้จากการทดลองโดยตรงกับแต่ละคน การคำนวณ ค่าขอบเกณฑ์ความปลอดภัยจากการได้รับสารพิษ (MOE) ของกลุ่มผู้ฉีดพ่น ครั้งที่ 1 สับปะรดอายุ 7 เดือน พบว่า ผู้กวนสารละลาย และผู้ฉีดพ่นคนที่ 1 และคนที่ 3 มีค่า MOE ต่ำ ระหว่าง 0.73 – 5.77 (ตารางที่ 3) ผู้ปฏิบัติงานกลุ่มนี้มีการปนเปื้อนที่ถูกประเมินมีความเสี่ยงยอมรับไม่ได้ ส่วนผู้ฉีดพ่นคนที่ 2 และผู้

ลากสายยาง มีค่า MOE ระหว่าง 20.16 – 22.98 อยู่ในระดับที่เริ่มเสี่ยงกับการปนเปื้อนสารพิษ สำหรับการฉีดพ่นครั้งที่ 2 สับปะรดอายุ 10 เดือน กลุ่มผู้ฉีดพ่นมีค่า MOE ระหว่าง75.44 - 277.78 อยู่ในระดับที่ยอบรับความเสี่ยงได้ (ตารางที่ 4) ยกเว้นผู้ฉีดพ่นคนที่ 3 ยังมีความเสี่ยงจากการปนเปื้อนสาร atrazine ที่ยอมรับไม่ได้ด้วยค่า MOE 6.22 มีการทดสอบโดย Rosenheck *et al.* (1993) ทดสอบการปนเปื้อนของ atrazine บนร่างกายเมื่อฉีดพ่นด้วยวิธี hand gun sprayers พบการปนเปื้อน 0.0422 mg/kg bw /day มีค่า MOE สูง 97 ที่ยอมรับความเสี่ยงได้ เปรียบเทียบกับวิธี hand spreader พบการปนเปื้อน 0.548 mg/kg bw /day มีค่า MOE ต่ำ 7 เป็นความเสี่ยงที่ยอมรับไม่ได้

ผลการศึกษาการสลายตัวและพิษตกค้างของ atrazine ใน สับปะรด

ระยะการเก็บเกี่ยวสับปะรดเว้นช่วงห่างจากการฉีดพ่นครั้งสุดท้ายนาน 2 เดือน และนาน 3.5 เดือน โดยสุ่มเก็บตัวอย่างสับปะรด ตลอดทั้งแปลงทดลอง 10 ตัวอย่างต่อครั้ง เพื่อนำไปสกัดหาสารพิษตกค้าง atrazine ในสับปะรด ด้วยเครื่องตรวจวิเคราะห์ GC ชนิด ECD ผลการตรวจวิเคราะห์ไม่พบสารพิษตกค้างในตัวอย่างสับปะรดทั้งหมดที่ระดับ LOQ 0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งตรงกับรายงาน ของ Food & Drug Administration,1993. สุ่มตรวจสารพิษของ atrazine จากอาหารหลายชนิดจำนวน 16,428 ตัวอย่าง ระหว่าง ปี ค.ศ.1991 - 1992 พบปริมาณสารพิษตกค้างต่ำกว่า 0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol73/mono73-8.pdf) เช่นเดียวกับรายงานของ Canadian National Surveillance ศึกษาในตัวอย่างอาหาร 1,075 ตัวอย่าง ในปี ค.ศ.1984 – 1989 ตรวจไม่พบสารพิษตกค้าง atrazine โดยกำหนดค่า MRL ของ atrazine 0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/water-eau/atrazine/index-eng.php.) (Furlani *et al.,* 2011) ตรวจสารกำจัดศัตรูพืช 7 ชนิด ได้แก่ trifluralin, atrazine, acetochlor, alachlor, endosulfan - alpha, endosulfan - beta, endosulfan – sulfate ที่อนุญาต ให้ใช้ได้ในประเทศบราซิล โดยการวิเคราะห์จากตัวอย่างน้ำอ้อยที่สุ่มเก็บจากสถานที่จำหน่ายที่หีบขายสดขณะนั้น และผลิตภัณฑ์น้ำอ้อยสำเร็จรูปที่บรรจุในขวดแก้วแช่เย็นไว้อายุการเก็บไม่เกิน 1 เดือน สุ่มเก็บตัวอย่างระยะเก็บเกี่ยวอ้อย (September/October 2007) และระยะก่อนเก็บเกี่ยว (March/April 2007) จำนวนทั้งหมด 80 ตัวอย่างตรวจไม่พบสารพิษตกค้างทั้ง 7 ชนิด รวมทั้ง atrazine ที่ระดับสูงกว่า LOD 0.04 มิลลิกรัมต่อลิตรของสาร atrazine

สรุปผลการทดลอง

การประเมินความเสี่ยงจากการใช้ atrazine สูตร 90% WG ในแปลงสับปะรดด้วย อัตรา 2.7 กิโลกรัมต่อน้ำ 1,000 ลิตร จำนวน 2 ครั้ง ตลอดฤดูปลูก ภายหลังการฉีดพ่น พบการปนเปื้อนบนร่างกาย เมื่อฉีดพ่นในระยะสับปะรดอายุ 7 เดือน เป็นช่วงฤดูฝน วัชพืชกำลังเจริญงอกงามและหนาแน่นมาก ใช้เวลาฉีดพ่นนาน 3 ชั่วโมง 7 นาที กลุ่มผู้ฉีดพ่นพบการปนเปื้อน atrazine ในปริมาณสูง 1.0878 – 34.3968 mg/kg bw/day ประเมินได้ค่า MOE ต่ำ ระหว่าง 0.73 – 22.98 กลุ่มผู้ฉีดพ่นส่วนมากจึงมีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนสารพิษ atrazine ส่วนการฉีดพ่น ครั้งที่ 2 เมื่อสับปะรดอายุ 10 เดือน ใบของสับปะรดเริ่มปกคลุมผิวดินมากขึ้นทำให้ความสามารถในการงอกของวัชพืชลดลง การฉีดพ่นใช้เวลาเพียง 1 ชั่วโมง 50 นาที – 1 ชั่วโมง 57 นาที การปนเปื้อนสารพิษมีค่า MOE อยู่ในระดับยอมรับความเสี่ยงได้

ส่วนผลการวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้าง atrazine ในสับปะรดที่ระยะเก็บเกี่ยวซึ่งห่างจากการฉีดพ่นครั้งสุดท้ายนาน 2 เดือนและ 3.5 เดือน ตรวจไม่พบปริมาณตกค้างที่ระดับ LOQ 0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ดังนั้นการบริโภคสับปะรดจะไม่เกิดความเสี่ยงต่อการรับสารพิษเข้าสู่ร่างกาย การฉีดพ่น atrazine แต่ละครั้งเป็นเวลานานนับชั่วโมงในแปลงปลูกสับปะรดเพื่อกำจัดวัชพืชที่เกิดขึ้นหนาแน่นในช่วงฤดูฝน เป็นความเสี่ยงปนเปื้อนสารพิษ atrazine เข้าสู่ร่างกาย เกษตรกรพึงระมัดระวังสวมใส่เสื้อผ้าปกคลุมให้มิดชิดระหว่างการฉีดพ่น และชำระล้างร่างกายทันทีภายหลังการฉีดพ่นเพื่อลดการปนเปื้อนจากสารพิษก่อนที่จะดูดซึมเข้าสู่ร่างกายไม่เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพ

การนำไปใช้ประโยชน์

1. เป็นข้อมูลแนวทางการศึกษาในการประเมินความเสี่ยงจากการใช้ atrazine ในไร่สับปะรด
2. เป็นข้อมูลในการให้ความรู้แก่เกษตรกรผู้ฉีดพ่น atrazine
3. เป็นข้อมูลในการหาชุดป้องกันการสัมผัสรับสารพิษจากการใช้ atrazine
4. เป็นข้อมูลในการบริหารความเสี่ยงจากการใช้ atrazine
5. เป็นรูปแบบ หลักเกณฑ์ในการศึกษา การคำนวณ และการประมวลข้อมูล สำหรับนำไปใช้ในการประเมินความเสี่ยงจากการใช้ atrazine ในพืชชนิดนั้นๆ
6. ถ่ายทอดความรู้จากการวิจัยโดยการเผยแพร่ในรายงานผลการวิจัยประจำแต่ละปี และรายงานประชุมวิชาการกรมวิชาการเกษตร
7. ผลิตเป็นสื่อการสอนการเรียนแก่นิสิตนักศึกษาสถาบันวิชาการที่เกี่ยวข้อง

เอกสารอ้างอิง

รายงานสรุปการนำเข้าวัตถุอันตรายทางการเกษตรปี 2553 สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

Ademola,J.I.,Sedik,L.I.,Wester,R.C.and Maibach,H.I. 1993 In vitro percutaneous absorption and metabolism in man of 2-chloro-4-ethylamino-6-isopropylamine-s-triazine (Atrazine) Arch Toxicol 67:85-91

Anastassiades,M.,Lehotay,S.J.,Stajnbaher,D., and Schenck,F.J.2003 Fast and easy multiresidue method employing acetonitrile extraction /partitioning "dispersive solid – phase extraction "for the determination of pesticide residuesin produce. J.AOAC Int,86,412-431.

Furlani,R.P.Z.,Marcilio,K.M.,Leme,F.M. and Tfouni,S.A.V. 2011 Analysis of pesticide residues in Sugarcane juice using QuEChERS sample preparation and gas chromatography with electron capture detection. Food Chemistry, 126,1283-1287.

Hayes T.B.,Khoury V.,Narayan A., Nazir M.,Brown T.,Adame L., Chan E., Buchholz D., Stueve T., and Gallipeau S. (2010) Atrazine induces complete feminization and chemical castration in male African clawed frogs (*Xenopus laevis*). Proceedings of the National Academy of Sciences – PNAS, vol. 107,no.10, pp. 4612 – 4617

Hayes T.B.,Falso P.,Gallipeau S.and Stice M. 2010 The cause of global amphibian declines: a developmental endocrinologist 's perspective. Journal of Experimental Biology JEXP BIOL, vol.213, no.6, pp. 921- 933 .

FAO/WHO. 2000. Codex Alimentarius Commission. Status of Codex Maximum Residue Limits for Residues of Pesticides in Food and Animal Feeds. pp. part 1-72.

NRA Atrazine Agricultural Assessment .National Registration Authority .1997 Canberra

Rosenheck,L.,Phillips,J.C.,and Selman, F.B. 1993 Worker mixer/loader and applicator exposure to atrazine. Ciba-Geigy Corporation (Ciba-Geigy Pritocol number 125-91)

The e-Pesticide Manual (15th Edition) 2009 Version 3.0 BCPC (British Crop Protection Counci)

US. EPA. 1987.Pesticide Assessment Guidelines, Subdivision K. Exposure: Re-entry Protection, US. EPA. Washington D.C

US. EPA. 1992.Dermal exposure assessment : principles and application, U.S. Environmental Protection Agency, Washington D.C

US. EPA. 1999. The role of use - related Information in pesticide risk Assessment and risk management. Office of Pesticide Program, Item:6039 (June 29, 1999)

Appendix 1. ปริมาณ atrazine บนแผ่นผ้าที่ปนเปื้อนบนร่างกาย น้ำล้างมือ และน้ำล้างเท้าของผู้กวนสารละลาย ครั้งที่ 1 เมื่อสับปะรดอายุ 7 เดือน

ตำแหน่งปนเปื้อน (Region of body)	**พื้นที่ผิว** (Surface area) cm^2	**ปริมาณปนเปื้อนบนแผ่นผ้า** $\mu g/100cm^2$	Penetration factor*	**ปริมาณปนเปื้อนที่สัมผัสร่างกาย*** µg
หัว – หมวก	1300	9.03	1	88.48
จมูก		4.58		
อก – ใน	3550	28.40	0.1085	898.69
นอก		233.24		
หลัง- ใน	3550	2.13	0.0798	69.61
นอก		24.56		
บ่า	2910	1.60	0.0942	4.38
ศอก	1210	2,538.07	0.0942	2,892.58
ต้นขา	3820	5,348.66	0.9705	198,189.06
แข้ง – ใน	2380	30,255.44	0.9705	21,242.23
นอก		919.66		
มือ				141.52
เท้า				1,529.08
รวมปริมาณสารพิษปนเปื้อนร่างกายระหว่างการฉีดพ่นต่อวัน				225,055.62
เกษตรกรมีน้ำหนัก 52 kg จึงมีปริมาณสารพิษปนเปื้อนร่างกาย ต่อน้ำหนักตัว ต่อวัน				4.3300 mg/kg bw /day

Appendix 2. ปริมาณ atrazine บนแผ่นผ้าที่ปนเปื้อนบนร่างกาย น้ำล้างมือ และ น้ำล้างเท้าของผู้ฉีดพ่น คนที่ 1 ครั้งที่ 1 เมื่อสับปะรดอายุ 7 เดือน

ตำแหน่งปนเปื้อน (Region of body)	**พื้นที่ผิว** (Surface area) cm^2	**ปริมาณปนเปื้อน บนแผ่นผ้า** $\mu g/100cm^2$	Penetration factor*	**ปริมาณปนเปื้อน ที่สัมผัสร่างกาย*** µg
หัว – หมวก	1300	115.71	1	27,780.62
จมูก		4,158.23		
อก – ใน	3550	469.86	0.0970	15,062.69
นอก		4,375.99		
หลัง- ใน	3550	8.41	0.0707	277.39
นอก		110.52		
บ่า	2910	365.25	0.0838	395.99
ศอก	1210	3,868.89	0.0838	211.45
ต้นขา	3820	46,052.54	0.9759	1,716,761.46
แข้ง – ใน	2380	7,718.22	0.9759	4,432.10
นอก		190.83		
มือ				434.92
เท้า				498.62
รวมปริมาณสารพิษปนเปื้อนร่างกายระหว่างการฉีดพ่นต่อวัน				1,770,063.13
เกษตรกรมีน้ำหนัก 52 kg จึงมีปริมาณสารพิษปนเปื้อนร่างกาย ต่อน้ำหนักตัว ต่อวัน				34.3968 mg/kg bw /day

Appendix 3. ปริมาณ atrazine บนแผ่นผ้าที่ปนเปื้อนบนร่างกาย น้ำล้างมือ และน้ำล้างเท้าของผู้ฉีดพ่นคนที่ 2 ครั้งที่ 1 เมื่อสับปะรด อายุ 7 เดือน

ตำแหน่งปนเปื้อน (Region of body)	**พื้นที่ผิว** (Surface area) cm^2	**ปริมาณปนเปื้อน บนแผ่นผ้า** $\mu g/100cm^2$	Penetration factor*	**ปริมาณปนเปื้อน ที่สัมผัสร่างกาย*** µg
หัว – หมวก	1300	114.52	1	1,768.12
จมูก		157.51		
อก – ใน	3550	33.55	0.0523	1,151.69
นอก		978.44		
หลัง- ใน	3550	12.51	0.0715	412.19
นอก		162.32		
บ่า	2910	298.90	0.0523	455.29
ศอก	1210	669.24	0.0523	423.87
ต้นขา	3820	1,260.66	0.9072	43,686.78
แข้ง – ใน	2380	3,410.93	0.9072	7,536.06
นอก		349.04		
มือ				556.39
เท้า				573.18
รวมปริมาณสารพิษปนเปื้อนร่างกายระหว่างการฉีดพ่นต่อวัน				56,563.58
เกษตรกรมีน้ำหนัก 52 kg จึงมีปริมาณสารพิษปนเปื้อนร่างกาย ต่อน้ำหนักตัว ต่อวัน				1.0878 mg/kg bw /day

Appendix 4. ปริมาณ atrazine บนแผ่นผ้าที่ปนเปื้อนบนร่างกาย น้ำล้างมือ และ น้ำล้างเท้าของผู้ฉีดพ่นคนที่ 3 ครั้งที่ 1 เมื่อสับปะรด อายุ 7 เดือน

ตำแหน่งปนเปื้อน (Region of body)	**พื้นที่ผิว** (Surface area) cm^2	**ปริมาณปนเปื้อน บนแผ่นผ้า** $\mu g/100cm^2$	Penetration factor*	**ปริมาณปนเปื้อน ที่สัมผัสร่างกาย*** µg
หัว – หมวก	1300	299.22	1	72,189.94
จมูก		10,806.93		
อก – ใน	3550	290.22	0.0076	10,223.73
นอก		37,541.05		
หลัง- ใน	3550	15.32	0.0224	531.69
นอก		667.96		
บ่า	2910	6,605.78	0.0150	2,892.40
ศอก	1210	486.65	0.0150	88.60
ต้นขา	3820	26,490.92	0.9893	1,001,176.85
แข้ง – ใน	2380	646,280.12	0.9893	163,802.96
นอก		6,956.56		
มือ				402.71
เท้า				1,396.80
รวมปริมาณสารพิษปนเปื้อนร่างกายระหว่างการฉีดพ่นต่อวัน				1,252,705.68
เกษตรกรมีน้ำหนัก 68 kg จึงมีปริมาณสารพิษปนเปื้อนร่างกาย ต่อน้ำหนักตัว ต่อวัน				18.4200 mg/kg bw /day

Appendix 5. ปริมาณ atrazine บนแผ่นผ้าที่ปนเปื้อนบนร่างกาย น้ำล้างมือ และ น้ำล้างเท้าของผู้ลากสายยาง ครั้งที่ 1 เมื่อสับปะรด อายุ 7 เดือน

ตำแหน่งปนเปื้อน (Region of body)	**พื้นที่ผิว** (Surface area) cm^2	**ปริมาณปนเปื้อน บนแผ่นผ้า** $\mu g/100cm^2$	Penetration factor*	**ปริมาณปนเปื้อน ที่สัมผัสร่างกาย*** µg
หัว – หมวก	1300	10.80	1	1,400.72
จมูก		204.70		
อก – ใน	3550	22.04	0.0077	74.86
นอก		2.33		
หลัง- ใน	3550	7.91	0.0224	120.01
นอก		5.91		
บ่า	2910	5.06	0.7385	108.71
ศอก	1210	326.56	0.7385	2,918.12
ต้นขา	3820	1,593.28	0.9545	58,097.12
แข้ง – ใน	2380	4,472.69	0.9545	4,837.76
นอก		212.95		
มือ				411.04
เท้า				346.57
รวมปริมาณสารพิษปนเปื้อนร่างกายระหว่างการฉีดพ่นต่อวัน				68,314.91
เกษตรกรมีน้ำหนัก 55 kg จึงมีปริมาณสารพิษปนเปื้อนร่างกาย ต่อน้ำหนักตัว ต่อวัน				1.2400 mg/kg bw /day

Appendix 6. ปริมาณ atrazine บนแผ่นผ้าที่ปนเปื้อนบนร่างกาย น้ำล้างมือ และ น้ำล้างเท้าของ ผู้กวนสารละลาย ครั้งที่ 2 เมื่อสับปะรด อายุ 10 เดือน

ตำแหน่งปนเปื้อน (Region of body)	**พื้นที่ผิว** (Surface area) cm^2	**ปริมาณปนเปื้อนบนแผ่นผ้า** $\mu g/100cm^2$	Penetration factor*	**ปริมาณปนเปื้อนที่สัมผัสร่างกาย*** µg
หัว – หมวก	1300	2.52	1	164.30
จมูก		22.76		
อก – ใน	3550	8.85	0.2037	250.24
นอก		34.59		
หลัง- ใน	3550	6.92	0.4052	146.04
นอก		10.15		
บ่า	2910	111.96	0.3045	992.00
ศอก	1210	210.09	0.3045	774.00
ต้นขา	3820	48.90	0.9452	1,765.49
แข้ง – ใน	2380	112.20	0.9452	146.53
นอก		6.51		
มือ				341.61
เท้า				566.14
รวมปริมาณสารพิษปนเปื้อนร่างกายระหว่างการฉีดพ่นต่อวัน				5,146.36
เกษตรกรมีน้ำหนัก 55 kg จึงมีปริมาณสารพิษปนเปื้อนร่างกาย ต่อน้ำหนักตัว ต่อวัน				0.0900 mg/kg bw /day

Appendix 7. ปริมาณ atrazine บนแผ่นผ้าที่ปนเปื้อนบนร่างกาย น้ำล้างมือ และ น้ำล้างเท้าของผู้ฉีดพ่นคนที่ 1 ครั้งที่ 2 เมื่อสับปะรดอายุ 10 เดือน

ตำแหน่งปนเปื้อน (Region of body)	**พื้นที่ผิว** (Surface area) cm^2	**ปริมาณปนเปื้อน บนแผ่นผ้า** $\mu g/100cm^2$	Penetration factor*	**ปริมาณปนเปื้อน ที่สัมผัสร่างกาย*** µg
หัว – หมวก	1300	85.78	1	1,229.34
จมูก		103.35		
อก – ใน	3550	310.18	0.5076	5,422.16
นอก		300.91		
หลัง- ใน	3550	29.25	0.1789	852.79
นอก		134.31		
บ่า	2910	37.20	0.3433	371.51
ศอก	1210	148.31	0.3433	615.91
ต้นขา	3820	259.26	0.5292	5,241.54
แข้ง – ใน	2380	217.17	0.5292	2,433.14
นอก		193.17		
มือ				375.89
เท้า				405.42
รวมปริมาณสารพิษปนเปื้อนร่างกายระหว่างการฉีดพ่นต่อวัน				16,947.72
เกษตรกรมีน้ำหนัก 52 kg จึงมีปริมาณสารพิษปนเปื้อนร่างกาย ต่อน้ำหนักตัว ต่อวัน				0.3259 mg/kg bw /day

Appendix 8. ปริมาณ atrazine บนแผ่นผ้าที่ปนเปื้อนบนร่างกาย น้ำล้างมือ และน้ำล้างเท้าของผู้ฉีดพ่นคนที่ 2 ครั้งที่ 2 เมื่อสับปะรดอายุ 10 เดือน

ตำแหน่งปนเปื้อน (Region of body)	**พื้นที่ผิว** (Surface area) cm^2	**ปริมาณปนเปื้อนบนแผ่นผ้า** $\mu g/100cm^2$	Penetration factor*	**ปริมาณปนเปื้อนที่สัมผัสร่างกาย*** µg
หัว – หมวก	1300	102.53	1	1,123.63
จมูก		70.34		
อก – ใน	3550	77.29	0.3925	1,666.76
นอก		119.60		
หลัง- ใน	3550	24.22	0.2315	660.81
นอก		80.39		
บ่า	2910	70.71	0.3121	642.08
ศอก	1210	170.89	0.3121	645.28
ต้นขา	3820	318.66	0.7396	9,003.48
แข้ง – ใน	2380	423.57	0.7396	2,624.78
นอก		149.11		
มือ				422.14
เท้า				445.82
รวมปริมาณสารพิษปนเปื้อนร่างกายระหว่างการฉีดพ่นต่อวัน				17,234.77
เกษตรกรมีน้ำหนัก 52 kg จึงมีปริมาณสารพิษปนเปื้อนร่างกาย ต่อน้ำหนักตัว ต่อวัน				0.3314 mg/kg bw /day

Appendix 9. ปริมาณ atrazine บนแผ่นผ้าที่ปนเปื้อนบนร่างกาย น้ำล้างมือ และน้ำล้างเท้าของผู้ฉีดพ่นคนที่ 3 ครั้งที่ 2 เมื่อสับปะรดอายุ 10 เดือน

ตำแหน่งปนเปื้อน (Region of body)	**พื้นที่ผิว** (Surface area) cm^2	**ปริมาณปนเปื้อนบนแผ่นผ้า** $\mu g/100cm^2$	Penetration factor*	**ปริมาณปนเปื้อนที่สัมผัสร่างกาย*** µg
หัว – หมวก	1300	10.83	1	106.17
จมูก		5.50		
อก – ใน	3550	34.08	0.1085	1,078.41
นอก		279.89		
หลัง- ใน	3550	2.56	0.0798	83.53
นอก		29.47		
บ่า	2910	1.92	0.0942	5.26
ศอก	1210	3,045.68	0.0942	3,471.10
ต้นขา	3820	6,418.38	0.9705	237,949.51
แข้ง – ใน	2380	36,306.53	0.9705	25,490.68
นอก		1,103.59		
มือ				183.09
เท้า				5,013.35
รวมปริมาณสารพิษปนเปื้อนร่างกายระหว่างการฉีดพ่นต่อวัน				273,381.10
เกษตรกรมีน้ำหนัก 58 kg จึงมีปริมาณสารพิษปนเปื้อนร่างกาย ต่อน้ำหนักตัว ต่อวัน				4.0200 mg/kg bw /day

Appendix 10. ปริมาณ atrazine บนแผ่นผ้าที่ปนเปื้อนบนร่างกาย น้ำล้างมือ และน้ำล้างเท้าของผู้ลากสายยาง ครั้งที่ 2 เมื่อสับปะรดอายุ 10 เดือน

ตำแหน่งปนเปื้อน (Region of body)	**พื้นที่ผิว** (Surface area) cm^2	**ปริมาณปนเปื้อนบนแผ่นผ้า** $\mu g/100cm^2$	Penetration factor*	**ปริมาณปนเปื้อนที่สัมผัสร่างกาย*** µg
หัว – หมวก	1300	73.02	1	1,735.64
จมูก		194.00		
อก – ใน	3550	42.33	0.1333	1,302.35
นอก		257.10		
หลัง- ใน	3550	20.42	0.1660	604.60
นอก		102.59		
บ่า	2910	158.49	0.1497	690.33
ศอก	1210	292.08	0.1497	529.00
ต้นขา	3820	16.03	0.5733	351.19
แข้ง – ใน	2380	284.80	0.5733	2,892.05
นอก		211.94		
มือ				116.49
เท้า				566.14
รวมปริมาณสารพิษปนเปื้อนร่างกายระหว่างการฉีดพ่นต่อวัน				8,787.81
เกษตรกรมีน้ำหนัก 68 kg จึงมีปริมาณสารพิษปนเปื้อนร่างกาย ต่อน้ำหนักตัว ต่อวัน				0.1000 mg/kg bw /day

*Penetration factor การคำนวณหาปริมาณสารพิษตกค้างบนเสื้อผ้าที่สวมแล้วมาสัมผัสร่างกาย

= residue on inner dosimeter ÷ (residue on outer + inner dosimeter)

*ปริมาณปนเปื้อนที่สัมผัสร่างกาย = พื้นที่ผิว ×ปริมาณปนเปื้อนบนแผ่นผ้า (outside) ×Penetration factor


ไลก้าร์-อีซี


















ศึกษาการสลายตัวและสะสมสารกำจัดวัชพืชกลุ่ม Triazine ในดิน น้ำ และตะกอนในแหล่งปลูกพืชสวนและพืชไร่: ชนิด atrazine ในไร่สับปะรด

Degradation and Accumulation of Triazine Herbicide in Soil, Water and Sediment: Atrazine Used in Pineapple Plantation

ประกิจ จันทร์ติ๊บ ผกาสินี คล้ายมาลา วรวิทย์ สุจิรธรรม

กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

.....

บทคัดย่อ

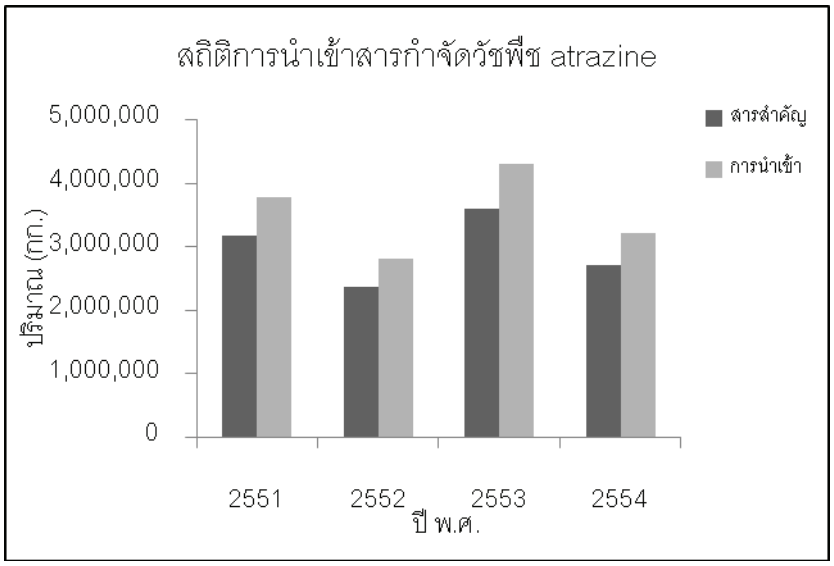
ได้ศึกษาการสลายตัวและการสะสมสารกำจัดวัชพืชกลุ่ม Triazine ชนิด atrazine ในดิน น้ำ และตะกอนในไร่สับปะรด ทำการทดลองในไร่สับปะรดที่ตำบลหนองกร่าง อำเภอบ่อพลอย จังหวัดกาญจนบุรี ระหว่างเดือนพฤษภาคม 2555 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2555 เกษตรกรใช้สารกำจัดวัชพืช atrazine 90% WG ในแปลงปลูกสับปะรดในอัตรา 2700 กรัมต่อน้ำ 1000 ลิตร ฉีดพ่นด้วยเครื่องพ่นแบบเครื่องยนต์จำนวน 2 ครั้งต่อฤดูปลูกโดยฉีดพ่นครั้งแรกเมื่อวัชพืชเริ่มงอกและมีความชื้นในดินเหมาะสม ฉีดพ่นครั้งที่ 2 เมื่อวัชพืชเริ่มงอกใหม่โดยห่างจากครั้งแรก 3 เดือน หลังจากฉีดพ่นเก็บตัวอย่างตรวจวิเคราะห์ปริมาณ atrazine ในดิน น้ำ และตะกอน ผลการศึกษาพบว่าหลังการฉีดพ่นตรวจพบ atrazine ในดินตั้งแต่วันที่ฉีดพ่นถึง 60 วันหลังการฉีดพ่น ปริมาณ 0.19 ถึง <0.03 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบสารพิษในน้ำปริมาณ 0.54 ถึง < 0.09 ไมโครกรัมต่อลิตร ซึ่งปริมาณสารพิษที่ตรวจพบในแหล่งน้ำในแปลงสับปะรด ต่ำกว่าค่าความเป็นพิษต่อปลาและสัตว์น้ำ (Median Lethal Concentration, LC_{50}) ที่จะทำให้เกิดความเป็นพิษต่อปลา พบสารพิษในตะกอนปริมาณค่อนข้างต่ำมากตั้งแต่วันที่ฉีดพ่น ค่าครึ่งชีวิต (half - life, $t_{1/2}$) ของสาร atrazine ในดินเท่ากับ 16 วัน และในน้ำเท่ากับ 10 วัน

คำนำ

atrazine เป็นสารกำจัดวัชพืชอยู่ในกลุ่ม Triazine มีสูตรทางเคมี คือ $C_8H_{14}ClN_5$ มีชื่อ IUPAC ว่า 6-chloro-N-ethyl-N'-isopropyl-1,3,5-triazine-2,4-diamine เป็นสารที่มีความเป็นพิษระดับปานกลางทั้งทางปากและทางผิวหนัง ค่า acute oral LD_{50} 1,075 - 1,886 mg/kg (สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช, 2548) เป็นสารรบกวนการทำงานของต่อมไร้ท่อ (Endocrine disruptor chemical; EDC) ทำให้เกิดมลภาวะทางฮอร์โมนเพศ (sex-hormone pollution) เกิดพฤติกรรมเบี่ยงเบนทางเพศ มีผลกระทบต่อระบบสืบพันธุ์ ทั้งในคน ปลา และสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ ไม่เป็นพิษต่อผึ้งและนก เป็นพิษเล็กน้อยต่อปลาและสัตว์น้ำไม่มีกระดูกสันหลังอื่นๆ และมีระดับการสะสมสารพิษต่ำในปลา มีความสามารถในการเคลื่อนย้ายได้ปานกลางถึงสูงในดินเหนียวหรือดินที่มีอินทรียวัตถุต่ำๆ เพราะสามารถถูกดูดซับได้ไม่ดีในอนุภาคดิน มีครึ่งชีวิตยาวนานมีความสามารถในการปนเปื้อนสารพิษลงสู่น้ำใต้ดินสูง (http://www.dpiw.tas.gov.au) ในประเทศไทยตามรายงานการตรวจพบ atrazine ในแม่น้ำบางปะกง ปริมาณ 0.01 - 0.61

ไมโครกรัมต่อลิตร (ผกาสินีและคณะ, 2549) ในบางประเทศตรวจพบ atrazine ในน้ำใต้ดิน ในระดับความเข้มข้น 0.01 – 6.00 ไมโครกรัมต่อลิตร US.EPA รายงานว่าพบ atrazine ปนเปื้อนในน้ำใต้ดินในระดับสูง ในบางรัฐของอเมริกาที่มีการใช้ในแหล่งปลูก ยังพบการปนเปื้อนในน้ำผิวดิน เช่น ทะเลสาบ แม่น้ำและลำธารในระดับสูงเช่นกัน สำหรับในดิน atrazine คงอยู่ในดินได้นานเป็นเดือน และสามารถเคลื่อนย้ายจากดินสู่แหล่งน้ำใต้ดิน ในตะกอนยังไม่มีข้อมูลสารพิษตกค้างในตะกอน

atrazine เป็นสารกำจัดวัชพืชที่นิยมใช้กันมากในปี 2554 มีปริมาณนำเข้าสูงถึง 3,203,285.1 กิโลกรัม คิดเป็นสาระสำคัญออกฤทธิ์ (active ingredient ; a.i.) 2,710, 026.0 กิโลกรัม มีมูลค่า 321.90 ล้านบาท (สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร, 2554) โดย atrazine ที่ใช้เป็นสูตร 90% WG ใช้ป้องกันกำจัดวัชพืช ใช้ก่อนวัชพืชงอกและหลังวัชพืชงอกแล้วในระยะเริ่มต้นในไร่อ้อย ข้าวโพด สับปะรด กำจัดพืชใบกว้าง เช่น หญ้าตีนกา หญ้าตีนนก ผักโขม ผักโขมหนาม การเพิ่มของวัชพืชหลายชนิดทำให้เกษตรกรต้องใช้สารกำจัดวัชพืชมากขึ้น ทำให้แนวโน้มการนำเข้าสาร atrazine ในปี 2554 มีปริมาณเพิ่มขึ้น ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1. สถิติการนำเข้า atrazine จากปริมาณการนำเข้าและปริมาณสารสำคัญ (กิโลกรัม, กก.) ในระหว่างปี 2551 - 2554

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์ที่ใช้ในแปลงทดลอง

    1.1 เครื่องมือเก็บตัวอย่างดิน (soil auger)

    1.2 อุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างน้ำ และตะกอน ได้แก่ แคงตักน้ำและตะกอน

    1.3 ขวดพลาสติกใส่น้ำ

1.4 ขวดแก้วใส่ตะกอน

1.5 ถุงพลาสติกใส่ดิน

1.6 เครื่องมือวัดคุณภาพน้ำ

1.7 เครื่องที่มีระบบกำหนดพิกัดทางภูมิศาสตร์ (Global Positioning System; GPS)

2. อุปกรณ์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ

2.1 เครื่องแก้วที่ใช้ในการสกัดได้แก่ separatory funnel, beaker, cylinder, Erlenmeyer flask, round bottom flask, graduated tube, glass vial for auto sampler, pipette, ขวดปริมาตร และ glass funnel เครื่องแก้วที่ใช้ในการเตรียมสารละลายของสารมาตรฐาน ได้แก่ auto pipette volumetric pipette และ volumetric flask class A

2.2 เครื่องแก้วที่ใช้ในการเตรียมสารมาตรฐานได้แก่ auto pipette volumetric pipette และ volumetric flask class A

2.3 เคมีภัณฑ์ชนิดต่างๆ สารเคมีชนิด analytical grade สำหรับใช้ในการสกัดตัวอย่าง ได้แก่ anhydrous sodium sulfate (anh. Na_2SO_4), acetone, ethyl acetate, hexane, methanol

2.4 สารพิษมาตรฐาน atrazine ความบริสุทธิ์ 98.50%

2.5 เครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ เช่น เครื่องชั่งละเอียด 2 และ 5 ตำแหน่ง เครื่องสกัดวัตถุมีพิษชนิด separatory funnel shaker เครื่อง shaker homogenizer เครื่อง food processor เครื่องลดปริมาตรชนิด rotary evaporator เครื่องลดปริมาตรชนิด nitrogen evaporator ตู้อบสารเคมี เครื่องทำสุญญากาศ (vacuum pump) ตู้ดูดความชื้น (desiccator) เครื่องผสมสารละลาย (vortex mixer) ตู้เย็นอุณหภูมิ 5 $\pm$ 3 องศาเซลเซียส ตู้แช่ (Freezer) อุณหภูมิ – 20 $\pm$ 5 องศาเซลเซียส และเครื่อง Gas Chromatograph (GC) ของบริษัท Agilent Technology รุ่น HP 6890 พร้อมหัวตรวจวัดชนิดและ μ - Electron Capture Detector (μECD)

วิธีการ

1. การปฏิบัติงานในแปลงทดลอง

1.1 สำรวจพื้นที่เกษตรกรรมการทำแปลงสับปะรดที่ตำบลหนองกร่าง อำเภอบ่อพลอย จังหวัดกาญจนบุรี ขนาด 30 ไร่ ที่พิกัด 47 P 556566 1604817 เริ่มทำการทดลองเมื่อสับปะรดมีอายุประมาณ 1 ปี เก็บเกี่ยวผลผลิตสับปะรดเมื่ออายุประมาณ 13 – 17 เดือน มีแหล่งน้ำไหลผ่านและติดกับพื้นที่แปลงปลูกสับปะรดเป็นบ่อเก็บน้ำไว้ใช้เพื่อการเกษตร

1.2 การเตรียมอุปกรณ์เก็บตัวอย่างน้ำและตะกอน กำหนดจุดสำหรับสุ่มเก็บ ใช้แครงสุ่มตักตัวอย่างน้ำและตะกอนตามจุดที่กำหนด ให้เต็มขวดปริมาตร 1 ลิตร และขวดตะกอน ถ้าน้ำมีลักษณะใสสะอาด สามารถนำมาสกัดได้ทันที แต่ถ้ามีความขุ่นหรือสกปรก ให้กรอง เพื่อแยกสิ่งปนเปื้อนออกก่อนการตรวจวิเคราะห์ ตัวอย่างดินใช้ soil auger เก็บดินจากแปลงสับปะรด โดยใช้วิธีแบ่งพื้นที่ให้เป็น 10 ส่วน แล้วทำการสุ่มเก็บให้ได้ตัวอย่างละประมาณ 1 กิโลกรัม ผึ่งในถาดที่อุณหภูมิห้องให้มีความชื้นประมาณ 10 - 20 เปอร์เซ็นต์ แล้วทุบให้ละเอียด ผสมคลุกเคล้าให้เข้ากันก่อนนำไปทดสอบและหาเปอร์เซ็นต์ความชื้น

1.3 การฉีดพ่นวัตถุมีพิษ การปลูกสับปะรดและดูแลรักษาตามแบบของเกษตรกร

1.4 การเก็บตัวอย่างดิน น้ำ และตะกอน เก็บตัวอย่างก่อนการฉีดพ่น และภายหลังการฉีดพ่น

2. การปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ

2.1 การเตรียมตัวอย่างดิน

2.1.1 ในกรณีที่ตัวอย่างดินมีสิ่งอื่นๆ ปนมา เช่น เศษหิน เศษพืช ให้เก็บออกก่อนนำไปชั่งเพื่อทดสอบ

2.1.2 การหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นในดิน นำตัวอย่างดินและตะกอนที่เก็บมาตากไว้ในที่ร่มจนมีความชื้นอยู่ในช่วง 10 – 20% จากนั้นนำไปชั่งพร้อมกับการชั่งตัวอย่างเพื่อสกัด และคำนวณน้ำหนักตัวอย่างดินและตะกอนแห้ง

2.1.3 ชั่งตัวอย่างดิน 20.0 กรัม ใส่ลงใน Erlenmeyer flask และ 50.0 กรัม ใส่ลงใน Petri dish และบันทึกน้ำหนัก Petri dish เปล่า

2.2 การหาความชื้นในตัวอย่างดิน

2.2.1 นำตัวอย่างดิน 50.0 กรัม ไปเข้าตู้อบ (Oven) โดยตั้งอุณหภูมิ 105 $\pm$ 5 °C นาน 24 ชั่วโมง นำตัวอย่างดินไปเข้าตู้อบ (Oven) อีกครั้ง โดยตั้งอุณหภูมิ 105 $\pm$ 5 °C นาน 4 ชั่วโมง

2.2.2 นำตัวอย่างดินออกจากตู้อบ และใส่ไว้ใน Desiccator จนเย็นลงที่อุณหภูมิห้อง

2.2.3 นำตัวอย่างดินไปชั่ง บันทึกน้ำหนักครั้งที่ 2

2.2.4 น้ำหนักของการอบที่สองครั้งจะต่างกันไม่เกิน 1% ถ้าต่างมากกว่านี้ จะต้องนำเข้าอบที่อุณหภูมิเดิมต่อจนน้ำหนักที่ชั่งได้แตกต่างกันไม่เกิน 1% นำไปคำนวณ % ความชื้น

2.3 การคำนวณ % ความชื้นดิน

2.3.1 % ความชื้น = $\frac{\text{(น้ำหนักดินก่อนอบ – น้ำหนักดินหลังอบ) x 100}}{\text{(น้ำหนักดินหลังอบ – น้ำหนัก Petri dish)}}$

โดย น้ำหนักดินก่อนอบ มาจาก น้ำหนัก Petri dish รวมกับ น้ำหนักดิน 50.0 กรัม

น้ำหนักดินหลังอบ มาจาก น้ำหนัก Petri dish รวมกับ น้ำหนักดินหลังอบที่ชั่งได้

2.3.2 น้ำหนักดินแห้ง (กรัม) = $\frac{\text{น้ำหนักดินเปียก – (น้ำหนักดินเปียก x \% ความชื้นดิน)}}{100}$

2.4 การสกัดสารกำจัดวัชพืช atrazine ในตัวอย่างดิน/ตะกอน วิธีการตรวจวิเคราะห์ atrazine ในดิน และตะกอนประยุกต์ใช้วิธี ultrasonic (Babic, S. *et. al.,* 1998)

2.4.1 ชั่งตัวอย่าง 20 กรัม เติม ethyl acetate (AR) 75 มิลลิลิตร นำไปตั้งที่เครื่อง ultra sonic bath 25 นาที

2.4.2 ยกลงตั้งทิ้งไว้ แล้วกรองผ่านกระดาษกรองที่มี sodium sulfate

2.4.3 ล้างด้วย ethyl acetate (AR) 2 ครั้งๆ ละ 20 มิลลิลิตร

2.4.4 นำไปลดปริมาตรด้วยเครื่อง Rotary evaporator ระเหยจนเกือบแห้ง

2.4.5 นำมาเปลี่ยน solvent เป็น hexane (iso-octane) ใช้ประมาณ 10 มิลลิลิตร ระเหยเกือบแห้ง ปรับปริมาตรด้วย hexane (PR) ศึกษาประสิทธิภาพของวิธีการตรวจวิเคราะห์ (Recovery) ในดินที่ระดับความเข้มข้น 0.03, 0.06 และ 0.11 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

2.5 วิธีการตรวจวิเคราะห์ atrazine ในน้ำ ใช้วิธี In house method (2007) ศึกษาประสิทธิภาพของวิธีการตรวจวิเคราะห์ (Recovery) ในน้ำที่ระดับความเข้มข้น 0.03, 0.1 และ 1.11 ไมโครกรัมต่อลิตร

2.6 การคำนวณปริมาณสารพิษตกค้าง ในตัวอย่าง ดิน น้ำ และตะกอน ใช้สูตร

$$C = \frac{(R_x - B_0)}{A_0} \times \frac{V \times D}{W}$$

เมื่อ C คือ ความเข้มข้นของสารในตัวอย่าง (น้ำ หน่วย ไมโครกรัมต่อลิตร ดินและตะกอน หน่วย มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

R_x คือ Response (area/height) ของสารในตัวอย่าง

B_0 คือ intercept ของ calibration curve

A_0 คือ slope ของ calibration curve

V คือ ปริมาตรสุดท้ายของสารละลายตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

W คือ น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม) หรือ ปริมาตรตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

D คือ dilution factor

2.7 การคำนวณค่าครึ่งชีวิต (half- life, $t_{1/2}$) จากสมการ exponential ใช้สูตร

half- life ($t_{1/2}$) = -0.693/b

เมื่อ b คือ slope ของ curve จากสมการ exponential

$$y = ae^{bx}$$

2.8 ประสิทธิภาพของวิธีการสกัด (% Recovery) ตามสูตร

$$\% \text{ Recovery} = \frac{(C_1 - C_2) \times 100}{C_{fortified}}$$

เมื่อ C_1 คือ ความเข้มข้นของสารใน Fortified sample

C_2 คือ ความเข้มข้นของสารใน Sample blank

$C_{fortified}$ คือ ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานที่เติมลงใน Fortified sample

2.9 ตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Gas Chromatograph หัวตรวจวัดชนิด micro Electron Capture Detector (μ - ECD) วิเคราะห์ข้อมูลและรายงานผลการทดลอง

ระยะเวลา เดือนตุลาคม 2554 ถึง เดือนพฤศจิกายน 2555

สถานที่ดำเนินการ แปลงสับปะรดที่ใช้ในการทดลองของเกษตรกรนายสนาน แซ่อึ้ง ตำบลหนองกร่าง อำเภอบ่อพลอย จังหวัดกาญจนบุรี และห้องปฏิบัติการกลุ่มงานวิจัยผลกระทบจากการใช้วัตถุมีพิษการเกษตร กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

ผลการทดลองและวิจารณ์

สภาพพื้นที่แปลงทดลองมีลักษณะเป็นที่ดอนมีความลาดชันปานกลาง มีสระน้ำด้านล่างแปลง การระบายน้ำดี ชนิดของดินเป็นดินร่วนปนทราย (Sandy loam) เกษตรกรมีการใช้ปุ๋ยยูเรียสูตร 21 - 0 - 0 ผลการวิเคราะห์ดิน พบว่า ดินเป็นกรดรุนแรง ค่า pH 4.0 ดินมีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างต่ำ เนื่องจากมีปริมาณอินทรียวัตถุและปริมาณโพแทสเซียมต่ำคือ 26 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แต่มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในระดับปานกลางคือ 25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ดินมีลักษณะร่วนเหนียวปนทราย มีอินทรียวัตถุน้อย ควรปรับปรุงดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์ เช่น ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก หรือปุ๋ยเทศบาล อัตรา 1 - 2 ตันต่อไร่ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีโดยการแบ่งใส่ปุ๋ยเคมีในระยะการเจริญเติบโตต่างๆ

การทดสอบประสิทธิภาพของวิธีตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง atrazine ในตัวอย่างดิน น้ำ และตะกอน ตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Gas Chromatograph (GC) หัวตรวจวัดชนิด micro - Electron Capture Detector (μECD) ผลการทดสอบประสิทธิภาพของวิธีการตรวจวิเคราะห์ (Recovery) ในดินและตะกอนที่ระดับความเข้มข้น 0.03, 0.06 และ 0.11 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ได้ค่า recovery เฉลี่ย 82-100% ปริมาณสารพิษต่ำสุดที่วิธีวิเคราะห์สามารถตรวจได้อย่างถูกต้อง (Limit of Quantitation ; LOQ) 0.03 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนผลการทดสอบประสิทธิภาพของวิธีการตรวจวิเคราะห์ (Recovery) ในน้ำที่ระดับความเข้มข้น 0.03, 0.1และ 1.11 ไมโครกรัมต่อลิตร ได้ค่า recovery เฉลี่ย 84 - 100% ปริมาณสารพิษต่ำสุดที่วิธีวิเคราะห์สามารถตรวจได้อย่างถูกต้อง (Limit of Quantitation ; LOQ) 0.09 ไมโครกรัมต่อลิตร เก็บตัวอย่างดิน น้ำ และตะกอน เพื่อตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างและใช้เป็นค่าอ้างอิงก่อนการฉีดพ่น atrazine ซึ่งเป็นสารกำจัดวัชพืชในแปลงสับปะรด ตัวอย่างดินเก็บดิน 2 ระดับ ดินบน 0-10 เซนติเมตร ตรวจไม่พบสารพิษตกค้างและดินล่าง 10 - 20 เซนติเมตร ตรวจไม่พบสารพิษตกค้าง atrazine ตัวอย่างตะกอนตรวจไม่พบสารพิษตกค้าง atrazine และตัวอย่างน้ำตรวจไม่พบสารพิษตกค้าง atrazine

หลังการฉีดพ่นสารพิษครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ซึ่งเป็นช่วงที่ยังไม่สามารถเก็บผลผลิตสับปะรดได้ เก็บตัวอย่างดิน น้ำ และตะกอนเพื่อตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตามช่วงเวลาที่กำหนด คือ ตั้งแต่ 0 – 60 วัน ผลการตรวจวิเคราะห์ได้ดังนี้

ปริมาณสารพิษ atrazine ในดิน

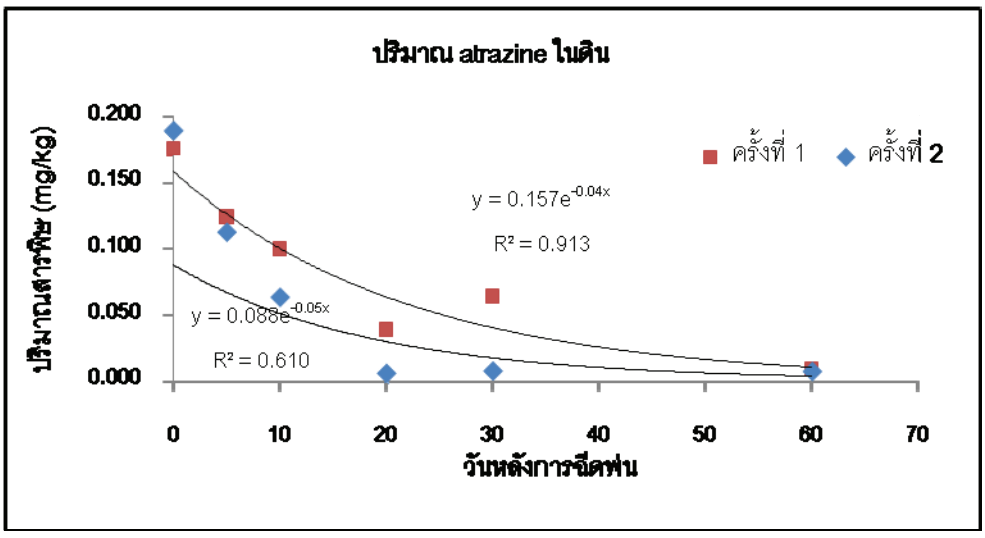
หลังการฉีดพ่น atrazine ครั้งที่ 1 ตรวจพบสารพิษในวันที่ฉีดพ่น (0 วัน) จนถึงวันที่ 60 หลังการฉีดพ่น มีปริมาณเฉลี่ย (จากการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่าง 10 ซ้ำ) ตั้งแต่ 0.18 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ถึง < 0.03 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

หลังการฉีดพ่น atrazine ครั้งที่ 2 ตรวจพบสารพิษในวันที่ฉีดพ่น (0 วัน) จนถึงวันที่ 60 หลังการฉีดพ่น มีปริมาณเฉลี่ย (จากการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่าง 10 ซ้ำ) ตั้งแต่ 0.19 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ถึง < 0.03 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1. ปริมาณสารพิษ atrazine ในดินในช่วงเวลาต่างๆ

วันหลังการฉีดพ่น (วัน)	ปริมาณ atrazine เฉลี่ยในดิน (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) หลังการฉีดพ่นครั้งที่ 1 (N=10)	ปริมาณ atrazine เฉลี่ยในดิน (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) หลังการฉีดพ่นครั้งที่ 2 (N=10)
0	0.18	0.19
5	0.12	0.11
10	0.10	0.06
20	0.04	<0.03
30	0.06	<0.03
60	< 0.03	<0.03

นำข้อมูลที่ได้จากตาราง 1 ไปคำนวณหาค่าการสลายตัวของ atrazine และหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารพิษตกค้างกับระยะเวลาหลังการฉีดพ่นสารพิษในช่วงเวลาต่างๆ จะได้สมการการสลายตัวของสารพิษในรูป Exponential; $y = ae^{bx}$ จากสมการนำไปคำนวณระยะเวลาที่สารพิษสลายตัวจนลดลงมีปริมาณครึ่งหนึ่ง (half life) ด้วยสมการ $t_{1/2} = - 0.693/b$ จากภาพที่ 2 จะได้ค่า b เท่ากับ - 0.04 และ - 0.05 ตามลำดับ เมื่อนำไปคำนวณจะได้ค่าครึ่งชีวิต (half life) ของสารพิษในดินเฉลี่ยเท่ากับ 15.6 วัน



ภาพที่ 2. ปริมาณสารพิษ atrazine ในดินในช่วงเวลาต่างๆ

ปริมาณสารพิษ atrazine ในตะกอน

หลังการฉีดพ่น atrazine ครั้งที่ 1 และ ครั้งที่ 2 ตรวจวิเคราะห์สารพิษในตะกอนพบปริมาณต่ำมาก น้อยกว่า 0.03 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (<LOQ) ตั้งแต่หลังการฉีดพ่นวันแรกจนถึงวันที่ 60 ของการฉีดพ่น

ปริมาณสารพิษ atrazine ในน้ำ

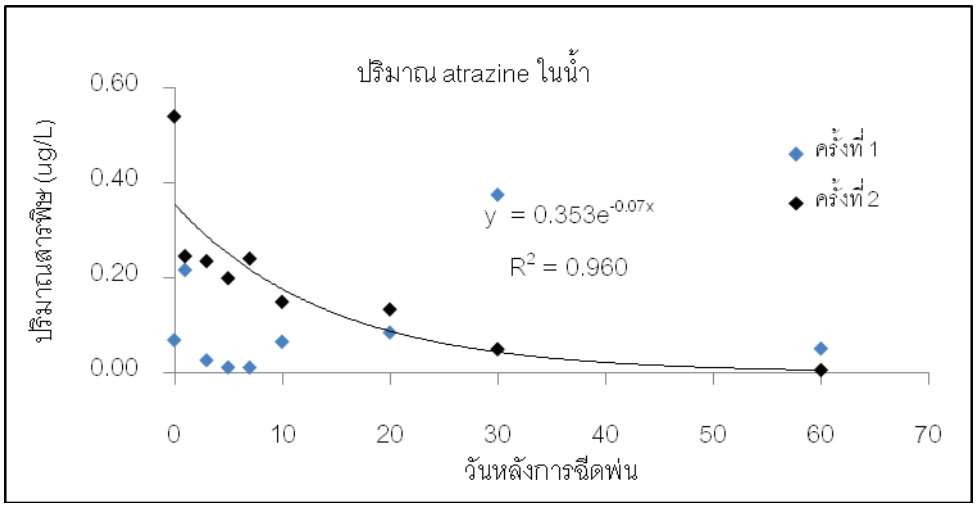
หลังการฉีดพ่น atrazine ครั้งที่ 1 ตรวจพบสารพิษในวันที่ฉีดพ่น (0 วัน) จนถึงวันที่ 60 หลังการฉีดพ่น มีปริมาณเฉลี่ย (จากการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่าง 10 ซ้ำ) ตั้งแต่ 0.37 ไมโครกรัมต่อลิตร ถึง < 0.09 ไมโครกรัมต่อลิตร

หลังการฉีดพ่น atrazine ครั้งที่ 2 ตรวจพบสารพิษในวันที่ฉีดพ่น (0 วัน) จนถึงวันที่ 60 หลังการฉีดพ่น มีปริมาณเฉลี่ย (จากการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่าง 10 ซ้ำ) ตั้งแต่ 0.54 ไมโครกรัมต่อลิตร ถึง < 0.09 ไมโครกรัมต่อลิตร ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2. ปริมาณสารพิษ atrazine ในน้ำของช่วงเวลาต่างๆ

วันหลังการฉีดพ่น (วัน)	**ปริมาณ atrazine เฉลี่ยในน้ำ (ไมโครกรัมต่อลิตร) หลังการฉีดพ่นครั้งที่ 1 (N=10)**	**ปริมาณ atrazine เฉลี่ยในน้ำ (ไมโครกรัมต่อลิตร) หลังการฉีดพ่นครั้งที่ 2 (N=10)**
0	<0.09	0.54
1	0.22	0.24
3	<0.09	0.23
5	<0.09	0.20
7	<0.09	0.24
10	<0.09	0.15
20	<0.09	0.13
30	0.37	<0.09
60	<0.09	<0.09

นำข้อมูลที่ได้จากตาราง 2 มาสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารพิษตกค้างกับระยะเวลาหลังการฉีดพ่นสารพิษในช่วงเวลาต่างๆ ได้ผลดังภาพที่ 3 เนื่องจากข้อมูลครั้งที่ 1 มีการกระจายตัวมากจึงไม่สามารถคำนวณค่าครึ่งชีวิตในการสลายตัวของสารพิษในน้ำได้ เพราะไม่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมได้เช่นเกิดฝนตกในวันหรือก่อนวันเก็บตัวอย่างทำให้ผลที่ได้ค่อนข้างมีข้อมูลที่กระจายตัว จึงใช้ผลการวิเคราะห์ในการฉีดพ่นครั้งที่ 2 จะได้สมการการสลายตัวของสารพิษในรูป Exponential; $y = ae^{bx}$ และจากสมการนำไปคำนวณระยะเวลาที่สารพิษสลายตัวจนลดลงมีปริมาณครึ่งหนึ่ง (half life) ด้วยสมการ $t_{1/2} = - 0.693/b$ จากภาพที่ 2 จะได้ค่า b เท่ากับ - 0.07 เมื่อนำไปคำนวณจะได้ค่าครึ่งชีวิต (half life) ของสารพิษในน้ำเฉลี่ยเท่ากับ 10 วัน



ภาพที่ 3. ปริมาณสารพิษ atrazine ในน้ำในช่วงเวลาต่างๆ

ทั้งนี้ปริมาณ atrazine ที่มีความเป็นพิษต่อสัตว์น้ำ มีค่า LC_{50} (96 hour) ในปลา rainbow trout = 8.8 มิลลิกรัมต่อลิตร (Douglas Hartley and Hamish Kidd, Unwin Bbrother, 1991) ซึ่งปริมาณสารพิษที่ตรวจพบในแหล่งน้ำในแปลงสับปะรดต่ำกว่าค่า LC_{50} ที่จะทำให้เกิดความเป็นพิษต่อปลา มาตรฐานคุณภาพดินของประเทศไทยกำหนดค่ามาตรฐานสาร atrazine ในดิน ต้องไม่เกิน 22 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2547) ส่วนค่ามาตรฐาน atrazine ในน้ำ (MAC) 5.0 ไมโครกรัมต่อลิตร ในแหล่งน้ำเพื่อการประมง U.S.EPA ได้กำหนดค่า maximum contaminant level (MCLs) ของ atrazine เท่ากับ 0.003 มิลลิกรัมต่อลิตรหรือ 3 ไมโครกรัมต่อลิตร (EPA, 2003 and ATSDR, 2006) ซึ่งสารพิษตกค้างที่ตรวจพบก็มีปริมาณไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ/คำแนะนำ

จากผลการศึกษาการสลายตัวและสะสมสาร atrazine ในดิน น้ำ และตะกอน ในแหล่งปลูกสับปะรด สรุปได้ว่าการฉีดพ่นสารพิษในสับปะรด ทำให้สารพิษปนเปื้อนและสะสมในสิ่งแวดล้อม แม้ว่าปริมาณการปนเปื้อนจะมีปริมาณไม่สูงมากและระยะเวลาในการสลายตัวอยู่ระหว่าง 10 – 16 วันซึ่งไม่นานมาก แต่สัตว์น้ำและพืชน้ำในแหล่งปลูกก็เป็นอาหารของมนุษย์ สำหรับสารพิษที่ตกค้างอยู่ในน้ำต่ำกว่าค่าความเป็นพิษต่อปลาทำให้ยังคงปลอดภัยต่อการเลี้ยงปลาในแหล่งน้ำเพื่อการบริโภค ส่วนสารพิษที่ตกค้างอยู่ในดินอาจมีการชะละลายสารพิษที่ปนเปื้อนในดินลงสู่แหล่งน้ำบริเวณนั้น ถึงแม้ว่า atrazine จะมีความเป็นพิษปานกลางต่อคนและสัตว์ แต่เกษตรกรก็ต้องระมัดระวังระหว่างการปฏิบัติงาน ควรป้องกันตัวเองด้วยการสวมใส่อุปกรณ์ ปฏิบัติตามคำแนะนำบนฉลากอย่างเคร่งครัดเพื่อป้องกันอันตรายจากการใช้วัตถุมีพิษการเกษตร และเพื่อป้องกันการกระจายวัตถุมีพิษการเกษตรสู่สิ่งแวดล้อมโดยการไม่ใช้เกินอัตราที่กำหนด

การนำไปใช้ประโยชน์

ผลการศึกษาการสลายตัวและสะสมสาร atrazine ในดิน น้ำ และตะกอน ในแหล่งปลูกสับปะรด นำไปเผยแพร่และแนะนำเกษตรกรผู้ปลูกสับปะรดให้ทราบถึงการปนเปื้อนของสารพิษในสิ่งแวดล้อมในแหล่งปลูกพืชว่ามีปริมาณสารพิษตกค้างในระดับที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อเกษตรกรและสิ่งมีชีวิตบริเวณใกล้เคียงหรือไม่ เป็นข้อมูลที่สำคัญในการพิจารณาประเมินความเสี่ยงภัยจากผลกระทบ การใช้วัตถุมีพิษการเกษตร ที่มีต่อเกษตรกรและสิ่งแวดล้อม ถ่ายทอดความรู้แก่ผู้ที่สนใจทั่วไป และเผยแพร่ในหนังสือรายงานประจำปี และการประชุมวิชาการ

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มวิจัยวัชพืช. 2548. คำแนะนำการป้องกันกำจัดวัชพืชและการใช้สารกำจัดวัชพืชปี 2547. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช. กรมวิชาการเกษตร. 133 น.

คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2547. ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 25 (พ.ศ.2547) เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพดิน. *ใน* ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 121 ตอนพิเศษ ตุลาคม 2547.

ผกาสินี คล้ายมาลา, ปรีชา ฉัตรสันติประภา และ พงศ์ศรี ใบอดุลย์. 2549. การสำรวจสารพิษตกค้างในแม่น้ำบางปะกง. *ใน* ผลการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ 2549. สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร.

ผกาสินี คล้ายมาลา, ประกิจ จันทร์ติ๊บ และ วรวิทย์ สุจิรธรรม. 2554. ศึกษาการสลายตัวและสะสมสารกำจัดวัชพืชกลุ่ม Triazine ในดิน น้ำ และตะกอน ในแหล่งปลูกพืชสวนและพืชไร่ : ชนิด atrazine ในไร่อ้อย. *ใน* ผลการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ 2554. สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร, กรมวิชาการเกษตร.

ATSDR. 2006. Interaction Profile for: Atrazine, Desethylatrazine, Diazinon, Nitrate, and Simazine. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR), Division of Toxicology/Toxicology Information Branch. U.S. Department of Health and Human Services Public Health Service. Atlanta, Georgia, U.S.A.

Babic, S., Petrovic, M. and Kastelan-Macan., K. 1998. Ultrasonic solvent extraction of Pesticides from soil. Journal of Chromatography Analysis. vol. 823 :1-2, Oct. 1998: 3-9.

Back C.A. 1965. “Method of soil analysis: part I physical and mineralogical properties”. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA.

Douglas Hartley and Hamish Kidd, Unwin Bbrother, The Agrochemical Handbook Third Edition Limited, Nottingham England, 1991.

EPA. 2003. Toxicological Profile for Atrazine. U.S. Department of Health and Human Service. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Division of Toxicology/Toxicology Information Branch. Atlanta, Georgia, U.S.A.

In house method. 2007. Base on Organochlorine and Organophosphorus Pesticide. General Multiresidue Method. AOAC Official Method 970.52 (1995) กลุ่มงานวิจัยผลกระทบจากการใช้วัตถุมีพิษการเกษตร. สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

WHO. 2010. The WHO Recommended Classification of Pesticide by Hazard and Guidelines to Classification. 2009. International Programme on Chemical Safety (IPCS) and Inter- organization Programme for the Sound Management of Chemicals (IOMC).

http://www.doa.go.th/ard/images/stories/stat/stat_413.pdf

http://www.dpiw.tas.gov.au/inter,nsf/Attachments/EGIL-57A2CL/$FILE/ATRAZINE.pdf

http://www.epa.gov/teach/chem_summ/Atrazine_summary.pdf

http://www.osti.gov/energycitations/servlets/purl/10190387-0ya2oZ/webviewable/10190387.pdf

การใช้ผลิตภัณฑ์สารธรรมชาติร่วมกับ cypermethrin ในคะน้า

Using Botanical Pesticide to Reduce Cypermethrin for Controlling Kale Pests

ธิติยาภรณ์ ประยูรมหิศร ธนิตา ค่ำอำนวย พรรณีกา อัตตนนท์ วิทยา บัวศรี

กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยผลิตทางการเกษตร

.....

บทคัดย่อ

การศึกษาการใช้สารสกัดจากธรรมชาติร่วมกับ cypermethrin ในคะน้า มีวัตถุประสงค์ที่จะใช้สารสกัดจากธรรมชาติมาควบคุมแมลงศัตรูพืชเพื่อลดการใช้สารเคมี ซึ่งมีปัญหาสารพิษตกค้างในพืชผลเกษตรส่งออก โดยดำเนินการทดลองในแปลงเกษตรกร อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี ในช่วงเดือน มกราคม-มิถุนายน 2553 โดยวางแผนการทดลองแบบ RCB 3 ซ้ำ 9 กรรมวิธี ได้แก่ การพ่น cypermethrin การพ่น cypermethrin สลับกับสารสกัดสะเดา การพ่น cypermethrin ผสมสารสกัดสะเดา พ่นสลับกับสารสกัดสะเดา การพ่น cypermethrin สลับกับสารสกัดหางไหล การพ่น cypermethrin ผสมกับสารสกัดหางไหล พ่นสลับกับสารสกัดหางไหล การพ่น cypermethrin สลับกับสารสกัดหนอนตายหยาก การพ่น cypermethrin ผสมสารสกัดหนอนตายหยาก พ่นสลับกับสารสกัดหนอนตายหยาก การพ่นสารสกัดหางไหลสลับกับสารสกัดหนอนตายหยากและสารสกัดสะเดา และกรรมวิธีไม่พ่นสาร ผลการทดลองพบว่าสารสกัดหนอนตายหยากผสม cypermethrin ฉีดพ่นสลับกับสารสกัดหนอนตายหยาก สามารถป้องกันและควบคุมหนอนใยผักได้ดีกว่าการใช้ cypermethrin เพียงอย่างเดียว เช่นเดียวกับการใช้หางไหลผสม cypermethrin และสะเดาผสม cypermethrin และแตกต่างจากแปลงควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อดูผลผลิตของคะน้า พบว่าการใช้สารสกัดสะเดาผสม cypermethrin พ่นสลับกับสารสกัดสะเดาให้ผลผลิตดีที่สุด คือ 82.27 กิโลกรัมต่อ 10 ตารางเมตร เมื่อนำผลผลิตคะน้าไปตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารตกค้าง cypermethrin หลังเก็บเกี่ยวที่ระยะเวลา 1 วัน, 5 วัน และ 7 วัน พบสารตกค้าง 6.77, 5.73 และ 0.83 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ในแปลงที่ฉีดพ่น Cypermethrin เพียงอย่างเดียว และแปลงที่ใช้ร่วมกับสารสกัดจากธรรมชาติพบว่ามีค่าไม่เกินค่ามาตรฐาน MRLs กำหนดคือ 1.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เมื่อเก็บผลผลิตหลังฉีดพ่นสารไปแล้ว 7 วัน

คำนำ

จากรายงานการตรวจวิเคราะห์พืชผักและผลไม้ส่งออกของกลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร ช่วง มกราคม – ธันวาคม 2551 พบว่า cypermethrin เป็นสารเคมีชนิดหนึ่งที่ตกค้างมาก และพบในปริมาณที่เกินค่า MRLs ในพืชผักผลไม้ที่ส่งออกไปยังประเทศญี่ปุ่น สิงคโปร์ และสหภาพยุโรป นอกจากนี้ cypermethrin เป็นสารที่ไม่ได้รับการแนะนำจากกรมวิชาการเกษตรให้ใช้ในพืชผักเช่น ในคะน้าและพริก แต่ก็ยังมีการนำไปใช้ทำให้เกิดปัญหาการส่งออกบ่อยครั้ง

Cypermethrin เป็นสารป้องกันกำจัดแมลง กลุ่ม pyrethroid ที่มีความเป็นพิษในระดับพิษปานกลาง (Moderately Hazardous, class II) เป็นสารป้องกันกำจัดแมลงที่เกษตรกรนิยมใช้มาก ในปี 2551 มีปริมาณนำเข้าสูงถึง 932.2 ตัน คิดเป็นสาระสำคัญหรือสารออกฤทธิ์ (active ingredient, a.i.) 856.35 ตัน มีมูลค่า 281.38 ล้านบาท จาก

ฉลากสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชโดยกรมวิชาการเกษตร cypermethrin ผลิตเป็นสูตร EC (Emulsifiable concentrate) ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์, 25 เปอร์เซ็นต์ และ 35 เปอร์เซ็นต์ ใช้ป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชหลายชนิด เช่น หนอนเจาะสมอฝ้าย หนอนใยผัก หนอนกระทู้ผัก หนอนผีเสื้อ หนอนกอ มอด และเพลี้ยจักจั่นมะม่วง มีวิธีการใช้โดยการฉีดพ่น ดังนั้นโอกาสที่สารพิษจะฟุ้งกระจายในอากาศขณะฉีดพ่น ปนเปื้อนบนผลผลิตและเกิดอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในสภาพแวดล้อม เมื่อตกลงบนดินหรือในแหล่งน้ำย่อมเกิดขึ้นได้สูง

คะน้าเป็นพืชที่สำคัญอีกชนิดหนึ่งและพบว่ามีปริมาณสาร cypermethrin ตกค้างในปริมาณที่เกินค่า MRLs กำหนดคือ 1.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แมลงศัตรูที่ทำลายผลผลิตคะน้ามากที่สุดได้แก่ หนอนใยผักและด้วงหมัดผัก ดังนั้นเกษตรกรจึงใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศตรูพืชในปริมาณมากในระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตทำให้ผลผลิตที่ได้มีโอกาสที่จะมีปริมาณสารพิษตกค้างในผลผลิตได้สูง ประกอบกับการใช้สารเคมีในการกำจัดแมลงศัตรูพืชที่ไม่ถูกต้อง ทำให้แมลงเกิดการดื้อต่อสารเคมีดังกล่าว ศัตรูธรรมชาติถูกทำลาย เกิดการระบาดของแมลงศัตรูชนิดใหม่ เกิดการตกค้างของสารเคมีในสิ่งแวดล้อม และเกิดการเป็นพิษต่อมนุษย์และสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศน์ จากข้อเสียดังกล่าวในการใช้สารเคมี การลดการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่รวมถึงการเพิ่มการใช้ปัจจัยการผลิตที่ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อมคือ การใช้สารสกัดจากพืชเพื่อทดแทนสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชเป็นทางเลือกในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช ซึ่งจะทำให้ผลผลิตทางการเกษตรมีคุณภาพ ปลอดภัยต่อการบริโภคและสิ่งแวดล้อมและเป็นการสนับสนุนให้เกษตรกรใช้เป็นทางเลือกที่ดีและปลอดภัย จึงทำให้มีการศึกษาสารสกัดจากพืชเพื่อทดแทนสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช ปัจจุบันมีการนำสารสกัดจากพืชหลายชนิดมาใช้ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช ได้แก่ สะเดา (ขวัญชัย,2542; Isman,1997; Klaus,1995) หางไหล (วินัย,2540; Trease and evan,1985) หนอนตายหยาก (สมพรและคณะ, 2545; Areekul *et al.,* 2531 และเทพ, 2520) ว่านน้ำ (มงคล แก้วเทพ, 2547; Perrett and Whitfield, 2006; Narumon, *et al.,* 2006) ขมิ้นชัน (Guddadarangavvanahally, 2002) สาบเสือ (มารศรี,1986)

สะเดามีสารออกฤทธิ์ในการควบคุมแมลงที่สำคัญคือ azadirachtin ซึ่งสามารถยับยั้งกระบวนการลอกคราบ (mold disrupting effect) ยับยั้งการกินอาหาร (antifeedant effect) ทำให้อวัยวะในการรับรสและกลิ่นในการกินอาหารทำหน้าที่ผิดปกติ สารสกัดสะเดามีประสิทธิภาพในการลดความสามารถในการวางไข่ (egg laying) มีผลต่อการเคลื่อนไหวและการบินของแมลงจะมีอาการเชื่องช้า เนื่องจากสาร azadirachtin จะไปสะสมในส่วนของสมอง corpus cardiacum และปลายประสาทต่างๆ ส่วนหางไหลมีสารออกฤทธิ์ในการควบคุมแมลงที่สำคัญคือ rotenone การออกฤทธิ์จะเป็นแบบ non-systematic insecticide ออกฤทธิ์โดยการกินและการสัมผัสและมีผลโดยตรงกับระบบการทำงานในไมโตคอนเดรียภายในเซลล์ร่างกายแมลงที่ได้รับสาร rotenone จะมีการหายใจน้อยลง หัวใจเต้นช้าลง ทำให้ขาดออกซิเจน เป็นอัมพาตและตายในที่สุด (สุเทพและลักขณา, 2546) และสารออกฤทธิ์ในหนอนตายหยากได้แก่ สารในกลุ่มอัลคาลอยด์ และสารสกัดจากรากจะมีฤทธิ์ในการฆ่าและยับยั้งการกินของแมลงมากกว่าสารสกัดที่ได้จากใบ

งานวิจัยนี้จึงใช้คุณสมบัติของสารสกัดจากพืชดังที่กล่าวข้างต้น มาใช้ร่วมกับสาร cypermethrin ในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูของคะน้า เพื่อลดการใช้สาร cypermethrin ซึ่งเป็นปัญหาสารพิษตกค้างในคะน้า และป้องกันปัญหาการส่งออกคะน้า และเป็นแนวทางในการใช้สารสกัดจากพืชเพื่อทดแทนหรือลดการใช้สารเคมีที่ร้ายแรงอื่นๆ ต่อไป

วิธีดำเนินการ

1. **การใช้สารสกัดจากธรรมชาติร่วมกับ cypermethrin ในแปลงคะน้า**

ดำเนินการทดลองในแปลงเกษตรกร อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี ในช่วงเดือนมกราคม 2553 ถึงเดือนมิถุนายน 2553 วางแผนการทดลองแบบ RCB 3 ซ้ำ 9 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 Cypermethrin (อัตรา 30 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร)

กรรมวิธีที่ 2 Cypermethrin (อัตรา 30 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร) พ่นสลับกับสารสกัดสะเดา (อัตรา 200 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร) 2 ครั้ง

กรรมวิธีที่ 3 Cypermethrin (อัตรา 30 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร) ผสมสารสกัดสะเดา (อัตรา 200 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร) พ่นสลับกับสารสกัดสะเดา (อัตรา 200 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร)

กรรมวิธีที่ 4 Cypermethrin (อัตรา 30 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร) พ่นสลับกับสารสกัดหางไหล (อัตรา 100 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร) 2 ครั้ง

กรรมวิธีที่ 5 Cypermethrin (อัตรา 30 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร) ผสมสารสกัดหางไหล (อัตรา 100 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร) พ่นสลับกับสารสกัดหางไหล (อัตรา 100 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร)

กรรมวิธีที่ 6 Cypermethrin (อัตรา 30 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร) พ่นสลับกับสารสกัดหนอนตายหยาก (อัตรา 300 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร) 2 ครั้ง

กรรมวิธีที่ 7 Cypermethrin (อัตรา 30 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร) ผสมสารสกัดหนอนตายหยาก (อัตรา 300 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร) พ่นสลับกับสารสกัดหนอนตายหยาก (อัตรา 300 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร)

กรรมวิธีที่ 8 สารสกัดหางไหล (อัตรา 100 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร) พ่นสลับกับสารสกัดหนอนตายหยาก (อัตรา 300 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร) และสารสกัดสะเดา (อัตรา 200 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร)

กรรมวิธีที่ 9 แปลงควบคุม

เตรียมแปลงทดลองขนาด 2 x 5 เมตร จำนวน 27 แปลง ระยะระหว่างแปลงย่อย 1.5 เมตร ระยะระหว่างกรรมวิธี 1.2 เมตร หว่านเมล็ดคะน้าให้กระจายสม่ำเสมอทั่วแปลง ต้นกล้าจะงอกภายใน 7 วัน ถอนต้นกล้าที่อ่อนแอหรือแน่นทิ้งไป ดูแลและป้องกันโรคแมลงที่เกิดขึ้น เริ่มพ่นสารทดลองกรรมวิธีต่างๆ เมื่อคะน้าอายุได้ 30 วัน โดยกำหนดการพ่นสารทุก 5 วัน พ่นสารทดลองทั้งหมด 6 ครั้ง สารทดลองทุกกรรมวิธีผสมสารจับใบเบสมอร์ อัตรา 5 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร สุ่มตรวจนับจำนวนหนอนใยผักที่เข้าทำลายคะน้าก่อนพ่นสารทุกครั้ง และสุ่มเก็บผลผลิตคะน้าหลังพ่นสารครั้งสุดท้าย ชั่งผลผลิต สุ่มเก็บผลผลิตคะน้าในแปลงที่มีการใช้สาร cypermethrin เพื่อตรวจหาสารพิษตกค้างในการพ่นสารทดลองครั้งที่ 6 โดยสุ่มตรวจสารพิษตกค้างหลังพ่นสาร 1 วัน 5 วัน และ 7 วันตามลำดับ

2. **ตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้าง** cypermethrin

สุ่มผลผลิตคะน้าในแปลงที่มีการใช้ cypermethrin เพื่อตรวจหาสารพิษตกค้างในการพ่นสารทดลองครั้งที่ 6 โดยสุ่มตรวจสารพิษตกค้างหลังพ่นสาร 1 วัน 5 วัน และ 7 วันตามลำดับ

2.1 เตรียมตัวอย่างสำหรับวิเคราะห์ปริมาณ cypermethrin

ชั่งตัวอย่างคะน้า ตัวอย่างละ 15 กรัม หั่นและปั่นให้เป็นเนื้อเดียวกัน สกัดและขจัดสิ่งปนเปื้อนที่อยู่ในตัวอย่างด้วยวิธี Dispersive-SPE Cleanup เก็บตัวอย่างไว้ในขวดเก็บตัวอย่าง ติดป้ายระบุตัวอย่าง

2.2 วิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้าง cypermethrin ด้วยวิธี QuEChERS (Anastassiades *et al.,* 2003)

ระยะเวลา มกราคม 2553-มิถุนายน 2553

สถานที่ดำเนินงาน 1. แปลงเกษตรกร อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี

2. ห้องปฏิบัติการเคมี สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร เขตจตุจักร กรุงเทพฯ

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การใช้สารสกัดจากธรรมชาติร่วมกับ cypermethrin ในแปลงคะน้า

จากการสุ่มนับจำนวนหนอนใยผักที่เข้าทำลายคะน้าก่อนพ่นสารทุกครั้งจำนวน 6 ครั้ง พบว่าจากการตรวจนับครั้งแรก ก่อนพ่นสารทดลองทุกกรรมวิธีให้ผลไม่แตกต่างจากแปลงควบคุม คือมีจำนวนหนอนใยผักเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3.67 - 8 ตัวต่อแปลง หลังจากพ่นสาร 5 ครั้ง จำนวนหนอนใยผักในแปลงคะน้าที่พ่นด้วยสารทดลองทุกกรรมวิธีแตกต่างทางสถิติจากแปลงควบคุม โดยมีจำนวนหนอนใยผักเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1.33 - 4.33 ตัวต่อแปลง ในขณะที่แปลงควบคุมมีจำนวนหนอนใยผักเฉลี่ย 6.67 ตัวต่อแปลง และหลังจากพ่นสารครบทั้งหมด 6 ครั้ง พบว่าจำนวนหนอนใยผักในแปลงที่พ่นสารกรรมวิธีที่ 3, 5, 6 และ 7 มีจำนวนหนอนใยผักเฉลี่ยอยู่ที่ 2, 2, 2.33 และ 1.67 ตัวต่อแปลงตามลำดับ ซึ่งให้ผลแตกต่างทางสถิติจากแปลงควบคุม แปลงที่พ่นสารกรรมวิธีที่ 1 และ 2 มีจำนวนหนอนใยผักเฉลี่ยเท่ากันทั้งสองกรรมวิธี คือ 3.67 ตัวต่อแปลง และให้ผลแตกต่างทางสถิติจากแปลงควบคุม เช่นเดียวกับกรรมวิธีที่ 8 มีจำนวนหนอนใยผักเฉลี่ยเท่ากับ 5.33 ตัวต่อแปลง (ตารางที่ 1)

จากการเก็บผลผลิตคะน้า มาหาน้ำหนักผลผลิตที่มีคุณภาพดี พบว่า กรรมวิธีที่ 3 ให้ผลผลิตสูงสุดคือ 82.27 กิโลกรัมต่อ 10 ตารางเมตร รองลงมาได้แก่ กรรมวิธีที่ 2, 5, 4, 7, 8, 6 และ 1 ให้ผลผลิต 62.00, 60.67, 57.33, 56.00, 50.67, 49.33 และ 44.67 กิโลกรัมต่อ 10 ตารางเมตร ตามลำดับ แปลงเปรียบเทียบให้ผลผลิต 46.67 กิโลกรัมต่อ 10 ตารางเมตร (ตารางที่ 2)

2. ตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้าง cypermethrin

จากการสุ่มผลผลิตคะน้าในแปลงที่มีการใช้สาร cypermethrin เพื่อตรวจหาสารพิษตกค้างในการพ่นสารครั้งที่ 6 พบว่า หลังเก็บเกี่ยวที่ระยะเวลา 1 วัน, 5 วัน และ 7 วัน พบสารตกค้าง 6.77, 5.73 และ 0.83 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับในแปลงที่พ่นสารกรรมวิธีที่ 1 และแปลงที่ใช้ร่วมกับสารสกัดจากธรรมชาติพบว่ามีค่าไม่เกิน 1.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ยกเว้นแปลงที่พ่นสารกรรมวิธีที่ 5 และกรรมวิธีที่ 7 แต่ที่ระยะเวลาเก็บเกี่ยวหลังจากพ่นสารแล้ว 7 วันทั้งสองกรรมวิธีมีสาร cypermethrin ตกค้างไม่เกินค่ากำหนด (ตารางที่ 3)

อภิปรายผล

จากการทดลองใช้สารสกัดจากธรรมชาติร่วมกับ cypermethrin ในแปลงคะน้า ทั้งรูปแบบการผสมสารหรือพ่นสลับกับสาร cypermethrin เมื่อเปรียบเทียบทุกกรรมวิธีในการพ่นสาร พบว่ากรรมวิธีที่ 7 คือการพ่นสารผสมระหว่าง cypermethrin กับสารสกัดหนอนตายหยาก พ่นสลับกับสารสกัดหนอนตายหยากให้ผลในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักได้ดีที่สุด สุภาณีและคณะ (มปป.) ได้ศึกษาความเป็นพิษของสารสกัดหนอนตายหยากต่อหนอนใยผักพบว่าสารสกัดหนอนตายหยากในตัวทำละลายต่างๆ กันสามารถยับยั้งการกินอาหารของหนอนใยผักได้ วุฒิกรณ์ (2539) พบว่าสารสกัดหนอนตายหยากที่สกัดด้วยเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ และสกัดด้วยน้ำที่อุณหภูมิห้องมีประสิทธิภาพในการกำจัดหนอนและด้วงหมัดผักมากที่สุด หนอนตายหยากมีสารออกฤทธิ์ที่พบมากคือสารประเภทอัลคาลอยด์ ซึ่งสารในกลุ่มนี้มีคุณสมบัติในการกำจัดแมลงจากการทดลองพบว่าสารอัลคาลอยด์ 16,17-dihydro-16(E)-stemofoline และ 16,17-dihydro-4(E)-16(E)-stemofoline สามารถยับยั้งการกินของหนอนใยผักวัย 3 เมื่อได้รับเป็นเวลา 4 วัน (Jiwajinda, 2001) และจะเห็นได้ว่ากรรมวิธีที่ 3 (พ่นสารผสมระหว่าง cypermethrin และสารสกัดสะเดา สลับกับสารสกัดสะเดา) กรรมวิธีที่ 5 (พ่นสารผสมระหว่าง cypermethrin และสารสกัดหางไหล สลับกับสารสกัดหางไหล) และกรรมวิธีที่ 6 (พ่น cypermethrin สลับกับสารสกัดหนอนตายหยาก 2 ครั้ง) ให้ผลไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 7 และให้ผลในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักได้ดีกว่าและแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่พ่น cypermethrin เพียงอย่างเดียว ทิวา (2543) รายงานว่าสารสกัดสะเดาช้างและสะเดาไทยสามารถลดจำนวนหนอนใยผักได้ 64 เปอร์เซ็นต์ และ 52 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อรุณและคณะ (2550) ศึกษาประสิทธิภาพสารสกัดหางไหลในการควบคุมแมลงศัตรูพืช พบว่าสารสกัดหางไหลที่สกัดด้วยเอทานอล 95เปอร์เซ็นต์ ผสมสารสกัดจากยาสูบสามารถทำให้หนอนใยผักตายได้มากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อพิจารณาผลผลิตพบว่ากรรมวิธีที่ 3 (พ่นสารผสมระหว่าง cypermethrin และสารสกัดสะเดา สลับกับสารสกัดสะเดา) ให้ผลผลิตปริมาณมากที่สุด และกรรมวิธีที่ใช้สารสกัดจากธรรมชาติทุกกรรมวิธีให้ผลผลิตมากกว่ากรรมวิธีที่ใช้ cypermethrin เพียงอย่างเดียว อีกทั้งทุกกรรมวิธีที่ใช้สารสกัดจากธรรมชาติเมื่อวิเคราะห์สารพิษตกค้างแล้วมีค่าไม่เกินค่า MRLs กำหนดคือ 1.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ดังนั้นการใช้สารสกัดจากธรรมชาติร่วมกับการใช้สารเคมีจึงเป็นแนวทางหนึ่งที่จะสามารถลดการใช้สารเคมีลง

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การใช้สารสกัดจากธรรมชาติร่วมกับ cypermethrin ในคะน้าพบว่า การพ่นสารผสมระหว่าง cypermethrin กับสารสกัดหนอนตายหยาก พ่นสลับกับสารสกัดหนอนตายหยากสามารถป้องกันและควบคุมหนอนใยผักได้ดีกว่าการใช้สารเคมี cypermethrin และสารสกัดสะเดา หางไหลเมื่อใช้ร่วมกับสาร cypermethrin ก็สามารถควบคุมหนอนใยผักได้ดีเช่นกัน อีกทั้งการใช้สารสกัดจากธรรมชาติให้ผลผลิตคะน้าดีกว่าการใช้สารเคมีเพียงอย่างเดียว และการใช้สารสกัดจากธรรมชาติทุกวิธีการไม่มีปัญหาสารพิษตกค้าง ดังนั้นจะเห็นว่าการใช้สารสกัดหนอนตายหยาก สะเดาและหางไหลเมื่อใช้ร่วมกับสารเคมี cypermethrin จะเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันและควบคุมหนอนใยผักในคะน้าได้ เพื่อลดการใช้สารเคมีได้ อีกทั้งยังมีความปลอดภัยต่อเกษตรกรและผู้บริโภค

จากการทดลองใช้สารสกัดจากธรรมชาติมาใช้ร่วมกับ cypermethrin ในคะน้ามีประสิทธิภาพดี ดังนั้นสารสกัดจากธรรมชาติจึงมีแนวโน้มว่าสามารถใช้ทดแทนสารเคมีได้ จึงควรมีการศึกษาสารสกัดจากพืชอื่นๆมาร่วมด้วยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช หรือควรมีการนำวิธีทางชีวภาพอื่นๆ มาร่วมในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชร่วมด้วย เช่น การปลูกพืชไล่แมลงรอบๆแปลงปลูก หรือการนำวิธีการแบบผสมผสานมาใช้เพื่อประสิทธิภาพสูงสุดในการป้องกันกำจัดแมลง

เอกสารอ้างอิง

ขวัญชัย สมบัติศิริ. 2542. หลักการและวิธีการใช้สะเดาป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูพืช. เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการโครงการกู้ชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ฉบับที่ 1. 32 หน้า.

ทิวา บุตรผา. 2543. การศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากเมล็ดสะเดาช้าง (*Azadirachta excels* Jack.) เพื่อควบคุมหนอนใยผัก (*Plutella xylostella* L.). วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขากีฏวิทยา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

เทพ เชียงทอง และวิจิตรา ภัคเกษม. 2520. สารประกอบเคมีบางอย่างที่มีในรากหนอนตายหยาก วารสารวิทยาศาสตร์ปีที่ 31 เล่มที่ 11 หน้า 33-34.

มงคล แก้วเทพ. 2547. ว่านน้ำสมุนไพรฆ่าแมลง จุลสารข้อมูลสมุนไพร ปีที่ 21 ฉบับที่ 4 หน้า 8-11.

วินัย ปิติยนต์ และอารมณ์ แสงวาณิชย์. 2540. การศึกษาสารสกัดจากหางไหลเพื่อใช้ในการควบคุมแมลงศัตรูพืช. การประชุมวิชาการ กองวัตถุมีพิษการเกษตร ครั้งที่ 2.หน้า 84-92.

วุฒิกรณ์ รอดความทุกข์. 2539. ผลของสารสกัดจากหนอนตายหยากและสารภีต่อแมลงศัตรูของผักคะน้า. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สมพรราชโยธา, พิศมัย ประสมสัตย์ และรัชดากร ไตรราช. 2545. ผลของสารสกัดจากพืชสมุนไพรชนิดในการควบคุมหนอนแมลงวันในสุกร. ในรายงานผลงานวิจัย ครั้งที่ 1 อุบลราชธานี 2545. 94 หน้า.

สุเทพ สหายา และลักขณา บำรุงศรี. 2546. โรติโนนสารสกัดจากพืชที่มีพิษต่อแมลง. วารสารกีฏและสัตววิทยา. 25:39 - 47.

สุภาณี พิมพ์สมาน, รัตนาภรณ์ พรหมศรัทธา และสังวาล สมบูรณ์. มปป. สารสกัดจากหนอนตายหยาก (*stemona* spp.) เพื่อการควบคุมแมลงศัตรูพืช. ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อรุณ โสตถิกุล สุเทพ ทองมา ณัฐชัย เที่ยงบูรณธรรม. 2550. ประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์หางไหลในการควบคุมแมลงศัตรูพืชบางชนิดในห้องปฏิบัติการและโรงเรือน รายงานประจำปี สถาบันวิจัยและพัฒนาเกษตรลำปาง กรุงเทพ.

Anastassiades M., et al. 2003. *J. AOAC Int.*, 86, 412 – 431.

Areekul,S.; Sinchaisri, P. and Tigvatananon, S. 2531. Effect of Thai Plant Extracts on Oriental Fruit Fly II Repellency Test *Kasetsart J. (Nat. Sci.)* 22: 56-61.

Guddadarangavvanahally, K., Jayaprakasha., L.J. Mohan Rao. and K.K. Sakariah. 2002. Improved HPLC Method for the Determination of curcumin, Demethoxycurcumin, and Bisdemethoxycurcumin. *J. Agric. Food Chem.* 50: 3668-3672.

Isman, M.B. 1997. Bioinsecticides : Neem insecticide *Pesticide Outlook* 8(5): 32-38.

Jiwajinda, S., N. Hirai, K. Watanabe, V. Santisopasri, N. Chuengsamarnyart, K. Koshimizu and H. Ohigashi. 2001. Occurrence of the insecticidal 16, 17-didehydro-16 *E*)-stemofoline in *Stemona collinsae*. *Phytochemistry*. 56: 693-695.

Klaus,W. 1995. Biologically Active Ingredents. *In* ;The Neem Tree Sourceof Unique Natural Products for Integrated Pest Management, Medicine, industry and Other Purposes: Schmutterer, H.,Ed., VCH Verlaggesellschaft mbH, Weinheim, Germany. pp. 372-373.

Narumon, K.; Yuwadee, T., Yupha, R. and Chamnan, A.; 2006. "Screening for Larvicidal Activity in some Thai Plants against four Mosquito Vector Species" Southeast Asian, *J. Trop. Med. Public Health*, v. 36(6):1412-1422.

Perrett, S.; Whitfield, P.J.; 2006. "Anthelmintic and Pesticidal activity of *Acorus gramineus* (Araceae) is associated with Phenylpropanoids Asarone" *Phytotherapy Research*, v.9 (6), p. 405-409.

Trease, G.E. and Evans, C.W. (1985) A textbook of pharmacology, 13th Edn ELBS Bailiere Tindall, London. 378 – 386.

ตารางที่ 1. จำนวนหนอนใยผักก่อนพ่นและหลังพ่นสารกรรมวิธีต่างๆ

กรรมวิธี	อัตราการใช้/ น้ำ 20 ลิตร	จำนวนหนอนใยผัก (ตัว)					
		ก่อนฉีดพ่น	1	2	3	4	5
T1	30 มล.	5.00	3.00 ab	2.36 ab	3.01	4.00 ab	3.67 ab
T2	30 มล./ 200 มล.	7.33	2.67 ab	2.55 ab	1.67	3.33 ab	3.67 ab
T3	30+200 มล./ 200 มล.	3.67	2.67 ab	4.55 b	2.33	3.67 ab	2.00 a
T4	30 มล./ 100 มล.	8.00	0.33 a	3.92 ab	3.00	3.67 ab	8.00 c
T5	30 +100 มล./ 100 มล.	6.33	2.33 ab	2.75 ab	2.00	4.67 ab	2.00 a
T6	30 มล./ 200 มล.	4.67	6.67 c	1.87 ab	3.33	1.33 a	2.33 a
T7	30+200 มล./ 200 มล.	6.00	1.67 ab	4.80 b	3.33	4.33 ab	1.67 a
T8	200 มล./100 มล./ 200 มล.	6.67	5.00 bc	2.56 ab	3.00	2.33 a	5.33 abc
T9	น้ำ 20 ลิตร	5.67	3.00 ab	1.36 a	3.00	6.67 b	6.67 bc
%CV		42.7	62.8	51.4	57.6	58.4	53.6

ตารางที่ 2. ผลผลิตคะน้า

กรรมวิธี	อัตราการใช้/ น้ำ 20 ลิตร	ผลผลิตคะน้า (กก./10 ตร.ม.)
T1	30 มล.	44.67a
T2	30 มล./ 200 มล.	62.00a
T3	30+200 มล./ 200 มล.	82.27b
T4	30 มล./ 100 มล.	57.33a
T5	30 +100 มล./ 100 มล.	60.67a
T6	30 มล./ 200 มล.	49.33a
T7	30+200 มล./ 200 มล.	56.00a
T8	200 มล./100 มล./ 200 มล.	50.67a
T9	น้ำ 20 ลิตร	46.67a
%CV		19.0

ตารางที่ 3. ปริมาณ cypermethrin ตกค้างในคะน้าที่พบหลังการพ่นสารครั้งที่ 6

กรรมวิธี	ปริมาณ cypermethrin ตกค้างในคะน้า (มก./กก.)		
	1 วัน	5 วัน	7 วัน
T1	6.77	5.73	0.83
T2	0.16	0.16	0
T3	0.81	0.2	0.21
T4	0.47	0.48	0
T5	1.53	0.83	0.22
T6	0.15	0.2	0.12
T7	1.74	1.12	0.24

หมายเหตุ T1 = Cypermethrin

T2 = Cypermethrin สลับกับสารสกัดสะเดา 2 ครั้ง

T3 = Cypermethrin + สารสกัดสะเดา สลับกับสารสกัดสะเดา

T4 = Cypermethrin สลับกับสารสกัดหางไหล 2 ครั้ง

T5 = Cypermethrin + สารสกัดหางไหล สลับกับสารสกัดหางไหล

T6 = Cypermethrin สลับกับสารสกัดหนอนตายหยาก 2 ครั้ง

T7 = Cypermethrin + สารสกัดหนอนตายหยาก สลับกับสารสกัดหนอนตายหยาก

T8 = สารสกัดหางไหล สลับกับสารสกัดหนอนตายหยาก และสารสกัดสะเดา

T9 = แปลงควบคุม

วิจัยสูตรผลิตภัณฑ์สารสกัดจากว่านน้ำ

Research on Botanical Pesticide Formulations from Sweet flag (*Acorus calamus* L.)

รัตนาภรณ์ พรหมศรัทธา อิสริยะ สืบพันธุ์ดี ธิติยาภรณ์ ประยูรมหิศร ปิยวดี พิศาลรัตนคุณ
กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

.....

บทคัดย่อ

ว่านน้ำ (*Acorus calamus* L.) เป็นพืชที่มีศักยภาพในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช น้ำมันหอมระเหยในเหง้าว่านน้ำประกอบด้วยสารเบต้า - อาซาโรน (beta - Asarone) เป็นสารประกอบหลัก สารประกอบอื่นๆ ได้แก่ อัลฟา - อาซาโรน (alpha-Asrone) เมทิลไอโซยูจินอล (methyl isoeugenol) และฟาร์นีซีน (farnesen) เป็นต้น สกัดน้ำมันหอมระเหยด้วยวิธี hydrodistillation จากเหง้าว่านน้ำ สด อายุ 6, 9 และ 12 เดือน พบว่ามีปริมาณน้ำมันหอมระเหย เฉลี่ย 0.35, 0.35 และ 0.61% เหง้าว่านน้ำอบแห้งให้น้ำมัน 1.59, 1.65 และ 1.92% ใบว่านน้ำสดมีปริมาณน้ำมันหอมระเหย 0.04, 0.04 และ 0.06% ตามลำดับ เหง้าแห้งสกัดด้วยเมทานอลและเอทานอลได้สารสกัดหยาบ 21.15% และ 12.62% (12 เดือน) 17.18 และ 7.05% (9 เดือน) 18.33 และ 7.88% (6 เดือน) น้ำมันว่านน้ำ มีสาระสำคัญ เบต้า-อาซาโรน 74.30% อัลฟา - อาซาโรน 14.75% สารสกัดหยาบเมทานอลและเอทานอลจากเหง้าว่านน้ำมีเบต้า - อาซาโรน 8.43% และ 22.86% ในใบมีเบต้า - อาซาโรน 1.52% และ 4.68% ตามลำดับ น้ำมันว่านน้ำ 1.0% และสารสกัดหยาบจากเอทานอล 2.5% ทำให้หนอนใยผักวัยสองตาย 100% ใน 48 ชั่วโมง เตรียมผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปจากน้ำมันว่านน้ำและสารสกัดหยาบ ได้แก่น้ำมันว่านน้ำใน mineral oil และเอทานอล, น้ำมันว่านน้ำผสมสารสกัดหยาบ และสารสกัดหยาบผสมเอทานอลและโปรไพลีนกลัยคอล (propylene glycol) ทดสอบความคงสภาพผลิตภัณฑ์ที่ 54 $\pm$ 2°C และนำผลิตภัณฑ์ไปทดสอบประสิทธิภาพกับหนอนใยผักวัยสอง พบว่าผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำมันว่านน้ำเป็นส่วนประกอบมีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักวัยสองสูงกว่าสูตรที่มี propylene glycol เป็นส่วนประกอบ

คำนำ

ศัตรูพืชเป็นปัญหาสำคัญในการทำเกษตรกรรม การจัดการศัตรูพืชของเกษตรกรส่วนใหญ่มักใช้สารเคมี อย่างไรก็ตามการใช้สารเคมีสังเคราะห์เพื่อป้องกันกำจัดศัตรูพืชอย่างไม่ถูกต้องก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม เช่น การปนเปื้อนสารเคมีในแหล่งน้ำ สารพิษตกค้างในผลผลิตและสิ่งแวดล้อมเป็นอันตรายต่อผู้ใช้ ผู้บริโภค และสัตว์เลี้ยงทั่วไป รวมทั้งสัตว์ที่เป็นอาหารของมนุษย์ การลดการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช โดยการใช้สารสกัดจากพืชเป็นทางเลือกหนึ่งของการใช้ปัจจัยการผลิตที่ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม ซึ่งทำให้ผลผลิตทางการเกษตรมีคุณภาพปลอดภัยต่อการบริโภคและสนับสนุนให้เกษตรกรใช้เป็นทางเลือกที่ดีและปลอดภัย ลดค่าใช้จ่ายในการนำเข้าสารเคมีสังเคราะห์จากต่างประเทศและเป็นการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ในประเทศให้เกิด

ประโยชน์ปัจจุบันได้มีการนำสารสกัดจากพืช (botanical pesticides) มาใช้ป้องกันและกำจัดศัตรูพืชทดแทนสารเคมีสังเคราะห์ (Jacobson, 1989) เพิ่มขึ้น น้ำมันหอมระเหยจากพืชนอกจากใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องหอมและอาหารแล้ว ยังมีการใช้เป็นสารไล่แมลง สารกำจัดแมลง และสารป้องกันกำจัดโรคพืช ตลอดจนมีการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์กำจัดศัตรูพืชชนิดที่มีน้ำมันเป็นพื้น (essential oil-based pesticides) (Isman, 2000) ซึ่งว่านน้ำเป็นพืชสมุนไพรชนิดหนึ่งที่มีมันหอมระเหยที่มีศักยภาพในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช

ว่านน้ำเป็นพืชที่อยู่ในวงศ์ Araceae มีถิ่นกำเนิดเดิมอยู่ในเขตอบอุ่นของทวีปเอเชีย เป็นพืชที่ขึ้นอยู่กับโคลน เลน หรือริมบ่อ หนอง บึง ว่านน้ำเป็นไม้ล้มลุกเนื้ออ่อน มีเหง้าอยู่ใต้ดิน มีการนำว่านน้ำมาใช้เป็นสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชตั้งแต่ต้น ค.ศ.1600 ในประเทศแถบทวีปยุโรป นำมาใช้เป็นสารไล่แมลง ซึ่งมีการใช้มาก่อนที่จะใช้หางไหล (Thacker, 2009) มงคล แก้วเทพ (2547) ได้รายงานวิจัยที่ระบุถึงฤทธิ์ในการกำจัดแมลงของว่านน้ำว่ามีผลต่อระบบสืบพันธุ์ การวางไข่และการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของแมลง สารสกัดเมทานอลของว่านน้ำทำให้ด้วงข้าว *Sitophilus oryzae* (L.) และด้วงถั่วเหลือง *Callosobruchus chinensis* ที่โตเต็มวัยตายมากกว่า 90% หลังจากการสัมผัสสารสกัดโดยตรง 3 – 4 วัน น้ำมันหอมระเหยจากเหง้าว่านน้ำพบสาร β-asarone (2,4,5-trimethoxypropenylbenzenes), acorangermacrone และ asarylaldehyde ซึ่งเป็นสารออกฤทธิ์ที่มีผลต่อแมลงวันผลไม้ 3 ชนิด *คือ Ceratitis capitata*, *Dacus cucurbita* และ *D. dorsalis* เมื่อนำว่านน้ำ สะเดา และโล่ติ๊นมาผสมในอัตราส่วน 1:1:1 พบว่ามีผลยับยั้งการเจริญเติบโตและการกินอาหารของตัวอ่อนผีเสื้อกลางคืน *Earias vittella* (Fab) นอกจากนี้ว่านน้ำยังสามารถใช้ป้องกันกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บได้ (Kim *et al.,* 2003) เมื่อนำข้าวสาลีไปคลุกกับน้ำมันว่านน้ำที่ความเข้มข้น 100, 500 และ 1,000 ppm สามารถป้องกันมอดแป้ง *Tribolium castaneum* ได้ และเมื่อมอดแป้งถูกสารสกัดที่มีความเข้มข้น 200 ppm พบว่าทำให้การเจริญเติบโตของตัวอ่อนและตัวโตเต็มวัยลดลง และสาร asarones ซึ่งสกัดแยกมาจากน้ำมันหอมระเหยจากรากว่านน้ำมีผลยับยั้งการเจริญเติบโตและการกินอาหารของผีเสื้อกลางคืนชนิด *Peridramasaucia* Nawamaki and Kuroyanagi (1996) ได้ทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากว่านน้ำในการยับยั้งการงอกของเมล็ดผักกาดหอม ประเทศอินเดียมีการนำว่านน้ำมาใช้เป็นยารักษาโรคในปลาที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *(Aeromonas hydrophila*) (Bhuvaneswari and Balasundaram, 2009) ประเทศจีนมีการนำว่านน้ำมาใช้ป้องกันกำจัดไส้เดือนฝอยและแมลง โดยพบว่าในว่านน้ำมีสาร Phenylpropanoids α และ β-asarone เป็นสารออกฤทธิ์ (Perrett and Whitfield, 2006) ในประเทศไทยใช้ว่านน้ำในการป้องกันกำจัดลูกน้ำยุงก้นปล่อง *(Aedes aegypti)* มีค่า LC_{50} 16.0 - 48.2 mg/l น้ำมันจากว่านน้ำ (Calamus oils) ทำให้ผิวหนัง และตาเกิดการระคายเคืองเมื่อสัมผัสโดยตรง เมื่อหายใจเข้าไปเกิดระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจ สามารถตกค้างอยู่ได้ในผิวดิน และผิวน้ำในระบบนิเวศน์หลังการใช้ ควรหลีกเลี่ยงการบรรจุในภาชนะที่มีสารที่เป็นกรด ด่าง หรือ oxidizing agents Calamus oils มีค่า LD_{50} (oral,rat) 777 mg/kg ค่า LD_{50} (dermal, rabbit) >5,000 mg/kg มีความเป็นพิษต่อสัตว์น้ำ (aquatic organisms) มีความเป็นพิษถ้ากลืนกินเข้าไป (Lluch, 2009)

ดังนั้นจึงทำการวิจัยการสกัด แยกและหาปริมาณสารออกฤทธิ์เบต้า - อาซาโรนในเหง้าว่านน้ำ เพื่อนำมาเป็นตัวชี้วัด (marker) คุณภาพของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป รวมทั้งศึกษากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปจากเหง้าว่านน้ำเพื่อใช้ป้องกันกำจัดศัตรูพืช

วิธีดำเนินการและอุปกรณ์

อุปกรณ์

1. ถังสเตนเลสขนาด 20 ลิตรสำหรับแช่/หมักเหง้าว่านน้ำ
2. เครื่องชั่งหยาบ (2 ตำแหน่ง) และละเอียด (4 ตำแหน่ง)
3. เครื่องบดตัวอย่าง ตู้อบตัวอย่าง เครื่องกวนตัวอย่าง
4. เครื่องระเหยสารแบบลดความดัน (Rotary evaporator)
5. ขวดก้นกลมขนาดต่างๆ กรวยกรอง กรวยแยก บีกเกอร์
6. เอทานอล 95% และ absolute, เมทานอล, mineral oil, propylene glycol
7. เครื่องแก้วและสารเคมีอื่นๆที่ใช้ในการทดลอง
8. เครื่อง Gas chromatography-Mass spectrometer (GC-MS)
9. ชุดกลั่นน้ำมันหอมระเหย
10. กล่องพลาสติกและอุปกรณ์สำหรับเลี้ยงหนอนใยผัก, หนอนใยผัก
11. ว่านน้ำจากจังหวัดราชบุรี

วิธีการ

เตรียมตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างว่านน้ำจากจังหวัดราชบุรีมาล้างด้วยน้ำจนสะอาด แยกเหง้าและใบ เป็นตัวอย่างทดสอบสดและแห้ง ส่วนที่ทดสอบแบบใช้ตัวอย่างแห้ง ให้นำเหง้าว่านน้ำมาสับเป็นชิ้นเล็กๆ นำไปอบในตู้อบที่ 50°C จนแห้ง บดด้วยเครื่องบด เก็บตัวอย่างในถุงพลาสติก ปิดไม่ให้อากาศเข้า กลั่นน้ำมันหอมระเหยด้วยวิธี hydrodistillation ด้วยชุดกลั่นน้ำมันหอมระเหย โดยใช้เหง้า/ใบสด 500 กรัม เหง้า/ใบ อบแห้ง 100 กรัม ต่อน้ำ 350 มิลลิลิตร กลั่นเป็นเวลา 5 ชั่วโมง เก็บน้ำมันที่ได้ สกัดตัวอย่างอบแห้งด้วยเอทานอลและเมทานอล โดยใช้เหง้าว่านน้ำบดที่เตรียมไว้ 10 กรัมต่อตัวทำละลาย 300 มิลลิลิตร แช่ค้างคืน แล้วนำมากวนด้วยเครื่องกวน 1 ชั่วโมง กรอง นำ filtrate ที่ได้ไประเหยด้วยเครื่อง rotary evaporator จนแห้ง จดน้ำหนักที่ได้

เตรียมสารสกัดหยาบเพื่อใช้เตรียมผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป

สกัดเหง้าว่านน้ำอบแห้งด้วยเอทานอล 95% อัตราส่วน 1:3 โดยแช่สารสกัดในถังหมัก 20 ลิตรเป็นเวลา 7 วัน แล้วนำมากวนด้วยเครื่องกวนเป็นเวลา 1 ชั่วโมง กรอง เก็บ filtrate นำกากหลังกรองมาสกัดซ้ำด้วยเอทานอล โดยกวน 4 ชั่วโมง กรอง เก็บ filtrate ที่ได้รวมกับครั้งแรก แล้วนำไประเหยเอทานอลออกด้วยเครื่องระเหยสารแบบลดความดัน จะได้สารสกัดหยาบของเหง้าว่านน้ำ

ตรวจหาปริมาณเบต้าอาซาโรนโดย GC-MS

ดูดน้ำมันว่านน้ำมา 2 ul ละลายใน abs. ethanol 10 ml กรองผ่าน filter Nylon 66 ใส่ขวดฉีดตัวอย่างสำหรับฉีดเข้าเครื่อง GC-MS สารสกัดหยาบจากเมทานอลและเอทานอล ทำเช่นเดียวกันโดยใช้สารสกัด 50 mg ละลายใน abs. ethanol 25 ml กรองผ่าน filter Nylon 66 ฉีดตัวอย่างเข้าเครื่อง GC-MS เพื่อแยกและวัดปริมาณสารเบต้า - อาซาโรน โดยใช้ operating condition ดังนี้

Column: RTx-5 W/Integra - Guard capillary column (Restek) 30 m x 0.25 mm, film thickness 0.25 um

Temperature: Injector 200°C Mass transfer line 280°C

Column oven: Initial 50°C initial time 1 min rate 5°C/min final temp. 230 °C final time 10 min

Solvent delay	4 min
Energy ion source	70eV, EI mode
Mass range	40-500 amu
Injection volume	1 ul
Carrier gas	Helium 1 ml/min

การทดสอบประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช

ทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันและสารสกัดหยาบจากเหง้าว่านน้ำกับหนอนใยผัก (*Plutella xylostella*) วัยสองในระดับห้องปฏิบัติการ ด้วยวิธี Leaf Disc Feeding Test โดยแต่ละ treatment มี 4 ซ้ำ แต่ละซ้ำใช้หนอน 10 ตัว ตรวจสอบการตายของหนอนใยผักภายใน 72 ชั่วโมง เตรียมน้ำมันหอมระเหยว่านน้ำที่ความเข้มข้น 0.25, 0.5, 1, 2.5 % ใน ethanol และ สารสกัดหยาบ ที่ความเข้มข้นเดียวกันใน ethanol เพื่อทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้น

การผสมปรุงแต่งเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป

เตรียมผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปจากน้ำมันหอมระเหยว่านน้ำ สารสกัดหยาบและน้ำมันว่านน้ำผสมสารสกัดหยาบ จำนวน 5 สูตร ดังนี้

ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปสูตรที่ 1 ความเข้มข้น 70% ของน้ำมันว่านน้ำใน mineral oil โดยใช้น้ำมันจากเหง้าว่านน้ำที่กลั่นโดยวิธี hydrodistillation 70 ml ผสม mineral oil 30 ml

ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปสูตรที่ 2 ความเข้มข้น 70% ของน้ำมันว่านน้ำใน abs. ethanol โดยใช้น้ำมันจากเหง้าว่านน้ำ 70 ml ผสม abs. ethanol 30 ml

ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปสูตรที่ 3 ประกอบด้วยสารสกัดหยาบว่านน้ำ 120 กรัม abs. ethanol 480 ml และ propylene glycol 20 ml

ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปสูตรที่ 4 ประกอบด้วยสารสกัดหยาบว่านน้ำ 120 กรัม น้ำมันว่านน้ำ 25 ml propylene glycol 25 ml และ abs. ethanol 150 ml

ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปสูตรที่ 5 ประกอบด้วยสารสกัดหยาบ 125 กรัม น้ำมันว่านน้ำ 50 ml abs. ethanol 100 ml

นำแต่ละผลิตภัณฑ์ไปหาปริมาณอาซาโรน ด้วยวิธี GC - MS ทดสอบประสิทธิภาพกับหนอนใยผักวัยสองในระดับห้องปฏิบัติการและทดสอบความคงตัวของผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 54±2 °C เป็นเวลา 14 วัน

การทดสอบความคงตัวของผลิตภัณฑ์

นำผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปมา 25 มิลลิลิตร ใส่ในขวดแก้วสีชาขนาด 50 มิลลิลิตร ปิดฝา นำไปใส่ตู้อบควบคุมอุณหภูมิที่ 54±2°C เป็นเวลา 14 วัน แต่ละสูตรทำ 5 ซ้ำ เมื่อครบกำหนดนำตัวอย่างออกจากตู้อบ ทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้องตรวจสอบสภาพทางกายภาพทั่วไปของแต่ละสูตรผลิตภัณฑ์ และนำไปตรวจหาปริมาณอาซาโรน ด้วย GC-MS

ระยะเวลาเวลา ตุลาคม 2553 – กันยายน 2555

สถานที่ดำเนินการ กลุ่มงานวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตรจากสารธรรมชาติ กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ผลการทดลองและวิจารณ์

น้ำมันหอมระเหยจากเหง้าว่านน้ำที่สกัดด้วยวิธี hydrodistillation ที่อายุ 6, 9 และ 12 เดือนพบว่าเหง้าสดมีน้ำมันหอมระเหย 0.35, 0.35 และ 0.61% เหง้าอบแห้ง 1.59, 1.65 และ 1.92% ตามลำดับ ใบสดมีน้ำมันหอมระเหย 0.04, 0.04 และ 0.06% ตามลำดับ (ตารางที่ 1) เมื่อสกัดเหง้าอบแห้งด้วยเมทานอลได้สารสกัดหยาบ 18.33, 17.18 และ 21.15% ตามลำดับ สกัดด้วยเอทานอล ได้สารสกัดหยาบ 7.88, 7.05 และ 12.62% ตามลำดับ ใบ (12 เดือน) อบแห้งสกัดด้วยเมทานอลและ เอทานอล พบว่าได้สารสกัดหยาบ 16.75 และ 6.03% (ตารางที่ 2) จะเห็นว่าการสกัดด้วยเมทานอลให้ปริมาณสารสกัดหยาบสูงกว่าการสกัดด้วยเอทานอลเนื่องจากเมทานอลมีความเป็นขั้ว (polarity) สูงกว่าเอทานอลจึงสามารถสกัดเอาสารที่มีความเป็นขั้วออกมาได้ดีกว่า เหง้าว่านน้ำที่มีอายุ 12 เดือนให้ปริมาณน้ำมันและสารสกัดหยาบสูงกว่าเหง้าอายุ 9 และ 6 เดือน น้ำมันจากเหง้าว่านน้ำมีปริมาณเบต้า - อาซาโรนเฉลี่ย 74.30% และ เอลฟา - อาซาโรน 14.75% สารสกัดหยาบจากเหง้าว่านน้ำสกัดด้วยเมทานอลและเอทานอลมีปริมาณเบต้า - อาซาโรน 8.43% และ 22.86% สารสกัดหยาบจากใบมี 1.52 และ 4.68% ไม่พบเอลฟา - อาซาโรนในสารสกัดหยาบที่สกัดด้วยเอทานอลและเมทานอล แม้ว่าปริมาณสารสกัดหยาบเหง้าว่านน้ำสกัดด้วยเมทานอลสูงกว่า แต่ปริมาณสาระสำคัญเบต้า - อาซาโรนน้อยกว่าในสารสกัดหยาบที่สกัดด้วยเอทานอล

ตารางที่ 1. ปริมาณน้ำมันจากเหง้าและใบว่านน้ำ อายุ 6, 9 และ 12 เดือน

ส่วนของพืช	ปริมาณน้ำมัน (% V/W)		
	6 เดือน	9 เดือน	12 เดือน
เหง้า สด	0.35	0.35	0.61
เหง้า อบแห้ง	1.59	1.65	1.92
ใบ สด	0.04	0.04	0.06

ตารางที่ 2. ปริมาณสารสกัดหยาบจากเหง้าและใบว่านน้ำอายุ 6, 9 และ 12 เดือนสกัดด้วยเอทานอลและเมทานอล

ส่วนของพืช/ ตัวทำละลาย	ปริมาณสารสกัดหยาบ (% W/W)		
	6 เดือน	9 เดือน	12 เดือน
เหง้า / เมทานอล	18.33	17.18	21.15
เหง้า/ เอทานอล	7.88	7.05	12.62
ใบ/ เมทานอล	*	11.33	16.75
ใบ/ เอทานอล	2.38	9.59	6.03

*ไม่ได้ทำการทดสอบ

การทดสอบประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชเบื้องต้นของน้ำมันว่านน้ำและสารสกัดหยาบจากเอทานอลที่มีต่อหนอนใยผักวัยสองภายใน 72 ชั่วโมง พบว่า น้ำมันว่านน้ำ 1.0% และสารสกัดหยาบจากเอทานอล 2.5% มีประสิทธิภาพทำให้หนอนใยผักวัยสองตาย 100% ใน 48 ชั่วโมง

ตารางที่ 3. เปอร์เซ็นต์เบต้า-อาซาโรนและการตายของหนอนใยผักวัยสอง ของน้ำมันและสารสกัดหยาบเหง้าว่านน้ำ

ความเข้มข้น (%)	%การตายของหนอนใยผัก		% เบต้า-อาซาโรน	
	น้ำมันว่านน้ำ	สารสกัดหยาบ	น้ำมันว่านน้ำ	สารสกัดหยาบ
0.25	63.3	30	0.205	0.050
0.50	86.7	60	0.411	0.101
1.0	100*	86.7	0.821	0.201
2.5	100*	100*	2.054	0.504

*ที่ 48 ชั่วโมง

การเตรียมผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปพบว่า ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปสูตรที่ 1 ผสมแล้วมีสีขาวขุ่น เมื่อตั้งทิ้งไว้จะแยกเป็นสองชั้น เมื่อจะใช้ต้องเขย่าให้เข้ากันก่อน จากการทดสอบความคงตัวที่อุณหภูมิ 54 $\pm$ 2°C เป็นเวลา 14 วันไม่พบการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพได้แก่สีและลักษณะที่ปรากฏยกเว้นสูตรผลิตภัณฑ์ที่ 5 มีลักษณะข้นเหนียวมีตะกอน การทดสอบประสิทธิภาพของสูตรผลิตภัณฑ์พบว่าสูตรผลิตภัณฑ์สูตรที่ 3 และ 4 ที่มี propylene glycol เป็นส่วนประกอบทำให้หนอนใยผักวัยสองตาย 0 และ 45% ใน 72 ชั่วโมง หลังจากอบที่อุณหภูมิ 54 $\pm$ 2°C พบว่าทุกผลิตภัณฑ์มีประสิทธิภาพลดลงยกเว้นผลิตภัณฑ์สูตรที่ 5 (ตารางที่ 3) สูตรที่มีน้ำมันเป็นส่วนประกอบทำให้เปอร์เซนต์การตายของหนอนสูงและยังคงมีประสิทธิภาพหลังจากอบที่ 54 $\pm$ 2°C เป็นเวลา 14 วัน สูตรที่มี propylene glycol เป็นส่วนประกอบลดหรือไม่ทำให้หนอนตายถึงแม้ว่าในผลิตภัณฑ์ยังคงมีปริมาณเบต้า - อาซาโรนอยู่ (ตารางที่ 4) การตรวจสารสำคัญในสูตรผลิตภัณฑ์ที่ 0 วัน และ หลังจากเก็บไว้ 14 วัน ที่ 54 $\pm$ 2°C ตรวจพบเบต้า - อาซาโรนในทุกสูตรลดลง ไม่พบเอฟาอาซาโรนในสูตรที่ 3

ตารางที่ 4. เปอร์เซนต์การตายของหนอนใยผักวัยสอง (*Plutella xylostella*) ของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปว่านน้ำ

สูตรผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป	% การตายของหนอนใยผักวัยสอง	
	ก่อนการทดสอบความคงตัว	หลังการทดสอบความคงตัว
สูตรที่ 1 (F1)	95	90
สูตรที่ 2 (F2)	72.5	52.5
สูตรที่ 3 (F3)	0	0
สูตรที่ 4 (F4)	45	22.5
สูตรที่ 5 (F5)	95	95

F1 = 70 % น้ำมันว่านน้ำใน mineral oil F2 = 70 % น้ำมันว่านน้ำใน ethanol

F3 = crude extract + ethanol + propylene glycol F4 = crude extract + oil + propylene glycol

F5 = crude extract + oil + ethanol

ตารางที่ 5. ปริมาณอาซาโรนในสูตรผลิตภัณฑ์ที่ 0 วันและหลังจากเก็บไว้ 14 วัน ที่ 54 $\pm$ 2 °C

สูตรผลิตภัณฑ์	ปริมาณอาซาโรน ที่ 0 วัน(%)		ปริมาณอาซาโรน ที่ 14วัน	
	เบต้า-อาซาโรน	เอลฟา-อาซาโรน	เบต้า-อาซาโรน	เอลฟา-อาซาโรน
F1	46.18	7.75	36.86	5.50
F2	44.39	8.73	33.24	7.16
F3	4.55	-	3.10	-
F4	19.64	2.34	9.89	1.62
F5	35.42	9.30	33.78	8.22

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

เหง้าว่านน้ำมีสารสำคัญคือ เบต้า - อาซาโรน เหง้าว่านน้ำอายุ 12 เดือนให้ปริมาณน้ำมันและสารสกัดหยาบมากกว่าเหง้าอายุ 9 และ 6 เดือน ปริมาณอาซาโรนในน้ำมันจากเหง้าว่านน้ำมีสูงกว่าในสารสกัดหยาบ น้ำมันว่านน้ำมีประสิทธิภาพในการทำให้หนอนใยผักวัยสองตายดีกว่าสารสกัดหยาบ ผลิตภัณฑ์สารสกัดจากว่านน้ำสำเร็จรูปที่มีน้ำมันเป็นส่วนประกอบมีประสิทธิภาพในการกำจัดหนอนใยผักในระดับห้องปฏิบัติการและมีความคงสภาพที่อุณหภูมิ 54 $\pm$ 2°C เป็นเวลา 14 วัน ดีกว่าสูตรที่มีเฉพาะสารสกัดหยาบเป็นส่วนประกอบ เนื่องจากไม่มีการทดสอบความคงตัวที่อุณหภูมิห้องเมื่อเก็บไว้เป็นเวลา 1 ปีเพราะเวลาการทดลองจำกัด ดังนั้นจึงควรทำการทดสอบความคงตัวที่อุณหภูมิห้องของผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำมันเป็นส่วนประกอบและนำไปทดสอบประสิทธิภาพในไร่นาก่อนที่จะมีการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตผลิตภัณฑ์และวิธีการใช้ให้แก่เกษตรกร

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. นำไปใช้ในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชโดยเฉพาะในการปลูกพืชอินทรีย์ เป็นการลดการใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช ลดต้นทุนการผลิต เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

2. ถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์และวิธีการใช้อย่างมีประสิทธิภาพให้กับเกษตรกรและผู้ประกอบการผลิตสารธรรมชาติจากพืชเพื่อผลิตในระดับอุตสาหกรรม

เอกสารอ้างอิง

มงคล แก้วเทพ. 2547.ว่านน้ำสมุนไพรฆ่าแมลง จุลสารข้อมูลสมุนไพร ปีที่ 21 ฉบับที่ 4 หน้า 8-11

Bhuvaneswari, R.and Balasundaram, C.; 2009. “Anti-bacterial activity of *Acorus calamus* and some of its derivatives against fish pathogen (*Aeromous hydrophila*)” J. of Medicinal Plants Research, v.3 (7), p.538-547.

Isman, M. B. 2000. Plant essential oils for pest and disease management *Crop Protection* 19: 603-608.

Jacobson, M. 1989. Botanical Pesticides: Past, Present, and Future *In* Insecticides of Plant Origin. ACS Symposium Series 387, American Chemical Society, Washington D. C., 1989: pp. 1 - 10.

Kim, S.; Park, C. and Ohh, M. 2003a. Contact and fumigant activities of aromatic plant extracts and essential oils against *Lasiderma serricorne Journal of Stored Products Research* 39:11 - 19.

Kim, S.; Roh, J.; Kim, D. Lee, H. and Ahn, Y. 2003b. Insecticidal activities of aromatic plant extracts and essential oils against *Stiophilus oryzae* and *Callosobruchus chinensis Journal of Stored Products Research* 39:293-303.

Lluche, 2009. “Calamus Oils” Material Safety Data Sheet, available on http://www.Lluche.com/eng/pdf/00408QQQL IN.pdf. (2009).

Nawamaki, K. and Kuroyanagi, M. 1996. Sesquiterpenods from *Acorus calamus* as Ggermination Inhibitors *Phytochemistry* 43(6) :1175-1182.

Perrett, S.; Whitfield, P.J.; 2006. “Anthelmintic and Pesticidal activity of *Acorus gramineus* (Araceae) is associated with Phenylpropanoids Asarone” Phytotherapy Research, v.9 (6), p. 405 - 409.

Thacker, J.R.M., 2009. “An Introduction to Arthropod Pest Control” Dept. of Biological Science, University of Paisley, UK, available on http://assets.cambridge.org/97805215/61068/sample /978052156068

ศึกษาประสิทธิภาพของส่วนผสมรวมพืช ว่านน้ำ สะเดา และหางไหล ในการป้องกำจัดศัตรูพืช

พรรณีกา อัตตนนท์ ธนิตา ค่ำอำนวย ธิติยาภรณ์ ประยูรมหิศร

กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

.....

บทคัดย่อ

ศึกษาประสิทธิภาพของส่วนผสมรวมพืช ว่านน้ำ สะเดา และหางไหล ในการป้องกำจัดศัตรูพืชสกัดและวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญในสารสกัดพืช เหง้าว่านน้ำจากจังหวัดราชบุรี เมล็ดสะเดาแห้งจากจังหวัดสุพรรณบุรี และรากหางไหล จากจังหวัดชลบุรี ได้ค่าเฉลี่ยสารสำคัญเบต้า - อาซาโรน 51.87% ในสารสกัดน้ำมันว่านน้ำ สารอาซาไดแรคติน 1.47% ในสารสกัดสะเดา และสารโรติโนนในสารสกัดหางไหล 10.02% ทำการทดสอบประสิทธิภาพของ สารสกัดหยาบ ของส่วนผสมรวมพืช 3 ชนิด ในการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก เพื่อให้ได้ อัตราส่วนของ แต่ละคู่ที่ดีที่สุด แล้วนำมาทดสอบเปรียบเทียบคู่ที่ดีที่สุดเพื่อให้ได้อัตราส่วนผสมที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก โดยทำการทดสอบในห้องปฏิบัติการกลุ่มงานวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตรจากสารธรรมชาติ ผลการทดสอบพบว่าส่วนผสมพืชหางไหล/ว่านน้ำ อัตรา 80/20, 60/40, 40/60 และหางไหล/สะเดาที่อัตรา 80/20 ทำให้หนอนใยผักวัยที่ 2 ตายสูงไม่ต่างกันที่ 82.5, 90.0, 92.5% และ 90.0% ตามลำดับ และเมื่อทดสอบกับหนอนวัยที่ 3 พบว่าหางไหล/ว่านน้ำที่อัตรา 80/20, 60/40 และหางไหล/สะเดาอัตรา 80/20 ทำให้หนอนวัยที่ 3 ตายสูงไม่ต่างกันที่ 72.5, 82.5% และ 67.50% ตามลำดับ

สรุปได้ว่า ส่วนผสมระหว่าง หางไหล/ว่านน้ำ ที่อัตรา 80/20, 60/40 และ 40/60 และส่วนผสมระหว่างหางไหล/สะเดาที่อัตรา 80/20 รวม 4 อัตราส่วน มีแนวโน้มในการควบคุม หนอนใยผักทั้งวัยที่ 2 และวัยที่ 3 ได้ดี เหมาะสำหรับนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ผสมเพื่อการป้องกันกำจัดศัตรูพืช

คำนำ

การใช้สารสกัดจากพืชเพื่อทดแทนสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชเป็นทางเลือกในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช ซึ่งจะทำให้ผลผลิตทางการเกษตรมีคุณภาพ ปลอดภัยต่อการบริโภคและสิ่งแวดล้อมและเป็นการสนับสนุนให้เกษตรกรใช้เป็นทางเลือกที่ดีและปลอดภัย อย่างไรก็ตามสารสกัดพืช ส่วนมากจะนำมาใช้ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชทางการเกษตรโดยมุ่งเน้นการใช้สารสกัดจากพืชชนิดเดียว ซึ่งบางครั้งใช้ไม่ได้ผลดีเท่าที่ควรเพราะสารสกัดพืชส่วนใหญ่เป็น Soft insecticide มีทั้งจุดเด่นจุดด้อยและที่สำคัญคือไม่สามารถป้องกันและกำจัดแมลงได้ดีเหมือนกันทุกชนิด โดยบางชนิดออกฤทธิ์ไล่แมลง บางชนิดยับยั้งการกินอาหารของแมลง เช่นสะเดาใช้ป้องกันกำจัดแมลง บางชนิดได้ผลดีปานกลาง และน้อยหรือไม่ได้ผล สารสกัดธรรมชาติจากพืชส่วนใหญ่ไม่มีฤทธิ์ Knock down ที่จะทำให้แมลงตายทันที จึงไม่สามารถลดความเสียหายได้ ในช่วงที่แมลงเกิดการระบาดมาก นอกจากปัญหาเรื่องการออกฤทธิ์ดังที่กล่าวมาแล้วนั้น วัตถุดิบก็เป็นอีกปัญหาหนึ่ง โดยมากจะขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศ ที่ปัจจุบันมีความแปรปรวนมาก

อันเนื่องมาจากสภาวะโลกร้อนทำให้ได้วัตถุดิบในแต่ละปีไม่แน่นอน เช่นสะเดาซึ่งเป็นพืชที่มีการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ขึ้นทะเบียนแล้วแต่ก็ยังมีปัญหาเรื่องราคาที่สูง ผลสะเดาซึ่งเป็นวัตถุดิบที่ออกผลปีละครั้งเท่านั้น มีผลทำให้การผลิตไม่แน่นอนในแต่ละปี ต้นทุนสูงควบคุมยาก และมีปัญหาเรื่องปริมาณสารสำคัญอาซาไดแรคติน ที่มีปริมาณโดยเฉลี่ยคือ 2.4 - 4.6 มิลลิกรัมต่อกรัม เมื่อเทียบกับสายพันธุ์อินเดียที่มีสารสูงสุด คือ เฉลี่ย 7.7 มิลลิกรัมต่อกรัม นอกจากนี้สะเดาไทยจะให้ผลเพียงปีละ 1 ครั้งเท่านั้น และเป็นสะเดาที่เกิดเองตามธรรมชาติหรือเป็นสะเดาปลูกตามถนนหลวงบางส่วนของประเทศ ซึ่งไม่เพียงพออย่างแน่นอนทั้งทางด้านคุณภาพและปริมาณสำหรับการนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อการค้า รากหางไหลก็เช่นกันอายุเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมในการผลิตเป็นสารฆ่าแมลงคือประมาณ 2 ปี(สมสุขและคณะ, 2531 ; Moore.1943; White.1954) การเก็บเกี่ยวรากต้องใช้แรงงานมากทำให้รากหางไหลมีราคาแพง สำหรับว่านน้ำนั้นเป็นพืชที่ปลูกได้ง่ายสามารถขุดเหง้านำมาใช้ได้ตลอดปีไม่มีปัญหาเรื่องวัตถุดิบ และเป็นพืชที่มีประสิทธิภาพในการไล่ผีเสื้อและหมัด มีพิษต่อแมลงวัน (Anonymous,1975) และปลูกง่ายสามารถนำเหง้ามาใช้ได้ตลอดทั้งปีจึงเป็นพืชที่เหมาะสมในการนำมาใช้ผสมเพิ่มประสิทธิภาพพืชสมุนไพรของไทยอื่นๆ ที่มีศักยภาพเป็นสารกำจัดศัตรูพืช เช่น สะเดา หางไหล ซึ่งนักวิจัยสาขาเกษตร และสาขาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องได้ทำการทดลองค้นคว้าหาสารทดแทนสารเคมีการเกษตรและพบว่าสะเดา(ขวัญชัย,2542; Isman,1997;Klaus,1995) โล่ติ๊น หรือ หางไหล(วินัย,2540; Trease and evan,1985) สามารถนำเอาส่วนที่สำคัญต่างๆ เช่น ต้น ราก ใบ ดอก และผล มาสกัดเพื่อให้ได้สารสำคัญจากพืชนั้นๆ มาใช้ควบคุมศัตรูพืชแทน สารเคมีได้ดี โดยไม่มีพิษตกค้าง เนื่องจากสารธรรมชาติส่วนใหญ่จะสลายตัวได้เร็ว

การนำจุดเด่นและจุดด้อยของพืชแต่ละชนิดมาผสมรวมกันให้ได้อัตราส่วนที่เหมาะสมมีการผสมปรุงแต่งให้เป็นผลิตภัณฑ์ป้องกันกำจัดศัตรูพืช อาจทำให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น และ/หรือลดข้อด้อยของการใช้พืชชนิดเดี่ยวของพืชแต่ละชนิด หรือทำให้สามารถลดต้นทุนเมื่อมีการผสมรวมกัน ได้ผลิตภัณฑ์ธรรมชาติที่หลากหลายมากชนิด ทำให้ง่ายแก่การใช้วัตถุดิบจากธรรมชาติซึ่งควบคุมไม่ได้ให้ควบคุมได้ในระดับหนึ่ง จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์สารธรรมชาติป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่มีความหลากหลายมากชนิดขึ้นพร้อมทั้งสามารถควบคุมคุณภาพได้ เพื่อให้เป็นทางเลือกให้กับเกษตรกรที่ปลูกพืชปลอดสารเคมี หรือเกษตรอินทรีย์ และเป็นการช่วยแก้ปัญหาและเป็นทางเลือกให้แก่ภาคเอกชนที่ประกอบธุรกิจการเกษตรธรรมชาติ อัญชลี สงวนพงษ์ และคณะ (2539) ศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพน้ำมันสะเดาอัดเม็ดในการออกฤทธิ์ป้องกันและกำจัดด้วงงวงข้าวสาร พบว่าการใช้น้ำมันสะเดาผสม น้ำมันอบเชย น้ำมันตระไคร้หอม และเมนทอลสามมารถเพิ่มประสิทธิภาพในการออกฤทธิ์ของน้ำมันสะเดาที่มีต่อด้วงงวงข้าวสารโดยมีผลทำให้แมลงทำลายพืชอาหารได้น้อยลง จรรยา จริยานุสรณ์ (2545) ได้พัฒนาสูตรผสมสารสกัด ข่า ว่านน้ำและทองพันชั่งเพื่อควบคุมโรคแอนแทรคโนสของมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยว พบว่าสารสกัดว่านน้ำและข่ามีฤทธิ์ควบคุมเชื้อราได้ดี เสริม สีมา และคณะ (2547) ศึกษาประสิทธิภาพผลิตภัณฑ์หางไหลแลยาฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูถั่วฝักยาว พบว่าหางไหลเข้มข้น .005% - .001% สามารถใช้ป้องกันหนอนเจาะฝักถั่วเขียว (2548) วิจัยการใช้หางไหลและน้ำมันปิโตรเลียมในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟในพริก พบว่าหางไหล ความเข้มข้น 0.019% โรติโนนมีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจดเพลี้ยไฟ 50.45% เล็กน้อย มัณฑนา มิลน์ และคณะ (2548) ศึกษาการใช้ผลิตภัณฑ์สารสกัดหางไหลในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟในกล้วยไม้มีพบว่าการเติมน้ำมันสะเดาลงไปในสารสกัดหยาบหางไหลมีประสิทธิภาพในการควบคุมตัวอ่อนเพลี้ยไฟดีขึ้น ดังนั้นการศึกษาวิจัยสูตรผสมรวมพืชระหว่างว่านน้ำ

และพืชอื่นที่มีศักยภาพในการการป้องกันกำจัดศัตรูพืชจึงเป็นสิ่งจำเป็นและควรได้รับการสนันสนุนอย่างเร่งด่วนเพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์สารธรรมชาติป้องกันกำจัดศัตรูพืช

การศึกษาประสิทธิภาพของส่วนผสมรวมพืช ว่านน้ำ สะเดา และหางไหล ในการป้องกำจัดศัตรูพืช มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้อัตราส่วนผสมที่เหมาะสมในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชของว่านน้ำและพืชอื่นเช่น สะเดา หางไหล สำหรับเป็นแนวทางในการพัฒนาเป็นสูตรผสมรวมพืชระหว่างว่านน้ำ และพืชอื่นที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์ ประกอบด้วยต่อไปนี้

สารเคมีเครื่องแก้ว และเครื่องมือวิทยาศาสตร์

1. เครื่องแก้วชนิดต่างๆ เช่น volumetric flask, pipette, flat bottom flask, glass cylinder เป็นต้น
2. สารเคมีชนิดต่างๆ เช่น sodium sulfate (anhydrous granular) sodium chloride (AR grade) gxHO9ho
3. สารทำละลายชนิดต่างๆ เช่น acetonitrile (LC grade), methanol (LC grade), dichloromethane (AR grade), hexane (AR grade และ PR.grade)
4. สารมาตรฐาน ได้แก่ azadirachtin, rotenone, β-asarone
5. อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ เช่น Homogenizer, เครื่องปั่นย่อยขนาดตัวอย่าง food processor, column พร้อม container และ tube ขนาด 15 มล. สำหรับการ Cleanup เป็นต้น
6. เครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4.5 ตำแหน่ง และ 2 ตำแหน่ง
7. เครื่องลดปริมาตร Rotary Evaporator
8. เครื่อง HPLC-DAD (High performance liquid chromatography with diode array detector)
9. เครื่อง GC - MS (Gas chromatography – mass spectrometry)

สิ่งทดลอง

1. หนอนใยผัก จาก แหล่งจังหวัดนครราชสีมา และจังหวัดกาญจนบุรี
2. ว่านน้ำ จาก จังหวัดราชบุรี
3. สะเดา จาก จังหวัดสุพรรณบุรี
4. หางไหล จาก จังหวัดชลบุรี

วิธีการ

มีวิธีดำเนินการดังนี้

1. **การเก็บและเตรียมสารสกัดพืช ว่านน้ำ สะเดา และหางไหล**

1.1) การเตรียมน้ำมันว่านน้ำ

นำตัวอย่าง เหง้าว่านน้ำ อายุ 7 เดือน จาก จังหวัดราชบุรี แบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกนำไปกลั่นสดส่วนที่สองนำไปตากแห้งโดยการผึ่งลมเพื่อลดความชื้น นำเหง้าสด และเหง้าแห้ง ไปกลั่น ด้วยวิธี hydro-distillation วัดความชื้นก่อนกลั่น ชั่งจำนวน 500 กรัม ใส่ลงในขวดกลั่นขนาด 6 ลิตร กลั่นเป็นเวลา 5 ชั่วโมง ทำน้ำมัน

ที่กลั่นได้ให้บริสุทธิ์ โดยการละลายด้วย petroleum ether และกรองผ่าน Anhydrous Sodium sulfate ล้างด้วย petroleum ether ให้หมดจด แล้วนำไปลดปริมาตรด้วยเครื่องระเหยสาร (evaporator) จะได้น้ำมันว่านน้ำ

1.2) การเตรียมสารสกัดหยาบสะเดา

นำตัวอย่างเนื้อในเมล็ดสะเดาแห้งจากจังหวัดสุพรรณบุรี มาบดละเอียด สกัดด้วยเฮกเซน ในอัตราส่วน 1:8 โดยการแช่เป็นเวลา 5 ชั่วโมง กวนเป็นระยะๆ ทุก 1 ชั่วโมง กวน 1-2 ครั้ง กรองเก็บส่วนกากและ ผึ่งให้แห้ง นำมาสกัดด้วยสารละลายเมทธานอล จำนวน 3 ครั้ง รวมสารสกัดที่ได้ ไปลดปริมาตร ด้วยเครื่อง evaporator จนแห้ง จะได้สารสกัดหยาบสะเดา

1.3) การเตรียมสารสกัดหยาบหางไหล

นำตัวอย่างรากหางไหลสด (หลังเก็บเกี่ยว เกษตรกรรักษาความชื้นโดยเก็บในที่เย็น และพรมน้ำทุกวัน) จาก อำเภอเกาะกิ่งจันทร์ จังหวัดชลบุรี มาสับ และบดละเอียด จำนวน 500 กรัม แล้วนำไปตากแห้ง และอบที่ 55°C เป็นระยะเวลา 30 นาที เพื่อให้ความชื้นต่ำกว่าหรือเท่ากับ 10% (พรรณีกา, 2549) จากนั้นนำผงบดแห้งรากหางไหลไปสกัดด้วย เมทธานอล จำนวน 3 ครั้ง รวมสารสกัดที่ได้ ไปลดปริมาตร ด้วยเครื่อง evaporator จนแห้ง จะได้สารสกัดหยาบหางไหล

2. วิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญในสารสกัดพืช ว่านน้ำ สะเดา และหางไหล

2.1) วิเคราะห์ปริมาณสารเบต้า – อาซาโรน (β-asarone) ในน้ำมันว่านน้ำ โดยการเตรียมตัวอย่างน้ำมันว่านน้ำที่ได้จากข้อ 1.1) จำนวน 0.02 กรัมใน volumetricflask ขนาด 5 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วย hexane (PR. Grade) เป็น 5 มิลลิลิตร ปรับความเข้มข้นให้เหมาะสม ตรวจวิเคราะห์สารสำคัญเบต้า - อาซาโรน ด้วยเครื่อง GC-MS

2.2) วิเคราะห์ปริมาณสารอาซาไดแรคติน (Azadirachtin A) ในสารสกัดหยาบสะเดาที่ได้จากข้อ 2.2) น้ำ โดยการเตรียมตัวอย่างสารสกัดหยาบที่ได้จากข้อ 1.2) จำนวน 1 กรัมใน volumetricflask ขนาด 10 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยเมทธานอล (LC grade) เป็น 10 มิลลิลิตร ปรับความเข้มข้นให้เหมาะสม ตรวจวิเคราะห์สารอาซาไดแรคติน ด้วยเครื่อง HPLC-DAD ความยาวคลื่น 214 นาโนเมตร

2.3) การวิเคราะห์ปริมาณ สารโรติโนน (Rotenone) ในสารสกัดหยาบหางไหลที่ได้จากข้อ 2.3) น้ำ โดยการเตรียมตัวอย่างสารสกัดหยาบที่ได้จากข้อ 1.2) จำนวน 0.1 กรัมใน ใส่ vial สีชาขนาด 3 มิลลิลิตร สกัดด้วย dioxane จำนวน 2 มิลลิลิตร ปรับความเข้มข้นให้เหมาะสมด้วย 70% methanol/น้ำ ตรวจวิเคราะห์สารโรติโนน ด้วยเครื่อง HPLC-DAD ความยาวคลื่น 290 นาโนเมตร

3. ทดสอบประสิทธิภาพส่วนผสมรวมพืชของพืช 3 ชนิด ในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักในห้องปฏิบัติการ

- เตรียมสารสกัดหยาบของพืช 3 ชนิด และวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญ

- ทำการทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้นของ สารสกัดหยาบ ของส่วนผสมรวมพืช 3 ชนิด ในการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก เพื่อให้ได้ อัตราส่วนของ แต่ละคู่ที่ดีที่สุด แล้วนำมาทดสอบเปรียบเทียบคู่ที่ดีที่สุดเพื่อให้ได้อัตราส่วนผสมที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก โดยทำการทดสอบใน ห้องปฏิบัติการ ดังนี้

3.1) เปรียบเทียบประสิทธิภาพ พืชทั้ง 3 ชนิด ที่อัตราส่วน 1:1 ของพืชทั้ง 3 ชนิดวางแผนการทดลองแบบ CRD 4 ซ้ำ 7 กรรมวิธี และกลุ่มควบคุม 2 กรรมวิธี ดังนี้ โดยมีอัตราส่วนต่างๆ ของสารสกัด เป็นกรรมวิธีดังนี้ ว่านน้ำ 100%, หางไหล 100%, สะเดา 100%, ว่านน้ำ : หางไหล (1:1), ว่านน้ำ : สะเดา (1:1), สะเดา : หางไหล (1:1), ว่านน้ำ : สะเดา: หางไหล (1:1:1), เมทธานอล และน้ำเป็นกลุ่มควบคุม

3.2) เปรียบเทียบประสิทธิภาพ อัตราส่วนต่างๆ ของพืชเป็นคู่ๆ ดังนี้

3.2.1) น้ำมันว่านน้ำและสารสกัดหยาบหางไหล ที่อัตราส่วน ว่านน้ำ: หางไหล 0%, 20%, 40%, 60%, 80% และ100%

3.2.2) น้ำมันว่านน้ำและสารสกัดหยาบสะเดา ที่อัตราส่วน ว่านน้ำ: สะเดา 0%, 20%, 40%, 60%, 80% และ 100%

3.2.3) สารสกัดหยาบสะเดาและสารสกัดหยาบหางไหล ที่อัตราส่วน สะเดา : หางไหล 0%, 20%, 40%, 60%, 80% และ100%

ทุกการทดลองวางแผนการทดลองแบบ CRD 4 ซ้ำ 6 กรรมวิธี และกลุ่มควบคุม 2 กรรมวิธี โดยมีอัตราส่วนต่างๆ ของสารสกัดเป็นกรรมวิธี เมทธานอล และน้ำเป็นกลุ่มควบคุม

3.3) ทดสอบประสิทธิภาพส่วนผสมที่ดีที่สุดในการควบคุมหนอนใยผัก ที่ได้จาก การทดสอบข้อ 3.1) และ 3.2) วางแผนการทดลอง แบบ CRD 4 ซ้ำ 7 กรรมวิธี และกลุ่มควบคุม 2 กรรมวิธี ดังนี้ หางไหล/ว่านน้ำ อัตราส่วน 80/20, หางไหล/ว่านน้ำ อัตราส่วน 60/40, หางไหล/ว่านน้ำ อัตราส่วน 40/60, หางไหล/สะเดา อัตราส่วน 80/20, หางไหล/สะเดา อัตราส่วน 20/80, ว่านน้ำ/สะเดา อัตราส่วน 80/20 และหางไหล/ว่านน้ำ/สะเดา อัตราส่วน 1/1/1 โดยมีเมทธานอล และน้ำเป็นกลุ่มควบคุม

ระยะเวลา (เริ่มต้น-สิ้นสุด) เดือนตุลาคม 2553 ถึง กันยายน 2555

สถานที่ดำเนินการ กลุ่มงานวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตรจากสารธรรมชาติ กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

ผลการทดลองและวิจารณ์

การเตรียมสารสกัดและวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญในพืช ว่านน้ำ สะเดา และหางไหล

จากการเก็บและเตรียมสารสกัดพืช ว่านน้ำ สะเดา และหางไหล และตรวจสารสำคัญ ในสารสกัด เพื่อนำสารสกัดไปทดสอบหาอัตราส่วนที่เหมาะสม พบว่าเหง้าว่านน้ำที่นำมาสกัดโดยการกลั่น ส่วนสด วัดความชื้นได้ 57.77% ก่อนกลั่น เหง้าว่านน้ำส่วนที่ทำให้แห้งโดยการผึ่ง และตากแห้งวัดความชื้นได้ 14.21% ก่อนกลั่น (ตารางที่ 1) แสดงค่าปริมาณน้ำมัน และสารเบต้า - อาซาโรน ที่กลั่นจากว่านน้ำสดและแห้ง น้ำมันที่กลั่นได้จากว่านน้ำเหง้าแห้งจะมีปริมาณ 1.3% และที่กลั่นจากเหง้าสดได้ปริมาณน้ำมัน 0.39% สำหรับปริมาณสารสำคัญ เบต้า - อาซาโรนในน้ำมันที่กลั่นได้จากเหง้าสดกับแห้งมีปริมาณสารเบต้า - อาซาโรน ระหว่าง 52.55 - 57.79%

สกัดและวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญในพืช เหง้าว่านน้ำจากจังหวัดราชบุรี เมล็ดสะเดาแห้งจากจังหวัดสุพรรณบุรี และรากหางไหล จากจังหวัดชลบุรี (ตารางที่ 2) ได้ค่าเฉลี่ยปริมาณสารสำคัญในสารสกัดว่านน้ำ สะเดา

และหางไหล คือสารสำคัญเบต้า-อาซาโรน 57.87% ในสารสกัดน้ำมันว่านน้ำ สารอาซาไดแรคติน 1.47% ในสารสกัดสะเดา และสารโรติโนนในสารสกัดหางไหล 10.02%

ประสิทธิภาพส่วนผสมรวมพืช ของพืช 3 ชนิด ในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักในห้องปฏิบัติการ

1. ผลการทดสอบประสิทธิภาพเปรียบเทียบ พืชทั้ง 3 ชนิด ที่อัตราส่วน 1/1/1 ในการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก (ตารางที่ 3) พบว่าการทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพ พืชทั้ง 3 ชนิด ว่านน้ำ สะเดา และหางไหล พบว่า อัตราส่วนผสมของพืช 3 ชนิด ว่านน้ำ : สะเดา : หางไหล อัตรา 1 : 1 : 1 ทำให้หนอนใยผักวัย 2 ตายสูงสุดคือ 90%

2. การทดสอบประสิทธิภาพของพืชแต่ละคู่ คือ ว่านน้ำ/หางไหล, ว่านน้ำ/ สะเดา และสะเดา/หางไหล ในอัตราส่วนต่างๆ (ตารางที่ 4) พบว่า ว่านน้ำ/หางไหล อัตรา 20/80, ว่านน้ำ/ สะเดา อัตรา 80/20 และสะเดา/หางไหล อัตรา 20/80 ทำให้หนอนใยผักตายสูงสุด 95%, 35% และ 87.50% ตามลำดับ

3. ทดสอบประสิทธิภาพส่วนผสมที่ดีที่สุดจากผลข้อที่ 1,2 ได้ส่วนผสมชนิดพืชที่มีประสิทธิภาพนำมาเปรียบเทียบกันจำนวน 7 ส่วนผสมในการควบคุมหนอนใย วัยที่ 2 และวัยที่ 3

3.1) ผลวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญ ในสารที่สกัดได้จากทั้งพืช 3 ชนิด ที่นำไปทดสอบประสิทธิภาพ พบว่า สารสกัดหยาบหางไหลมี ปริมาณโรติโนน 17.79% (วิธี HPLC) สารสกัดหยาบสะเดามี ปริมาณ อาซาไดแรคติน 1.26% (วิธี HPLC) น้ำมันว่านน้ำมี ปริมาณ เบต้า - อาซาโรน 63.84% (วิธี GC-MS))

3.2) ผลทดสอบประสิทธิภาพส่วนผสมที่ดีที่สุด (ตารางที่ 5) พบว่า

- ส่วนผสมระหว่าง หางไหล/ว่านน้ำ ทั้ง 3 อัตรา คือ 80/20, 60/40 และ 40/60 ทำให้หนอนใยผักวัยที่ 2 ตายสูงสุด 82.5 - 92.5% ไม่แตกต่างกัน สำหรับการทดสอบกับหนอนวัยที่ 3 พบว่า หางไหล/ว่านน้ำ 2 อัตรา คือ 80/20 และ 60/40 ทำให้หนอนวัยที่ 3 ตายสูงสุด 72.5 - 82.5% ไม่ต่างกัน

- ส่วนผสมระหว่าง หางไหล/สะเดาที่อัตรา 80/20 พบว่าทำให้หนอนใยผักวัยที่ 2 ตาย 90.0% ไม่ต่างกันกับ ส่วนผสมพืชหางไหล/ว่านน้ำ ทั้ง 3 อัตรา คือ 80/20, 60/40 และ 40/60 สำหรับการทดสอบกับหนอนวัยที่ 3 พบว่า หางไหล/สะเดาที่อัตรา 80/20 ทำให้หนอนวัยที่ 3 ตาย 67.5% ไม่ต่างกันกับหางไหล/ว่านน้ำ 2 อัตราคือ 80/20 และ 60/40 ทำให้หนอนวัยที่ 3 ตาย 72.5 - 82.5%

- ส่วนผสม ว่านน้ำ/สะเดา ที่อัตรา 80/20 ทำให้หนอนวัยที่ 2 ตาย 62.5% และวัยที่ 3 ตาย 45.0% มีประสิทธิภาพรองจาก หางไหล/ว่านน้ำ และ หางไหล/สะเดา

- ส่วนผสม 3 พืช ว่านน้ำ : สะเดา : หางไหล อัตรา 1 : 1 : 1 พบว่ามีผลทำให้หนอนใยผักวัยที่ 2 และวัยที่ 3 ตาย ต่ำสุดคือ 47.5 และ 42.5% ตามลำดับ

จากผลการทดสอบดังกล่าวทำให้สรุปได้ว่า ส่วนผสมระหว่าง หางไหล/ว่านน้ำ ทำให้หนอนใยผักวัยที่ 2 ตายสูงสุด 92.5% วัยที่ 3 ตาย 82.5% สำหรับส่วนผสมระหว่าง หางไหล/สะเดาทำให้หนอนใยผัก วัยที่ 2 ตายสูงสุด 90.0% วัยที่ 3 ตาย 67.5%

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การศึกษาประสิทธิภาพของส่วนผสมรวมพืช ว่านน้ำ สะเดา และหางไหล ในการป้องกำจัดศัตรูพืช พบว่า ส่วนผสมระหว่าง หางไหล/ว่านน้ำ ที่อัตรา 80/20, 60/40 และ 40/60 และ ส่วนผสมระหว่าง หางไหล/สะเดาที่อัตรา 80/20 รวม 4 อัตราส่วนมีแนวโน้มในการควบคุม หนอนใยผักทั้งวัยที่ 2 และวัยที่ 3 ได้ดี

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

การศึกษานี้ทำให้ทราบ อัตราส่วนที่เหมาะสม ของพืช ว่านน้ำ สะเดาและหางไหล ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช เช่นหนอนใยผักทั้ง วัยที่ 2 และวัยที่ 3 ได้ และสามารถนำมาพัฒนาผสมปรุงแต่งต่อเป็นผลิตภัณฑ์พืชผสมที่มีคุณภาพ และประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชต่อไป

เอกสารอ้างอิง

ขวัญชัย สมบัติศิริ. 2542. หลักการและวิธีการใช้สะเดาป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูพืช. เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการ โครงการเกษตรกู้ชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ฉบับที่ 1 หน้า 32

จรรยา จริยานุสรณ์. 2545. พัฒนาสูตรผสมสารสกัดข่า ว่านน้ำ และทองพันช่างเพื่อควบคุมโรคแอนแทรคโนสของมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยว วิทยาศาสตร์ดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ : 207 หน้า

มัณฑนา มิลน์ สุรพล วิเศษสรรค์ สมรวย อภิธรรมรวมกุลและเสริม สีมา. 2548. การใช้ผลิตภัณฑ์สารสกัดหางไหลในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟในกล้วย. รายงานผลปฏิบัติงานประจำปีงประมาณ 2548. เล่ม1. สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางหารเกษตร. กรมวิชาการเกษตร : 221-232

วินัย ปิติยนต์ และอารมย์ แสงวนิชย์. 2540 การศึกษาสารสกัดจากหางไหล เพื่อใช้ในการควบคุมแมลงศัตรูพืช ในรายงานการประชุมวิชาการกองวัตถุมีพิษการเกษตร 2540 วันที่ 8-10 กรกฎาคม 2540 ณ โรงแรมเฟสิกซ์ เวอร์แคว จังหวัดกาญจนบุรี หน้า 84-92

สมสุข ศรีจักรวาฬ อรนุช เกษประเสริฐ ปราโมทย์ เกิดศิริ และนพรัตน์ หยีดจันทร์. 2531.การเจริญเติบโตและสารพิษในต้นหางไหล(โล่ติ๊น) เมื่ออายุต่างๆ กัน .วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 21(3) : 166-175

เสริม สีมา ถวิล จอมเมือง และสมบัติ แผนดี. 2547.ประสิทธิภาพผลิตภัณฑ์หางไหลและยาฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูถั่วฝักยาว รายงานผลปฏิบัติงานประจำปีงประมาณ 2547. เล่ม1. สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางหารเกษตร. กรมวิชาการเกษตร : 98 - 108

เสริม สีมา ถวิล จอมเมือง และสมบัติ แผนดี. 2548. การใช้หางไหลและน้ำมันปิโตรเลียมในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟในพริก รายงานผลปฏิบัติงานประจำปีงประมาณ 2548. เล่ม1. สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร. กรมวิชาการเกษตร : 211 - 220

อัญชลี สงวนพงษ์ งามผ่อง คงคาทิพย์ และขวัญชัย สมบัติศิริ. 2539. ศึกษาการใช้น้ำมันสะเดาอัดเม็ดในการควบคุมประชากรของด้วงงวงข้าว วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร ปีที่ 29 ฉบับที่ 1- 3 หน้า 6-15.

Isman, M.B. 1997 Bioinsecticides *Pesticides Outlook* Vol. 8(5):32-38.

Klaus,W. 1995. Biologically Active Ingredients *In* The Neem Tree Source of Unique Natural Products for Integrated Pest Management, Medicine, Industry and Other Purposes:Schmutterer,H.,Ed., VCH Verlaggesellschaft mbH, Weinheim, Germany, pp. 372-373.

Moore, R.H. 1943. *derris* culture in Puerto Rico. *Puerto Rico (Mayaguez) Agr.Expt.sta. Cir.*24:17

Trease G.E. and Evan,W.C. 1985. Pesticides of Natural Origin and Antibiotics. *In* Pharmarcognosy. The Alder press. Oxford, Great Britain, pp. 679-711

White, D.G. 1945. Propagating *Derris* by cuttings. *Agr. In the Americas* 5:154-156

ตารางที่ 1. เปรียบเทียบ % น้ำมัน จากการกลั่นว่านน้ำสด (ความชื้นเฉลี่ย 57.77%) และว่านน้ำแห้ง (ความชื้นเฉลี่ย 14.21%) โดยวิธี Hydro distillation เป็นเวลา 5 ชั่วโมง

	น้ำมัน g		**% น้ำมันใน ว่านน้ำ**		**% β-asarone (เบต้า-อาซาโรน) ในน้ำมัน**		**% β-asarone (เบต้า-อาซาโรน) ใน ว่านน้ำ**	
	สด	แห้ง	สด	แห้ง	สด	แห้ง	สด	แห้ง
ค่าเฉลี่ย	1.94	6.51	0.39	1.30	52.55	57.79	0.21	0.75
SD	0.24	0.29	0.05	0.06	3.83	8.16	0.02	0.07
CV(%)	12.26	4.42	12.82	4.62	7.29	14.12	9.52	9.33

ตารางที่ 2. ค่าเฉลี่ยปริมาณสารสำคัญในสารสกัด ว่านน้ำ สะเดา และหางไหล

	% β-asarone ในน้ำมันว่านน้ำ	**% azadirachtin ในสารสกัดหยาบสะเดา**	**% rotenone ในสารสกัดหยาบหางไหล**
ค่าเฉลี่ย	51.87	1.47	10.02
SD	5.39	0.09	0.51
CV(%)	10.39	6.26	5.09

ตารางที่ 3. เปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผัก วัยที่ 2 ต่อสารผสมพืช 3 ชนิดที่อัตราส่วนต่างๆ

ว่านน้ำ หางไหล และสะเดา

อัตราส่วน	% Mortality
ว่านน้ำ 100%	17.51 b
หางไหล 100%	65.00 a
สะเดา 100%	25.00 b
ว่านน้ำ : หางไหล (1:1)	80.00 a
ว่านน้ำ : สะเดา (1:1)	65.00 a
สะเดา : หางไหล (1:1)	85.00 a
ว่านน้ำ : สะเดา: หางไหล (1:1:1)	90.00 a
เมทธานอล	15.00 b
น้ำ	10.00 b

CV =37.1%

ตัวเลขที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ไม่แตกต่างกันทางสถิติใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4. เปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผัก วัยที่ 2 ต่อพืชผสมแต่ละคู่ที่อัตราต่างๆ

ว่านน้ำ : หางไหล		**ว่านน้ำ : สะเดา**		**สะเดา : หางไหล**	
อัตราส่วน	% Mortality	**อัตราส่วน**	% Mortality	**อัตราส่วน**	% Mortality
0:100	97.50 a	0:100	10.00 ab	0:100	95.00 a
20:80	95.00 ab	20:80	12.50 ab	20:80	87.50 ab
40:60	82.50 abc	40:60	15.01 ab	40:60	62.50 ab
60:40	77.50 bc	60:40	25.00 ab	60:40	60.00 b
80:20	75.00 c	80:20	35.00 a	80:20	65.00 ab
100:0	52.50 d	100:0	30.00 a	100:0	57.50 b
เมทธานอล	0.00 e	เมทธานอล	0.00 b	เมทธานอล	12.50 c
น้ำ	2.51 e	น้ำ	0.00 b	น้ำ	5.01 c
CV(%)	19.1	% CV	97.2	% CV	38.5

ตัวเลขที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ไม่แตกต่างกันทางสถิติใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 5. เปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผัก วัยที่ 2 และวัยที่ 3 ต่อสารผสมระหว่างพืช 3 ชนิด ที่อัตราส่วนต่างๆ

กรรมวิธี		ค่าเฉลี่ย %การตายของหนอนใยผัก	
ชนิดพืช	**อัตราส่วน**	**วัยที่ 2**	**วัยที่ 3**
หางไหล/ว่านน้ำ	80/20	82.50 ab	72.50ab
หางไหล/ว่านน้ำ	60/40	90.00 ab	82.50a
หางไหล/ว่านน้ำ	40/60	92.50 a	52.50bc
หางไหล/สะเดา	80/20	90.00 ab	67.50abc
หางไหล/สะเดา	20/80	72.50 bc	42.50c
ว่านน้ำ/สะเดา	80/20	62.50 bc	45.00bc
หางไหล/ว่านน้ำ/สะเดา	1/1/1	47.50 d	42.50c
เมทธานอล	-	5.00 e	10.00d
น้ำ	-	12.50 e	0d
CV(%)		19.1	6.18

ตัวเลขที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ไม่แตกต่างกันทางสถิติใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร Alachlor

Method Validation of Alachlor in Pesticide Formulations

จิราพรรณ ทองหยอด ฉลองรัตน์ หมื่นขวา

กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

.....

บทคัดย่อ

การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารออกฤทธิ์อะลาคลอร์ (Alachlor) ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์สารกำจัดวัชพืช (Herbicide) ที่นิยมใช้แพร่หลายในปัจจุบัน ดังนั้น กลุ่มงานพัฒนาระบบตรวจสอบคุณภาพวัตถุมีพิษการเกษตร จึงทำการวิจัยวิธีตรวจสอบสารออกฤทธิ์ Alachlor ให้มีความถูกต้องแม่นยำ และยอมรับได้ในระดับสากล ด้วยเทคนิค Gas Chromatography (GLC) ตัวตรวจจับ Flame ionization detector (FID) คอลัมน์ Capillary ชนิด HP - 5 (30 m × 0.32 mm (id.) 0.25 µm film thickness) ใช้ฮีเลียม (He) เป็นแก๊สตัวพา อัตราการไหล 2 มิลลิลิตรต่อนาที อุณหภูมิคอลัมน์ 230 องศาเซลเซียส เวลา 3.5 นาที อุณหภูมิการฉีด 250 องศาเซลเซียส อุณหภูมิตัวตรวจจับ 250 องศาเซลเซียส โหมดการฉีด Split ratio 50 : 1 ปริมาณการฉีด 1 ไมโครลิตร ทำการทดสอบในหัวข้อต่างๆ ได้แก่ ช่วงของการวัด (Range) ช่วงที่เป็นเส้นตรง (Linearity) การตรวจสอบความแม่น (Accuracy) และการตรวจความเที่ยง (Precision)

จากการทดลองพบว่า ค่า Rang ได้ช่วงความเข้มข้น 0.10 - 4.00 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ค่า Linearity ได้ช่วงความเข้มข้น 0.25 – 2.00 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร มีค่า Correlation coefficient (r) เท่ากับ 1.00000 โดยเกณฑ์ยอมรับ AOAC ค่า $r \geq 0.995$ ค่า Accuracy หาได้จากเปอร์เซ็นต์ Recovery ที่ความเข้มข้น 3 ระดับ คือ 0.5, 1.0 และ 1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร มีค่าเท่ากับ 101.73, 99.14 และ 98.69 ตามลำดับ เกณฑ์ยอมรับ AOAC เปอร์เซ็นต์ Recovery เท่ากับ 98 – 102 การวิเคราะห์ซ้ำ (Precision) ได้ค่า HORRAT เท่ากับ 0.184, 0.182 และ 0.204 และตรวจสอบความแข็งของวิธี โดยใช้ Robustness/ Ruggedness ได้ค่า HORRAT เท่ากับ 0.455, 0.204, 0.196 และ 0.381, 0.170, 0.314 ตามลำดับ เกณฑ์ยอมรับ AOAC ค่า HORRAT ≤ 2 จากการประเมินผลการทดสอบพารามิเตอร์ต่างๆ อยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้ทั้งสิ้น ดั้งนั้นจึงสามารถนำวิธีนี้ไปใช้เป็นวิธีมาตรฐานในการตรวจวิเคราะห์วัตถุอันตรายทางการเกษตรที่ให้ผลวิเคราะห์ถูกต้อง แม่นยำ และยอมรับได้ในระดับสากล

คำนำ

การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี (Method Validation) เป็นวิธีการปฏิบัติอย่างหนึ่งของห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบที่ทำให้ผลการทดสอบเกิดความน่าเชื่อถือและยอมรับความสามารถของห้องปฏิบัติการนั้นๆ ดังนั้น การวิจัยวิธีตรวจสอบสารออกฤทธิ์ Alachlor ให้มีความถูกต้องและแม่นยำ จะทำให้ผลการทดสอบของห้องปฏิบัติการได้รับการยอมรับและน่าเชื่อถือ

Alachlor เป็นสารกำจัดวัชพืชกลุ่ม Chloroacetamide มีชื่อทางเคมี (IUPAC) คือ 2-Chloro-N-(2,6-diethylphenyl)-N-(methoxymethyl) acetamide) มีวิธีวิเคราะห์ตามวิธีมาตรฐาน CIPAC Handbook Vol.D โดยการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค GC-FID ใช้ column glass packed (10% SP-250) ขนาด 1.8 m x 2 mm i.d. อุณหภูมิคอลัมน์ 230 องศาเซลเซียส อุณหภูมิการฉีดสาร 250 องศาเซลเซียส อุณหภูมิตัวตรวจจับ 260 องศาเซลเซียส ใช้ฮีเลียมเป็นแก๊สตัวพาอัตราการไหล 35 มิลลิลิตรต่อนาที เวลาในการวิเคราะห์ 15 นาที ใช้ di-(2-ethylhexyl)phthalate เป็นสารมาตรฐานภายใน (internal standard) ซึ่งเดิมใช้ column glass packed (10% SP-250) ในการตรวจวิเคราะห์ปัจจุบันไม่มีจำหน่ายแล้ว

ดังนั้นงานวิจัยนี้มุ่งที่จะพัฒนาวิธีวิเคราะห์ปริมาณสารออกฤทธิ์ alachlor ในผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตร สูตร EC โดยเทคนิค GC-FID ใช้ Capillary column แทน column packing ที่สามารถแยกสารให้ผลการวิเคราะห์น่าเชื่อถือ ถูกต้อง แม่นยำ และรวดเร็ว เป็นที่ยอมรับได้ในระดับนานาชาติ โดยดำเนินการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีทดสอบ (Method Validation) ซึ่งเป็นข้อกำหนด ข้อที่ 5.4.2 ตามมาตรฐานห้องปฏิบัติการ (ISO/IEC:17025)

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. เครื่อง Gas Chromatograph มีตัวตรวจจับชนิด Flame Ionization Detector
2. คอลัมน์ชนิด Capillary ภายในเคลือบด้วย 5% phenyl methyl siloxane (HP-5) ความยาว 30 เมตร เส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 0.32 มิลลิเมตร ความหนาของฟิล์ม 0.25 ไมโครเมตร
3. เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง (ชั่งได้ระดับ 0.1 มิลลิกรัม) ที่ผ่านการสอบเทียบ
4. Ultrasonic bath
5. ขวดปริมาตร ขนาด 25, 50, 500 ,1000 มิลลิลิตร (class A) ที่ผ่านการสอบเทียบ
6. ปิเปตชนิด ขนาด 2, 3, 4, 5 และ 10 มิลลิลิตร (class A) ที่ผ่านการสอบเทียบ
7. บีกเกอร์ ขนาด 100 มิลลิลิตร
8. Vial ขนาด 2 มิลลิลิตร
9. กรวยกรอง

สารเคมี

1. สารมาตรฐาน alachlor ความบริสุทธิ์ 99.5 เปอร์เซ็นต์
2. สารเข้มข้นสูง (Technical material) ของ alachlor สูตร 90% min. Tech.
3. ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ของ alachlor สูตร EC (48% w/v)
4. Acetone AR grade

วิธีดำเนินการ

1. **การตรวจสอบปริมาณที่แน่นอนของสารออกฤทธิ์** alachlor

เพื่อใช้สารเข้มข้นสูง (Technical material) แทนสารมาตรฐานที่มีราคาแพง มีปริมาณจำกัด ไม่เพียงพอในกระบวนการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี ซึ่งกระบวนการตรวจสอบต้องเตรียมสารละลายที่มีความเข้มข้นสูง ใช้สารในปริมาณมากและเพื่อทราบปริมาณสารออกฤทธิ์ที่แน่นอนของตัวอย่างผลิตภัณฑ์ โดยวิธีวิเคราะห์ ดำเนินการดังนี้

1.1 การปรับตั้งสภาวะเครื่อง GC-FID

Capillary column	: HP-5 (30 m × 0.32 mm (i.d.), 0.25 µm)
Oven temperature	: 230 องศาเซลเซียส
Injector temperature	: 250 องศาเซลเซียส
Detector temperature	: 250 องศาเซลเซียส
Split injection	: Split ratio 50 : 1
Carrier gas	: Helium 2.0 มิลลิลิตรต่อนาที
Injection volume	: 1 ไมโครลิตร
Run time	: 3.5 นาที

1.2 การเตรียมสารละลายมาตรฐาน alachlor

ชั่งสารมาตรฐาน alachlor ที่มีปริมาณสารออกฤทธิ์ 25 มิลลิกรัม จำนวน 2 ซ้ำ (C_A,C_B) ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 25 มิลลิลิตร ละลายด้วย acetone เขย่าให้เข้ากันด้วย ultrasonic bath 5 นาที ปล่อยให้สารละลายปรับตัวเข้าสู่อุณหภูมิห้อง ปรับปริมาตรด้วย acetone

1.3 การเตรียมสารละลายสาร alachlor

1.3.1 ชั่งสารเข้มข้น alachlor ที่เขย่าให้เป็นเนื้อเดียวกัน ปริมาณ 25 มิลลิกรัม จำนวน 10 ซ้ำ (TC_1-TC_{10}) ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 25 มิลลิลิตร ละลายด้วย acetone เขย่าให้เข้ากันด้วย ultrasonic bath 5 นาที ปล่อยให้สารละลายปรับตัวเข้าสู่อุณหภูมิห้อง ปรับปริมาตรด้วย acetone

1.3.2 ชั่งสารผลิตภัณฑ์ alachlor ที่เขย่าให้เป็นเนื้อเดียวกัน ปริมาณ 100 มิลลิกรัม จำนวน 10 ซ้ำ (tC_1-tC_{10}) ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 50 มิลลิลิตร ละลายด้วย acetone เขย่าให้เข้ากันด้วย ultrasonic bath 5 นาที ปล่อยให้สารละลายปรับตัวเข้าสู่อุณหภูมิห้อง ปรับปริมาตรด้วย acetone

1.4 การฉีดสารละลายเข้าเครื่อง GC-FID

เมื่อปรับตั้งสภาวะของเครื่อง GC-FID เรียบร้อยแล้ว และรอจนกระทั่ง baseline เรียบ ทดลองฉีดสารละลายมาตรฐาน C_A และ C_B สลับกันหลายๆครั้ง จนได้ค่า response factor ที่คำนวณได้จากการฉีดแต่ละครั้งต่างจากค่าเฉลี่ยไม่เกิน 1 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นฉีดสารละลายของสารเข้มข้น alachlor ตามลำดับ ดังนี้

สารเข้มข้นสูง $C_A C_A$, $TC_1TC_1 C_A C_A$, TC_1TC_1, C_A,.....

สารผลิตภัณฑ์ $C_A C_A$, $tC_1tC_1 C_A C_A$, tC_1tC_1, C_A,.....

1.5 การคำนวณปริมาณสารออกฤทธิ์ alachlor

โดยเริ่มจากการคำนวณค่า response factor (f) จากสูตร

$$f = \frac{S \times P}{H_S}$$

โดยที่ S = น้ำหนักสารมาตรฐาน หน่วยเป็นมิลลิกรัม

P = ความบริสุทธิ์ของสารมาตรฐาน alachlor หน่วยเป็นกรัมต่อกิโลกรัม

H_S = พื้นที่ใต้พีกของสารละลายมาตรฐาน alachlor

จากนั้นคำนวณค่า เปอร์เซ็นต์ RPD (relative percent difference) ของ response factor ของสารละลายมาตรฐานทั้ง 2 ซ้ำ ซึ่งต้องได้ค่า เปอร์เซ็นต์ RPD แตกต่างกันไม่เกิน 3 เปอร์เซ็นต์ จากสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์ RPD} = \frac{(\text{f of maximum - f of minimum}) \times 100}{\text{f of average}}$$

นำค่า response factor เฉลี่ยที่ได้คำนวณปริมาณสารออกฤทธิ์ จากสูตร

$$\text{ปริมาณสารออกฤทธิ์ alachlor (เปอร์เซ็นต์ w/w)} = \frac{f_{avr.} \times H_W}{W}$$

โดยที่ W = น้ำหนักสารละลายของสารเข้มข้น alachlor หน่วยเป็นมิลลิกรัม

$f_{avr.}$ = ค่าเฉลี่ย response factor ของสารละลายมาตรฐานทั้ง 2 ซ้ำ

H_W = พื้นที่ใต้พีกของสารละลายของสารเข้มข้น alachlor

2. การตรวจสอบความใช้ได้ของปริมาณสารออกฤทธิ์ alachlor สูตร EC

2.1 การตรวจสอบช่วงความเป็นเส้นตรง (Range/Linearity)

2.1.1 ค่า Range

2.1.1.1 เตรียมสารเข้มข้น alachlor ที่ทราบเปอร์เซ็นต์แน่นอน และเขย่าให้เป็นเนื้อเดียวกันแล้ว ให้มีสารออกฤทธิ์ alachlor ครอบคลุมความเข้มข้นช่วงการใช้งาน 9 ความเข้มข้น คือ 0.10 0.25 0.50 0.80 1.00 1.20 1.60 2.00และ 4.00 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ละลายด้วย acetone

2.1.1.2 นำสารละลายฉีดเข้าเครื่อง GC-FID ที่เตรียมสภาวะเครื่องตามข้อ 1.1 โดยฉีดสารละลายเรียงจากความเข้มข้นน้อยไปมาก เข้าเครื่อง GC-FID

2.1.1.3 วาดกราฟระหว่างความเข้มข้นของสารละลาย alachlor (แกน X) กับค่า response (แกน Y) พิจารณาช่วงความเป็นเส้นตรง

2.1.2 ค่า Linearity

2.1.2.1 เลือกความเข้มข้นที่เป็นเส้นตรง 7 ช่วงความเข้มข้นจากข้อ 2.1.1 ให้อยู่ในช่วงใกล้เคียงการใช้งานจริงนั่นคือ ความเข้มข้น 0.25 - 2.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ละลายด้วย acetone โดยฉีดสารละลายเรียงจากความเข้มข้นน้อยไปมากเข้าเครื่อง GC - FID

2.1.2.2 วาดกราฟระหว่างความเข้มข้นของสารละลาย alachlor (แกน X) กับค่า response (แกน Y) ต้องได้ค่า correlation coefficient (r) $\geq$ 0.995

2.2 การตรวจสอบความแม่น (Accuracy)

2.2.1 การเตรียมสารละลายของสารเข้มข้นสูง alachlor ที่ทราบความบริสุทธิ์แน่นอน เพื่อทำ standard calibration curve

2.2.1.1 เตรียม stock ของสารเข้มข้น alachlor ที่ความเข้มข้น 4.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ชั่งสารเข้มข้น alachlor ที่เขย่าให้เป็นเนื้อเดียวกัน ปริมาณ 2,184.3 มิลลิกรัม ใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร ละลายด้วย acetone เทผ่านกรวยกรองสู่ขวดวัดปริมาตร 500 มิลลิลิตร กลั้วด้วย acetone จนหลายๆ ครั้ง เขย่าให้เข้ากันด้วยเครื่อง ultrasonic bath 5 นาที ปล่อยให้สารละลายปรับตัวเข้าสู่อุณหภูมิห้อง ปรับปริมาตรด้วย acetone เขย่าให้เข้ากัน

2.2.1.2 เตรียมสารละลายจากข้อ 2.2.1.1 ความเข้มข้น 0.25 0.50 และ 1.50 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วย acetone นำสารละลายฉีดเข้าเครื่อง GC-FID จะได้ calibration curve ของ standards

2.2.2 การเตรียมสารละลาย stock sample ความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ชั่งผลิตภัณฑ์ alachlor สูตร EC ปริมาณ 5,216.7 มิลลิกรัม ใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร ละลายด้วย acetone เทผ่านกรวยกรองสู่ขวดวัดปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันด้วยเครื่อง ultrasonic bath 5 นาที ปล่อยให้สารละลายปรับตัวเข้าสู่อุณหภูมิห้อง ปรับปริมาตรด้วย acetone

2.2.3 การเตรียมสารละลาย original sample ปิเปตสารละลาย stock sample จากข้อ 2.2.2 ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ลงในแต่ละขวดวัดปริมาตรขนาด 50 มิลลิลิตร จำนวน 10 ซ้ำ ปรับปริมาตรด้วย acetone เขย่าให้เข้ากัน และแบ่งใส่ขวด vial ขนาด 2 มิลลิลิตร นำสารละลายฉีดเข้าเครื่อง GLC-FID (ได้ค่า O)

2.2.4 การเตรียมสารละลาย fortified sample โดยทำ fortified sample ที่ระดับความเข้มข้น 0.5, 1.0 และ 1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ปิเปตสารละลาย stock sample จากข้อ 2.2.2 ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ลงในแต่ละขวดวัดปริมาตรขนาด 50 มิลลิลิตร จำนวนอย่างละ 10 ซ้ำ จากนั้น ปิเปตสารละลาย stock ของสารเข้มข้น alachlor จากข้อ 2.2.1.1 ปริมาตร 5, 15 และ 25 มิลลิลิตร ตามลำดับ ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 50 มิลลิลิตร ความเข้มข้นละ 10 ซ้ำ ฉีดเข้าเครื่อง GLC-FID (ได้ค่า F)

2.2.5 การประเมินค่า accuracy จาก เปอร์เซ็นต์ Recovery

เปอร์เซ็นต์ Recovery $= \frac{F - O}{C} \times 100$

เมื่อ F คือ ปริมาณสาร alachlor ในสารละลาย fortified sample, มิลลิกรัมต่อ 50 มิลลิลิตร

O คือ ปริมาณสาร alachlor ในสารละลาย original sample, มิลลิกรัมต่อ 50 มิลลิลิตร

C คือ ปริมาณ added sample, มิลลิกรัม

ค่าความแม่น ต้องได้เปอร์เซ็นต์ Recovery อยู่ในช่วง 98 – 102 เปอร์เซ็นต์ ตามเกณฑ์ AOAC

2.3 การตรวจสอบความเที่ยง (Precision)

2.3.1 การเตรียมสารละลายของสารเข้มข้น alachlor ที่ทราบความบริสุทธิ์แน่นอน เพื่อทำ standard calibration curve

2.3.1.1 เตรียม stock ของสารเข้มข้น alachlor ที่ความเข้มข้น 4.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ชั่งสารเข้มข้น alachlor ที่เขย่าให้เป็นเนื้อเดียวกัน ปริมาณ 2,184.3 มิลลิกรัม ใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร ละลายด้วย acetone เทผ่านกรวยกรองสู่ขวดวัดปริมาตร 500 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันด้วยเครื่อง ultrasonic bath 5 นาที ปล่อยให้สารละลายปรับตัวเข้าสู่อุณหภูมิห้อง ปรับปริมาตรด้วย acetone

2.3.1.2 เตรียมสารละลายจากข้อ 2.3.1.1 ความเข้มข้น 0.25 0.50 และ 1.50 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วย acetone นำสารละลายฉีดเข้าเครื่อง GC-FID จะได้ calibration curve ของ standards

2.3.2 การเตรียมสารละลายตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ alachlor สูตร EC

เตรียมความเข้มของสารละลายตัวอย่างที่ 0.5, 1.0 และ 1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โดยชั่งผลิตภัณฑ์ alachlor EC ที่เขย่าให้เป็นเนื้อเดียวกัน ปริมาณ 50, 100 และ 150 มิลลิกรัม จำนวนความเข้มข้นละ 10 ซ้ำ ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 50 มิลลิลิตร ละลายด้วย acetone ปริมาตร 15 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันด้วย ultrasonic bath 5 นาที ปล่อยให้สารละลายปรับตัวเข้าสู่อุณหภูมิห้อง ปรับปริมาตรด้วย acetone

2.3.3 วิเคราะห์หาปริมาณสารออกฤทธิ์ alachlor เปรียบเทียบกับความเข้มข้นของ standard calibration curve ข้อ 2.3.1.2

2.3.4 การคำนวณค่าความเที่ยง ด้วยการประเมินค่า HORRAT ตามสูตร ดังนี้

$$\text{HORRAT (Horwitz's ratio)} = \frac{\text{เปอร์เซ็นต์ RSD ที่ได้จากการวิเคราะห์}}{\text{Predicted Horwitz RSD จากทฤษฎี}}$$

เมื่อเปอร์เซ็นต์ RSD (relative standard deviation) $= \frac{SD}{\overline{X}} \times 100$

Predicted Horwitz RSD $= 0.66 \times 2^{(1-0.5\log C)}$

C คือ อัตราส่วนความเข้มข้นของ analyte

2.4 การตรวจสอบความแข็ง Robustness/Ruggedness

2.4.1 ทำการเปลี่ยนเครื่องมือวิเคราะห์อีกเครื่องหนึ่งโดย ใช้คอลัมน์ชนิดเดียวกัน และภายใต้สภาวะเงื่อนไขอย่างเดียวกัน

2.4.2 การเตรียมสารละลายของสารเข้มข้น alachlor ที่ทราบความบริสุทธิ์แน่นอน เพื่อทำ standard calibration curve ดำเนินการตามข้อ 2.3.1

2.4.3 การเตรียมสารละลายตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ alachlor สูตร EC

เตรียมความเข้มของสารละลายตัวอย่างที่ 0.5, 1.0 และ 1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โดยชั่งผลิตภัณฑ์ alachlor สูตร EC ที่เขย่าให้เป็นเนื้อเดียวกัน ปริมาณ 50, 100 และ 150 มิลลิกรัม จำนวนความเข้มข้นละ 10 ซ้ำ ลงในขวดวัดปริมาตร ขนาด 50 มิลลิลิตร ละลายด้วย acetone เขย่าให้เข้ากันด้วย ultrasonic bath 5 นาที ปล่อยให้สารละลายปรับตัวเข้าสู่อุณหภูมิห้อง ปรับปริมาตรด้วย acetone

2.4.4 วิเคราะห์หาปริมาณสารออกฤทธิ์ alachlor

โดยฉีดสารละลายตัวอย่างข้อ 2.4.3 เข้าเครื่อง GC-FID เปรียบเทียบกับความเข้มข้นของ standard calibration curve ข้อ 2.4.2

2.4.5 การคำนวณค่าความเที่ยง ด้วยการประเมินค่า HORRAT ตามสูตร ดังนี้

$$\text{HORRAT (Horwitz's ratio)} = \frac{\text{เปอร์เซ็นต์ RSD ที่ได้จากการวิเคราะห์}}{\text{Predicted Horwitz RSD จากทฤษฎี}}$$

เมื่อ เปอร์เซ็นต์ RSD (relative standard deviation) = $\frac{SD}{\overline{X}} \times 100$

$$\text{Predicted Horwitz RSD} = 0.66 \times 2^{(1-0.5\log C)}$$

C คือ อัตราส่วนความเข้มข้นของ analyte

ระยะเวลา เดือนตุลาคม 2554 ถึงเดือนกันยายน 2555

สถานที่ทำการทดลอง ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานพัฒนาระบบตรวจสอบคุณภาพวัตถุมีพิษการเกษตร กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

ผลการทดลองและวิจารณ์

การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ เพื่อหาปริมาณสารออกฤทธิ์ alachlor ในผลิตภัณฑ์สารกำจัดวัชพืชโดยตรวจสอบปริมาณที่แน่นอนของสารความเข้มข้นสูงสูตร 90% min Tech ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 90.35 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักโดยน้ำหนัก และสารผลิตภัณฑ์สูตร 48 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักโดยปริมาตร (EC) เทียบกับสารละลายมาตรฐาน ได้ค่าเฉลี่ยร้อยละ และ 41.49 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักโดยน้ำหนัก

เมื่อพิจารณาการตรวจสอบช่วงของการวัด (Range) ของวิธีวิเคราะห์ พบว่ามีช่วงความเป็นเส้นตรงครอบคลุมความเข้มข้น 0.10 - 4.00 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และตรวจสอบค่าความเป็นเส้นตรง (Linearity) ในช่วงความเข้มข้น

0.25 – 2.00 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ที่ครอบคลุมช่วงการใช้งานอีกครั้ง พบว่า มีค่า correlation coefficient (r) เท่ากับ 1.00000 ซึ่งผ่านเกณฑ์ยอมรับตามมาตรฐาน AOAC ต้องมีค่า $r \geq 0.995$

การตรวจสอบค่าความแม่น (Accuracy) ของวิธีวิเคราะห์ปริมาณสารออกฤทธิ์ alachlor สูตร EC ที่ความเข้มข้น 3 ระดับ คือ 0.5, 1.0 และ 1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร จำนวนอย่างละ 10 ซ้ำ คำนวณค่า เปอร์เซ็นต์ Recovery เท่ากับ 101.73, 99.14 และ 98.69 ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ซึ่งผ่านเกณฑ์ยอมรับตามมาตรฐาน AOAC ในช่วงเปอร์เซ็นต์ Recovery เท่ากับ 98-102 พิจารณาตามเกณฑ์ที่มีปริมาณสารในตัวอย่าง ค่าความถูกต้องทั้ง 3 ระดับความเข้มข้นสามารถครอบคลุมช่วงที่ใช้งานการวิเคราะห์ปริมาณสารออกฤทธิ์ alachlor ที่ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร หมายความว่า ถ้าผู้วิเคราะห์เตรียมสารละลายตัวอย่างสูงกว่าหรือต่ำกว่าความเข้มข้นที่ใช้งานจริง สามารถให้ผลการวิเคราะห์ได้อย่างถูกต้องเช่นกัน

ตารางที่ 1. การตรวจสอบเปอร์เซ็นต์ Recovery ในผลิตภัณฑ์สูตร EC

Number	Active ingredient content (mg/50 ml)								
	Concn.(0.5 mg/ml)			Concn.(1.0 mg/ml)			Concn.(1.5 mg/ml)		
	Origin	Spilke	Added	Origin	Spilke	Added	Origin	Spilke	Added
1	11.283	22.195	10.825	11.283	43.946	32.473	11.283	65.270	54.123
2	11.283	22.241	10.825	11.283	43.928	32.473	11.283	65.272	54.123
3	11.283	22.293	10.825	11.283	43.733	32.473	11.283	64.441	54.123
4	11.283	22.439	10.825	11.283	43.500	32.473	11.283	64.321	54.123
5	11.283	22.294	10.825	11.283	43.384	32.473	11.283	64.665	54.123
6	11.283	22.319	10.825	11.283	43.199	32.473	11.283	64.604	54.123
7	11.283	22.378	10.825	11.283	43.235	32.473	11.283	64.783	54.123
8	11.283	22.121	10.825	11.283	43.195	32.473	11.283	64.739	54.123
9	11.283	22.289	10.825	11.283	43.297	32.473	11.283	64.323	54.123
10	11.283	22.383	10.825	11.283	43.368	32.473	11.283	64.569	54.123
% Recovery	101.73			99.14			98.69		

ค่าความเที่ยง (Precision) ของวิธีวิเคราะห์ที่ความเข้มข้น 3 ระดับ คือ 0.5, 1.0 และ 1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร จำนวนอย่างละ 10 ซ้ำ ได้ปริมาณสารออกฤทธิ์ ร้อยละ 41.48, 41.49 และ 41.51 (น้ำหนักโดยน้ำหนัก) ตามลำดับ มีค่าความเคลื่อนสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์ $RSD_{exp.}$) เท่ากับ 0.243, 0.240 และ 0.270 ตามลำดับ ค่าความเคลื่อนสัมพัทธ์จากทฤษฎี (เปอร์เซ็นต์ $RSD_{Horwitz.}$) เท่ากับ 1.320 และค่า HORRAT เท่ากับ0.184, 0.182 และ 0.204 (ตารางที่ 2) ซึ่งผลการทดสอบผ่านเกณฑ์การยอมรับ โดยพิจารณาตาม AOAC ต้องได้ค่า HORRAT ≤ 2

ตารางที่ 2. การตรวจสอบ Precision ในผลิตภัณฑ์สูตร EC

Number	Concn.(0.5 mg/ml)		Concn.(1.0 mg/ml)		Concn.(1.5 mg/ml)	
	Wt. of Sample (mg)	AI. Content % (w/w)	Wt. of Sample (mg)	AI. Content % (w/w)	Wt. of Sample (mg)	AI.Content % (w/w)
1	52.7	41.49	100.3	41.55	155.1	41.49
2	52.7	41.34	100.7	41.59	158.5	41.66
3	55.5	41.52	110.9	41.39	158.7	41.36
4	50.0	41.56	102.5	41.55	151.4	41.37
5	50.7	41.35	108.8	41.41	150.3	41.55
6	52.8	41.43	103.9	41.40	152.1	41.63
7	52.1	41.44	108.1	41.65	150.7	41.54
8	53.3	41.66	106.7	41.39	160.1	41.63
9	49.7	41.47	106.1	41.42	156.8	41.40
10	52.3	41.57	107.3	41.58	154.0	41.48
Mean	-	41.48	-	41.49	-	41.51
SD		0.101		0.099		0.122
$\%RSD_{exp.}$		0.243		0.240		0.270
Horwitz		1.320		1.320		1.320
HORRAT		0.184		0.182		0.204

สำหรับการตรวจสอบค่า Robustness และ Ruggedness ของวิธีวิเคราะห์ที่ความเข้มข้น 3 ระดับ คือ 0.5 1.0 และ 1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ความเข้มข้นละ 10 ซ้ำ ได้ค่าเฉลี่ยปริมาณสารออกฤทธิ์ร้อยละ 42.32, 41.18 41.65 และ 41.83, 41.63, 41.50 (น้ำหนักโดยน้ำหนัก) ตามลำดับ สำหรับ Robustness มีค่า HORRAT เท่ากับ 0.455, 0.204 และ 0.196 พบค่าเฉลี่ยที่ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร มีค่าเฉลี่ยร้อยละของสารสูงกว่าระดับอื่นๆ แต่อย่างไรก็ตามจากการคำนวณค่า HORRAT ยังอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ Ruggedness คำนวณค่า HORRAT เท่ากับ 0.381, 0.170 และ 0.314 ซึ่งผลการทดสอบผ่านเกณฑ์การยอมรับ โดยพิจารณาตาม AOAC ต้องได้ค่า HORRAT $\leq$ 2 แสดง ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3. การตรวจสอบ Robustness/Ruggedness ในผลิตภัณฑ์สูตร EC

Number	Concn.(0.5 mg/ml)		Concn.(1.0 mg/ml)		Concn.(1.5 mg/ml)	
	AI. Content % (w/w)		AI. Content % (w/w)		AI. Content % (w/w)	
	Robustness	Ruggedness	Robustness	Ruggedness	Robustness	Ruggedness
1	42.17	41.98	41.16	41.51	41.75	41.55
2	42.09	41.48	41.01	41.79	41.66	41.57
3	42.85	42.01	41.05	41.57	41.69	41.36
4	42.17	41.88	41.14	41.58	41.59	41.32
5	42.44	41.58	41.32	41.62	41.48	41.33
6	42.11	41.98	41.36	41.60	41.83	41.50
7	42.13	42.17	41.24	41.64	41.57	41.90
8	42.49	41.74	41.18	41.68	41.51	41.42
9	42.56	41.78	41.11	41.77	41.69	41.61
10	42.18	41.74	41.23	41.54	41.70	41.46
Mean	42.32	41.83	41.18	41.63	41.65	41.50
SD	0.253	0.209	0.110	0.093	0.107	0.172
% $RSD_{exp.}$	0.597	0.501	0.268	0.224	0.258	0.415
Horwitz	1.312	1.317	1.317	1.319	1.318	1.320
HORRAT	0.455	0.381	0.204	0.170	0.196	0.314

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

วิธีการวิเคราะห์ปริมาณสารออกฤทธิ์ alachlor ในผลิตภัณฑ์สารกำจัดวัชพืชโดยใช้เทคนิค Gas Liquid Chromatography ใช้ตัวตรวจจับชนิด Flame Ionization Detector ด้วย Capillary column ชนิด HP-5 (30 m × 0.32 mm (i.d.), 0.25 µm) มีสภาวะเครื่องการใช้งาน ดังนี้ ใช้แก๊ส He เป็นตัวพาอัตราการไหล 2 มิลลิลิตรต่อนาที อุณหภูมิคอลัมน์ 230 องศาเซลเซียส เวลา 3.5 นาที อุณหภูมิการฉีด 250 องศาเซลเซียส อุณหภูมิตัวตรวจจับ 250 องศาเซลเซียส โหมดการฉีด Split ratio 50 : 1 ปริมาณการฉีด 1 ไมโครลิตร การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ ให้ค่า Range ที่เป็นเส้นตรงในช่วงความเข้มข้น 0.1 - 4.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และค่า Linearity ในช่วงความเข้มข้น 0.25 – 2.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โดยมีค่า correlation coefficient (r) เท่ากับ 1.00000 การตรวจสอบความแม่น (Accuracy) ของวิธีการวิเคราะห์ปริมาณสารออกฤทธิ์ alachlor ในผลิตภัณฑ์สารกำจัดวัชพืชพบว่า ได้ค่าเปอร์เซ็นต์ recovery เท่ากับ 101.7, 3 99.14 และ 98.69 อยู่ในช่วงการเกณฑ์การยอมรับตาม AOAC 98 – 102 เปอร์เซ็นต์ สำหรับปริมาณสารในตัวอย่างมากกว่า 10 เปอร์เซ็นต์

สำหรับการตรวจสอบความเที่ยง (Precision) ของวิธีการวิเคราะห์ปริมาณสารออกฤทธิ์ alachlor ในผลิตภัณฑ์สารกำจัดวัชพืชได้ค่า HORRAT เท่ากับ 0.184, 0.182 และ 0.204 การตรวจสอบค่าความแข็ง Robustness ของวิธีการวิเคราะห์ปริมาณสารออกฤทธิ์ ของวิธีการวิเคราะห์ปริมาณสารออกฤทธิ์ alachlor ในผลิตภัณฑ์สารกำจัดวัชพืชโดยการวิเคราะห์ซ้ำต่างวัน เวลา (reproducibility) ได้ค่าเฉลี่ย HORRAT เท่ากับ 0.245 และ Ruggedness ได้ค่าเฉลี่ย HORRAT เท่ากับ 0.288 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์การยอมรับตาม AOAC (ค่า HORRAT $\leq$ 2)

การนำไปใช้ประโยชน์

1. สามารถนำวิธีการตรวจวิเคราะห์ที่ผ่านการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี กำหนดเป็นวิธีมาตรฐานสำหรับห้องปฏิบัติการของกรมวิชาการเกษตรทั้งในส่วนกลางและส่วนภูมิภาคเพื่อควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ alachlor

2. เป็นการทดสอบศักยภาพของห้องปฏิบัติการ ในด้านบุคลากร เครื่องมือและอุปกรณ์ เปรียบเทียบกับวิธีตามมาตรฐาน

เอกสารอ้างอิง

กนกพร อธิสุข และ ทิพวรรณ นิ่งน้อย. 2547. Method Validation. เอกสารประกอบการฝึกอบรม กรมวิทยาศาสตร์-การแพทย์.

จิรดา สรวยเอี่ยม และ ณัญจนา ลือตระกูล. 2549. ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีเคราะห์วัตถุมิพิษการเกษตร กลุ่มไพรีทรอยด์ Deltamethrin. รายงานเรื่องเต็มผลการทดลองที่สิ้นสุดในปีงบประมาณ 2549 โครงการวิจัย การวิจัยและพัฒนาเทคนิคการตรวจสอบรับรองปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการ เกษตร.

จิราพรรณ ทองหยอด กาญจนา หนอสิงหา และ ณัญจนา ลือตระกูล. 2549. ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีเคราะห์วัตถุมิพิษการเกษตรกลุ่มคาร์บาเมท Carbosulfan. รายงานเรื่องเต็มผลการทดลองที่สิ้นสุดในปีงบประมาณ 2549 โครงการวิจัย การวิจัยและพัฒนาเทคนิคการตรวจสอบรับรองปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร.

สถาบันอาหาร. 2547. การตรวจพิสูจน์ความถูกต้องของวิธีทดสอบทางเคมี เอกสารประกอบการอบรมสัมมนาวิชาการด้านอุตสาหกรรมอาหาร.

Anonymous. 1993. England The Agrochemicals Handbook 3rd. ed. The Royal Society of Chemistryn Cambridge.

Dobrat W. and A Martijn H. 1988. England :CIPAC Handbook Vol. D : Analysis of Technical and Formulated Pesticides. Collaborative International Pesticides Analytical Council Limited, The Black Bear Press.

การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร กลุ่มสารกำจัดแมลง Isoprocarb

Method validation of Isoprocarb in Insecticide Formulation

อนุชา ผลไสว ทัศนี จงกลาง

กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สังกัดสำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

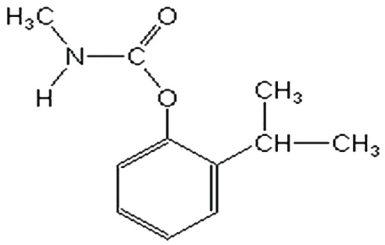
.....

บทคัดย่อ

ด้วยวิธีวิเคราะห์ Isoprocarb ที่มีใน CIPAC D ใช้การวิเคราะห์โดยวิธี High performance liquid chromatography (HPLC) ใช้ n-hexane และ tetrahydrofuran เป็นตัวทำละลายและเป็นเฟสเคลื่อนที่ ใช้คอลัมน์ LiChrosorb Si 60, 250 x 4.6 (i.d) mm, 7 ไมโครเมตร เป็นวิธีการที่ไม่สะดวกในการใช้งานจึงจำเป็นต้องทำการศึกษาพัฒนาวิธีวิเคราะห์ขึ้นมาใหม่เพื่อให้สะดวกกับการใช้งานในห้องปฏิบัติการและได้ผลวิเคราะห์ที่ถูกต้องและแม่นยำ

จากการศึกษาความใช้ได้ของวิธีการตรวจวิเคราะห์ Isoprocarb ในผลิตภัณฑ์วัตถุมีพิษการเกษตร ด้วยเทคนิค Gas Liquid Chromatography (GLC) ได้สภาวะที่เหมาะสมดังนี้ คอลัมน์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คือ คอลัมน์ชนิด Capillary ภายในเคลือบด้วย 5% Phenyl Methyl Siloxane (HP-5) ยาว 30 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.32 มิลลิเมตร film thickness 0.25 ไมโครเมตร อัตราของการ Split injection เท่ากับ 50 ต่อ 1 ปริมาตรของการฉีดตัวอย่างต่อครั้งเท่ากับ 1 ไมโครลิตร อัตราการไหลของก๊าซตัวพา (Helium) เท่ากับ 1.9 มิลลิลิตรต่อนาที ชนิดของดีเทคเตอร์ที่ใช้ คือ Flame ionization detector(FID) อุณหภูมิของสภาวะในการวิเคราะห์มีรายละเอียดดังนี้ อุณหภูมิของ Oven เท่ากับ 200 องศาเซลเซียส อุณหภูมิของ Injection เท่ากับ 250 องศาเซลเซียส อุณหภูมิของ Detector เท่ากับ 250 องศาเซลเซียส ใช้ในการทำการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์ Isoprocarb โดยได้ผลอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ดังนี้ ค่า Range หรือปริมาณของสาร Isoprocarb ที่ได้จากการใช้สภาวะดังกล่าวในการวิเคราะห์สามารถวิเคราะห์ได้ อยู่ในช่วง 0.25 ถึง 2.50 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร มีค่า Correlation coefficient (r) เท่ากับ 0.99990 เกณฑ์ยอมรับค่า correlation coefficient (r) ต้องมากกว่า 0.995 และให้ค่า Linearity หรือค่าความสัมพันธ์ระหว่าง response กับปริมาณของสาร Isoprocarb ที่วิธีวิเคราะห์สามารถทำได้ อยู่ในช่วงความเข้มข้น 0.50 ถึง 1.50 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โดยมีค่า Correlation coefficient (r) เท่ากับ 0.99993 เกณฑ์ยอมรับค่า correlation coefficient (r) ต้องมากกว่า 0.995, ผลการตรวจสอบค่า Precision หรือค่าความแม่นของวิธีวิเคราะห์ Isoprocarb ในผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงสูตร WP ให้ค่า HORRAT ดังนี้ค่า Repeatability ได้ค่า HORRAT เท่ากับ 1.549, Reproducibility ได้ค่า HORRAT เท่ากับ 1.225, Robustness ได้ค่า HORRAT เท่ากับ 1.109 และ Ruggedness ได้ค่า HORRAT เท่ากับ 0.758 ซึ่งทั้งหมดไม่เกิน 2 ตามเกณฑ์พิจารณาของ AOAC และ EU, Codex และการตรวจสอบค่า Accuracy ของวิธีการวิเคราะห์ได้ผลของ % Recovery เท่ากับ 101.1% ซึ่งอยู่ในช่วง 98 ถึง 102% ตามเกณฑ์พิจารณาสำหรับสารที่มีปริมาณมากกว่า 10% ของ AOAC

คำนำ



Isoprocarb มีชื่อทางเคมีตาม IUPAC ว่า *o*-cumenyl methylcarbamate หรือ 2-isopropylphenyl methylcarbamate มีชื่อตาม Chemical Abstract เป็น 2-(1-methylethyl)phenyl methylcarbamate จัดอยู่ในกลุ่ม Carbamate มีสูตรโมเลกุลเป็น $C_{11}H_{15}NO_2$ มีน้ำหนักโมเลกุล 193.2 จุดหลอมเหลว 88 ถึง 93 องศาเซลเซียส เป็นผลึกไม่มีสี เป็นสารกำจัดศัตรูพืช ประเภทออกฤทธิ์ในทางสัมผัสและกินตาย ใช้ควบคุมเพลี้ยจักจั่น เพลี้ยกระโดด เพลี้ยต่างๆ และแมลงทั่วๆ ไป เป็นต้น ชนิดของสูตรผสม เช่น WP (wettable powder), DP (dustable powder), EC (Emulsifiable concentrate), GR(granules)มีความเป็นพิษเฉียบพลันทางปาก ($LD_{50\ male\ rat}$, oral, acute) 485 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ($LD_{50\ mice}$, oral, acute) 487-512 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ($LD_{50\ rabbits\ ca.}$, oral, acute) 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทางผิวหนัง($LD_{50\ male\ rat}$) >500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมมีความเป็นพิษต่อปลา LD_{50} (48hours)$_{carp}$ 4.2 มิลลิกรัมต่อลิตร มีความเป็นพิษต่อผึ้ง (Agrochemicals Handbook, 1993)

การควบคุมคุณภาพของสารกำจัดศัตรูพืช ตามพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ.2535 นั้น จะต้องตรวจวิเคราะห์ชนิดและสารออกฤทธิ์ ว่าตรงตามข้อมูลที่ระบุไว้บนฉลากหรือข้อมูลที่แสดงไว้ก่อนการขึ้นทะเบียนหรือไม่ และป้องกันไม่ให้ศัตรูพืชสร้างความต้านทานต่อสารกำจัดศัตรูพืช วิธีการตรวจวิเคราะห์ Isoprocarb นั้น มีวิธีมาตรฐาน CIPAC (Collaborative International Pesticide Analytical Council limited) แต่วิธีมาตรฐานนั้นบางครั้งไม่สามารถทำตามได้ทั้งหมด และเพื่อเป็นการประหยัดงบประมาณ จึงจำเป็นต้องประยุกต์ให้เหมาะสมกับเครื่องมือและอุปกรณ์ที่มีใช้อยู่จริงในห้องปฏิบัติการ ทั้งนี้เพื่อทดสอบความใช้ได้ของวิธีตามข้อกำหนด ISO 17025 เพื่อยืนยันว่าวิธีทดสอบที่นำมาใช้มีความถูกต้อง แม่นยำ และเหมาะสมตามวัตถุประสงค์

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. เครื่อง Gas Liquid Chromatography (GLC)

2. คอลัมน์ ชนิด Capillary ภายในเคลือบด้วย 5% phenyl methyl siloxane (HP-5) หนา 0.25 ไมโครเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 0.32 มิลลิลิตร ยาว 30 เมตร หรือเทียบเท่า

3. เครื่องชั่งละเอียด 4 หรือ 5 ตำแหน่ง (± 0.1 มิลลิกรัม) ที่ผ่านการสอบเทียบแล้ว

4. Ultrasonic bath

5. ขวดปริมาตร type A ขนาด 10, 250, 1,000 มิลลิลิตร ที่ผ่านการสอบเทียบแล้ว

6. ปิเปต type A ขนาด 1, 2, 3, 4 และ 5 มิลลิลิตร ที่ผ่านการสอบเทียบแล้ว

7. vial ขนาด 2 มิลลิลิตร

สารเคมี

1. สารมาตรฐาน Isoprocarb 99.0%

2. สาร Isoprocarb ที่มีความเข้มข้นสูง (Technical grade)

3. ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ Isoprocarb 50% WG

4. Acetone AR grade

วิธีการ

1. พัฒนาวิธีการวิเคราะห์ Isoprocarb

1.1 โดยปรับตั้งสภาวะการใช้งานเครื่อง GLC ในการหาปริมาณที่แน่นอนของสารเข้มข้น ดังนี้ Column : Capillary Column HP-5 (5% Phenyl methyl siloxane) 30 m. x 0.32 mm. (id.), 0.25 um, film thickness. Injector system : Injector Split injection, Split ratio : 50:1, Split flow : 100 ml/min, Injection volume : 1 µl. Detector : Flame ionization detector(FID). Temperature : Oven temperature 200°C, Injection temperature 250°C, Detector temperature 250°C, Gas flow rate : Helium (carrier) 1.9 ml/min, Hydrogen 30 ml/min, Air 400 ml/min, Nitrogen 30 ml/min

2. การหาปริมาณที่แน่นอนสารออกฤทธิ์ Isoprocarb (Technical grade)

2.1 การเตรียมสารละลายมาตรฐาน

ชั่งสารมาตรฐาน Isoprocarb 2 ซ้ำ (C_1, C_2) ให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 10 มิลลิกรัม ใส่ใน Volumetric flask ขนาด 10 มิลลิลิตร เติม Acetone ประมาณครึ่งขวด เขย่าให้ละลายด้วย Ultrasonic bath ประมาณ 10 นาที จากนั้นนำออกมาตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ปรับปริมาตรด้วย Acetone เขย่าให้เข้ากัน แบ่งใส่ขวด Vial ขนาด 2 มิลลิลิตร

2.2 การเตรียมสารละลายของสารความเข้มข้นสูง (Technical grade)

ชั่งสาร Technical grade 10 ซ้ำ (T_1-T_{10}) ให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 10 มิลลิกรัม ใส่ใน Volumetric flask ขนาด 10 มิลลิลิตร เติม Acetone ประมาณครึ่งขวด เขย่าให้ละลายด้วย Ultrasonic bath ประมาณ 10 นาที จากนั้นนำออกมาตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ปรับปริมาตรด้วย Acetone เขย่าให้เข้ากัน แบ่งใส่ขวด Vial ขนาด 2 มิลลิลิตร

2.3 ตรวจสอบปริมาณที่แน่นอนของสาร Technical grade

ตรวจสอบความพร้อมของเครื่อง GLC ที่ปรับตั้งสภาวะการใช้งาน และรอจนกระทั่ง baseline เรียบ จึงทดลองฉีดสารละลายมาตรฐาน 1 ไมโครลิตร เข้าเครื่องซ้ำหลายๆ ครั้ง จนได้ค่าพื้นที่ใต้ peak หรือความสูง peak แตกต่างจากค่าเฉลี่ยของการฉีดติดต่อกัน 3 ครั้งไม่เกิน 1% เครื่อง GLC จึงพร้อมใช้งาน แล้วฉีดสารละลายมาตรฐานและสารละลายของสารความเข้มข้นสูง เพื่อตรวจสอบหาปริมาณที่แน่นอน ตามลำดับ ดังนี้

$C_1, C_1, T_1, T_1, C_2, C_2, T_2, T_2, C_1, C_1, T_3, T_3$....,...

สารละลายมาตรฐาน ทั้ง 2 ต้องมีค่า % Relative Percent Different (RPD) ไม่เกิน 3%

$$\%RPD = \frac{(\text{factor max} - \text{factor min})}{\text{factor mean}} \times 100$$

2.4 การคำนวณ Response factor

$$\text{response factor} = \frac{\text{น้ำหนักx Purity}}{\text{Peak area}} \qquad \text{หรือ } f = \frac{S \times P}{Hs}$$

S = น้ำหนักของ Isoprocarb ในสารละลายมาตรฐาน (mg), P = เปอร์เซ็นต์ความบริสุทธิ์ของสารมาตรฐาน Isoprocarb (%), Hs = พื้นที่ใต้พีคของ Isoprocarb ในสารละลายมาตรฐาน

2.5 การคำนวณหา % สารออกฤทธิ์ Isoprocarb ในสารละลาย Technical grade ดังสมการต่อไปนี้

$$\text{Isoprocarb content} = \frac{HW \times f}{W}$$

HW = พื้นที่ใต้พีคของ Isoprocarb ในสารละลาย Technical grade, F = ค่าเฉลี่ย response factor, W = น้ำหนักของ Isoprocarb ในสารละลาย Technical grade

2.6 นำค่า% ของ Technical grade ที่ได้ทั้ง 10 ค่า หาค่าเฉลี่ยจะได้ % ที่แน่นอนของ Technical grade

3. ตรวจสอบช่วงความเป็นเส้นตรง (Range/Linear) ของวิธีการ

3.1 ตรวจสอบช่วงของการวัด(Range)

3.1.1 ชั่งสาร Technical grade ที่ทราบเปอร์เซ็นต์แน่นอน ให้มีความเข้มข้นต่างๆ 6 ความเข้มข้นๆ ละ 1 ซ้ำ โดยชั่งน้ำหนักให้มีปริมาณ Isoprocarb ครอบคลุมช่วงที่ใช้งาน ได้แก่ 2.5, 5.0, 10.0, 15.0, 20.0 และ 25.0 มิลลิกรัม ใส่ใน Volumetric flask ขนาด 10 มิลลิลิตร เติม Acetone ประมาณครึ่งขวด เขย่าให้ละลายด้วย Ultrasonic bath ประมาณ 10 นาที จากนั้นนำออกมาตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ปรับปริมาตรด้วย Acetone เขย่าให้เข้ากัน แบ่งใส่ขวด Vial ขนาด 2 มิลลิลิตร

3.1.2 ฉีดสารละลายเรียงลำดับจากความเข้มข้นน้อยไปมาก

3.1.3 Plot กราฟ ระหว่างความเข้มข้นของสาร Technical grade (แกน x) กับ response (แกน y)

3.1.4 พิจารณาช่วงที่เป็นเส้นตรง

3.2 ตรวจสอบช่วงความเป็นเส้นตรง (Linearity)

3.2.1 เลือกค่าจาก Range ที่เป็นเส้นตรง 3 ความเข้มข้น

3.2.2 ชั่งสาร Technical grade ที่ทราบเปอร์เซ็นต์แน่นอน ให้มี 6 ความเข้มข้น ตามที่เลือกดังนี้ 2.5, 5.0, 7.5, 10.0, 12.5 และ 15.0 มิลลิกรัม Volumetric flask ขนาด 10 มิลลิลิตร เติม Acetone ประมาณครึ่งขวด เขย่าให้ละลายด้วย Ultrasonic bath ประมาณ 10 นาที จากนั้นนำออกมาตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ปรับปริมาตรด้วย Acetone เขย่าให้เข้ากัน แบ่งใส่ขวด Vial ขนาด 2 มิลลิลิตร

3.2.3 ฉีดสารละลายเรียงลำดับจากความเข้มข้นน้อยไปมาก

3.2.4 Plot กราฟ ระหว่างความเข้มข้นของสาร Technical grade (แกน x) กับ response (แกน y)

3.2.5 คำนวณหาค่า Correlation coefficient (r) เกณฑ์ยอมรับที่ $r \geq 0.995$

4. ตรวจสอบความแม่นยำ (Precision) ของวิธีการ

4.1 Repeatability (เป็นการทำการทดลองหา Precision ในรูปของ Repeatability ซึ่งเป็นผลการทดสอบจากห้องปฏิบัติการเดียวกัน ผู้ทดสอบคนเดียวกัน เครื่องมือเดียวกัน)

4.1.1 ชั่งสาร Technical grade ที่ทราบเปอร์เซ็นต์แน่นอนที่ระดับความเข้มข้นภายในช่วงการใช้งาน (ภายใน range ที่หาได้จากข้อ 3) จำนวน 3 ความเข้มข้นๆละ 1 ซ้ำ ได้แก่ 5.0, 10.0 และ 15.0 มิลลิกรัม ใส่ใน Volumetric flask ขนาด 10 มิลลิลิตร เติม Acetone ประมาณครึ่งขวด เขย่าให้ละลายด้วย Ultrasonic bath ประมาณ 10 นาที จากนั้นนำออกมาตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ปรับปริมาตรด้วย Acetone เขย่าให้เข้ากัน แบ่งใส่ขวด Vial ขนาด 2 มิลลิลิตร

4.1.2 ชั่งสาร Isoprocarb ที่ทราบเปอร์เซ็นต์แน่นอนที่ระดับความเข้มข้นภายในช่วงการใช้งาน (ภายใน range ที่หาได้จากข้อ 3) จำนวน 3 ความเข้มข้นๆละ 1 ซ้ำ ได้แก่ 5.0, 10.0 และ15.0 มิลลิกรัม ใส่ใน Volumetric flask ขนาด 10 มิลลิลิตร เติม Acetone ประมาณครึ่งขวด เขย่าให้ละลายด้วย Ultrasonic bath ประมาณ 10 นาที จากนั้นนำออกมาตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ปรับปริมาตรด้วย Acetone เขย่าให้เข้ากัน แบ่งใส่ขวด Vial ขนาด 2 มิลลิลิตร จากนั้นฉีดสารละลายในข้อ 4.1.1, 4.1.2 เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณสารออกฤทธิ์ Isoprocarb ในสารละลาย ของผลิตภัณฑ์

4.2 Reproducibility (เป็นการทำการทดลองหา Precision ในรูปของ Reproducibility ซึ่งเป็นผลการทดสอบจากห้องปฏิบัติการในระยะเวลาที่แตกต่างกัน) ทำการทดลองเหมือนข้อ 4

5. ตรวจสอบ Robustness/Ruggedness ของวิธีการ

5.1 Robustness (เป็นการทำการทดลองหา Precision ในรูปของ Robustness ซึ่งเป็นผลการทดสอบจากห้องปฏิบัติการแต่เปลี่ยนอุณหภูมิ Oven) ทำการทดลองเหมือนข้อ 4

5.2 Ruggedness (เป็นการทำการทดลองหา Precision ในรูปของ Ruggedness ซึ่งเป็นผลการทดสอบจากห้องปฏิบัติการแต่เปลี่ยนเครื่อง) ทำการทดลองเหมือนข้อ 4

6. ตรวจสอบความถูกต้อง (Accuracy) ของวิธีการ

6.1 เตรียมสารละลาย Stock Tech ให้มีความเข้มข้นที่แน่นอนประมาณ 5 มิลลิกรัมของสารออกฤทธิ์ต่อมิลลิลิตร โดยการชั่งสาร Technical grade ให้ทราบน้ำหนักแน่นอนประมาณ 1,258.8 มิลลิกรัม ใส่ในขวด Volumetric flask ขนาด 250 มิลลิลิตร เติม Acetone ประมาณครึ่งขวด เขย่าให้ละลายด้วย Ultrasonic bath ประมาณ 5 นาที จากนั้นนำออกมาตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ปรับปริมาตรด้วย Acetone เขย่าให้เข้ากัน

6.2 เตรียมสารละลาย Stock Sample ให้มีความเข้มข้นที่แน่นอนประมาณ 1 มิลลิกรัมของสารออกฤทธิ์ต่อมิลลิลิตร การเตรียมสารละลายทำเหมือนข้อ 6.1 ด้วยการชั่งตัวอย่างผลิตภัณฑ์ Isoprocarb ให้ทราบน้ำหนักแน่นอนประมาณ 1996.8 มิลลิกรัม ใส่ใน Volumetric flask ขนาด 1,000 มิลลิลิตร

6.3 เตรียมสารละลายเพื่อ Plot กราฟ

ปิเปตสารละลาย Stock Tech (ข้อ 6.1) ปริมาตร 0.5, 1, 2, 3, 4 และ 5 มิลลิลิตร ใส่ใน Volumetric flask ขนาด 10 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วย Acetone เขย่าให้เข้ากัน ได้สารละลายของ Technical grade ที่มี

ความเข้มข้น ของ Isoprocarb เป็น 0.25, 0.50, 1.0, 1.5, 2.0 และ 2.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ นำไปฉีดเข้าเครื่อง GLC โดยเรียงลำดับตามความเข้มข้น

6.4 เตรียมสารละลายเพื่อหาค่า Origin

ปิเปตสารละลาย Stock Sample (ข้อ 6.2) ปริมาตร 4 มิลลิลิตร ใส่ใน Volumetric flask ขนาด 10 มิลลิลิตร จำนวน 10 ซ้ำ ปรับปริมาตรด้วย Acetone เขย่าให้เข้ากัน นำไปฉีดเข้าเครื่อง GLC หาปริมาณ Isoprocarb เทียบกับกราฟ(ข้อ 6.3)

6.5 เตรียมสารละลายเพื่อหาค่า Spike

6.5.1 ปิเปตสารละลาย Stock Sample (ข้อ 6.2) ปริมาตร 4 มิลลิลิตร ใส่ใน Volumetric flask ขนาด 10 มิลลิลิตร จำนวน 30 ซ้ำ

6.5.2 ปิเปตสารละลาย Stock Tech (ข้อ 6.1) ปริมาตร 1, 2 และ 3 มิลลิลิตร ใส่ใน Volumetric flask ที่มี Stock Sample (ข้อ 6.5.1) ความเข้มข้นละ 10 ซ้ำ ปรับปริมาตรด้วย Acetone เขย่าให้เข้ากัน นำไปฉีดเข้าเครื่อง GLC หาปริมาณ Isoprocarb เทียบกับกราฟ (ข้อ 6.3)

6.6 การประเมินค่า Accuracy จาก % Recovery

นำค่าปริมาณสารออกฤทธิ์ Isoprocarb ที่เป็นค่า Origin และ Spike (ข้อ 6.4 - 6.5) มาหาค่าเฉลี่ยและคำนวณค่า % Recovery โดยต้องอยู่ในช่วง 98 - 102% ตามเกณฑ์พิจารณาสำหรับสารที่มีปริมาณมากกว่า 10% ของ AOAC จากสูตร

$$\% \text{ Recovery} = \frac{(\text{Conc.}_{\text{spiked sample}} - \text{Conc.}_{\text{original sample}}) \times 100}{\text{Conc.}_{\text{added}}}$$

7. การหา Specificity / selectivity

ทดลองโดยการฉีดสารละลายมาตรฐาน สารละลายตัวอย่างของ Isoprocarb และ blank เข้าเครื่อง Gas-Liquid Chromatography (GLC) ชนิด Flame ionization(FID) พิจารณา Chromatogram ว่ามีสารอื่นแปลกปลอมมารบกวนสารออกฤทธิ์ของ Isoprocarb หรือไม่

ระยะเวลา เริ่มเดือนตุลาคม 2554 และสิ้นสุดเดือนกันยายน 2555

สถานที่ทำการทดลอง ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานพัฒนาระบบตรวจสอบคุณภาพวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

ผลการทดลองและวิจารณ์

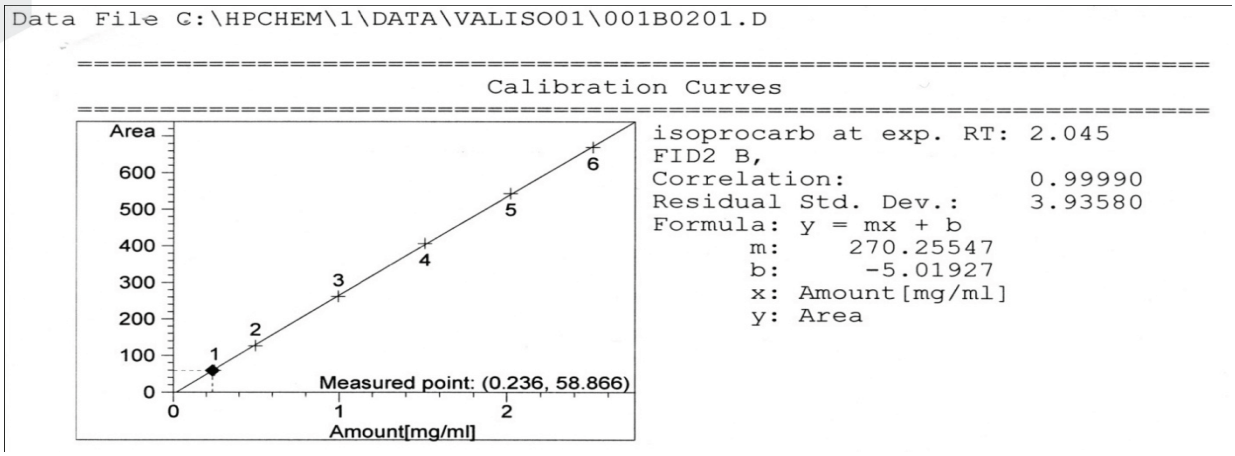
1. ผลการหาเปอร์เซ็นต์ที่แน่นอนของสาร Technical grade

ผลการประเมินค่าเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยของสาร Technical grade และค่า % Relative Percent Different (RPD) ของสารมาตรฐาน เมื่อคำนวณค่าเฉลี่ยปริมาณของสาร Technical grade ที่ตรวจได้ทั้ง 10 ค่า จะได้เปอร์เซ็นต์ที่แน่นอนของสาร Technical grade เท่ากับ 99.5% ได้ค่า SD เท่ากับ 0.445 ค่า % RSD เท่ากับ 0.447และเมื่อหาค่า Relative Percent Different (RPD) แล้ว สารละลายมาตรฐานทั้ง 2 มีค่าไม่เกิน 3%

2. ผลการศึกษาช่วงของการวัด (Range) ได้ผลการศึกษาดังนี้

ตารางที่ 1. แสดงผลการตรวจสอบช่วงของการวัด (Range) ของ Isoprocarb

การหา Range ที่ความเข้มข้น 0.25 - 2.50 **มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรของ** Isoprocarb	
mg/ml	Area
0.25	58.8656
0.50	126.5092
1.00	261.2967
1.50	406.9307
2.00	543.8604
2.50	**670.0576**



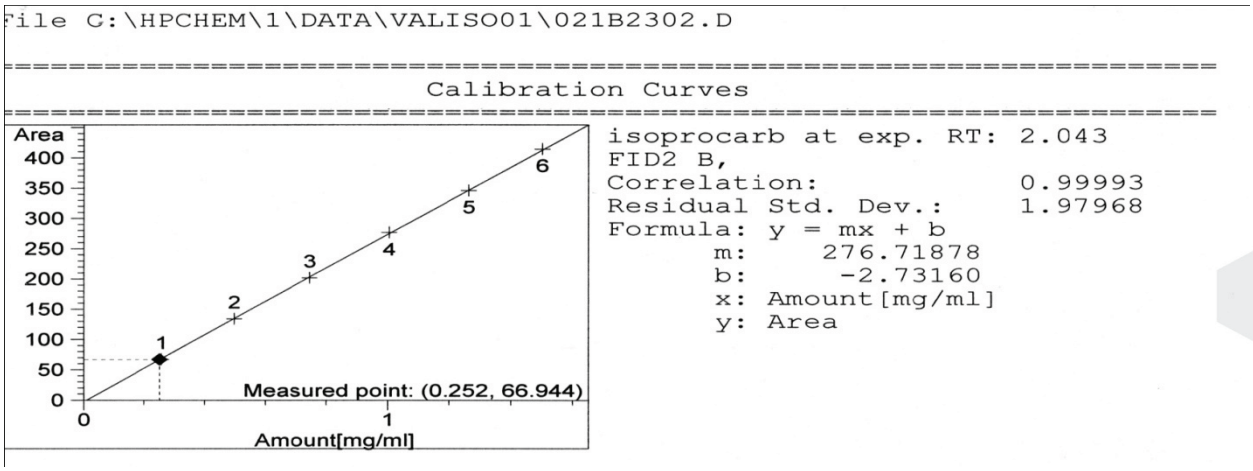
รูปภาพที่ 1. แสดง Calibration curves ของการตรวจสอบช่วงของการวัด (Range)ของ Isoprocarb

จากการทดลองหาช่วงของการวัด Isoprocarb ได้ Range มีค่า 0.25 – 2.50 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ได้ค่า Correlation coefficient (r) = 0.99990

3. ผลการศึกษาช่วงความเป็นเส้นตรง (Linearity) ได้ผลการศึกษาดังนี้

ตารางที่ 2. แสดงผลการตรวจสอบความเป็นเส้นตรง (Linearity) ของ Isoprocarb

การหา Linearity **ที่ความเข้มข้น** 0.25 – 1.50 **มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรของ** Isoprocarb	
mg/ml	Area
0.25	66.9435
0.50	134.1345
0.75	201.8804
1.00	276.7800
1.25	346.2293
1.50	414.1735



รูปภาพที่ 2. แสดง Calibration curves ของการตรวจสอบความเป็นเส้นตรง (Linearity)ของ Isoprocarb

จากการตรวจสอบความเป็นเส้นตรงของ Isoprocarb ได้ Linearity มีค่า 0.25 – 1.50 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และได้ค่า Correlation coefficient (r) = 0.99993

4. ผลการตรวจสอบความแม่นยำ (Precision) ของวิธีการ

การทดลองค่า Repeatability ได้ผลดังนี้ ค่า $\overline{X}$ = 50.97 ค่า SD = 1.157

คำนวณ % RSD ตามสูตร % RSD = $\frac{1.157 \times 100}{50.97}$ = 2.270

ประเมิน Precision โดยใช้ HORRAT = $\frac{\text{\% RSD experimental}}{\text{Predicted Horwitz RSD}}$

คำนวณ Predicted Horwitz RSD = $0.66 \times 2^{(1-0.5 \log c)}$, HORRAT= $\frac{2.270}{1.465}$ = 1.549

จากการตรวจสอบหา Precision ที่อยู่ในรูปของ Repeatability ทั้ง 3 ความเข้มข้น (0.5, 1.0 และ1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)ได้ค่า HORRAT =1.549 การตรวจสอบหา Precision ที่อยู่ในรูปของ Reproducibility ทั้ง 3 ความเข้มข้นได้ค่า HORRAT = 1.225 การตรวจสอบหา Precision ที่อยู่ในรูปของ Robustness ทั้ง 3 ความเข้มข้นได้ค่า HORRAT = 1.109 และการทดลองหา Precision ที่อยู่ในรูปของ Ruggedness ทั้ง 3 ความเข้มข้นได้ค่า HORRAT = 0.758 เกณฑ์ยอมรับค่า HORRAT มีรายละเอียดดังนี้ AOAC ยอมรับค่า HORRAT ต้องไม่เกิน 2 และEU, Codex ยอมรับค่า HORRAT ต้องไม่เกิน 2 ดังนั้นวิธีวิเคราะห์ Isoprocarb ให้ผลการทดสอบของค่า HORRAT อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

5. ผลการประเมินความถูกต้อง (Accuracy)

% Recovery ที่มีความเข้มข้นต่ำ (0.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) = 100.9

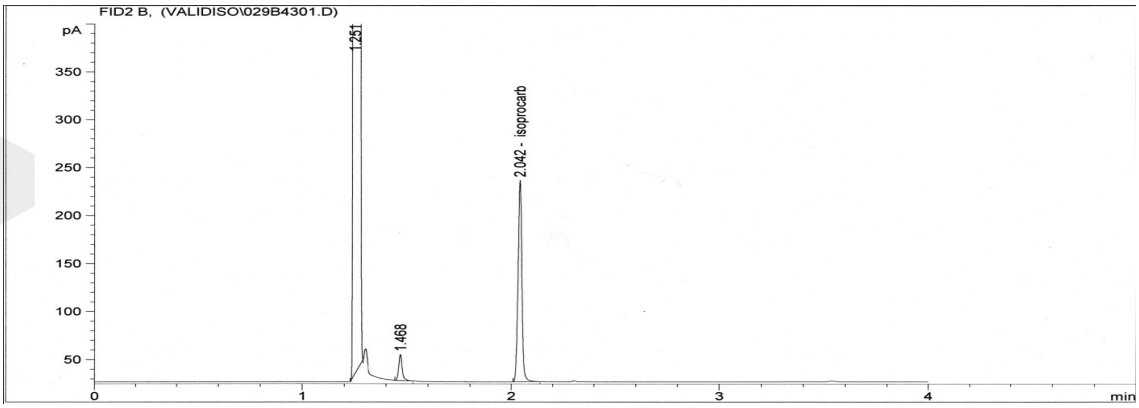
% Recovery ที่มีความเข้มข้นกลาง (1.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) = 101.5

% Recovery ที่มีความเข้มข้นสูง (1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) = 101.0

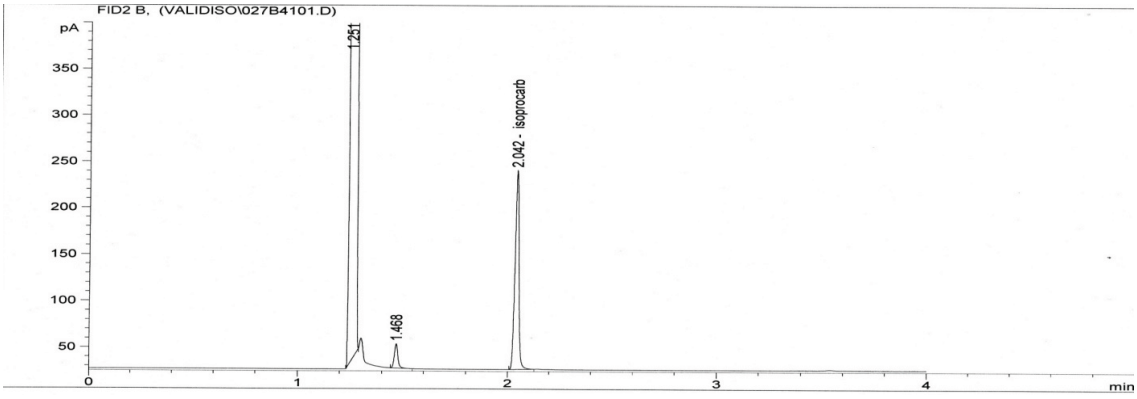
% Recovery เฉลี่ย = 101.1

ผลจากการประเมินความถูกต้อง (Accuracy) ของวิธีการพบว่า เปอร์เซ็นต์ Recovery ของ Isoprocarb ที่ปริมาณ spike sample ที่ความเข้มข้นต่ำมีความถูกต้องมากที่สุดและเปอร์เซ็นต์ Recovery เฉลี่ยทั้ง 3 ความเข้มข้นได้ร้อยละ 101.1 อยู่ในช่วง 98 - 102% ตามเกณฑ์พิจารณาสำหรับสารที่มีปริมาณมากกว่า 10% ของ AOAC

6. ผลการศึกษา Specificity / selectivity



รูปภาพที่ 3. แสดง Chromatogram ของสารมาตรฐาน



รูปภาพที่ 4. แสดง Chromatogram ของสารตัวอย่าง

จากรูปภาพที่ 3 และ 4 Chromatogram ของสารมาตรฐานและสารตัวอย่าง Isoprocarb จะเห็นว่าไม่มี peak อื่นใดมารบกวน peak ของ Isoprocarb แสดงว่า วิธีนี้มี Specificity และ selectivity ดี

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ/คำแนะนำ

จากการศึกษาวิธีการตรวจวิเคราะห์ Isoprocarb โดยวิธี Gas Liquid Chromatography (GLC) ได้สภาวะที่เหมาะสม ดังนี้

Column : Capillary, HP-5 (5% Phenyl methyl siloxane) 30 m. x 0.32 mm. (id.), 0.25 um, film thickness

Split injection : Split ratio : 50:1, Injection volume : 1 ul., Detector : Flame ionization detector (FID)

Temperature : Colum oven : 200°C, Injection port : 250°C, Detector : 250°C

จากการนำสภาวะดังกล่าวมาทำการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์ Isoprocarb ให้ผลอยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้ ดังนี้

ค่า Range หรือปริมาณของสารที่ใช้ทดสอบสามารถวิเคราะห์ได้ อยู่ในช่วง 0.25 ถึง 2.50 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร มีค่า Correlation coefficient (r) เท่ากับ 0.99990 เกณฑ์ยอมรับค่า correlation coefficient (r) ต้องมากกว่า 0.995

ค่า Linearity หรือความสัมพันธ์ระหว่าง response กับปริมาณของสารที่วิธีวิเคราะห์ทดสอบ สามารถทำได้อยู่ในช่วง 0.25 ถึง 1.50 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร มีค่า Correlation coefficient (r) = 0.99993 เกณฑ์ยอมรับค่า correlation coefficient (r) ต้องมากกว่า 0.995

การตรวจสอบค่า Precision ได้ผลดังนี้ Repeatability ได้ค่า HORRAT เท่ากับ 1.549, Reproducibility ได้ค่า HORRAT เท่ากับ 1.225, Robustness ได้ค่า HORRAT เท่ากับ 1.109, Ruggedness ได้ค่า HORRAT เท่ากับ 0.758 ซึ่งทั้งหมดไม่เกิน 2 ตามเกณฑ์พิจารณาของ AOAC และ EU, Codex

การตรวจสอบค่า Accuracy ของวิธีการได้ % Recovery เท่ากับ 101.1% ซึ่งอยู่ในช่วง 98 ถึง 102% ตามเกณฑ์พิจารณาสำหรับสารที่มีปริมาณมากกว่า 10% ของ AOAC ดังนั้นวิธีวิเคราะห์นี้สามารถนำไปวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ Isoprocarb ได้อย่างถูกต้อง

การนำไปใช้ประโยชน์

ผลการทดลองที่ได้นำไปใช้ประโยชน์ในการวิเคราะห์ Isoprocarb ในผลิตภัณฑ์วัตถุมีพิษการเกษตร เพื่อการควบคุมคุณภาพตามพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535

วิธีวิเคราะห์ที่ได้ศึกษานี้ สามารถถ่ายทอดให้แก่หน่วยงานราชการอื่นๆ และหน่วยงานเอกชนที่จะนำไปใช้ในการตรวจ Isoprocarb เพื่อการควบคุมคุณภาพในการผลิตและจำหน่ายต่อไป

เอกสารอ้างอิง

กนกพร อธิสุข และ ทิพวรรณ นิ่งน้อย. 2547. Method Validation, เอกสารประกอบการฝึกอบรม กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์.

กองควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร.2537 **การขึ้นทะเบียนวัตถุมีพิษการเกษตรในประเทศไทย**. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. ชาลีธุรกิจและโฆษณา, กรุงเทพฯ.

ดุษฎี มั่นความดี และ อุทุมพร สุขม่วง. 2544. การพิสูจน์ความใช้ได้ของวิธีทดสอบทางเคมี (Chemical Method Validation) เอกสารประกอบการฝึกอบรม. กรมวิทยาศาสตร์บริการ.

นิรนาม. 2537. การขึ้นทะเบียนวัตถุมีพิษทางการเกษตรในประเทศไทย. กองควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร. กรมวิชาการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

นิรนาม. 2547. การตรวจพิสูจน์ความถูกต้องของวิธีทดสอบทางเคมี. เอกสารประกอบการอบรม สัมมนาวิชาการด้านอุตสาหกรรมอาหาร. สถาบันอาหาร.

J.Henriet,A.Martijn and H.H.Povlsen.1985.CIPAC Handbook,Vol.1C,Analysis of Technical and Formulated Pesticide, Collaborative International Pesticides Analytical Council. Limited.

Kidd,H.and D.R.James (Eds).1993.The Agrochemicals Handbook.3rd.ed.Royal Society of chemistry, England

การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร สารกำจัดโรคพืช Prochloraz

Method Validation of Prochloraz in Pesticide Products

ดวงรัตน์ วิลาสินี มนัสนันท์ อรชุน

กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

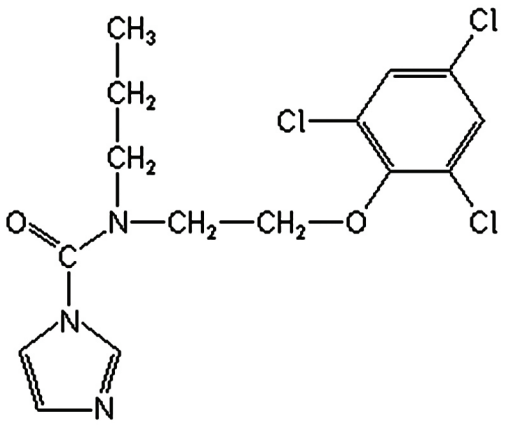
.....

บทคัดย่อ

เนื่องด้วยวิธีวิเคราะห์ Prochloraz ยังไม่มีวิธีวิเคราะห์จึงจำเป็นต้องทำการศึกษาพัฒนาวิธีวิเคราะห์ขึ้นมาเพื่อปรับใช้ตามเครื่องมืออุปกรณ์ที่มีอยู่ และเพื่อให้สะดวกกับการใช้งานในห้องปฏิบัติการที่จะได้ผลวิเคราะห์ที่ถูกต้องและแม่นยำ จากการศึกษาวิธีการตรวจวิเคราะห์ Prochloraz ได้วิธีที่เหมาะสมดังนี้ ใช้เทคนิคแก๊สโครมาโตกราฟฟี (GLC) ชนิด Flame Ionization detector (FID) มีสภาวะดังนี้ ใช้คอลัมน์ชนิด Capillary ภายในเคลือบด้วย 5% Phenyl Methyl Siloxane ยาว 30 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.32 มิลลิเมตร สารเคลือบหนา 0.25 ไมโครเมตร, Split injection split ratio 50 : 1, ก๊าซตัวพา (He) อัตราการไหล 2.0 มิลลิลิตรต่อนาที, อุณหภูมิตู้อบ 180 องศาเซลเซียสและคงไว้เป็นเวลา 2 นาที จึงค่อยเพิ่มอุณหภูมิขึ้น 10 องศาเซลเซียสต่อ 1 นาที จนอุณหภูมิสูงถึง 280 องศาเซลเซียสให้คงไว้อีก 5 นาที, Injector อุณหภูมิ 280 องศาเซลเซียสและ Detector อุณหภูมิ 280 องศาเซลเซียส ได้ทำการพิสูจน์ความใช้ได้ของวิธี ผลอยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้ โดยมี Range อยู่ในช่วงความเข้มข้น 0.685, 1.688, 1.946, 2.512, 2.751, 2.969 มิลลิกรัมต่อมิลลิตร ได้ค่า correlation coefficient (r) = 0.9998 และ Linearity 1.182, 1.688, 1.768, 1.946, 2.264, 2.512 มิลลิกรัมต่อมิลลิตร ได้ค่า correlation coefficient (r) = 0.9999 ซึ่งเกณฑ์ยอมรับค่าcorrelation coefficient (r) $\geq$ 0.995 Precision ที่อยู่ในรูปของ Repeatability ได้ค่า HORRAT = 0.6526, Precision ที่อยู่ในรูปของ Reproducibility ได้ค่า HORRAT = 1.8713 Robustness ได้ค่า HORRAT = 1.9742 Ruggedness ได้ค่า HORRAT = 2.000 ซึ่งไม่เกิน 2 ตามเกณฑ์พิจารณาของ EU และ Codex และตรวจสอบความถูกต้อง (Accuracy) ของวิธีการ จากค่าเปอร์เซ็นต์ recovery ได้ร้อยละ 99.37 ซึ่งอยู่ในช่วง 98-102 ตามเกณฑ์พิจารณาสำหรับสารที่มีปริมาณมากกว่า 10% ของ AOAC

คำนำ

โปรคลอราซ (Prochloraz) มีชื่อทางเคมีว่า *N*-propyl-*N*-[2-(2,4,6-trichlorophenoxy) ethyl] imidazole - 1-carboxamide (IUPAC) มีสูตรโมเลกุลเป็น $C_{15}H_{16}Cl_3N_3O_2$ ประโยชน์ใช้ในการป้องกันกำจัดโรคพืชเช่น โรคใบจุดสีดำในกุหลาบ โรคใบจุดสีม่วง และโรคแอนแทรคโนส



วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์/เครื่องมือ

1. เครื่อง Gas-Liquid Chromatograph (GLC) ที่ติดตั้งตัวตรวจวัดชนิด Flame Ionization Detector
2. คอลัมน์ชนิด Capillary ภายในเคลือบด้วย 5% Phenyl Methyl Siloxane (HP-5) ยาว 30 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.32 มิลลิเมตร สารเคลือบหนา 0.25 ไมโครเมตร
3. เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง (ชั่งได้ระดับ 0.1 มิลลิกรัม) ที่ผ่านการสอบเทียบแล้ว
4. Ultrasonic bath
5. Volumetric Flask ชนิด Class type A ขนาด 10, 25, 100 และ 1,000 มิลลิลิตร ที่ผ่านการสอบเทียบแล้ว
6. ปิเปตชนิด Class A ขนาด 1, 2, 3, 4, 5 และ 10 มิลลิลิตร ที่ผ่านการสอบเทียบแล้ว
7. บีกเกอร์ ขนาด 100 มิลลิลิตร

สารเคมี

1. สารมาตรฐาน Prochloraz 99.3 %
2. สาร Prochloraz ที่มีความเข้มข้นสูง (Technical grade) ใช้แทนสารมาตรฐาน
3. ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ Prochloraz 45% EC
4. Acetone ชนิด AR grade

ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. การปรับสภาวะเครื่อง Gas-Liquid Chromatograph ชนิด Flame ionization Detector (GC-FID) ดังนี้

อุณหภูมิ oven	: 180 องศาเซลเซียส คงไว้ 2 นาทีแล้วเพิ่มขึ้น 10 องศาเซลเซียส ต่อนาที จนถึง 280 องศาเซลเซียส คงไว้ 5 นาที
คอลัมน์ชนิด	: Capillary คอลัมน์ภายในบรรจุด้วย 5% Phenyl Methyl Siloxane ยาว 30 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.32 มิลลิเมตร สารเคลือบหนา 0.25 ไมโครเมตร
อุณหภูมิ injector	: 280 องศาเซลเซียส
อุณหภูมิ detector	: 280 องศาเซลเซียส
Split ratio	: 50 : 1
Injection volume	: 1.0 ไมโครลิตร
ก๊าซตัวพา	: He อัตราการไหล 2 มิลลิลิตรต่อนาที
ก๊าซจุดเปลวไฟ	: H_2 อัตราการไหล 45 มิลลิลิตรต่อนาที
	: Air อัตราการไหล 450 มิลลิลิตรต่อนาที
Make up gas	: N_2 อัตราการไหล 45 มิลลิลิตรต่อนาที

และทดสอบความพร้อมของเครื่องด้วยการฉีดสารละลายมาตรฐานเข้าเครื่อง GLC ซ้ำกันหลายๆ ครั้งจนค่าของ Peak Area ที่ฉีดแต่ละครั้งมีค่าเท่ากัน หรือแตกต่างกันไม่เกิน 1% จึงดำเนินการตรวจวิเคราะห์

2. ตรวจสอบเปอร์เซ็นต์ที่แน่นอนของสาร Technical grade

การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ จำเป็นต้องดำเนินการหาปริมาณที่แน่นอนของสาร Technical grade เพื่อนำมาใช้ทดแทนสารมาตรฐานซึ่งมีราคาแพงมาก โดยชั่งสารมาตรฐาน Prochloraz 2 ซ้ำ (Ca1, Ca2) ให้ได้น้ำหนักของสารออกฤทธิ์ประมาณ 10 มิลลิกรัมใส่ใน Volumetric flask ขนาด 10 มิลลิลิตร เติม Acetone 5 มิลลิลิตร ลงใน Volumetric flask ปิดจุก นำไปเขย่าด้วยเครื่อง Ultrasonic bath ประมาณ 5-10 นาที จากนั้นนำออกมาตั้งทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง แล้วเติม Acetone จนถึงขีดปริมาตรที่ 10 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันเป็นอย่างดี

ชั่งสาร Technical grade 10 ซ้ำ (TC1-TC10) ให้ได้น้ำหนักของสารออกฤทธิ์ประมาณ 100 มิลลิกรัมใส่ Volumetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตร เติม Acetone 50 มิลลิลิตร นำไปเขย่าด้วยเครื่อง Ultrasonic bath ประมาณ 5 - 10 นาที นำออกมาตั้งทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้องเติม Acetone จนถึงขีดปริมาตรที่ 100 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน

การฉีดสารเข้าเครื่อง GC-FID โดยฉีดสารละลายมาตรฐานซ้ำกันหลายๆ ครั้งจนค่าของ Peak Area ที่ฉีดแต่ละครั้งมีค่าเท่ากัน หรือแตกต่างกันไม่เกิน 1% จึงดำเนินการตรวจวิเคราะห์ ฉีดสารละลายตัวอย่างเปรียบเทียบกับสารละลายมาตรฐาน

การฉีดสารมาตรฐาน Prochloraz และสาร Technical grade เข้าเครื่อง GLC โดยตั้ง sequence ในการฉีดดังนี้ Ca1, TC1, TC2, Ca2, TC3, TC4, Ca1, TC5, TC6, Ca2…TC10 แล้วฉีดสารเข้าเครื่อง 1 ไมโครลิตร โดยฉีดความเข้มข้นละ 2 ซ้ำ

คำนวณค่า response factor (fi) ตามสูตร

$$fi = \frac{S \times P}{Hs}$$

เมื่อ fi = ค่า response factor ของสารมาตรฐาน

Hs = พื้นที่ใต้ peak ของ Prochloraz ในสารมาตรฐาน

S = น้ำหนักของ Prochloraz ในสารละลายมาตรฐาน (mg)

P = ความบริสุทธิ์ของสารมาตรฐาน Prochloraz (%)

หาเปอร์เซ็นต์ของสาร Technical grade จากสูตรดังนี้

$$\text{Prochloraz content} = \frac{Hw}{f \times w}$$

Hw = พื้นที่ใต้ peak ของ Prochloraz ในสารละลาย Technical grade

f = ค่าเฉลี่ย response factor

w = น้ำหนักของ Prochloraz ในสารละลาย Technical grade (mg)

3. ตรวจสอบช่วงของการวัด (Range)

ชั่งสารมาตรฐานที่ทราบเปอร์เซ็นต์ Prochloraz ที่แน่นอน (99.3%) ให้มีปริมาณสารออกฤทธิ์ที่ 6 ความเข้มข้นๆ ครอบคลุมช่วงที่ใช้งาน เช่น 0.685, 1.688, 1.946, 2.512, 2.750, 2.969 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรโดยชั่งสารมาตรฐาน Prochloraz ปริมาณ 6.9, 17.0, 19.6, 25.3, 27.7, 29.9 มิลลิกรัม ใส่ใน Volumetric Flask ขนาด 10 มิลลิลิตร แล้วเติม acetone 5 มิลลิลิตร เขย่าใน Ultrasonic bath 5-10 นาที นำออกมาตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้องเติม acetone จนถึงขีดปริมาตรเขย่าให้เข้ากัน นำสารละลายแต่ละความเข้มข้นใส่ลงในvial ขนาด 2 มิลลิลิตร เพื่อฉีดสารละลายเข้าเครื่อง GC-FID สร้างกราฟระหว่างความเข้มข้นของสารมาตรฐานกับ response พิจารณาช่วงที่เป็นเส้นตรงจากช่วงความเข้มข้นที่หาค่า Range โดยคำนวณค่า correlation coefficient (r)$\geq$ 0.995

4. ตรวจสอบช่วงความเป็นเส้นตรง (Linearity)

เลือกความเข้มข้นจาก Range ที่เป็นเส้นตรง 3 ความเข้มข้นให้อยู่ในช่วงใกล้เคียงที่ใช้งานจริงคือความเข้มข้นที่ 0.685, 1.688, 1.946, มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร จากนั้นเตรียมช่วงความเข้มข้นให้ละเอียดขึ้นเป็น 6 ความเข้มข้น โดยชั่งสารมาตรฐาน Prochloraz ปริมาณ 11.9, 17.0, 17.8, 19.6, 22.8, 25.3 มิลลิกรัม ใส่ใน Volumetric Flask ขนาด 10 มิลลิลิตร เติม acetone 5 มิลลิลิตรเขย่าใน Ultrasonic bath ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้องเติม acetone จนถึงขีดปริมาตร เขย่าให้เข้ากัน นำสารละลายใส่ vial ขนาด 2 มิลลิลิตรเพื่อฉีดสารละลายเข้าเครื่อง GC-FID สร้างกราฟระหว่างความเข้มข้นของสาร Technical gradeกับ response พิจารณาช่วงที่เป็นเส้นตรงจากช่วงความเข้มข้นที่หาค่า Range โดยคำนวณค่า correlation coefficient (r) $\geq$ 0.995

5. ตรวจสอบความเที่ยง (Precision)

ตรวจสอบ Precision ในรูปของ Repeatability ซึ่งเป็นการทดสอบจากห้องปฏิบัติการเดียวกัน ผู้ทดสอบคนเดียวกัน เครื่องมือเดียวกันและ Reproducibility เป็นการทดสอบจากห้องปฏิบัติการในระยะเวลาที่แตกต่างกัน โดยชั่งผลิตภัณฑ์ที่คลุกเคล้าแล้ว 50, 80 และ 120 มิลลิกรัม ($\pm$ 20.1 มิลลิกรัม) เนื่องจากเป็นช่วงใกล้เคียงกับความ

เข้มข้นที่ใช้งานจริง อย่างละ 10 ซ้ำ ใส่ขวดปริมาตร 25 มิลลิลิตร เติม Acetone ครึ่งขวด เขย่าให้ละลายด้วย ultrasonic bath ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ปรับปริมาตรด้วย acetone จนถึงขีดปริมาตร เขย่าให้เข้ากัน ใส่ขวด vial ฉีดสารละลายเข้าเครื่อง GC-FID วิเคราะห์หาปริมาณสารออกฤทธิ์ Prochloraz โดยวิธี external standardization

ทำ Calibration Curve โดยชั่งสารมาตรฐาน Prochloraz น้ำหนัก 11.9, 17.8, 25.3 มิลลิกรัม ใส่ใน Volumetric Flask ขนาด 10 มิลลิลิตร ละลายด้วย acetone 5 มิลลิลิตร เขย่าให้ละลายด้วย ultrasonic bath ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ปรับปริมาตรด้วย acetone จนถึงขีดปริมาตร เขย่าให้เข้ากัน ใส่ขวด vial ฉีดสารละลายเข้าเครื่อง GC-FID วิเคราะห์หาปริมาณสารออกฤทธิ์ Prochloraz โดยวิธี external standardization

คำนวณค่าเฉลี่ย (mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation, SD) ความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ (Relative Standard Deviation, RSD) และ HORRAT โดย HORRAT ต้องมีค่าไม่เกิน 2 ตามเกณฑ์พิจารณาของ EU และ Codex

ประเมิน precision โดยใช้ HORRAT

$$HORRAT = \%RSD_{exp.} / \%RSD_{Horwitz}$$

คำนวณ Predicted Horwitz RSD ตามสูตร

$$RSD = 0.66 \times 2^{(1-0.5 \log C)}$$

$$C = \text{Concentration ratio}$$

เกณฑ์ยอมรับค่า Precision

AOAC ยอมรับ HORRAT < 2

EU, Codex ยอมรับ HORRAT ≤ 2

6. ตรวจสอบความถูกต้อง (Accuracy)

เตรียมสารละลายมาตรฐาน Prochloraz โดยชั่งสาร Prochloraz ชนิด technical grade ให้ทราบน้ำหนักแน่นอน ใส่ใน Volumetric Flask ขนาด 100 มิลลิลิตร ละลายด้วย acetone ประมาณ 50 มิลลิลิตร เขย่าให้ละลายด้วย ultrasonic bath ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ปรับปริมาตรด้วย acetone จนถึงขีดปริมาตร เขย่าให้เข้ากัน (Stock tech มีความเข้มข้นประมาณ 3.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) ใส่ขวด vial ฉีดสารละลายเข้าเครื่อง GC-FID วิเคราะห์หาปริมาณสารออกฤทธิ์ Prochloraz โดยวิธี external standardization

เตรียมสารละลายตัวอย่าง Prochloraz ให้มีความเข้มข้นประมาณ 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร (Stock sample) โดยชั่ง Prochloraz (sample) น้ำหนักประมาณ 9780.8 มิลลิกรัมใส่ใน Volumetric Flask ขนาด 1000 มิลลิลิตร นำมาละลายด้วย acetone ประมาณ 500 มิลลิลิตร เขย่าให้ละลายด้วย ultrasonic bath ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ปรับปริมาตรด้วย acetone จนถึงขีดปริมาตร เขย่าให้เข้ากัน ใส่ขวด vial ฉีดสารละลายเข้าเครื่อง GC-FID วิเคราะห์หาปริมาณสารออกฤทธิ์ Prochloraz โดยวิธี external standardization

ทำ Calibration Curve โดยชั่งสารมาตรฐาน Prochloraz (Stock tech) ปริมาตร 11.9, 17.0, 25.3 มิลลิกรัม ใส่ใน Volumetric Flask ขนาด 10 มิลลิลิตร นำมาละลายด้วย acetone 5 มิลลิลิตร เขย่าให้ละลายด้วย ultrasonic bath

ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ปรับปริมาตรด้วยสารละลาย acetone จนถึงขีดปริมาตร เขย่าให้เข้ากัน ใส่ขวด vial ฉีดสารละลายเข้าเครื่อง GC-FID วิเคราะห์หาปริมาณสารออกฤทธิ์ Prochloraz โดยวิธี external standardization

เตรียมสารละลาย original sample ของ Prochloraz ในสารตัวอย่าง โดยดูดสารสารละลาย Stock sample ปริมาตร 5 มิลลิลิตรใส่ใน Volumetric Flask ขนาด 25 มิลลิลิตร จำนวน 10 ซ้ำ (ทำ 3 ชุด รวม 30 ขวด) นำมาละลายด้วย acetone ประมาณ 20 มิลลิลิตร เขย่าให้ละลายด้วย ultrasonic bath ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ปรับปริมาตรด้วย acetone จนถึงขีดปริมาตร เขย่าให้เข้ากัน ใส่ขวด vial ฉีดสารละลายเข้าเครื่อง GC-FID วิเคราะห์หาปริมาณสารออกฤทธิ์ Prochloraz โดยวิธี external standardization

เตรียมสารละลาย Spike sample โดยดูดสารสารละลาย Stock tech ปริมาตร 1, 2, 4 มิลลิลิตร และดูดสารละลาย Stock sample ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ใส่ใน Volumetric Flask ขนาด 25 มิลลิลิตรจำนวน 10 ซ้ำ (ทำ 3 ชุดรวม 30 ขวด) ละลายด้วย acetone ประมาณ 20 มิลลิลิตร เขย่าให้ละลายด้วย ultrasonic bath ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ปรับปริมาตรด้วย acetone จนถึงขีดปริมาตร เขย่าให้เข้ากัน ใส่ขวด vial ฉีดสารละลายเข้าเครื่อง GC-FID วิเคราะห์หาปริมาณสารออกฤทธิ์ Prochloraz โดยวิธี external standardization ประเมินค่า Accuracy จากค่า % recovery ดังนี้

$$\% \text{ Recovery} = (A_{spike} - A_{origin}) \times 100 / A_{add}$$

A_{spike} = ปริมาณ Prochloraz ในสารละลาย Spike

A_{origin} = ปริมาณ Prochloraz ในสารละลาย Origin

A_{add} = ปริมาณ Prochloraz ที่เติมลงในสารละลาย Spike

7. การหา Specificity / selectivity

ทดลองโดยฉีดสารมาตรฐานของ Prochloraz สารละลายตัวอย่างและ blank เข้าเครื่อง GC-FID พิจารณา Chromatogram ที่ดูว่ามี Peak สารอื่นแปลกปลอมรบกวนสารออกฤทธิ์ Prochloraz หรือไม่

8. การตรวจสอบ Robustness/Ruggedness

โดยวิเคราะห์หาปริมาณ Prochloraz ด้วยเครื่อง GC-FID โดยใช้คอลัมน์ ชนิด Capillary ภายในเคลือบด้วย 5% Phenyl Methyl Siloxane ยาว 30 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.32 มิลลิลิเมตร สารเคลือบหนา 0.25 ไมโครเมตร (โดยทำการเปลี่ยนเครื่องในการทดสอบ) นำค่าปริมาณสารออกฤทธิ์ Prochloraz มาคำนวณค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ HORRAT

ระยะเวลาดำเนินการ เดือนตุลาคม 2554 – กันยายน 2555

สถานที่ดำเนินการ ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานพัฒนาระบบตรวจสอบวัตถุมีพิษการเกษตร กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร เขตจตุจักร กรุงเทพฯ

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ผลการหาเปอร์เซ็นต์ที่แน่นอนของสาร Technical grade

เปอร์เซ็นต์ที่แน่นอนของสาร Technical grade Prochloraz เทียบกับสารมาตรฐานได้ค่า 96.5%, %RSD คือ 0.6552 เกณฑ์ยอมรับ %RSD คือ $\leq$ 2 ฉะนั้นอยู่ในช่วงยอมรับได้จึงสามารถนำไปใช้แทนสารมาตรฐานสำหรับการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ Prochloraz ได้

2. ผลการศึกษาช่วงของการวัด(Range)

พิสูจน์ความเป็นเส้นตรงของ Range ในช่วงความเข้มข้น 0.685, 1.688, 1.946, 2.512, 2.751, 2.969 มิลลิกรัมต่อมิลลิตรได้ค่า correlation coefficient (r) = 0.9998 เกณฑ์ยอมรับค่า correlation coefficient (r) $\geq$ 0.995

3. ผลการศึกษาช่วงความเป็นเส้นตรง (Linearity)

Linearity ที่ความเข้มข้นที่ 1.182, 1.688, 1.768, 1.946, 2.264, 2.512 mg/ml ของ Prochloraz Linearity ได้ค่า correlation coefficient (r) = 0.9999 เกณฑ์ยอมรับค่า correlation coefficient (r) $\geq$ 0.995

4. การตรวจสอบ Precision

ในรูปของ Repeatability คือ การตรวจสอบความใกล้เคียงกันระหว่างข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ซ้ำ ซึ่งแสดงผลรวมในรูปของ % RSD จากการทดลองทั้ง 3 ความเข้มข้น (0.5, 1.0, 1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) ได้ค่าดังนี้

$\overline{X}$ = 43.37 SD =0.4213

คำนวณ % RSD ตามสูตร

$$\% \text{ RSD} = \frac{SD}{\overline{X}} \times 100$$

$$\% \text{ RSD (experimental)} = \frac{0.4213}{43.37} \times 100 = 0.9714$$

คำนวณ Predicted Horwitz RSD ตามสูตร

$\%RSD_{Predic} = 0.66*2^{1-0.5\log C}$

sample 45% = log 0.45

log 0.45 = -0.34678

$= 0.66*2^{1-(-0.173393743)}$

$= 0.66*2^{1.173393743}$

$\%RSD_{Predic} = 1.488575$

การประเมิน Precision โดยใช้ HORRAT

$$\text{HORRAT} = \frac{\%\ \text{RSD experimental}}{\text{Predicted Horwitz RSD}} = 0.6526$$

Precision ที่อยู่ในรูปของ Repeatability ได้ค่า HORRAT = 0.6526

Precision ที่อยู่ในรูปของ Reproducibility ได้ค่า HORRAT = 1.8713

Precision ที่อยู่ในรูปของ Robustness ได้ค่า HORRAT = 1.9742

Precision ที่อยู่ในรูปของ Ruggedness ได้ค่า HORRAT = 2.000

เกณฑ์ยอมรับค่า Precision ของ EU, Codex ยอมรับ > 2 ดังนั้นวิธีวิเคราะห์ Prochloraz ให้ผลการทดสอบ Precision ในรูปของ Repeatability Reproducibility, Robustness, Ruggedness มีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

5. ผลการศึกษาความถูกต้อง (Accuracy)

ตาราง % Recovery

No.	AI content (mg / 25 ml)								
	Conc. added 3.0 mg			Conc. added 6.0 mg			Conc. added 12.0 mg		
	Origin	Spike	Added	Origin	Spike	Added	Origin	Spike	Added
1	18.86	22.02	3.00	19.22	24.99	6.00	18.81	30.53	12.00
2	18.88	22.01	3.00	19.05	24.83	6.00	19.05	31.27	12.00
3	19.07	22.21	3.00	19.12	25.28	6.00	19.20	30.96	12.00
4	19.37	22.32	3.00	18.94	24.81	6.00	18.93	30.59	12.00
5	19.31	22.18	3.00	18.93	24.76	6.00	19.12	30.56	12.00
6	19.06	22.05	3.00	19.02	25.02	6.00	18.91	30.43	12.00
7	18.89	22.06	3.00	19.11	24.93	6.00	18.89	30.54	12.00
8	19.46	22.48	3.00	19.03	24.96	6.00	18.98	30.75	12.00
9	19.15	22.21	3.00	19.18	24.97	6.00	18.96	30.89	12.00
10	19.11	22.22	3.00	19.00	24.88	6.00	18.97	30.99	12.00
mean	19.12	22.18	3.00	19.06	24.94	6.00	18.98	30.75	12.00
SD	0.211	0.149		0.096	0.146		0.114	0.268	
%RSD	1.102	0.670		0.506	0.584		0.603	0.873	
%Recovery			102.0			98.05			98.08

$$\%\text{Recovery} = \frac{(\text{Conc}_{\text{spiked sample}} - \text{Conc}_{\text{original sample}}) \times 100}{\text{Conc added}}$$

$$\%\text{Recovery ที่ความเข้มข้น ต่ำ} = \frac{(22.18 - 19.12 \times 100)}{3.0} = 102.0$$

$$\%\text{Recovery ที่ความเข้มข้น กลาง} = \frac{(24.94 - 19.06 \times 100)}{6.0} = 98.0$$

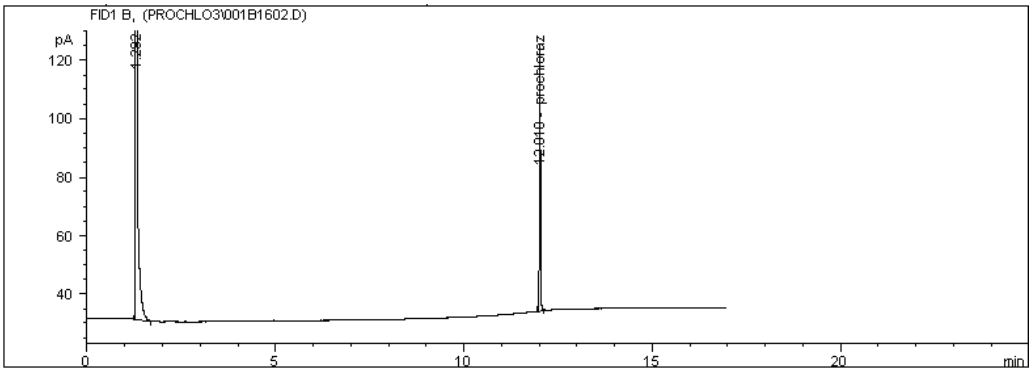
$$\%\text{Recovery ที่ความเข้มข้น สูง} = \frac{(30.75 - 18.98 \times 100)}{12.0} = 98.1$$

$$\%\text{Recovery เฉลี่ย} = 99.37$$

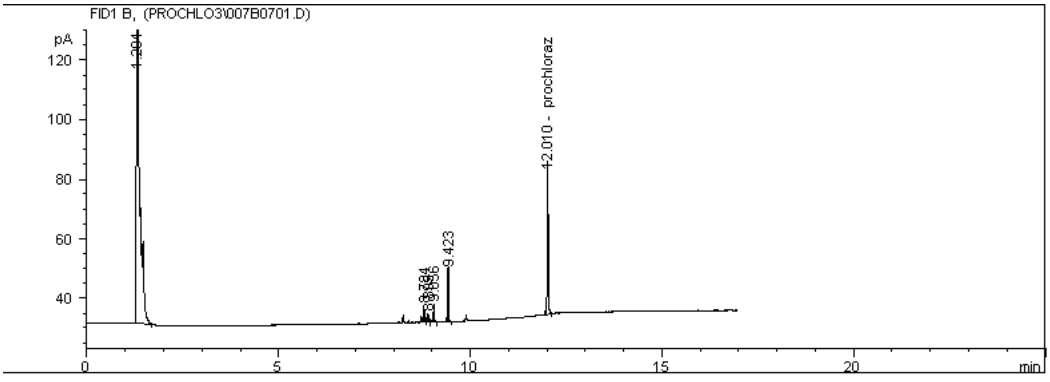
เกณฑ์ยอมรับ 98 – 102

ผลการประเมินความถูกต้อง (Accuracy) ของวิธีการจากตาราง %Recovery พบว่าเปอร์เซ็นต์ Recovery ของ Prochloraz มีความถูกต้อง และเปอร์เซ็นต์ Recovery เฉลี่ยทั้ง 3 ความเข้มข้น ได้ร้อยละ 99.37 อยู่ในช่วง 98-102 ตามเกณฑ์พิจารณาสำหรับสารที่มีปริมาณมากกว่า 10% ของ AOAC ดังนั้นวิธีวิเคราะห์นี้สามารถนำไปวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ Prochloraz ได้อย่างถูกต้อง

6. ผลการศึกษา Specificity / selectivity



รูปที่ 1 Chromatogram of Standard solution



รูปที่ 2 Chromatogram of Sample solution

จาก Chromatogram ของสารมาตรฐานและสารตัวอย่าง Prochloraz จะเห็นว่าไม่มี peak อื่นใดมารบกวน peak ของ Prochloraz แสดงว่า วิธีนี้มี Specificity และ selectivity ดี

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

ผลของการศึกษาครั้งนี้ Range ในช่วง 0.685, 1.688, 1.946, 2.512, 2.751, 2.969 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ได้ค่า correlation coefficient (r) = 0.9998 และ Linearity ที่ 1.182, 1.688, 1.768, 1.946, 2.264, 2.512 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรของ Prochloraz Linearity ได้ค่า correlation coefficient (r) = 0.9999 เกณฑ์ยอมรับค่าcorrelation coefficient (r) $\geq$ 0.995 Precision โดยใช้ HORRAT ได้ค่า = 0.6526 เกณฑ์ยอมรับค่า Precision ของ AOAC ยอมรับ HORRAT < 2 EU และ Codex ยอมรับ HORRAT $\leq$ 2 การประเมินความถูกต้อง (Accuracy) ของวิธีการจากเปอร์เซ็นต์ recovery เฉลี่ยได้ร้อยละ 99.37 อยู่ในช่วง 98 – 102 ตามเกณฑ์พิจารณาสำหรับสารที่มีปริมาณมากกว่า 10% ของ AOAC สรุปได้ว่าค่าความคลาดเคลื่อนต่างๆ ที่ทำการศึกษา สามารถยอมรับได้ตามมาตรฐาน สากล สามารถใช้เป็นวิธีการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการที่ให้ผลถูกต้องและแม่นยำ เป็นที่ยอมรับได้ในระดับสากล และเผยแพร่แก่ห้องปฏิบัติการทั้งภาครัฐและเอกชนได้อย่างเป็นที่น่าเชื่อถือ ใช้ยื่นขอรับรองมาตรฐานห้องปฏิบัติการตามระบบ ISO/IEC 17025 เพื่อแสดงถึงความแม่นและความเที่ยงของผลวิเคราะห์

เอกสารอ้างอิง

กนกพร อธิสุข และทิพวรรณ นิ่งน้อย. 2547. Method Validation. เอกสารประกอบการฝึกอบรม. กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์.

ดุษฎี มั่นความดี และ อุทุมพร สุขม่วง. 2544. การพิสูจน์ความใช้ได้ของวิธีทดสอบทางเคมี (Chemical Method Validation) เอกสารประกอบการฝึกอบรม. กรมวิทยาศาสตร์บริการ.

นิรนาม. 2537. การขึ้นทะเบียนวัตถุมีพิษทางการเกษตรในประเทศไทย.กองควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร.กรมวิชาการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

นิรนาม. 2547. การตรวจพิสูจน์ความถูกต้องของวิธีทดสอบทางเคมี.เอกสารประกอบการอบรมสัมมนาวิชาการด้านอุตสาหกรรมอาหาร.สถาบันอาหาร..

Kidd, H. and D.R. James (Eds). 1993. The Agrochemicals Handbook. 3rd Ed. Royal Society of Chemistry. England.

สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร







