



รายงานแผนงานวิจัยย่อย

การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม
จากการใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตรในพื้นที่เกษตรกรรม
Environmental Impact Assessments
from the use of Pesticide in Agricultural Areas

นางพกาณี คล้ายมาลา
Mrs. Pakasinee Klaimala

ปี พ.ศ. 2564



รายงานแผนงานวิจัยย่อย

การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม
จากการใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตรในพื้นที่เกษตรกรรม
Environmental Impact Assessments
from the use of Pesticide in Agricultural Areas

นางพกาณี คล้ายมาลา
Mrs. Pakasinee Klaimala

ปี พ.ศ. 2564

คำปรารภ (Foreword)

แผนงานย่อย การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากการใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตรในพื้นที่เกษตรกรรม อยู่ภายใต้ แผนงานวิจัยและพัฒนาวิธีการตรวจสอบเพื่อการรับรองมาตรฐานปัจจัยการผลิตและสินค้าพืช ประกอบด้วย 2 โครงการ ได้แก่ โครงการการใช้วัตถุอันตรายที่ส่งผลกระทบต่อผู้ใช้และผู้บริโภค ประกอบด้วย 3 กิจกรรม และ 11 การทดลอง และโครงการประเมินผลกระทบจากการใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตรในพื้นที่เกษตรกรรม ประกอบด้วย 6 การทดลอง ซึ่งมีวัตถุประสงค์ในการตรวจสอบสารตกค้างในพืชผักและผลไม้ ติดตามคุณภาพของผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตร ประเมินความเสี่ยงของเกษตรกรผู้ใช้ ผู้บริโภค ผลผลิตทางการเกษตรและการสลายตัวในสิ่งแวดล้อม รวมถึงประเมินผลกระทบจากการใช้จากการใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตรในพื้นที่เกษตรกรรม

กรมวิชาการเกษตร

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ.....	5
คณะผู้วิจัย	6
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	8
บทนำ.....	10
บทคัดย่อ.....	13
Abstracts.....	14
1. โครงการวิจัยที่ 1. การใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตรที่ส่ง ผลกระทบต่อผู้ใช้และผู้บริโภค	16
2. โครงการวิจัย 2 การประเมินผลกระทบจากการใช้ วัตถุอันตรายทางการเกษตรในพื้นที่เกษตรกรรม.....	41
บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....	58
บรรณานุกรม.....	61

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.)) ในการสนับสนุนงบประมาณการวิจัย กองแผนงานและวิชาการ กรมวิชาการเกษตร คณะกรรมการวิจัยและพัฒนาของ กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร ผู้เชี่ยวชาญด้านวิเคราะห์และทดสอบ ผู้เชี่ยวชาญด้านวัตถุอันตรายทางการเกษตร ผู้อำนวยการกองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร ผู้อำนวยการกลุ่มบริหารโครงการวิจัย ผู้อำนวยการกลุ่มวิจัยเกษตรเคมี ผู้อำนวยการกลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา ผู้อำนวยการกลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร หัวหน้าฝ่ายบริหารทั่วไป หัวหน้ากลุ่มงานพัฒนาระบบตรวจสอบคุณภาพวัตถุมีพิษการเกษตร หัวหน้ากลุ่มงานวิจัยสารพิษตกค้าง หัวหน้ากลุ่มงานวิจัยผลกระทบจากการใช้วัตถุมีพิษการเกษตร ผู้อำนวยการสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1, 3, 4 และ 5 ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการดำเนินงานวิจัย ให้ข้อคิดเห็น คำแนะนำ รวมทั้งแนวทางในการจัดทำแผนงานวิจัยย่อย ขอขอบคุณหัวหน้าโครงการวิจัย ผู้มีส่วนร่วมในแต่ละโครงการวิจัยที่ให้ความร่วมมือ และการสนับสนุนในการจัดทำรายงานสิ้นสุดฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ ท้ายนี้ขอขอบคุณ และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์แก่การศึกษาวิจัยทั้งด้านสถานที่ ยานพาหนะ ข้อมูล ความรู้ต่างๆ ตลอดจนเกษตรกรเจ้าของแปลงทดลองทุกท่าน และเจ้าหน้าที่ในห้องปฏิบัติการทุกท่าน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการทำงานวิจัยจนสำเร็จลุล่วงด้วยดี



นางผกาสินี คล้ายมาลา

หัวหน้าแผนงานวิจัยย่อย การประเมินผลกระทบ

สิ่งแวดล้อมจากการใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตรในพื้นที่เกษตรกรรม

คณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัยที่ 1

นางจิราพรรณ ทองหยอด (ปี 2564)	ผู้อำนวยการกองวิจัยพัฒนา ปัจจัยการผลิตทางการเกษตร	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
นางผกาสินี คล้ายมาลา (ปี 2560-2563)	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

หัวหน้าการทดลอง

นางสาวจินตนา ภูมังกฤษชัย	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
นายบุญทวีศักดิ์ บุญทวี	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
นางสาวเวณิดา สุขประเสริฐ	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
นายอำนาจ กะฐินเทศ	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
นางสาวปัทมา คุณเลิศ	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
นางนงพะงา โอลแสน	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1
นางสาวปริยานุช สายสุพรรณ	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3
นายอิทธิพล บังพรม	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 4
นางมณฑาทิพย์ อรุณวารากรณ์	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5
นางสาวเพชรรัตน์ ศิริวิ	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ผู้ร่วมวิจัย

นายยงยุทธ ไผ่แก้ว	ผู้เชี่ยวชาญด้านวัตถุอันตราย	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
นางผกาสินี คล้ายมาลา	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
นายวีระสิงห์ แสงวรรณ	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
นางสาวสุพัตริ์ หนูสังข์	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
นางสาวศศิณิภา คงเข้มดี	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
นายประพันธ์ เคนท้าว	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
นายวัชรพงษ์ วงศ์สุวรรณ	เจ้าพนักงานการเกษตรปฏิบัติงาน	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
นายประกิจ จันท์ตีบ	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
นางสาวจันทิมา ผลกอง	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
นางพินิตนันต์ สรวยเอี่ยม	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
นางสาวภัทรฤทัย คมนันธุ์	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
นางสาวดวงรัตน์ วิลาสินี	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
นางสาวพนิดา มงคลวุฒิกุล	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ผู้ร่วมวิจัย (ต่อ)

นายพิเชษฐ ทองละเอียด	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
สอ.อิสริยะ สืบพันธุ์ดี	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
นายฉลองรัตน์ หมิ่นขวา	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
นางสาวทัศนีย์ อัฐพรพงษ์	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
นายอนุชา ผลไสว	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
นางสาวสุกัญญา คำคง	นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
นางเนาวรัตน์ ตั้งมั่นคงวรกุล	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1
นางวัชรภาพร ศรีสว่างวงศ์	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3
นายจารุพงศ์ ประสพสุข	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3
นางสุภาพร บังพรม	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 4
นางนาตยา จันทร์ส่อง	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 4
นางกัญญารัตน์ เต็มปิยพล	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5
นางสาวจิราภา เมืองคล้าย	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5
นางสาธิตา โพธิ์น้อย	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
นางสาวสุพิศสา ทองเขียว	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
สุวลักษณ์ ไซยทอง	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
นันทกานต์ ขุนโทร	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
มนต์ชัย อินทร์ทำอัฐ	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

หัวหน้าโครงการวิจัยที่ 2

นางมลิสรา เวชยานนท์	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
---------------------	-----------------------------	---------------------------------------

หัวหน้าการทดลอง

นางสาวพนิชชา เตจ๊ะใจ	นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
นางสาวจันทิมา ผลกอง	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
นางสาวปัทสรา คุณเลิศ	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
นางสาวสิริพร เหลืองสุขนกุล	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ผู้ร่วมวิจัย

นายอำนาจ กะจันเทศ	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
นายประจักษ์ จันทร์ดี	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
นางผกาสินี คล้ายมาลา	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
นายวัชรพงษ์ วงศ์สุวรรณ	เจ้าพนักงานการเกษตรปฏิบัติงาน	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

%	Percentage
Å	Angstrom
°C	Degree centigrade
°C/min	Degree centigrade per minute
µg	Microgram
µg/L	Microgram per liter
µg/mL	Microgram per milliliters
µL	Microliter
µm	Micrometre
AchE	Acetylcholine esterase
ADI	Acceptable daily intake
AR	Analytical reagent grade
AT	Average time
BW	Body weight
C	Concentration
cm	Centimeter
dw	Dry weight
DAPs	Dialkyl phosphates
DBP	Dibutyl phosphate
DEP	Diethyl phosphate
DETP	Diethyl thiophosphate
DMP	Dimethyl phosphate
ED	Exposure duration
EF	Exposure frequency
g	Gram
GC	Gas liquid chromatograph
GC-ECD	Gas chromatography with electron capture detector
GC-FPD	Gas chromatography with flame photometric detector

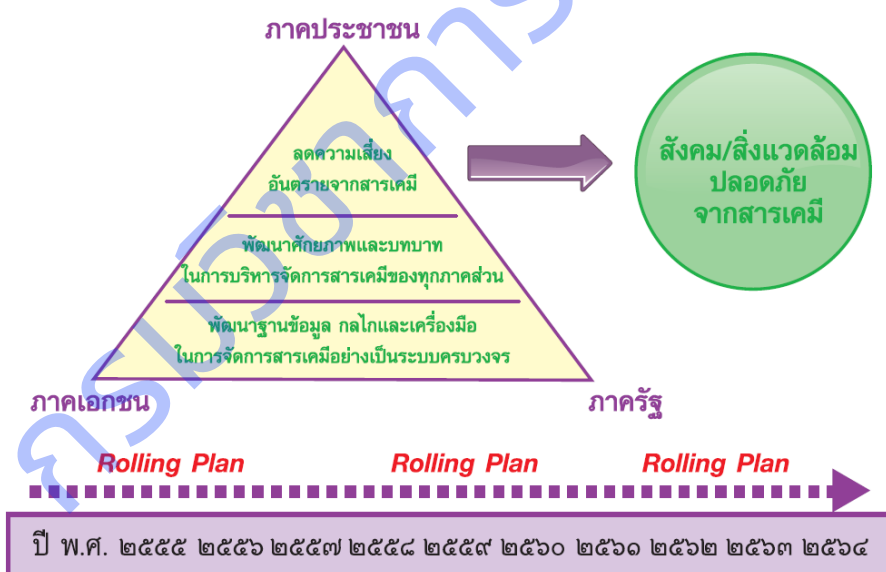
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ (ต่อ)

GC-MSD	Gas chromatography with mass spectrometry detector
GC-NPD	Gas chromatography with nitrogen phosphorus detector
HPLC	High performance Liquid chromatograph
HQ	Hazard quotient
IR	Ingestion rate
LOD	Limit of determination
LOQ	Limit of quantitation
Max	Maximum
MEC	Measured environment concentration
Min	Minimum
mg/kg	Milligram per kilogram
mg/L	Milligram per liter
min	Minute
MOE	Margin of exposure
PNEC	Predicted no effect concentration
PR	Pesticide reagent grade
Rfd	Reference dose
RQ	Risk quotient
SchE	Serum choline esterase
UHPLC	Ultra high-performance liquid chromatograph
µg/ml	: ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร
mg/kg	: มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
mg/L	: มิลลิกรัมต่อลิตร
MOE	: Margin of Exposure, ค่าขอบเขตที่ค่าปลอดภัย
Rfd	: Reference dose
HQ	: Hazard Quotient
MRLs	: Maximum Residue Limits
ADI	: Acceptable daily intake
GAP	: Good Agricultural Practice
AI	: Active ingredient

บทนำ

ความสำคัญและที่มาของแผนงานวิจัยย่อย

แผนงานวิจัยย่อย การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากการใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตรในพื้นที่เกษตรกรรม มุ่งเน้นการศึกษาปัญหาสารเคมีในภาคเกษตรกรรม ประกอบด้วยปัญหาสำคัญ ได้แก่ ปัญหาสารตกค้างในพืชผักผลไม้และผลผลิตทางการเกษตร ปัญหาคุณภาพของผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตร ปัญหาการใช้สารเคมีที่ไม่ถูกต้องซึ่งมีผลกระทบต่อสุขภาพของเกษตรกรหรือผู้ใช้สารเคมีทางการเกษตร ปัญหาการปนเปื้อนจากการใช้สารเคมีในพื้นที่เกษตรกรรม แพร่กระจายลงสู่สิ่งแวดล้อมและแม่น้ำสายหลักของประเทศ เกษตรกรได้รับผลกระทบโดยตรงจากการใช้สาร ซึ่งสถิติที่พบในช่วง ๑๐ ปีที่ผ่านมา การเจ็บป่วยจากการได้รับสารกำจัดศัตรูพืชเป็นปัญหาในทุกภาคของประเทศ โดยเป็นปัญหาสุขภาพของคนไทยที่รุนแรงกว่าการเจ็บป่วยจากการทำงานกับสารเคมีในภาคอุตสาหกรรม แม้ว่าแนวโน้มลดลง แต่จำนวนผู้ป่วยยังคงสูงกว่า ๑,๐๐๐ รายต่อปี และยังพบความเสี่ยงอันตรายจากการได้รับสารออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมตสูงชัน ส่วนผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมพบว่า ดินมีการปนเปื้อนสารเคมีจากการใช้สารกำจัดวัชพืชและสารกำจัดศัตรูพืช ในแผนยุทธศาสตร์การจัดการสารเคมีแห่งชาติ ฉบับที่ 4 (พ.ศ. 2555 – 2564) มีเป้าประสงค์ว่า ภายในปี พ.ศ. 2564 สังคมและสิ่งแวดล้อมปลอดภัยบนพื้นฐานของการจัดการสารเคมีที่มีประสิทธิภาพ มีส่วนร่วมจากทุกภาคส่วน และสอดคล้องกับการพัฒนาประเทศ โดยประเด็นที่ต้องพัฒนาสู่แผนยุทธศาสตร์การจัดการสารเคมีแห่งชาติ ฉบับที่ 4 ในยุทธศาสตร์ที่ 3 คือ ลดความเสี่ยงอันตรายจากการใช้สารเคมีในภาคเกษตร (คณะกรรมการแห่งชาติว่าด้วยแผนยุทธศาสตร์การจัดการสารเคมี, 2557) ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แผนยุทธศาสตร์การจัดการสารเคมีแห่งชาติ ฉบับที่ 4 (พ.ศ. 2555 – 2564)

การปฏิบัติงานวิจัยในแผนงานวิจัยย่อยนี้ มี 2 โครงการวิจัย ได้แก่ โครงการ การใช้วัตถุอันตรายที่ส่งผลกระทบต่อผู้ใช้และผู้บริโภค และโครงการ ประเมินผลกระทบจากการใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตรในพื้นที่เกษตรกรรม ได้มุ่งเน้นความสำคัญของผลกระทบทางลบ คือ แนวโน้มการใช้สารเคมีและชนิดของสารที่เกษตรกรใช้ในพืชผักและผลไม้ นอกกระบวนการรับรองแหล่งผลิตพืช (Non-GAP) ทำให้เกิดปัญหาสารตกค้างในชนิดพืชผักผลไม้ที่ส่งผลกระทบต่อผู้บริโภคหรือไม่ มีการตรวจติดตามคุณภาพของผลิตภัณฑ์วัตถุอันตราย จำนวน 27 ชนิด ที่

จำหน่ายในประเทศ เพื่อให้ทราบปัญหาคุณภาพผลิตภัณฑ์วัตถุอันตราย หลังการขึ้นทะเบียนตามพระราชบัญญัติ วัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 รวมทั้งปัญหาการใช้สารของเกษตรกรเพื่อประเมินความเสี่ยง (Risk assessment) จากการใช้สาร ใน 3 ชนิด พื้นที่เกษตร ที่อาจจะส่งผลกระทบต่อผู้ใช้ ผู้บริโภคและตรวจติดตามการปนเปื้อนของสารตกค้างในสิ่งแวดล้อม ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยของการทดลองในแต่ละโครงการ ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาจะทำให้เกษตรกร ชุมชน และภาคประชาสังคมเกิดการรับรู้ และตระหนักถึงความเป็นอันตราย และความเสี่ยงของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่มีต่อสุขภาพ และสิ่งแวดล้อม นำไปสู่การร่วมมือกันระหว่างหน่วยงานภาครัฐ ภาคประชาสังคม ชุมชน และเกษตรกรในการหาแนวทางในการลด ป้องกัน และควบคุมความเสี่ยงจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชทั้งในระยะสั้นและระยะยาว รวมทั้งออกมาตรการในการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช (pest management) ให้มีความเหมาะสม ปลอดภัย และการบริหารจัดการในเรื่องการจำกัดการใช้ หรือการห้ามใช้ต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาชนิดและปริมาณสารพิษตกค้าง ในชนิดพืชผักผลไม้ที่เก็บตัวอย่างนอกระบบการรับรองแหล่งผลิตพืช (Non-GAP) และค่าดัชนีความเสี่ยงในการบริโภค (Hazard Index, HI)
2. เพื่อทราบผลการประเมินความเสี่ยงของวัตถุอันตราย 3 ชนิด ที่มีการใช้ในพืชอาหาร และได้ค่าขอบเขตความปลอดภัยจากการได้รับสาร (Margin of Exposure, MOE) ของเกษตรกร
3. เพื่อศึกษาการสลายตัว (Half-life) ของสารพิษตกค้างในผลผลิตและสิ่งแวดล้อม
4. เพื่อศึกษาเปอร์เซ็นต์สารออกฤทธิ์และคุณภาพของผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตร 27 ชนิด ที่จำหน่ายในประเทศ หลังการขึ้นทะเบียนตามพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535
5. ตรวจติดตามการปนเปื้อนของสารตกค้างในสิ่งแวดล้อมและความเสี่ยงต่อมนุษย์
6. ประเมินผลกระทบจากการใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตรในพื้นที่เกษตรกรรม

วิธีการวิจัย

1. ปัญหาสารตกค้างในตัวอย่างพืชผักและผลไม้ โดยสำรวจข้อมูลการใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตร ข้อมูลการผลิต แหล่งผลิตพืชหรือแปลงเกษตรกรที่ปลูกพืชผัก มุ่งเน้นจังหวัดที่มีการผลิตพืชผักเป็นการค้า จุดรวบรวมผลผลิต หรือแหล่งจำหน่าย เน้นเก็บตัวอย่างผักและผลไม้ในระบบ GAP เป็นหลัก พืชผัก ได้แก่ พืชที่ปลูกในน้ำ พืชหัวใต้ดิน พืชสมุนไพรและพืชตระกูลกะหล่ำ ในผลไม้ ได้แก่ พืชตระกูลส้ม ลำไย ลิ้นจี่ ชมพูและฝรั่ง เพื่อตรวจวิเคราะห์ชนิดและปริมาณสารตกค้างของสารกำจัดแมลง และสารป้องกันและกำจัดโรคพืช
2. ปัญหาความเสี่ยง (Risk assessment) จากการใช้วัตถุอันตราย 4 ชนิด โดยศึกษาปริมาณการปนเปื้อนสารพิษบนร่างกายผู้พ่นและผู้ช่วยพ่นสาร สุ่มเก็บตัวอย่างดิน น้ำ ตะกอน สุ่มเก็บผลผลิตการเกษตรที่ระยะเก็บเกี่ยว เพื่อตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารตกค้างภายหลังการพ่นสาร นำข้อมูลปริมาณสารพิษปนเปื้อนที่ได้จากการตรวจวิเคราะห์ไปประเมินความเสี่ยงจากการใช้วัตถุเคมีพิษ การคำนวณหาค่าขอบเขตความปลอดภัยจากการได้รับสารพิษ (Margin of Exposure, MOE) ตามหลักเกณฑ์ของ US.EPA
3. ปัญหาคุณภาพผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตร เพื่อลดความเสี่ยงและปัญหาสารออกฤทธิ์ในผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้มาตรฐานหรือผิด โดยการตรวจวิเคราะห์ข้อมูลสารออกฤทธิ์ (Active ingredient) และข้อมูลกายภาพของผลิตภัณฑ์

4. ปัญหาผลกระทบจากการใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตรในพื้นที่เกษตรกรรม โดยตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อนของสารกำจัดวัชพืชชนิดไกลโฟเฟต พาราควอต อะทราซีน และอะลาคลอร์ และสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสในดิน

5. การปนเปื้อนของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชในสิ่งแวดล้อมบริเวณเกษตรกรรมลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยา และท่าจีน โดยตรวจวิเคราะห์สารกำจัดแมลง สารกำจัดวัชพืช และสารป้องกันและกำจัดโรคพืช

6. ผลกระทบจากสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสต่อสุขภาพเกษตรกรในพื้นที่ปลูกผักจังหวัดนครปฐม พื้นที่ปลูกผักของเกษตรกรมีทั้งแบบใช้สาร แบบ Good Agricultural Practice (GAP) และแบบเกษตรอินทรีย์ โดยเก็บตัวอย่างทางชีวภาพ ได้แก่ เลือด และปัสสาวะของเกษตรกร มาวิเคราะห์หาสารชี้บ่งทางชีวภาพ (Biomarker) การได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสจากการสัมผัสสารพิษ ได้แก่ เอ็นไซม์โคลินเอสเตอเรส (Acetylcholine esterase, AchE) และสารไดอัลคิลฟอสเฟตเมตาโบไลต์ (Dialkylphosphates, DAPs)

7. ใช้วิธีทดสอบที่ได้รับการรับรอง หรือวิธีมาตรฐานของห้องปฏิบัติการ หรือวิธีตาม CIPAC Handbook เพื่อวิเคราะห์สารพิษตกค้างในตัวอย่างพืชผักผลไม้ ตัวอย่างจากสิ่งแวดล้อม วิเคราะห์สารออกฤทธิ์คุณสมบัติทางกายภาพในผลิตภัณฑ์วัตถุอันตราย และโดยใช้เครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสูงในการตรวจวิเคราะห์ เช่น เครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี (Gas Chromatography, GC-FPD GC-ECD GC-MS/MS) เครื่องลิควิดโครมาโตกราฟี (High Performance Liquid Chromatography, HPLC, HPLC-MS/MS) ผลการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างในพืชผักผลไม้ นำไปเปรียบเทียบกับค่ากำหนดปริมาณสูงสุดที่ยอมให้มีได้ในพืชผักและผลไม้ (Maximum Residue Limits, MRLs) ตาม มกษ. 9002-2559 หรือค่า Codex, EU, Japan MRLs ส่วนผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายใช้เกณฑ์กำหนดขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO and WHO specification for Pesticide) และสารพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อมใช้ค่ากำหนดที่ยอมให้มีได้ในดิน (Maximum Contamination Level, MCL) หรือค่ากำหนดที่ยอมให้มีได้ในน้ำ (Maximum Allowable Concentration, MAC) หรือค่ากำหนดมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม (Environmental Quality Standard threshold values, EQS) และนำไปประเมินผลกระทบตาม Guideline ที่เหมาะสม เช่น แบบจำลองความเสี่ยงเชิงนิเวศ เพื่อคาดการณ์หรือทำนายแนวโน้มของผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นต่อไปในอนาคต รวมทั้งการประเมินผลกระทบของสารตกค้างในสิ่งแวดล้อม และสุขภาพ

บทคัดย่อ

โครงการในรายงานแผนงานวิจัยย่อยชิ้นสุดท้ายนี้ได้ดำเนินงานวิจัยระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2559 ถึง เดือนกันยายน 2564 ซึ่งประกอบด้วย 2 โครงการ ได้แก่ การใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตรที่ส่งผลกระทบต่อผู้ใช้และผู้บริโภค และการประเมินผลกระทบจากการใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตรในพื้นที่เกษตรกรรม ทั้งสองโครงการมุ่งเน้นการเฝ้าระวังการใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตรในภาคการเกษตรที่อาจส่งผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม โดยสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้ ผลการตรวจพบสารตกค้าง สารพิษตกค้างในผักที่พบเกินค่ามาตรฐานสูงสุด คือ dimethomorph ในโหระพา พบ 39.42 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งเกินค่า MRL ของยุโรปที่กำหนดไว้เพียง 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในผลไม้พบสูงสุด คือ cypermethrin ในส้มเขียวหวาน พบ 7.23 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งเกินค่ามาตรฐานที่ยุโรปและญี่ปุ่นกำหนดไว้ที่ 2.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สำหรับการประเมินความเสี่ยง carbaryl ในมะม่วง ผลการประเมินค่าครึ่งชีวิตในน้ำ 5 วัน ดิน 13 วัน และมะม่วง 5 วัน ผลประเมินความเสี่ยงต่อผู้ใช้คาร์บาริลอยู่ในระดับความเสี่ยงที่ยอมรับได้ ผลการประเมินผลกระทบของอะมีทริน (ametryn) ในไร่ข้าวโพด ค่าครึ่งชีวิตของ ametryn ในน้ำเท่ากับ 21 วัน และในดินเท่ากับ 15 วัน เมื่อนำข้อมูลไปประเมินความเสี่ยงอยู่ในระดับความเสี่ยงที่ยอมรับได้ ผลการประเมินความเสี่ยงของแลมบ์ดา-ไซฮาโลทริน (lambda-cyhalothrin) ที่ปนเปื้อนบนร่างกายเกษตรกรผู้พ่น พบว่าบริเวณที่มีการปนเปื้อนสูงและมีความเสี่ยงที่สุดคือบริเวณแขนงอก ซึ่งประเมินความเสี่ยงต่อผู้พ่นสารอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ การเก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตรและคุณภาพผลิตภัณฑ์สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่วางจำหน่ายในร้านค้า ร้านเคมีเกษตรในพื้นที่ภาคกลาง ภาคเหนือตอนบน ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง รวมทั้งสิ้น 1,177 ตัวอย่าง พบผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตรที่ได้มาตรฐาน 871 ตัวอย่าง และผิดมาตรฐาน 41 ตัวอย่าง ส่วนตัวอย่างผลิตภัณฑ์สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่ระบุปริมาณสารออกฤทธิ์ (%A.I.) ไว้บนฉลาก จำนวน 231 ตัวอย่าง และไม่ระบุปริมาณสารออกฤทธิ์ (%AI) จำนวน 46 ตัวอย่าง

การประเมินผลกระทบจากการใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตรในพื้นที่เกษตรกรรม ได้ผล สรุปดังนี้ การใช้ไกลโฟเซต พาราควอต และคลอร์ไพริฟอส ได้เก็บตัวอย่างดินในแปลงปลูกพืชในเขตภาคตะวันออก พบไกลโฟเซต พาราควอต และคลอร์ไพริฟอส เมื่อนำไปประเมินผลกระทบระยะยาวต่อสุขภาพในเด็กและผู้ใหญ่ และสิ่งแวดล้อม ได้ค่า Hazard Quotient (HQ) และ Risk Quotient (RQ) น้อยกว่า 1 เป็นความเสี่ยงที่ยอมรับได้ การใช้สารกำจัดวัชพืชไกลโฟเซต อะทราซีน และอะลาคลอร์ในเขตภาคกลาง พบอะทราซีนและอะลาคลอร์ ต่ำกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดให้มีได้ในดิน และเมื่อนำไปประเมินผลกระทบต่อสุขภาพในเด็กผู้ใหญ่ และผลกระทบในระยะยาวต่อสิ่งแวดล้อม ปริมาณตกค้างในดินอยู่ในระดับความเสี่ยงต่ำยอมรับได้ (HQ และ RQ <1) การปนเปื้อนของสารพิษตกค้างในบริเวณแม่น้ำเจ้าพระยาและท่าจีน รวมทั้งบริเวณคลองแยก เก็บตัวอย่างในช่วงฤดูแล้งและฝน รวมทั้ง 144 ตัวอย่าง พบการตกค้างของอะทราซีนและอะมีทริน ไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนด ผลของการประเมินผลกระทบในสิ่งแวดล้อมได้ค่า HQ และ RQ น้อยกว่า 1 เป็นความเสี่ยงที่ยอมรับได้ สำหรับการประเมินผลกระทบสารกำจัดวัชพืชพาราควอต (paraquat) และอะทราซีน (atrazine) ตกค้างในไร่ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในพื้นที่อำเภอหนองม่วง จังหวัดลพบุรี อำเภอพุทธบาท และอำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี ใช้วิธีสัมภาษณ์เกษตรกรและเก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์สารตกค้าง ผลการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างดิน พบพาราควอตและอะทราซีน ตัวอย่างน้ำพบการตกค้างของอะทราซีนแต่ไม่พบพาราควอต ส่วนตัวอย่างตะกอนและข้าวโพดไม่พบสารตกค้างของอะทราซีน เมื่อประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพ สารทั้งสองชนิดไม่มีความเสี่ยงต่อสุขภาพของเกษตรกรและไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในไร่ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในพื้นที่ปลูกผักเขตจังหวัดนครปฐม เกษตรกรมีการใช้สารกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสในการผลิตพืชผักมาอย่างยาวนาน เมื่อดำเนินการตรวจวิเคราะห์สารบ่งชี้ทางชีวภาพ (Biomarker of exposure) ของสารกลุ่มการตรวจระดับการทำงานของเอนไซม์กลุ่ม Cholinesterase ได้แก่

Acetylcholine esterase (AChE) and Serum choline esterase (SChE) ผลการตรวจวิเคราะห์พบว่าตรวจพบสารตกค้างทั้งในตัวอย่างดิน น้ำและผัก ในปริมาณที่ต่ำ ผลการประเมินความเสี่ยงพบว่า ปริมาณสารพิษตกค้างที่ตรวจพบไม่มีผลกระทบต่อมนุษย์และต่อสิ่งแวดล้อม

Abstracts

The research project in the sub-research program ended. The research was conducted from October 2016 to September 2021. That consists of two projects: The Impact of Pesticide Use on Applicator and Consumer and Evaluate the Effects of Pesticide Residues on Agricultural Areas. Both projects focus on monitoring the use of pesticides in the agricultural area that can have negative impacts on humans and the environment. The result of the research can be summarized as follows: The pesticide residue found in vegetables that exceeded the highest standard was 39.42 mg/kg dimethomoph in basil, which exceeded the European MRL value of 10 mg/kg. The highest in fruits was cypermethrin in tangerines, found at 7.23 mg/kg, exceeding the standard set by European and Japan at 2.0 mg/kg. For carbaryl risk assessment in mangoes, the half-life for 5 days in water, 13 days in soil, and 5 days for mangoes, the result of the risk assessments for carbaryl users were at acceptable risk levels. Result of ametryn impact assessment was studied in maize fields. The half-life in water was 21days, in the soil was 15 days. The result of the risk assessment is at an acceptable risk level. The result of the risk assessment of lambda-cyhalothrin contaminated on the body of the sprayer, it was found that the most contaminated and most at risk areas were the outer shin. Which assessment the risk to sprayer at an acceptable level. Sampling of pesticides and plant growth regulators for sale in stores agrochemical shops in the central region, the upper northern region, the upper northeastern region and the lower northeastern region, a total of 1,177 samples of pesticides products that met the standards, 871 samples and 41 samples of non-standard products. There are 231 samples of plant growth regulator products with %active ingredients (%A.I.) lists on the label and 46 samples of the product without %active ingredients.

The assessment of the impact of pesticides on agricultural areas has been analyzed, summarizing the following: Using of glyphosate, paraquat and chlorpyrifos may be have cause impacted on health and the environment. The soil samples were collected in both dry and wet seasons from plant plots in the Eastern Region. Glyphosate, paraquat and chlorpyrifos were detected. When used to assess the long-term effects on health in children. Hazard Quotient (HQ) and Risk Quotient (RQ) less than 1 are acceptable risks. The use of herbicides, glyphosate, atrazine and alachlor in the Central Region, atrazine and alachlor were found below the standard values set in the soil. Soil residues are at acceptable low risk levels (HQ and RQ <1). The contamination of pesticide residues in the Chao Phraya River and the Tha Chin River, as well as the canal intersection. A total of 144 samples were randomly collected during dry and rainy season. Pesticide residues were found in the water samples of the Chao Phraya River and the Tha Chin River, as herbicide atrazine and ametryn. The contamination content of atrazine

and ametryn did not exceed the established standard value. The results of the environment impact assessment were given a Hazard Quotient (HQ) and Risk Quotient (RQ) of less than 1 was an acceptable risk. For the evaluation of paraquat and atrazine herbicide effects, residues in maize farms in Nong Muang District, Lopburi Province, Phutthabat district and Kaeng Khoi District, Saraburi Province. Using interviews with farmers and sampling water and soil to analyze residues,. Soil For assessment of paraquat and atrazine herbicide effects, residues in maize farms in Nong Muang District, Lopburi Province, Phutthabat district and Kaeng Khoi District, Saraburi Province. Use the method of interviewing farmers and collecting samples to analyze residues. In soil samples, paraquat and atrazine were detected. Water samples showed residues of atrazine, but paraquat was not found. Personally, like sediment and corn, residues of atrazine are not found. When assessing health risks Neither substance poses a risk to the health of farmers and does not affect the environment in maize fields. In the vegetation area of Nakhon Pathom province. Farmers use Organophosphorus pesticide in the production of vegetables for a long time. The biomarker of exposure of cholinesterase enzyme activity group, Acetylcholine esterase (AChE) and Serum choline esterase (SChE) were detected. Analytical results showed that residues were detected in low level in soil, water and vegetables samples. The result of the risk assessment revealed that the amount of pesticide residues detected had no effect on humans and the environment.

มหาวิทยาลัยสุโขทัย

โครงการวิจัยที่ 1
การใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตรที่ส่งผลกระทบต่อผู้ใช้และผู้บริโภค
The Impact of Pesticide Use on Applicator and Consumer

คณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัยที่ 1

นางจิราพรรณ ทองหยอด (ปี 2564)	ผู้อำนวยการกองวิจัยพัฒนา ปัจจัยการผลิตทางการเกษตร	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
นางผกาสินี คล้ายมาลา (ปี 2560-2563)	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

หัวหน้าการทดลอง

นางสาวจินตนา ภู่มงกุฏชัย	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
นายบุญทวีศักดิ์ บุญทวี	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
นางสาววະนิตา สุขประเสริฐ	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
นายอำนาจ กะฐินเทศ	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
นางสาวปัทมรา คุณเลิศ	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
นางนงพะงา โอลแสน	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1
นางสาวปริยานุช สายสุพรรณ	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3
นายอิทธิพล บังพรม	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 4
นางมณฑาทิพย์ อรุณวารากรณ์	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5
นางสาวเพชรรัตน์ ศิริวิ	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
ผู้ร่วมวิจัย		
นายยงยุทธ ไผ่แก้ว	ผู้เชี่ยวชาญด้านวัตถุอันตราย	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
นางผกาสินี คล้ายมาลา	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
นายวีระสิงห์ แสงวรรณ	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
นางสาวสุพัตริ หนูสังข์	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
นางสาวศศิณิภา คงเข้มดี	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
นายประพันธ์ เคนท้าว	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
นายวัชรพงษ์ วงศ์สุวรรณ	เจ้าพนักงานการเกษตรปฏิบัติงาน	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
นายประจักษ์ จันทร์ดี	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
นางสาวจันทิมา ผลกอง	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
นางพินิตนันต์ สรวยเอี่ยม	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
นางสาวภัทรฤทัย คมนันธุ์	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ผู้ร่วมวิจัย (ต่อ)

นางสาวดวงรัตน์ วิชาสินี	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
นางสาวพนิดา มงคลวุฒิกุล	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
นายพิเชษฐ์ ทองละเอียด	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
สอ.อิสริยะ สืบพันธุ์ดี	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
นายฉลองรัตน์ หมั่นขวา	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
นางสาวทัศนีย์ อัญญาพรพงษ์	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
นายอนุชา ผลไสว	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
นางสาวสุกัญญา คำคง	นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
นางเนาวรัตน์ ตั้งมั่นคงวรกุล	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1
นางวัชรภาพร ศรีสว่างวงศ์	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3
นายจารุพงศ์ ประสพสุข	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3
นางสุภาพร บังพรม	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 4
นางนาตยา จันทร์ส่อง	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 4
นางกัญญารัตน์ เต็มปิยพล	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5
นางสาวจิราภา เมืองคล้าย	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5
นางสาธิตา โพธิ์น้อย	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
นางสาวสุพิศสา ทองเขียว	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
นางสาวสุวลักษณ์ ไชยทอง	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
นางสาวนันทกานต์ ชุนโหระ	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
นายมนต์ชัย อินทร์ทำอิฐ	นักวิทยาศาสตร์	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

คำสำคัญ (Key words)

คำสำคัญ (TH) : วัตถุอันตรายทางการเกษตร/วัตถุมีพิษการเกษตร/สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช สารพิษตกค้าง ค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้างที่ยอมให้มีในพืชอาหาร การประเมินความเสี่ยง สารกำจัดแมลง สารกำจัดวัชพืช การประเมินผลกระทบ พื้นที่เกษตรกรรม

คำสำคัญ (EN) : Pesticide, Pesticide Residues, Maximum Residue Limits (MRLs), Risk Assessment, Insecticide, Herbicide Impact assessment, Agricultural Area

บทคัดย่อ

สุ่มเก็บตัวอย่างในพืชผักผลไม้ ได้แก่ พืชที่ปลูกในน้ำ พืชหัวใต้ดิน พืชสมุนไพร พืชตระกูลกะหล่ำ พืชตระกูลส้ม ลิ้นจี่ ลำไย ชมพู่และฝรั่ง ในช่วงเดือน ตุลาคม 2559 ถึง กันยายน 2564 จากแหล่งที่มีการปลูกเพื่อการค้า สวนเกษตรกร และแหล่งจำหน่ายต่างๆ รวมทั้งสิ้น 1,418 ตัวอย่าง แบ่งเป็นพืชผัก จำนวน 701 ตัวอย่าง ได้แก่ พืชที่ปลูกในน้ำ พืชหัวใต้ดิน พืชสมุนไพร และพืชตระกูลกะหล่ำ จำนวน 204 210 202 และ 85 ตัวอย่าง ผลไม้จำนวน 717 ตัวอย่าง ได้แก่ พืชตระกูลส้ม ลิ้นจี่และลำไย ชมพู่และฝรั่ง จำนวน 398 216 และ 103 ตัวอย่าง

นำมาตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างด้วยเทคนิคทางโครมาโตกราฟี โดยใช้ LC-MS/MS และ GC-MS/MS ผลปรากฏว่า ตรวจพบสารตกค้างในพืชที่ปลูกในน้ำ พืชหัวใต้ดิน พืชสมุนไพร และพืชตระกูลกะหล่ำ จำนวน 50 24 109 และ 9 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 24.5 11.4 53.9 และ 10.5 ของจำนวนตัวอย่างแต่ละชนิด ตามลำดับ พบในพืชตระกูลส้ม ลิ้นจี่และลำไย ชมพูและฝรั่ง จำนวน 260 80 และ 53 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 65.3 45.7 และ 51.4 ของจำนวนตัวอย่างทั้งหมดแต่ละชนิด ปริมาณที่พบ อยู่ในช่วง ต่ำกว่า LOQ – 39.42 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สารพิษตกค้างในผักที่พบเกินค่ามาตรฐานสูงสุด คือ dimethomoph ในโหระพา พบ 39.42 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งเกินค่า MRL ของยุโรปที่กำหนดไว้เพียง 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในผลไม้พบสูงสุด คือ cypermethrin ในส้มเขียวหวาน พบ 7.23 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งเกินค่ามาตรฐานที่ยุโรปและญี่ปุ่นกำหนดไว้ที่ 2.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สำหรับการประเมินความเสี่ยง carbaryl ในมะม่วง ผลการประเมินระยะเวลาสารพิษตกค้างในน้ำ 7 วัน ดิน 30 วัน และมะม่วง 5 วัน ผลการประเมินค่าครึ่งชีวิตในน้ำ 5 วัน ดิน 13 วัน และมะม่วง 5 วัน ผลประเมินความเสี่ยงต่อผู้ใช้คาร์บาริลพบว่า เป็นความเสี่ยงที่ยอมรับได้ เกษตรกรสามารถปฏิบัติงานได้อย่างปลอดภัย และประเมินความเสี่ยงต่อผู้บริโภคสามารถบริโภคมะม่วงได้อย่างปลอดภัย และทำการศึกษาสารกำจัดวัชพืชอะมีทริน (ametryn) ในไร่ข้าวโพด การประเมินความเสี่ยงจากการใช้สารกำจัดวัชพืชอะมีทริน (ametryn) ในแปลงข้าวโพดที่ 68 วัน ตรวจไม่พบปริมาณสารพิษตกค้าง ดังนั้นการบริโภคข้าวโพดจะไม่มีความเสี่ยงต่อการรับสารพิษเข้าสู่ร่างกาย ค่าครึ่งชีวิต (half life; $t_{1/2}$) ของ ametryn ในน้ำเท่ากับ 21 วัน และในดินเท่ากับ 15 วัน นำไปประเมินความเสี่ยงได้ ค่า MOE อยู่ในเกณฑ์ยอมรับ ผลการประเมินแลมบ์ดา-ไซฮาโลทรินที่ปนเปื้อนบนร่างกายเกษตรกรผู้พ่น พบบริเวณที่มีการปนเปื้อนมากและมีความเสี่ยงที่สุดคือบริเวณแขนงอก รองลงมาคือส่วนของต้นขาทั้งสองข้าง ประเมินความเสี่ยงต่อผู้พ่นสาร (MOE) เป็นความเสี่ยงที่ยอมรับได้ เกษตรกรสามารถปฏิบัติงานได้อย่างปลอดภัย และผลการประเมินความเสี่ยงต่อผู้บริโภคคนน้ำ (HQ) เท่ากับ 0.19 และ 0.26 ผู้บริโภคสามารถบริโภคคนน้ำได้อย่างปลอดภัย นอกจากนี้ได้ดำเนินการสุ่มเก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตรและคุณภาพผลิตภัณฑ์สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่วางจำหน่ายในร้านค้า ร้านเคมีเกษตรพื้นที่ภาคกลาง ภาคเหนือตอนบน ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง รวมทั้งสิ้น 1,177 ตัวอย่าง พบผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตรที่ได้มาตรฐาน 871 ตัวอย่าง และผิดมาตรฐาน 41 ตัวอย่าง ส่วนตัวอย่างผลิตภัณฑ์สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่ระบุปริมาณสารออกฤทธิ์ (%AI) ไว้บนฉลาก จำนวน 231 ตัวอย่าง และไม่ระบุปริมาณสารออกฤทธิ์ (%AI) จำนวน 46 ตัวอย่าง ทั้งนี้กรมวิชาการเกษตรซึ่งเป็นหน่วยงานหลักในการกำกับดูแลและควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตรได้ให้ความสำคัญในการกำกับกำกับดูแลและควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตร หลังการขึ้นทะเบียนที่วางจำหน่ายในท้องตลาด หน่วยงานของกรมวิชาการเกษตรที่เกี่ยวข้องทุกภาคส่วนได้ดำเนินการอย่างเต็มที่ในการควบคุมคุณภาพของวัตถุอันตรายทางการเกษตรที่จำหน่ายในท้องตลาดเพื่อให้เกษตรกรได้ใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพได้มาตรฐาน

Abstract

Pesticide residues monitoring in fruit and vegetables from planting place, farmer garden and were to buy has been studied. A total of 1,418 samples between 2017 to 2021. And including vegetables, 701 samples: aquatic vegetables, tuberous plants, herbs and brassica vegetables 701, 204, 201, 202 and 85 samples including fruits, were 717 samples; citrus fruits, longan lychee rose apple and guava ; 398, 216 and 103 samples respectively. All samples were analyzed by chromatographic techniques using LC-MS/MS and GC-MS/MS. The results showed that aquatic vegetables, tuberous plants, herbs and brassica vegetables were that 50 24 109 and 9 sample.

With 24.5 11.4 53.9 and 10.5 percent of all samples. In citrus fruits, longan lychee rose apple and guava were found 260, 80 and 53 sample with 65.3 45.7 and 51.4 percent of all samples. Are in the range of less than LOQ – 39.42 mg/kg. The pesticide residue found in vegetables that exceeded the highest standard was 39.42 mg/kg dimethomoph in basil, which exceeded the European MRL of only 10 mg/kg. permethrin In tangerines, 7.23 mg/kg was found, exceeding the standard set by Europe and Japan of 2.0 mg/kg. For the risk assessment of carbaryl in mangoes, the residual periods were assessed for 7 days in water, 30 days in soil, and 5 days in mangoes, 5 days in water, 13 days in soil, and 5 days in mangoes. Using carbaryl was found to be an acceptable risk. Farmers can operate safely, and assess the risks to consumers to be able to consume mangos safely. Risk assessment of ametryn herbicide in corn field. Using in maize plots at 68 days did not detect pesticide residues. Therefore, the consumption of corn does not have a risk of poisoning the body. The half-life (t1/2) of ametryn in water was 21 days and 15 days in soil. Risk assessment results of exposure to the body of the sprayer showed that the margin of exposure (MOE) are within the accepted criteria. Risk assessment of lambda-cyhalothrin contaminated on the body of spray farmers, The most contaminated areas are found and the most at risk is the outer shin. Followed by the part of both thighs Assess the risk to the sprayer (MOE) as an acceptable risk. Farmers can operate safely. And kale was 0.19 and 0.26 consumers can be safely consumed. In addition, sampling of pesticides and plant growth regulators for sale in stores was conducted. Agrochemical shop in the central region Upper North Upper Northeast Lower Northeastern region, a total of 1,177 samples. The results found a total of 871 samples of pesticides products that met the standard and 41 samples of non-standards. 231 samples of plant growth regulator products with the content of active ingredients (%AI) on the label were found, with no content of active ingredients (%AI).) 46 samples. However, the Department of Agriculture, which is the main agency for supervising the quality of agricultural pesticide products, has given importance to the supervision and quality control of agricultural pesticide products after registration that is sold in the market. All relevant departments of the Department of Agriculture have done their utmost to control the quality of pesticides sold in the market so that farmers can use quality products that meet the standards.

บทนำ

โครงการวิจัยนี้ เป็นการติดตามข้อมูลใน 3 กิจกรรม ได้แก่ 1) ปัญหาสารพิษตกค้างในพืชผักและผลไม้ ในปี 2560-2564 ศึกษาชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างในผลผลิตพืชตระกูลต่างๆ ที่บริโภคภายในประเทศ เพื่อจะทราบการปนเปื้อนของวัตถุอันตรายประเภทที่ 3 หรือ วัตถุอันตรายประเภทที่ 4 ในพืชอาหารแต่ละชนิด ซึ่งการเฝ้าระวังการใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตรในพืชอาหาร ซึ่งถือเป็นนโยบายด้านความปลอดภัยทางอาหาร (Food Safety) ที่กระทำกันหลายประเทศทั่วโลก โดยเทียบปริมาณสารตกค้างที่พบกับค่ากำหนดปริมาณสูงสุดที่ยอมให้มีได้ในพืชผักและผลไม้ (Maximum Residue Limits, MRLs) ตาม มกษ. 9002-2559 หรือค่า Codex MRLs สารพิษตกค้างในพืชผัก ได้แก่ พืชสมุนไพร เช่น โหระพา กะเพรา แมงลัก ผักชีฝรั่ง จินตนาและคณะ (2556) เก็บ

ตัวอย่างจำนวน 120 ตัวอย่าง จากแหล่งปลูกของเกษตรกร พบสารพิษตกค้างร้อยละ 72 โหระพาพบสารพิษตกค้างร้อยละ 81 ส่วนกะเพราตรวจพบ cypermethrin ในปริมาณสูงสุด 13.30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และปริมาณสารพิษตกค้างที่พบสูงกว่า EU MRL ถึง 29 รายการ จำนวนตัวอย่างที่พบ metalaxyl มากที่สุดถึง 35 ตัวอย่าง ขณะที่ cypermethrin พบใน 18 ตัวอย่างและ carbendazim 11 ตัวอย่าง สารพิษตกค้างในพืชตระกูลส้ม ได้แก่ ส้มเขียวหวานและส้มโอ สมสมัยและคณะ (2556) พบสารพิษตกค้างในส้มทุกตัวอย่าง (124 ตัวอย่าง) พบในส้มโอ 74 ตัวอย่าง จากทั้งหมด 101 ตัวอย่าง และพบเกินค่า MRL มากถึงร้อยละ 51 (ประชาธิปไตยและคณะ (2556) ได้ตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างในลิ้นจี่ และ ลำไย จากแหล่งผลิตและจำหน่ายในประเทศไทย จำนวน 175 ตัวอย่าง ลำไย 103 ตัวอย่าง และลิ้นจี่ 72 ตัวอย่าง ในลำไยตรวจพบสาร 14 ชนิด ได้แก่ carbendazim, chlorpyrifos, cypermethrin, difenoconazole, methomyl, carbaryl, ethion, profenophos, azoxystrobin, pirimiphos-methyl, prothiophos, malathion, omethoate และ azinphos-methyl ลิ้นจี่ พบสาร 13 ชนิด ได้แก่ cypermethrin, chlorpyrifos, carbendazim, methomyl, metalaxyl, cyhalothrin, malathion, profenofos, monocrotophos, cyfluthrin, fenobucarb, omethoate และ dicrotophos โดยเรียงตามความถี่ในการตรวจพบ ลักขมีและคณะ (2557) ได้ตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างในชมพูและฝรั่ง รวมทั้งสิ้น 269 ตัวอย่าง ชมพู 101 ตัวอย่างและฝรั่ง 168 ตัวอย่าง พบสารพิษตกค้างในชมพู 86 ตัวอย่าง (ร้อยละ 85) พบสาร 7 ชนิด ได้แก่ chlorpyrifos cypermethrin methomyl L-cyhalothrin omethoate ethion และ dimethoate ปริมาณที่พบ 0.01- 1.0 mg/kg สารที่พบเกินค่า Maximum Residue Limit (MRL) ได้แก่ cypermethrin methomyl และ omethoate จำนวน 10 ตัวอย่าง ในฝรั่ง พบสารพิษตกค้าง 138 ตัวอย่าง (ร้อยละ 82) สารที่ตรวจพบ 15 ชนิด ได้แก่ chlorpyrifos cypermethrin methomyl omethoate carbofuran deltamethrin pirimiphos-methyl profenophos prothiophos 3-OH-carbofuran dimethoate ethion parathion-methyl dicrotophos และ malathion ปริมาณที่พบ 0.01- 0.82 mg/kg สารที่พบเกินค่าความปลอดภัย MRL (Maximum Residue Limited) ได้แก่ chlorpyrifos cypermethrin methomyl omethoate และ carbofuran จำนวน 35 ตัวอย่าง (ร้อยละ 20.83) สารพิษตกค้างที่ตรวจพบเกินค่าความปลอดภัยมากที่สุด 4 อันดับแรก ในชมพูและฝรั่ง ได้แก่ cypermethrin chlorpyrifos methomyl และ omethoate 2) ปัญหาความเสี่ยงจากการใช้สารของเกษตรกร โดยการบ่งชี้ความเป็นอันตรายตามน้ำหนักของหลักฐาน (Weight of Evidence) ที่ได้รวบรวมข้อมูลจากการทดลองในแต่ละชนิดพืช สรุปลงเป็นค่าขอบเขตความปลอดภัยจากการได้รับสาร (Margin of Exposure, MOE) ค่าสัดส่วนความเสี่ยงอันตราย (Hazard Quotient, HQ) และค่าการสลายตัว (Half-life) ของสารพิษตกค้างในผลผลิตและสิ่งแวดล้อม ในปี 2561-2564 ได้ข้อมูลการประเมินความเสี่ยงอันตรายจากการใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตร 3 ชนิด ได้แก่ สารกำจัดแมลงคาร์บาริล (carbaryl) และสารกำจัดวัชพืชชนิดอะเมทริน (ametryn) แลมบ์ดา-ไซฮาโลทริน (lambda-cyhalothrin และ 3) การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตร ทำการวิจัยในปี 2560-2561 ได้ข้อมูลการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตร ทั้งข้อมูลสารออกฤทธิ์ (Active ingredient) รวมทั้งข้อมูลกายภาพของผลิตภัณฑ์ เพื่อใช้เป็นข้อมูลส่วนหนึ่งของการจัดการผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตรที่จำหน่ายภายในประเทศ รวมทั้งใช้เป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาขึ้นทะเบียนวัตถุอันตราย โดยการวิจัยครั้งนี้ครอบคลุมตามวัตถุประสงค์ของโครงการทั้ง 3 กิจกรรม โดยภาพรวมของทุกกิจกรรม จะบ่งชี้สภาพปัญหาการผลิตพืชอาหารของประเทศได้อย่างเป็นรูปธรรม

กิจกรรมที่ 1 สารพิษตกค้างในพืชผักและผลไม้ (2560 – 2564)

การทดลองที่ 1.1 ศึกษาสารพิษตกค้างในพืชผัก : พืชที่ปลูกในน้ำ พืชหัวใต้ดิน พืชสมุนไพรและพืชตระกูลกะหล่ำ

ปี 2560 : พืชที่ปลูกในน้ำ

ปี 2561 : พืชหัวใต้ดิน

ปี 2562 – 2563 : พืชสมุนไพร

ปี 2564 : พืชตระกูลกะหล่ำ

การทดลองที่ 1.2 ศึกษาสารพิษตกค้างในผลไม้ : พืชตระกูลส้ม (ส้มเขียวหวาน, ส้มโอ และมะนาว) ลำไย ลิ้นจี่ ชมพูและฝรั่ง

ปี 2560 – 2561 : พืชตระกูลส้ม (ส้มเขียวหวาน, ส้มโอ และมะนาว)

ปี 2562 – 2563 : ลำไย ลิ้นจี่

ปี 2564 : ชมพูและฝรั่ง

ระเบียบวิธีการวิจัย

1. ประเด็นวิจัย สารพิษตกค้างในพืชผัก : พืชที่ปลูกในน้ำ พืชหัวใต้ดิน พืชสมุนไพรและพืชตระกูลกะหล่ำ
สารพิษตกค้างในผลไม้ : พืชตระกูลส้ม (ส้มเขียวหวาน, ส้มโอ และมะนาว) ลำไย ลิ้นจี่ ชมพูและฝรั่ง
2. สถานที่ทำการวิจัย จังหวัดที่มีการผลิตพืชผักและผลไม้เป็นการค้า จุฬารวมผลผลิต หรือแหล่งจำหน่าย
3. ระยะเวลาดำเนินงาน ตุลาคม 2560 ถึง กันยายน 2564
4. วิธีการดำเนินการ
 - 4.1 สํารวจข้อมูลการใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตร ข้อมูลการผลิต แหล่งผลิตพืช หรือในแปลงเกษตรกร ที่ปลูกพืชผัก มุ่งเน้นจังหวัดที่มีการผลิตพืชผักเป็นการค้า จุฬารวมผลผลิต หรือแหล่งจำหน่าย ได้แก่ พืชที่ปลูกในน้ำ พืชหัวใต้ดิน พืชสมุนไพรและพืชตระกูลกะหล่ำ ในผลไม้ ได้แก่ พืชตระกูลส้ม ลำไย ลิ้นจี่ ชมพูและฝรั่ง
 - 4.2 เลือกพื้นที่เก็บตัวอย่าง และสุ่มเก็บตัวอย่างในพืชแต่ละกลุ่ม ตัวอย่างละ 1 กิโลกรัมต่อ 1 ผู้จำหน่าย มุ่งเน้นจังหวัดที่มีการผลิตพืชผักเป็นการค้า สำหรับพืชผัก เก็บตัวอย่างจังหวัดละ 10 ตัวอย่าง ในแต่ละพื้นที่ จังหวัดที่เลือกไว้ ในผลไม้สุ่มเก็บตัวอย่าง แต่ละแหล่ง อย่างน้อยแหล่งละ 15 ตัวอย่าง เป็นตัวแทนของจังหวัด ตัวอย่างทั้งสิ้นไม่น้อยกว่า 100 ตัวอย่างต่อปี เพื่อวิเคราะห์ชนิดและปริมาณสารพิษตกค้าง
 - 4.3 นำตัวอย่างมาสกัดด้วยวิธี QuEChERS (Anastassiades, et al., 2008) หรือ Steinwandther และตรวจวิเคราะห์ด้วยเทคนิคทางโครมาโตกราฟี โดยการทดสอบวิธีการจากการหาร้อยละของสารที่ได้กลับคืน (% recovery) หรือทดสอบประสิทธิภาพของวิธีวิเคราะห์
 - 4.4 รวบรวมข้อมูลสารพิษตกค้างในพืชที่ตรวจพบ รายงานช่วงความเข้มข้น ร้อยละของจำนวนตัวอย่าง เปรียบเทียบกับค่า MRLs และคำนวณค่าดัชนีความเสี่ยงในการบริโภค (Hazard Index, HI)
 - 4.5 สรุปผลและรายงานผลการทดลอง

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างในพืชผักผลไม้ ได้แก่ พืชที่ปลูกในน้ำ พืชหัวใต้ดิน พืชสมุนไพรและพืชตระกูลกะหล่ำ พืชตระกูลส้ม ลิ้นจี่ ลำไย ชมพูและฝรั่ง ในช่วงเดือน ตุลาคม 2559 ถึง กันยายน 2564 รวมระยะเวลา 5 ปี รวมทั้งสิ้น 1,418 ตัวอย่าง แบ่งเป็นพืชผัก จำนวน 701 ตัวอย่าง ผลไม้ จำนวน 717 ตัวอย่าง

1. **ศึกษาสารพิษตกค้างในพืชผัก** : พืชที่ปลูกในน้ำ พืชหัวใต้ดิน พืชสมุนไพรและพืชตระกูลกะหล่ำ จำนวน 701 ตัวอย่าง

1.1 **พืชที่ปลูกในน้ำ** ในปี 2560 เก็บตัวอย่างพืชที่ปลูกในน้ำ จำนวน 204 ตัวอย่าง พบสารตกค้าง 50 ตัวอย่าง (ร้อยละ 24.5) ชนิดสารที่พบ 16 ชนิด ได้แก่ malathion, total-carbosulfan, L-cyhalothrin, ethion, acetamiprid, dimethomorph, fenpyroximate, imidacloprid, indoxacarb, kresoxim-methyl, pyridaben, total-endosulfan, cypermethrin, triazophos, prochloraz, buprofezin ตัวอย่างพืชที่ปลูกในน้ำ แบ่งเป็น

1.1.1 ผักบุ้ง 92 ตัวอย่าง พบสารตกค้าง 19 ตัวอย่าง (ร้อยละ 21) ชนิดสารที่พบ 11 ชนิด พบสาร L-cyhalothrin ตกค้างสูงสุด 0.30 mg/kg สารที่พบบ่อยได้แก่ L-cyhalothrin และ pyridaben พบสารละ 4 ตัวอย่าง ปริมาณที่พบ 0.01-0.30 mg/kg รองลงมาได้แก่ total-carbosulfan, dimethomorph และ imidacloprid พบสารละ 2 ตัวอย่าง ปริมาณที่พบ 0.01-0.19 mg/kg

1.1.2 ผักกระเฉด 70 ตัวอย่าง พบสารตกค้าง 27 ตัวอย่าง (ร้อยละ 39) ชนิดสารที่พบ 7 ชนิด ปริมาณระหว่าง 0.01-2.92 mg/kg พบสาร triazophos ตกค้างสูงสุด สารที่พบบ่อยคือ cypermethrin พบใน 26 ตัวอย่าง ปริมาณ 0.01-1.4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมาคือ triazophos พบใน 6 ตัวอย่าง ปริมาณ 0.01-2.92 mg/kg พบวัตถุอันตรายชนิดที่ 4 คือ total-endosulfan 1 ตัวอย่าง ปริมาณ 0.01 mg/kg

1.1.3 ผักบัว, รากบัวหรือไหลบัว 42 ตัวอย่าง พบสารตกค้าง 4 ตัวอย่าง (ร้อยละ 10) สารพิษตกค้างที่พบคือ L-cyhalothrin ปริมาณ 0.01 และ cypermethrin 0.02 mg/kg

ในผักบุ้ง ผักกระเฉด สายบัว ไหลบัว และรากบัว ไม่ได้มีการกำหนดค่า MRL ทั้งของ ไทย (มกอช. 2559), Codex, (Codex, 2022), EU (EU, 2022) และ Japan (Japan, 2022)

1.2 **พืชหัวใต้ดิน** ในปี 2561 เก็บตัวอย่าง จำนวน 210 ตัวอย่าง พบสารตกค้าง 24 ตัวอย่าง (ร้อยละ 11.4) ชนิดสารที่พบ 16 ชนิด ได้แก่ profenofos, bifenthrin, L-cyhalothrin, clothianidin, thiamethoxam, cypermethrin, metalaxyl, profenofos, dinotefuran, acetamiprid, prothiofos, pyridaben, difenoconazole, azoxystrobin, imidacloprid, dimethomorph พืชหัวใต้ดิน แบ่งเป็น

1.2.1 หอมแดง 22 ตัวอย่าง พบสารตกค้าง 3 ตัวอย่าง (ร้อยละ 14) ชนิดสารที่พบ 5 ชนิด ปริมาณ 0.01-0.02 mg/kg ซึ่งมีค่าน้อยกว่า MRL ของ Thai, Codex, EU และ Japan ยกเว้น thiamethoxam ที่พบมีค่าเท่ากับ MRL ของ Japan ที่ 0.02 mg/kg

1.2.2 กระเทียม 22 ตัวอย่าง ตรวจไม่พบสารพิษตกค้าง

1.2.3 หอมหัวใหญ่ 21 ตัวอย่าง พบสารตกค้าง 2 ตัวอย่าง (ร้อยละ 9.5) ชนิดสารที่พบ 2 ชนิด cypermethrin พบ 1 ตัวอย่าง ปริมาณ 0.03 mg/kg มีค่าเกิน MRL ของ Codex และ Thai ที่ 0.01 mg/kg แต่น้อยกว่าค่า MRL ของ Japan ที่ 0.10 mg/kg ส่วน metalaxyl พบ 1 ตัวอย่าง ปริมาณ 0.03 mg/kg ซึ่งมีค่ามากกว่า MRL ของ EU แต่ไม่เกินค่า MRL ของ Thai, Codex และ Japan ที่ 2.0 mg/kg

1.2.4 หัวไชเท้า 24 ตัวอย่าง พบสารตกค้าง 7 ตัวอย่าง (ร้อยละ 29) ชนิดสารที่พบ 7 ชนิด ปริมาณ 0.01-0.39 mg/kg โดยพบ profenofos จำนวน 4 ตัวอย่าง (ร้อยละ 16.7) ซึ่ง 2 ตัวอย่างที่พบมีค่าเกิน MRL ของ EU ที่ 0.01 mg/kg พบ thiamethoxam 1 ตัวอย่าง และมีค่าเกิน MRL ของ EU ที่กำหนดไว้ที่ 0.01 mg/kg พบ acetamiprid จำนวน 3 ตัวอย่าง (ร้อยละ 12.5) ปริมาณที่พบ 0.01- 0.02 mg/kg และมี 1 ตัวอย่าง ที่เกินค่า MRL ของ EU ที่ 0.01 mg/kg

1.2.5 ข่า 23 ตัวอย่าง พบสารตกค้าง 1 ตัวอย่าง (ร้อยละ 4.3) ชนิดสารที่พบ 3 ชนิด คือ cypermethrin bifenthrin, pyridaben ปริมาณ 0.01-0.09 mg/kg และมีค่าไม่เกิน MRL

1.2.6 ขิง 20 ตัวอย่าง พบสารตกค้าง 4 ตัวอย่าง (ร้อยละ 20) ชนิดสารที่พบ 3 ชนิด ปริมาณ 0.01-0.28 mg/kg พบ bifenthrin 1 ตัวอย่าง ปริมาณ 0.28 mg/kg และ azoxystrobin 1 ตัวอย่าง ปริมาณ 0.18 mg/kg ซึ่งทั้ง 2 สารมีค่าเกิน MRL ของ EU และ Japan ที่ 0.05 mg/kg ส่วน difenoconazole 2 ตัวอย่าง ปริมาณ 0.01-0.02 mg/kg ไม่เกินค่า MRL ของ EU ที่ 3 mg/kg และ Japan ที่ 0.05 mg/kg

1.2.7 กระชาย 25 ตัวอย่าง พบสารตกค้าง 10 ตัวอย่าง (ร้อยละ 40) ชนิดสารที่พบ 6 ชนิด ปริมาณที่พบ 0.01-0.27 mg/kg พบ cypermethrin มากที่สุด 6 ตัวอย่าง (ร้อยละ 24) ปริมาณ 0.08-0.27 mg/kg มี 1 ตัวอย่าง ที่พบเกินค่า MRL ของ Codex และ Thai ที่ 0.2 mg/kg

1.2.8 เผือก 16 ตัวอย่าง พบสารตกค้าง 3 ตัวอย่าง (ร้อยละ 18.8) สารพิษตกค้างที่พบ 3 ชนิด ปริมาณที่พบ 0.01-0.15 mg/kg โดยพบ cypermethrin 1 ตัวอย่าง ปริมาณ 0.15 mg/kg เกินค่า MRL ของ Japan ที่ 0.05 mg/kg

1.2.9 มันเทศ 12 ตัวอย่าง ตรวจไม่พบสารพิษตกค้าง

1.2.10 ขมิ้นขาว 9 ตัวอย่าง พบสารพิษตกค้าง 2 ตัวอย่าง (ร้อยละ 22.2) สารพิษตกค้างที่พบ 2 ชนิด คือ dimethomorph ปริมาณ 0.01 mg/kg ไม่เกินค่า MRL cypermethrin ปริมาณ 1.0 mg/kg เกินค่า MRL ของ Thai ที่ 0.2 mg/kg

1.2.11 ขมิ้นเหลือง 16 ตัวอย่าง พบสารตกค้าง 1 ตัวอย่าง (ร้อยละ 6.3) สารที่พบคือ cypermethrin ปริมาณ 0.46 mg/kg เกินค่า MRL ของ Thai ที่ 0.2 mg/kg

1.3 พืชสมุนไพร ในปี 2562-2563 สุ่มเก็บตัวอย่าง จำนวน 202 ตัวอย่าง พบสารตกค้าง 109 ตัวอย่าง (ร้อยละ 53.9) ชนิดสารที่พบ 56 ชนิด ได้แก่ acetamiprid, dimethomorph, pyraclostrobin, buprofezin, isoprocarb, carbaryl, hexaconazole, metalaxyl, methomyl, prochloraz, propanil, pencycuron, pyridaben, trifloxystrobin, total-carbosulfan, difenoconazole, ametryn, propiconazole, methoxyfenozide, thiamethoxam, atrazine, cyazofamid, diflubenzuron, dimethoate, imidacloprid, profenofos, total-carbosulfan, isoprocarb, bendiocarb, chlorpyrifos, cypermethrin, forchlofenuron, propamocarb, emepfos, chlorthianidin, dinotefuran, fenobucarb, tebuconazole, azoxystrobin, thiophanate-methyl, tricyclazole, benalaxyl, cyproconazole, dinotefuran, etofenprox, fenobucarb, hexaconazole, kresoxim-methyl, propagate, spiroadiclofen, thiobencarb, azoxystrobin, dioxacarb, fenazaquin, indoxacarb, pyrimethanil พืชสมุนไพร แบ่งเป็น

1.3.1 กะเพรา 22 ตัวอย่าง ตรวจพบสารพิษตกค้าง 11 ตัวอย่าง (ร้อยละ 50) พบสารตกค้าง 15 ชนิด ปริมาณ 0.01-9.41 mg/kg pyraclostrobin พบ 2 ตัวอย่าง โดยมี 1 ตัวอย่าง พบปริมาณ 9.41 mg/kg เกินค่า MRL ของ EU กำหนดไว้ 2.0 mg/kg สารพิษตกค้างที่พบบ่อยที่สุดคือ total-carbosulfan 9 ตัวอย่าง (ร้อยละ 56.3) ปริมาณ 0.05-2.19 mg/kg เกินค่า MRL ของ EU ที่กำหนดไว้ 0.02 mg/kg 5 ตัวอย่าง รองลงมาคือ metalaxyl พบ 5 ตัวอย่าง (ร้อยละ 22.7) ปริมาณ 0.02-1.86 mg/kg dimethomorph และ propanil พบสารละ 4 ตัวอย่าง (ร้อยละ 18.2) ปริมาณ 0.05-3.05 mg/kg และ 0.01 mg/kg ตามลำดับ buprofezin พบ 3 ตัวอย่าง (ร้อยละ 13.6) ปริมาณ 0.01-9.16 mg/kg มี 1 ตัวอย่าง ที่มีปริมาณเกินค่า MRL ของทั้ง Codex และ EU กำหนดไว้ 1.5 mg/kg และ 0.2 mg/kg ตามลำดับ carbaryl พบ 3 ตัวอย่าง (ร้อยละ 13.6) ปริมาณ 0.01-4.51 mg/kg เกินค่า MRL ของ EU กำหนดไว้ 0.02 mg/kg 2 ตัวอย่าง hexaconazole พบ 1 ตัวอย่าง ปริมาณ 0.13 mg/kg เกินค่า MRL ของ EU กำหนดไว้ 0.02 mg/kg

1.3.2 โหระพา 23 ตัวอย่าง พบสารตกค้าง 15 ตัวอย่าง (ร้อยละ 65.2) สารที่พบ 9 ชนิด ปริมาณที่พบ 0.01-39.42 mg/kg metalaxyl พบบ่อยที่สุด 11 ตัวอย่าง (ร้อยละ 47.8) ปริมาณ 0.01-6.12 mg/kg เกินค่า MRL ของ EU ที่ 3.0 mg/kg จำนวน 1 ตัวอย่าง รองลงมาคือ dimethomorph พบ 5 ตัวอย่าง (ร้อยละ 21.7) ปริมาณ 0.01-39.42 mg/kg เกินค่า MRL ของ EU ที่ 10 mg/kg 3 ตัวอย่าง difenoconazole พบ 3 ตัวอย่าง (ร้อยละ 13) ปริมาณ 8.79-15.26 mg/kg เกินค่า MRL ของ EU ที่ 10 mg/kg จำนวน 1 ตัวอย่าง prochloraz พบ 1 ตัวอย่าง ปริมาณ 0.7 mg/kg เกินค่า MRL ของ EU ที่ 0.06 mg/kg buprofezin พบ 2 ตัวอย่าง (ร้อยละ 8.7) ปริมาณ 0.19-1.99 mg/kg เกินค่า MRL ของ Codex ที่ 1.5 mg/kg จำนวน 1 ตัวอย่าง propiconazole พบ 4 ตัวอย่าง (ร้อยละ 17.4) ปริมาณ 0.87-5.95 mg/kg เกินค่า MRL ของ EU ที่ 0.02 mg/kg 3 ตัวอย่าง

1.3.3 แมงลัก 22 ตัวอย่าง พบสารตกค้าง 16 ตัวอย่าง (ร้อยละ 72.7) ชนิดสารที่พบ 21 ชนิด ปริมาณ 0.01-50.30 mg/kg สารที่พบบ่อยที่สุดคือ dimethomorph 11 ตัวอย่าง (ร้อยละ 50) ปริมาณ 0.02-50.30 mg/kg เกินค่า MRL ของ EU ที่กำหนดไว้ 10 mg/kg 9 ตัวอย่าง รองลงมาได้แก่ metalaxyl พบ 9 ตัวอย่าง (ร้อยละ 40.9) ปริมาณ 0.03-10.99 mg/kg เกินค่า MRL ของ EU ที่กำหนดไว้ 3 mg/kg 1 ตัวอย่าง carbosulfan พบ 8 ตัวอย่าง (ร้อยละ 36.4) ปริมาณ 0.01-7.04 เกินค่า MRL ของ EU ที่ 0.02 mg/kg 4 ตัวอย่าง และสารชนิดอื่นๆที่พบเกินค่า MRL ได้แก่ difenoconazole พบ 2 ตัวอย่าง ปริมาณ 0.18-31.74 mg/kg เกินค่า MRL ของ EU ที่ 10 mg/kg 1 ตัวอย่าง fenazaquin พบ 1 ตัวอย่าง ปริมาณ 0.02 mg/kg เกินค่า MRL ของ EU ที่ 0.01 mg/kg methomyl พบ 1 ตัวอย่าง ปริมาณ 0.04 mg/kg เกินค่า MRL ของ EU ที่ 0.02 mg/kg prochloraz พบ 2 ตัวอย่าง ปริมาณ 0.05-0.07 mg/kg เกินค่า MRL ของ EU ที่ 0.06 mg/kg 1 ตัวอย่าง pyraclostrobin พบ 5 ตัวอย่าง ปริมาณ 0.01-8.26 mg/kg เกินค่า MRL ของ EU ที่ 0.1 mg/kg 2 ตัวอย่าง และ propiconazole พบ 3 ตัวอย่าง ปริมาณ 0.23-1.14 mg/kg เกินค่า MRL ของ EU ที่ 0.02 mg/kg ทั้ง 3 ตัวอย่าง

1.3.4 ยี่หระ 14 ตัวอย่าง พบสารตกค้าง 8 ตัวอย่าง (ร้อยละ 57.1) ปริมาณ 0.01-6.02 mg/kg สารที่พบ บ่อยคือ carbosulfan พบ 5 ตัวอย่าง (ร้อยละ 35.7) ปริมาณ 0.01-0.35 mg/kg เกินค่า MRL ของ EU ที่ 0.05 mg/kg 2 ตัวอย่าง รองลงมาคือ dimethomorph และ metalaxyl พบ 4 ตัวอย่าง โดย metalaxyl ปริมาณ 0.07-5.75 mg/kg เกินค่า MRL ของ EU ที่ 0.1 mg/kg 2 ตัวอย่าง cyazofamid พบ 1 ตัวอย่าง ปริมาณ 0.25 mg/kg เกินค่า MRL ของ EU ที่ 0.05 mg/kg difenoconazole พบ 1 ตัวอย่าง ปริมาณ 0.34 mg/kg เกินค่า MRL ของ EU ที่ 0.03 mg/kg imidacoprid พบ 2 ตัวอย่าง ปริมาณ 0.02-4.19 mg/kg เกินค่า MRL ของ EU ที่ 0.05 mg/kg จำนวน 1 ตัวอย่าง methomyl พบ 1 ตัวอย่าง ปริมาณ 1.16 mg/kg เกินค่า MRL ของ EU ที่ 0.05 mg/kg pyridaben พบ 1 ตัวอย่าง ปริมาณ 0.58 mg/kg เกินค่า MRL ของ EU ที่ 0.05 mg/kg

1.3.5 ผักชีลาว 14 ตัวอย่าง พบสารตกค้าง 6 ตัวอย่าง (ร้อยละ 42.9) ปริมาณที่พบ 0.01-3.04 mg/kg สารที่พบบ่อยคือ atrazine พบ 2 ตัวอย่าง แต่ปริมาณต่ำกว่าค่า MRL 24araquat24ic24 และ thiamethoxam พบสารละ 1 ตัวอย่าง ปริมาณ 3.04 mg/kg และ 1.28 mg/kg ตามลำดับ ซึ่งเกินค่า MRL ของ EU ที่ 0.05 mg/kg ทั้ง 2 สาร

1.3.6 สระแหน่ 20 ตัวอย่าง พบสารพิษตกค้าง 14 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 70 พบสารพิษตกค้าง 23 ชนิด ปริมาณ 0.01-32.89 mg/kg สารที่พบบ่อยที่สุด metalaxyl จำนวน 7 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 35 ปริมาณ ที่พบ 0.02-0.89 mg/kg รองลงมาคือ dimethomorph พบ 6 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 30 ปริมาณที่พบ 0.05-32.89 mg/kg prochloraz และ cypermethrin พบสารละ 4 ตัวอย่าง ปริมาณ 0.40-1.73 mg/kg และ 0.02-2.08 mg/kg ตามลำดับ สารส่วนใหญ่ที่พบไม่ได้กำหนดค่า MRL มีเพียง thiamethoxam ที่ Codex กำหนดไว้ที่ ปริมาณ 1.5 mg/kg

1.3.7 ผักชี 22 ตัวอย่าง พบสารตกค้าง 10 ตัวอย่าง (ร้อยละ 45.5) ชนิดสารที่พบ 13 ชนิด ปริมาณ 0.01-0.99 mg/kg สารที่พบบ่อยที่สุดคือใน 3 ตัวอย่าง (ร้อยละ 13.6) คือ dimethomorph และ pyridaben ปริมาณ 0.01-0.07 mg/kg และ 0.01 mg/kg ตามลำดับ สารที่มีค่าเกิน MRL ได้แก่ prochloraz ปริมาณ 0.01-0.99 mg/kg เกินค่า MRL ของ EU ที่ 0.15 mg/kg 1 ตัวอย่าง buprofezin พบ 1 ตัวอย่าง ปริมาณ 0.18 mg/kg เกินค่า MRL ของ EU ที่ 0.05 mg/kg imidacloprid พบ 1 ตัวอย่าง ปริมาณ 0.56 mg/kg เกินค่า MRL ของ EU ที่ 0.05 mg/kg

1.3.8 ผักชีฝรั่ง 24 ตัวอย่าง พบสารตกค้าง 15 ตัวอย่าง (ร้อยละ 62.5) ชนิดสารที่พบ 11 ชนิด ปริมาณ 0.01-1.42 mg/kg สารที่พบบ่อยที่สุดคือ azoxystrobin พบใน 8 ตัวอย่าง (ร้อยละ 33.3) ปริมาณที่พบ 0.03-0.84 mg/kg เกินค่า MRL ของ EU ที่ 0.3 mg/kg จำนวน 6 ตัวอย่าง รองลงมาคือ carbofuran พบ 5 ตัวอย่าง ปริมาณ 0.01 mg/kg buprofezin และ pyridaben พบสารละ 3 ตัวอย่าง ปริมาณ 0.01-1.42 mg/kg และ 0.01-0.06 mg/kg ตามลำดับ ทั้ง 2 สาร มีค่า MRL ของ EU ที่ 0.5 mg/kg สารละ 1 ตัวอย่าง pyraclostrobin พบ 2 ตัวอย่าง ปริมาณ 0.01-0.11 mg/kg เกินค่า MRL ของ EU ที่ 0.1 mg/kg 1 ตัวอย่าง propiconazole พบ 1 ตัวอย่าง ปริมาณ 2.88 mg/kg เกินค่า MRL ของ EU ที่ 0.05 mg/kg

1.3.9 ตะไคร้ 21 ตัวอย่าง พบสารตกค้าง 4 ตัวอย่าง (ร้อยละ 19) ชนิดสารที่พบ 8 ชนิด ปริมาณ 0.01-0.73 mg/kg ทุกสารไม่มีการกำหนดค่า MRL สารที่พบบ่อยที่สุดคือ metalaxyl ปริมาณ 0.01-0.34 mg/kg

1.3.10 ผักแขยง 5 ตัวอย่าง พบสารตกค้าง 4 ตัวอย่าง (ร้อยละ 80) ชนิดสารที่พบ 8 ชนิด ปริมาณ 0.01-0.75 mg/kg ทุกสารไม่มีการกำหนดค่า MRL สารพบบ่อยที่สุดคือ buprofezin ปริมาณ 0.01-0.08 mg/kg

1.3.11 ผักแพว 6 ตัวอย่าง พบสารตกค้าง 4 ตัวอย่าง (ร้อยละ 66.7) ชนิดสารที่พบ 22 ชนิด ปริมาณ 0.01-20.51 mg/kg พบสาร dimethomorph 20.51 mg/kg ตกค้างสูงสุด ทุกสารไม่มีค่า MRL สารที่พบบ่อย 3 ตัวอย่าง ได้แก่ carbosulfan, pyridaben และ propiconazole ปริมาณ 0.01-0.46 mg/kg , 0.01-0.13 mg/kg และ 0.04-0.20 mg/kg ตามลำดับ

1.3.12 ชะพลู 9 ตัวอย่าง พบสารตกค้าง 2 ตัวอย่าง (ร้อยละ 22.2) ชนิดสารที่พบ 3 ชนิด ได้แก่ metalaxyl, dimethomorph และ buprofezin ปริมาณ 0.01-0.04 mg/kg

1.4 พืชตระกูลกะหล่ำ ปี 2564 สุ่มเก็บตัวอย่าง จำนวน 85 ตัวอย่าง พบสารพิษตกค้าง 9 ตัวอย่าง (ร้อยละ 10.5) แบ่งเป็น

1.4.1 กะหล่ำปลี 36 ตัวอย่าง พบสารตกค้าง 4 ตัวอย่าง (ร้อยละ 11) ชนิดสารที่พบ 2 ชนิด ปริมาณ 0.03-0.11 mg/kg พบ thiamethoxam 3 ตัวอย่าง ปริมาณ 0.03-0.11 mg/kg โดยที่ 1 ตัวอย่างที่พบ มีค่าเกินค่า MRL ของ EU ที่ 0.02 mg/kg แต่ต่ำกว่าค่า MRL ของ Codex ที่ 5 mg/kg omethoate พบ 1 ตัวอย่าง ปริมาณ 0.03 mg/kg เกินค่า MRL ของ EU ที่ 0.01 mg/kg แต่น้อยกว่าค่า MRL ของ Japan ที่ 1 mg/kg

1.4.2 กะหล่ำดอก 27 ตัวอย่าง พบสารตกค้าง 3 ตัวอย่าง (ร้อยละ 11) สารที่พบคือ imidacloprid และ thiamethoxam ปริมาณ 0.02-0.03 mg/kg และ 0.01 mg/kg ตามลำดับ และมีค่าไม่เกิน MRL

1.4.3 บร็อคโคลี่ 18 ตัวอย่าง พบสารพิษตกค้าง 1 ตัวอย่าง (ร้อยละ 6) โดยพบ thiamethoxam ปริมาณ 0.01 mg/kg ปริมาณที่พบไม่เกินค่า MRL

1.4.4 ผักกาดเขียวปลี 1 ตัวอย่าง 1 ตัวอย่าง พบ acetamiprid ปริมาณ 0.03 mg/kg ปริมาณที่พบไม่เกินค่า MRL

1.4.5 กะหล่ำปลีม่วง 3 ตัวอย่าง ตรวจไม่พบสารพิษตกค้าง

2. ศึกษาสารพิษตกค้างในผลไม้ : พืชตระกูลส้ม (ส้มเขียวหวาน, ส้มโอ และมะนาว) ลำไย ลิ้นจี่ ชมพูและฝรั่ง การสุ่มตัวอย่างและสารพิษตกค้างที่ตรวจพบ : สุ่มตัวอย่างผลไม้ ได้แก่ พืชตระกูลส้ม คือ ส้มเขียวหวาน ส้มโอและมะนาว ลิ้นจี่ ลำไย ชมพูและฝรั่ง ในช่วงเดือน ตุลาคม 2559 ถึง กันยายน 2564 รวมระยะเวลา 5 ปี จากแหล่งที่มีการปลูกเพื่อการค้า สวนเกษตรกร และแหล่งจำหน่ายต่างๆ รวมทั้งสิ้น 717 ตัวอย่าง ได้แก่ ส้มเขียวหวาน 177 ตัวอย่าง ส้มโอ 147 ตัวอย่าง มะนาว 74 ตัวอย่าง ลิ้นจี่ 41 ตัวอย่าง ลำไย 175 ตัวอย่าง ชมพู 50 ตัวอย่าง และฝรั่ง 53 ตัวอย่าง จาก 36 จังหวัด

2.1 พืชตระกูลส้ม ได้แก่ ส้มเขียวหวาน ส้มโอ และมะนาว จากแหล่งที่มีการปลูกเพื่อการค้า สวนเกษตรกร และแหล่งจำหน่ายต่างๆ รวมทั้งหมด 398 ตัวอย่าง จาก 33 จังหวัด พบสารตกค้าง 260 ตัวอย่าง (ร้อยละ 65.3)

2.1.1 ส้มเขียวหวาน สุ่มเก็บตัวอย่าง จากแหล่งที่มีการปลูกเพื่อการค้า สวนเกษตรกร และแหล่งจำหน่ายต่างๆ รวมทั้งหมด 177 ตัวอย่าง พบสารตกค้าง จำนวน 91 ตัวอย่าง (ร้อยละ 51.4) พบสาร 10 ชนิด ได้แก่ chlorpyrifos, cypermethrin, bifenthrin, L-cyhalothrin, ethion, dimethoate, methidathion, pirimiphos-methyl, profenofos และ fenitrothion ปริมาณ 0.01 – 7.23 mg/kg เมื่อเปรียบเทียบกับค่า MRL ในส้ม พบว่า chlorpyrifos 4 ตัวอย่าง (จาก 61 ตัวอย่าง) และ cypermethrin 9 ตัวอย่าง (จาก 84 ตัวอย่าง) ปริมาณ 1.47-7.23 mg/kg เกินค่า MRL Codex ที่ 1.0 และ 0.3 mg/kg และ ethion 1 ตัวอย่าง (จาก 55 ตัวอย่าง) เกินค่า Japan MRL ที่ 5.0 mg/kg

2.1.2 ส้มโอ รวมทั้งหมด 147 ตัวอย่าง สารตกค้าง 135 ตัวอย่าง (ร้อยละ 91.8) ชนิดสารที่พบ 6 ชนิด ได้แก่ chlorpyrifos, cypermethrin, ethion, fenitrothion, methidathion และ profenofos ปริมาณต่ำกว่า LOQ (<0.01) – 1.47 mg/kg cypermethrin 2 ตัวอย่าง ที่เกินค่า Codex MRL

2.1.3 มะนาว รวมทั้งหมด 60 ตัวอย่าง สารตกค้าง 34 ตัวอย่าง (ร้อยละ 56.6) ชนิดสารที่พบ 4 ชนิด ได้แก่ chlorpyrifos cypermethrin ethion และ fenitrothion ปริมาณ ต่ำกว่า <LOQ (<0.01) – 3.26 mg/kg ไม่เกินค่า Codex MRL

2.2 ลิ้นจี่ ลำไย ในช่วงเดือน ตุลาคม 2561 ถึง กันยายน 2563 สุ่มเก็บตัวอย่างลิ้นจี่และลำไย รวมทั้งหมด 216 ตัวอย่าง ตามสายพันธ์ของลำไย จาก 20 จังหวัด พบสารตกค้าง 93 ตัวอย่าง (ร้อยละ 43)

2.2.1 ลำไย 175 ตัวอย่าง พบสารตกค้าง 80 ตัวอย่าง (ร้อยละ 45.7) ตรวจพบสาร 16 ชนิด ได้แก่ bifenthrin, buprofezin, carbaryl, chlorpyrifos, cypermethrin, deltamethrin, diazinon, difenoconazole, ethion, L-cyhalothrin, metalaxyl, methidathion, profenofos, prothiofos, pyridaben และ thiamethoxam ปริมาณอยู่ในช่วง ต่ำกว่า LOQ (<0.01) – 2.89 mg/kg

2.2.2 ลิ้นจี่ 41 ตัวอย่าง ตรวจพบสารตกค้าง 13 ตัวอย่าง (ร้อยละ 31.7) ชนิดสารที่พบ 6 ชนิด ได้แก่ carbaryl, chlorpyrifos cypermethrin L-cyhalothrin metalaxyl และ pyridaben ปริมาณ ต่ำกว่า LOQ (<0.01) – 3.14 mg/kg ซึ่งในลำไยและลิ้นจี่ยังไม่มีกำหนดค่า MRL ทั้งใน Codex และ Thai MRL

2.3 ชมพู ฝรั่ง ในช่วงเดือน ตุลาคม 2563 ถึง กันยายน 2564 สุ่มเก็บตัวอย่างชมพูและฝรั่ง รวมทั้งหมด 103 ตัวอย่าง จาก 13 จังหวัด พบสารตกค้าง 53 ตัวอย่าง (ร้อยละ 51.4)

2.3.1 ชมพู่ พบสารตกค้าง 43 ตัวอย่าง (ร้อยละ 86) สารที่ตรวจพบ 4 ชนิด ได้แก่ azoxystrobin carbaryl metalaxyl และ thiamethoxam ปริมาณอยู่ในช่วง ต่ำกว่า LOQ (<0.01) – 0.33 mg/kg ชมพู่ยังไม่มี การกำหนดค่า Codex MRL

2.3.2 ฝรั่ง พบสารตกค้าง 10 ตัวอย่าง (ร้อยละ 19) ชนิดสารที่พบ 2 ชนิด ได้แก่ azoxystrobin และ thiamethoxam ปริมาณต่ำกว่า LOQ (<0.01) – 0.02 mg/kg ยังไม่กำหนดค่า Codex MRL ในฝรั่ง Japan MRL azoxystrobin 0.3 mg/kg thiamethoxam 0.2 mg/kg EU MRL กำหนดค่าในสารทั้งสองชนิด 0.01 mg/kg ไม่เกินค่า MRL ที่กำหนดไว้

เมื่อคำนวณค่า HQ เพื่อประเมินความเสี่ยงต่อการบริโภคของสารพิษตกค้างในอาหาร โดยช่วงอายุที่ นำมาใช้ในการประเมิน คือ 6-12 ปี และน้ำหนักเฉลี่ยที่นำมาใช้ในการประเมินเท่ากับ 33.38 กิโลกรัม โดยใช้ ข้อมูลการบริโภคอาหารของประเทศไทย ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 97.5 ของปริมาณอาหารที่บริโภคสำหรับประชากร ทั้งหมด (per capita) ในแต่ละช่วงอายุ ค่าปริมาณสารพิษตกค้างที่ตรวจพบในตัวอย่างที่เกินดัชนีชี้วัดความเสี่ยง HQ (Hazard quotient) คือ มีค่ามากกว่า 1 (มกอช. 2559) และค่า Reference Dose (RfD) จาก United States Environmental Protection Agency (EPA.2022) ได้แก่ cypermethrin dimethoate ethion methidathion และ profenofos ในส้มเขียวหวาน ethion methidathion fenitrothion ในส้มโอ และ ethion ในลำไย ถือว่าปริมาณน้อยมากที่เกินค่าเกณฑ์ความปลอดภัย เมื่อเทียบกับจำนวนตัวอย่างทั้งหมด

กิจกรรมที่ 2 การประเมินความเสี่ยงจากการใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตร (2561 – 2564)

การทดลองที่ 2.1 การประเมินความเสี่ยงจากการใช้สารกำจัดแมลงคาร์บาริล (carbaryl) ต่อผู้ใช้ ผู้บริโภคและ สิ่งแวดล้อม (2561)

การทดลองที่ 2.2 การประเมินความเสี่ยงจากการใช้สารกำจัดวัชพืชอะเมทริน (ametryn) ต่อผู้ใช้ผู้บริโภคและ สิ่งแวดล้อม (2562)

การทดลองที่ 2.3 การประเมินความเสี่ยงจากการใช้สารกำจัดแมลงแลมบ์ดา-ไซฮาโลทริน (lambda-cyhalothrin) ต่อผู้ใช้ ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม (2563-2564)

ระเบียบวิธีการวิจัย

1. ประเด็นวิจัย ประเมินความเสี่ยงจากการใช้สารกำจัดแมลงคาร์บาริล (carbaryl) ในมะม่วง สารกำจัดวัชพืชอะเมทริน (ametryn) ในข้าวโพด สารกำจัดแมลงแลมบ์ดา-ไซฮาโลทริน (lambda-cyhalothrin) ในคะน้า
2. สถานที่ทำการวิจัย แปลงมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง จังหวัดสุพรรณบุรี แปลงข้าวโพด จังหวัดสุพรรณบุรี แปลงคะน้า จังหวัดสุพรรณบุรีและนครปฐม
3. ระยะเวลาดำเนินงาน ตุลาคม 2560 ถึง กันยายน 2564
4. วิธีการดำเนินการ

4.1 การศึกษาปริมาณการปนเปื้อนสารพิษบนร่างกายผู้พันและผู้ช่วยพันสาร ทำตามวิธีการทดลอง Methods for measuring dermal exposure ; Patch method (OECD,1997) โดยติดแผ่นผ้าฝ้ายขนาด 10 x 10 ตารางเซนติเมตร บนเสื้อผ้า ตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ได้แก่ หมวก แผ่นผ้าปิดจมูก ออกเสื้อ ด้านใน ออกเสื้อ บ่า ศอก หลังเสื้อ ด้านในของหลังเสื้อ ต้นขาหน้าข้าง และด้านในหน้าข้าง

4.2 หลังการพ่นสารเก็บแผ่นผ้า น้ำล้างมือ น้ำล้างเท้า ของผู้พ่นสาร ผลผลิตการเกษตรที่ระยะเก็บเกี่ยว ดิน น้ำ ตะกอน ที่ระยะเวลาหลังการพ่น 0 1 3 5 7 10 15 30 45 และ 60 วัน กำหนดประสิทธิภาพของวิธีวิเคราะห์ (Recovery) ไม่น้อยกว่า 70% ที่ความเข้มข้นต่างๆ

4.5 นำข้อมูลปริมาณสารพิษปนเปื้อนที่ได้จากการตรวจวิเคราะห์ไปประเมินความเสี่ยงจากการใช้วัตถุพิษ การคำนวณค่าขอบเขตความปลอดภัยจากการได้รับสารพิษ (Margin of Exposure, MOE) ตามหลักเกณฑ์ของ US.EPA

4.6 คำนวณค่าความเสี่ยงจากการบริโภคผลผลิต (Hazard Quotient, HQ) หากค่า HQ < 1 ถือว่าปริมาณสารพิษที่ตกค้างในผลผลิตไม่มีความเสี่ยงต่อผู้บริโภค หากค่า HQ > 1 ถือว่าปริมาณสารพิษที่ตกค้างในผลผลิตมีความเสี่ยงต่อผู้บริโภค

4.7 นำข้อมูลปริมาณสารพิษตกค้างในตัวอย่างดิน น้ำ ตะกอน มาคำนวณหาเวลาที่สารพิษสลายตัวลดลงจนมีปริมาณครึ่งหนึ่ง (Half-life, $t_{1/2}$) ในตัวอย่างดิน น้ำ และตะกอน

4.8 รวบรวมข้อมูลและสรุปผล

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. การประเมินความเสี่ยงจากการใช้สารกำจัดแมลงคาร์บาริล (carbaryl) ต่อผู้ใช้ ผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อม (2561)

1.1 ทดสอบประสิทธิภาพของวิธีการตรวจวิเคราะห์การได้กลับคืนมาของสาร (%Recovery)

ผลการทดสอบในน้ำ ดิน แผ่นผ้าและมะม่วง ค่า LOD เท่ากับ 0.04 $\mu\text{g/L}$, 0.003 mg/kg, 0.05 $\mu\text{g}/100\text{ cm}^2$ และ 0.02 mg/kg ค่า LOQ เท่ากับ 0.10 $\mu\text{g/L}$, 0.01 mg/kg, 0.17 $\mu\text{g}/100\text{ cm}^2$ และ 0.06 mg/kg และ recovery มีค่าเฉลี่ย 103.90, 92.33, 93.87 และ 80.57% ตามลำดับ

1.2 การตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง carbaryl ในน้ำ ผลการวิเคราะห์สารพิษตกค้าง carbaryl ในน้ำ พ่นครั้งที่ 1 พบว่า carbaryl ตกค้างที่ประมาณ 7 วัน หลังจากนั้นจะสลายตัวหมดไปและการพ่นครั้งที่ 2 พบว่า carbaryl ตกค้างที่ประมาณ 7 วัน หลังจากนั้นจะสลายตัวต่อมามีตรวจพบการตกค้างในวันที่ 20 จากการสอบถามเกษตรกรพบว่า มีการพ่นสารซ้ำในช่วงวันเวลาดังกล่าวในบริเวณรอบแปลง ค่าการสลายตัวของน้ำที่ pH 7-9 ประมาณ 10-17 วัน (Aly et al., 1971)

1.3 การตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง carbaryl ในดินและตะกอน ผลการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง carbaryl ในตะกอน พบว่า ไม่มีการตกค้างเนื่องจากคุณสมบัติ carbaryl ละลายได้ดีในน้ำ จะลอยอยู่บริเวณผิวน้ำ และเกิดปฏิกิริยา hydrolysis ได้ง่าย ส่วนในดินจะตกค้างที่ประมาณ 30 วัน และค่อยๆ สลายตัวซึ่งเกิดปฏิกิริยา photolysis ในสิ่งแวดล้อม (Das, 1990)

1.4 ผลการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง carbaryl ในมะม่วง พบว่ามีการตกค้างประมาณ 5 วัน หลังจากนั้นจะสลายตัวเนื่องจากคุณสมบัติทางเคมี carbaryl จะสลายตัวได้ง่ายเมื่อเกิดปฏิกิริยา hydrolysis และ photolysis ในสิ่งแวดล้อม กำหนดค่าปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด (Maximum Residue Limits; MRLs) ในมะม่วงเท่ากับ 3 mg/kg (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2559)

1.5 ระยะเวลาที่สารพิษสลายตัวลดลงจนมีปริมาณครึ่งหนึ่ง (Half-life, $t_{1/2}$) ในตัวอย่างน้ำ ดิน และมะม่วง พบว่าค่า half-life ในน้ำประมาณ 5 วัน ดินประมาณ 13 วัน และมะม่วงประมาณ 5 วัน

1.6 ศึกษาปริมาณสารพิษปนเปื้อนบนร่างกายเกษตรกรและประเมินความเสี่ยงจากการใช้ carbaryl ในแปลงมะม่วง ผลการวิเคราะห์สารพิษตกค้าง carbaryl ที่ปนเปื้อนบนแผ่นผ้าที่ติดในบริเวณส่วนต่างๆของร่างกายเกษตรกร ได้แก่ ส่วนศีรษะ (บริเวณหมวกและजूक) บ่า ออก (บริเวณอกในและอกนอก) ศอก หลัง (บริเวณหลังใน

และหลังนอก) ต้นขาและแข้ง (บริเวณแข้งในและแข้งนอก) ทั้ง 11 ส่วน พบว่ามีการปนเปื้อนใน ปริมาณ 723.48, 207.55, 64.37, 5.38, 9.44, 439.83, 0.63, 3.69, 300.17, 221.40 และ 62.94 $\mu\text{g}/100\text{ cm}^2$ และครั้งที่ 2 พบว่ามีการปนเปื้อนในปริมาณ 401.28, 73.78, 181.39, 2.31, 2.62, 160.35, 2.29, 12.94, 244.38, 121.22 และ 6.28 $\mu\text{g}/100\text{ cm}^2$ ตามลำดับ ส่วนน้ำล้างมือและน้ำล้างเท้าครั้งที่ 1 พบในปริมาณ 938.13 และ 6.48 $\mu\text{g}/\text{L}$ และครั้งที่ 2 พบในปริมาณ 564.01 และ 7.99 $\mu\text{g}/\text{L}$ จากผลการประเมินการปนสารในครั้งที่ 1 และ 2 บริเวณที่มีการปนเปื้อนมากและมีความเสี่ยงมากคือบริเวณส่วนหัวที่สวมหมวกซึ่งรับสัมผัสสารโดยตรง ใน ปริมาณ 723.48 และ 401.28 $\mu\text{g}/100\text{ cm}^2$ และรองลงมาเป็นบริเวณศอกและต้นขา ส่วนน้ำล้างมือจะพบการ ปนเปื้อนสูงมากในปริมาณ 938.13 และ 564.01 $\mu\text{g}/\text{L}$ เนื่องจากต้องใช้มือในการผสมสาร carbaryl และจับสาย ยางพ่น (U.S.EPA., 1987, U.S.EPA, 1992)

ผลการประเมินระดับความเสี่ยงจากปริมาณการได้รับสัมผัสสาร carbaryl เข้าสู่ร่างกายผู้พ่นสารในแปลง ปลูกมะม่วงพ่นครั้งที่ 1 และ 2 โดยใช้เกณฑ์การประเมินจาก Pesticide Risk Assessment (US.EPA,1999) กำหนดค่า (Benchmark Dose; BMDL₁₀) มีค่าเท่ากับ 30 mg/kg bw/day (Reaves,2007) คำนวณหาค่าขอบ เกณฑ์ความปลอดภัยจากการได้รับสารพิษ (MOE) มีค่าเท่ากับ 101.04 และ 128.18 ตามลำดับ ซึ่งค่า MOE มีค่า มากกว่าหรือเท่ากับ 100 ถือว่าอยู่ในระดับความเสี่ยงที่ยอมรับได้ โดยเกณฑ์ค่า MOE \geq 100 ถือว่าเป็นระดับความ เสี่ยงที่ยอมรับ (US.EPA, 2011)

1.7 ประเมินความเสี่ยงจากการบริโภคผลมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง (Hazard Quotient, HQ)

ค่า Hazard Quotient (HQ) มีค่าเท่ากับ 0.000049 น้อยกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ HQ เท่ากับ 1 จึงสรุปได้ ว่าการใช้ carbaryl ในแปลงมะม่วง มีความปลอดภัยต่อการบริโภค

2. การประเมินความเสี่ยงจากการใช้สารกำจัดวัชพืชอะเมทริน (ametryn) ต่อผู้ใช้ผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อม (2562)

2.1 ทดสอบประสิทธิภาพของวิธีการตรวจวิเคราะห์การได้กลับคืนมาของสาร (% Recovery) ผลการ ทดสอบในแผ่นผ้า น้ำ ดิน และข้าวโพด ค่า LOD เท่ากับ 0.004 $\mu\text{g}/100\text{ cm}^2$ 0.004 $\mu\text{g}/\text{L}$, 0.004 mg/kg, และ 0.020 mg/kg ค่า LOQ เท่ากับ 0.015 $\mu\text{g}/100\text{ cm}^2$ 0.020 $\mu\text{g}/\text{L}$, 0.010 mg/kg และ 0.05 mg/kg และ recovery มีค่าเฉลี่ย 98, 88, 86 และ 84% ตามลำดับ

2.2 การศึกษาปริมาณสารพิษปนเปื้อนบนร่างกายผู้พ่น ametryn ในไร่ข้าวโพด ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารพิษ ตกค้าง ametryn บนแผ่นผ้าที่ติดตามส่วนต่างๆ ของร่างกายผู้พ่น พบการปนเปื้อนมากบริเวณหลังด้านนอกปริมาณ 2,304.869 $\mu\text{g}/100\text{ cm}^2$ เนื่องจากในขณะที่พ่นสาร ถึงที่ใช้ในการพ่นเกิดการรั่วซึม ทำให้มีการปนเปื้อนมากที่สุด รอง ลงไปเป็น ต้นขาด้านใน หน้าแข้ง และข้อศอก ตามลำดับ ส่วนน้ำล้างมือและน้ำล้างเท้า ปนเปื้อนปริมาณ 1,381.358 และ 783.613 $\mu\text{g}/\text{L}$ ตามลำดับ ปริมาณ ametryn ที่ปนเปื้อนบนแผ่นผ้าจากส่วนต่างๆ ของร่างกาย รวมทั้งปนเปื้อนที่ มือและเท้า เมื่อนำมาคำนวณเป็นปริมาณสารพิษต่อพื้นที่ทั้งหมดของร่างกาย (U.S.EPA 1987,1992) เพื่อประเมิน ปริมาณ ametryn ปนเปื้อนบนร่างกาย (Potential Exposure) ภายหลังการพ่น ปฏิบัติงานตามปกติในแต่ละวัน พบว่ามีปริมาณ ametryn ปนเปื้อน 12.8161 mg/kg bw/day นำข้อมูลปริมาณสาร ametryn ที่ปนเปื้อนบนแผ่น ผ้า ที่ได้จากการศึกษามาคำนวณเพื่อประเมินปริมาณสาร ametryn บนร่างกาย (Potential Exposure) เมื่อคิด เป็นการปฏิบัติงานทั้งวัน แล้วนำไปประเมินหาปริมาณสารพิษที่ดูดซึมเข้าสู่ร่างกาย (Absorption Dose) เปรียบเทียบกับค่า NOAEL ซึ่งเป็นค่าทางด้านพิษวิทยาของการทำให้เกิดพิษ แล้วคำนวณหาค่าขอบเกณฑ์ความ ปลอดภัยจากการได้รับสารพิษ (MOE) ใช้เกณฑ์การประเมินอ้างอิงของ Pesticide Risk Assessment (US EPA,

2011) ค่า NOEL มีค่า 100 mg/kg bw/day (US EPA, 2011) ได้ค่า MOE เท่ากับ 123.85 ถือว่าอยู่ในระดับความเสี่ยงที่ยอมรับได้ โดยเกณฑ์ค่า MOE \geq 100 ถือว่าเป็นระดับความเสี่ยงที่ยอมรับได้ (US.EPA, 2011)

2.3 การศึกษาปริมาณสารพิษตกค้าง ametryn ในน้ำ ดิน และตะกอนหลังการพ่น ผลการตรวจวิเคราะห์น้ำ ดิน และตะกอน ตรวจพบการตกค้างของสาร ametryn ในน้ำทุกตัวอย่าง ตั้งแต่หลังพ่น จนถึง 77 วัน ปริมาณ 0.080 – 0.858 ไมโครกรัมต่อลิตร มีปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุดหลังพ่น 2 ชั่วโมง ในดินปริมาณ <0.01 – 1.655 mg/kg พบการตกค้างสูงสุดหลังพ่น 1 วัน และในตะกอนปริมาณ <0.01 mg/kg พบในปริมาณค่อนข้างต่ำ

การคำนวณหาค่าครึ่งชีวิต (half life; $t_{1/2}$) ของ ametryn ในน้ำและดิน มีค่าเท่ากับ 21 และ 15 วัน ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับรายงาน ametryn ในตัวอย่างน้ำจากวิทยาลัยพยาบาลพิจิตร จังหวัดลพบุรี ช่วงฤดูฝน ปริมาณ 0.01 – 0.03 $\mu\text{g/L}$ (รัศมีและคณะ, 2558) Cerdeira *et al* (2005) ที่ตรวจวิเคราะห์พบการปนเปื้อน ametryn ในน้ำผิวดิน ในรัฐเซาเปาโล ประเทศบราซิล ปริมาณ 0.17 – 0.23 $\mu\text{g/L}$ Analu *et al* (2009) พบการตกค้างของสาร ametryn ในตัวอย่างน้ำปริมาณ 50 ng/L ตะกอนปริมาณ 0.13 ng/L และหอยปริมาณ 1.44 ng/g จากแม่น้ำ Mogi-Guaçu และในตะกอนจากแม่น้ำ Pardo ปริมาณ 0.56 ng/g ในประเทศบราซิล สำหรับตัวอย่างตะกอนในแปลงทดลอง พบสารต่ำกว่า LOQ (0.01 mg/kg) พื้นที่บริเวณโดยรอบเกษตรกรปลูกอ้อยและมันสำปะหลัง ที่มีการใช้สาร ametryn ในแปลง จะเกิดการเคลื่อนย้าย ametryn จากพื้นที่เพาะปลูกรอบๆ ปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำ และอีกส่วนหนึ่งอาจเกิดจากฝนตกหลังวันที่พ่นสารพิษ น้ำฝนจึงชะสารพิษจากดินลงในน้ำ ทำให้ปริมาณสาร ametryn ที่พบในน้ำและดิน มีความแปรปรวนโดยมีปริมาณสารพิษเพิ่มมากขึ้นในบางช่วงเวลา

2.4 การศึกษาการสลายตัวและปริมาณสารตกค้าง ametryn ในข้าวโพด การเก็บเกี่ยวข้าวโพดเว้นช่วงห่างจากการพ่นครั้งสุดท้าย 68 วัน โดยสุ่มเก็บตลอดทั้งแปลง 10 ตัวอย่าง และตัวอย่างข้าวโพดจากแหล่งผลิตและแหล่งจำหน่ายจำนวน 20 ตัวอย่าง ผลการตรวจวิเคราะห์ ไม่พบสารตกค้างของ ametryn ในข้าวโพดทุกตัวอย่างที่ระดับ LOQ 0.05 mg/kg ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Zeying *et al.* (2015) แต่พบปริมาณสารตกค้างของ dichlorvos 9.58 $\mu\text{g/kg}$

3. การประเมินความเสี่ยงจากการใช้สารกำจัดแมลงแลมบ์ดา-ไซฮาโลทริน (lambda-cyhalothrin) ต่อผู้ใช้ ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม (2563-2564)

3.1 ทดสอบประสิทธิภาพของวิธีการตรวจวิเคราะห์การได้กลับคืนมาของสาร (% Recovery) ผลการทดสอบค่า LOD ในน้ำ ดิน แผ่นผ้า และคะน้ำ เท่ากับ 0.04 $\mu\text{g/L}$, 0.02 mg/kg, 0.02 $\mu\text{g}/100 \text{ cm}^2$ และ 0.02 mg/kg ตามลำดับ ค่า LOQ เท่ากับ 0.13 $\mu\text{g/L}$, 0.07 mg/kg, 0.07 $\mu\text{g}/100 \text{ cm}^2$ และ 0.07 mg/kg ตามลำดับ และประสิทธิภาพของวิธีวิเคราะห์ (%recovery) เท่ากับ 100.07, 109.99, 104.94 และ 66.42 ตามลำดับ

3.2 ผลการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างแลมบ์ดา-ไซฮาโลทรินในตัวอย่างน้ำ ในแปลงคะน้ำจังหวัดนครปฐมและสุพรรณบุรี ไม่พบการตกค้างแลมบ์ดา-ไซฮาโลทรินในน้ำ โดยพารามิเตอร์น้ำมีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) 7.70 และ 7.31 ค่าการนำไฟฟ้า 475 และ 365 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร แลมบ์ดา-ไซฮาโลทรินจะถูกยึดเกาะกับดินอย่างเหนียวแน่น ไม่สามารถเคลื่อนย้าย (run-off) ไปสู่แหล่งน้ำบริเวณรอบๆ แปลงได้ (He *et al.*, 2008) และแลมบ์ดา-ไซฮาโลทรินปะปนในแหล่งน้ำ จะสลายตัวอย่างรวดเร็วภายในระยะเวลา 5-11 ชั่วโมง (Tomlin, 2006)

3.3 ผลการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างแลมบ์ดา-ไซฮาโลทรินในตัวอย่างน้ำล้างมือ-ล้างเท้าเกษตรกรผู้พ่นสาร ในแปลงคะน้ำจังหวัดนครปฐมและสุพรรณบุรี ภายหลังจากพ่นครั้งที่ 1 และ 2 ในน้ำล้างมือคนพ่นแปลงคะน้ำในจังหวัดนครปฐมไม่พบการตกค้าง และจังหวัดสุพรรณบุรี พบปริมาณ 0.13 และ 0.13 $\mu\text{g/L}$ และในน้ำล้างเท้าคนพ่นนครปฐม พบตกค้างปริมาณ 0.23 และ 0.15 $\mu\text{g/L}$ และจังหวัดสุพรรณบุรี พบตกค้างปริมาณ 3.91 และ 2.72 $\mu\text{g/L}$ เนื่องจากเกษตรกรผสมแลมบ์ดา-ไซฮาโลทรินในการพ่น ทำให้มีโอกาสได้รับสัมผัสสารโดยตรง และในน้ำล้างเท้าคนพ่น พบการตกค้างปริมาณ

ค่อนข้างสูงในแปลงค่น้ำสุพรรณบุรีมากกว่าแปลงนครปฐม เนื่องจากวันพ่นมีกระแสลมแรง ทำให้ละอองสารเกิดการฟุ้งกระจายมากกว่า ทำให้ได้รับสัมผัสสารที่บริเวณเท้ามาก

3.4 ผลการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างแลมบ์ดา-ไซฮาโลทรินในตัวอย่างน้ำล้างมือคนเก็บค่น้ำ พบการตกค้างแปลงค่น้ำจังหวัดนครปฐมในช่วง 0 วัน และ 1 วัน ปริมาณ 0.45 และ 0.29 ug/L และแปลงค่น้ำจังหวัดสุพรรณบุรี ปริมาณ 0.39 ug/L ที่ 0 วัน หลังพ่นที่ 3 วัน จะไม่พบสารตกค้างในน้ำล้างมือคนเก็บค่น้ำ

3.5 ผลการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างแลมบ์ดา-ไซฮาโลทรินในตัวอย่างดิน และตะกอน ในแปลงค่น้ำจังหวัดนครปฐมและสุพรรณบุรี ไม่พบการตกค้างในดินและตะกอน โดยการพ่นครั้งที่ 1 อายุค่น้ำประมาณ 20 วัน มีความสูงของต้นประมาณ 15-20 เซนติเมตร และพ่นครั้งที่ 2 อายุค่น้ำประมาณ 30 วัน ความสูงของต้นประมาณ 25-30 เซนติเมตร ต้นค่น้ำมีความหนาและโตคลุมดิน ลักษณะการปลูกเกษตรกรได้คลุมดินด้วยฟางข้าวที่หนา ทำให้แลมบ์ดา-ไซฮาโลทรินที่พ่นไม่สามารถซึมผ่านลงไปบริเวณผิวดินได้ เมื่อระยะเวลาผ่านไปมีแสงแดดและสภาพอากาศที่ร้อนจัด ทำให้แลมบ์ดา-ไซฮาโลทรินเกิดปฏิกิริยา photolysis และสลายตัวไปอย่างรวดเร็ว จากรายงานการทดลองพ่นแลมบ์ดา-ไซฮาโลทรินในแปลงพืช พบค่า half-life ประมาณ 30 วัน (World Health Organization, 1990)

3.6 ผลการศึกษาปริมาณสารพิษปนเปื้อนบนร่างกายผู้พ่น แลมบ์ดา-ไซฮาโลทรินในตัวอย่างแผ่นผ้า ที่ติดตามบริเวณส่วนต่างๆ ของร่างกาย ภายหลังจากพ่นครั้งที่ 1 และ 2 ในทั้งสองแปลง พบสารพิษตกค้างมากที่สุด คือ บริเวณแขนงอก โดยแขนงอก แปลงค่น้ำจังหวัดนครปฐม ตกค้างปริมาณ 12.29 และ 9.94 ug/100 cm² และสุพรรณบุรี ตกค้างปริมาณ 0.93 และ 4.79 ug/100 cm² ส่วนบริเวณต้นขาทั้งสองข้าง แปลงค่น้ำจังหวัดนครปฐม ตกค้างปริมาณ 0.55 และ 0.41 ug/100 cm² และสุพรรณบุรี ปริมาณ 0.50 และ 0.92 ug/100 cm² จากการพ่นครั้งที่ 1 และ 2 มีปนเปื้อนในปริมาณที่สูงบริเวณส่วนของแขนงอก มาจากลักษณะการเดินพ่นในแนวราบ และมีกระแสลมค่อนข้างแรง เกิดการฟุ้งละอองสาร ทำให้การรับสัมผัสสารเกิดได้ค่อนข้างสูง และเกิดการตกค้างที่บริเวณคอและหลังนอด้วย

3.7 ผลการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างแลมบ์ดา-ไซฮาโลทรินในตัวอย่างค่น้ำ ในแปลงค่น้ำจังหวัดนครปฐมและสุพรรณบุรี พบว่ามีการตกค้างในค่น้ำ ประมาณ 10 วัน ในทั้งสองแปลงหลังการพ่นสาร โดยแลมบ์ดา-ไซฮาโลทรินจะถูกดูดซับได้ดีในส่วนของใบและลำต้นค่น้ำ หลังจากนั้นจะค่อยๆ สลายตัวไป และไม่พบการตกค้างในช่วง 14 – 30 วัน จากปฏิกิริยา photolysis และ hydrolysis ของสาร (He et al., 2008)

3.8 การสลายตัวของแลมบ์ดา-ไซฮาโลทริน (Half-life, t_{1/2}) ในตัวอย่างน้ำ ดินและตะกอน ไม่สามารถกำหนดค่าการสลายตัวลดลงจนมีปริมาณครึ่งหนึ่งได้ เนื่องจากไม่พบค่าการตกค้างในน้ำ ดินและตะกอนในแปลงค่น้ำ

3.9 ปริมาณสารพิษปนเปื้อนบนร่างกายเกษตรกรและประเมินความเสี่ยงจากการใช้แลมบ์ดา-ไซฮาโลทริน ในแปลงค่น้ำ พ่นครั้งที่ 1 และ 2 แปลงค่น้ำจังหวัดนครปฐม พบมีการปนเปื้อนบริเวณต้นขา ปริมาณ 0.17 และ 0.14 ug/region ส่วนบริเวณแขนง ปริมาณ 2.36 และ 2.12 ug/region ตามลำดับ แปลงค่น้ำสุพรรณบุรี ไม่พบการปนเปื้อน

ผลการคำนวณสารพิษตกค้างแลมบ์ดา-ไซฮาโลทรินในน้ำล้างมือคนพ่นครั้งที่ 1 และ 2 แปลงค่น้ำจังหวัดนครปฐม ไม่พบการปนเปื้อน และแปลงค่น้ำสุพรรณบุรี พบการปนเปื้อน ปริมาณ 104.8 และ 108.9 ug/region ตามลำดับ ส่วนในน้ำล้างเท้า แปลงค่น้ำจังหวัดนครปฐม พบการปนเปื้อน ปริมาณ 301.3 และ 196.5 ug/region และแปลงค่น้ำสุพรรณบุรี พบการปนเปื้อน ปริมาณ 5119.35 และ 3558.48 ug/region

ผลการคำนวณผู้พ่นมีโอกาสปนเปื้อนสารพิษตกค้างชนิดแลมบ์ดา-ไซฮาโลทรินครั้งที่ 1 และ 2 แปลงค่น้ำนครปฐม ปริมาณ 0.0104 และ 0.0067 mg/kg bw/day และแปลงค่น้ำสุพรรณบุรี ปริมาณ 0.1593 และ 0.1192 mg/kg bw/day จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ประเมินระดับความเสี่ยงจากปริมาณการได้รับสัมผัสสารแลมบ์ดา-ไซฮาโลทรินเข้าสู่ร่างกายผู้พ่นสาร โดยใช้เกณฑ์การประเมินจาก Pesticide Risk Assessment (US.EPA, 1999) กำหนดค่า NOAEL มีค่าเท่ากับ 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม US.EPA, 2007) น้ำหนักตัวต่อวัน และคำนวณหาค่า MOE โดยแปลงค่น้ำจังหวัดนครปฐมค่า MOE เท่ากับ

96,154 และ 149,254 และแปลงค่น้ำจังหวัดสุพรรณบุรี ค่า MOE เท่ากับ 6,276 และ 8,390 ตามลำดับ ซึ่งค่า MOE มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 100 ถือว่าอยู่ในระดับความเสี่ยงที่ยอมรับได้

การประเมินระดับความเสี่ยงจากปริมาณการได้รับสัมผัสสารแลมบ์ดา-ไซฮาโลทรินเข้าสู่ร่างกายคนเก็บค่น้ำจากน้ำล้างมือ หลังพ่นครั้งที่ 2 แปลงค่น้ำจังหวัดนครปฐมและสุพรรณบุรี พบการปนเปื้อน ปริมาณ 3×10^{-5} และ 2×10^{-5} มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม น้ำหนักตัวต่อวัน ตามลำดับ ผลประเมินความเสี่ยงคนเก็บค่น้ำได้ค่า MOE เท่ากับ 3.3×10^7 และ 5.0×10^7 อยู่ในระดับความเสี่ยงที่ยอมรับได้

3.10 ผลประเมินความเสี่ยงจากการบริโภคค่น้ำ (Hazard Quotient, HQ) จากแปลงค่น้ำจังหวัดนครปฐมและสุพรรณบุรี มีค่าเท่ากับ 0.19 และ 0.26 ตามลำดับ ซึ่งน้อยกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ HQ เท่ากับ 1 จึงสรุปได้ว่าการใช้แลมบ์ดา-ไซฮาโลทรินในแปลงค่น้ำ มีความปลอดภัยต่อการบริโภค จากรายงานของสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติได้กำหนดค่าปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด (Maximum Residue Limits; MRLs) ในผักตระกูลกะหล่ำเท่ากับ 0.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (มกอช, 2559)

กิจกรรมที่ 3 ศึกษาคุณภาพผลิตรถยนต์อันตรายทางการเกษตรหลังการขึ้นทะเบียน (2560 – 2561)

การทดลองที่ 3.1 ศึกษาคุณภาพผลิตรถยนต์อันตรายทางการเกษตร ฟีนอบิวคาร์บ (fenobucarb), คาร์โบซัลแฟน (carbosulfan), ไดยูรอน (diuron), โคลมาโซน (clomazone), เพนติเมตทาลิน (pedimethalin), ควินคลอแร็ค (quinclorac), บิสไพริแบ็ค-โซเดียม (bispyribac-sodium)

การทดลองที่ 3.2 ศึกษาคุณภาพผลิตรถยนต์อันตรายทางการเกษตร อีไทออน (ethion), ฟิโพรนิล (fipronil), อะทราซีน (atrazine), พาราควอต ไดคลอไรด์ (paraquat dichloride), โพรพานิล (propanil) ในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน (2560 – 2561)

การทดลองที่ 3.3 ศึกษาคุณภาพผลิตรถยนต์อันตรายทางการเกษตร อะบาเม็คติน (abamectin), คาร์บาริล (carbaryl), ไซเพอร์เมทริน (cypermethrin), ไตรอะโซฟอส (triazophos), ไกลโฟเซต (glyphosate) ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน (2560 – 2561)

การทดลองที่ 3.4 ศึกษาคุณภาพผลิตรถยนต์อันตรายทางการเกษตร คลอร์ไพริฟอส (chlorpyrifos), พิริมิฟอส-เอทิล (pirimiphos-ethyl), เดลตามีทิล (deltamethrin), แลมด้า-ไซฮาโลทริน (lambda cyhalothrin), โพรฟีนอโฟส (profenofos) ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง (2560 – 2561)

การทดลองที่ 3.5 ศึกษาคุณภาพผลิตรถยนต์อันตรายทางการเกษตร คลอโรทาลอนิล (chlorothalonil), ไดคลอร์วอส (dichlorvos), แค็ปแทน (captan), เมทาลักซิล (metalaxyl), แมนโคเซ็บ (mancozeb) ในพื้นที่ภาคกลาง (2560 – 2561)

การทดลองที่ 3.6 ศึกษาคุณภาพผลิตรถยนต์สารควบคุมการเจริญเติบโตพืช แพคโคบิวทาโซล (paclobutrazol), จิบเบอเรลลิก แอซิด (32araquat32ic acid), เอทิฟอน (ethephon), 1-แนปทาลีน อะซิติก แอซิด (1-naphthalene acetic acid) จากแหล่งจำหน่าย (2560 – 2561)

ระเบียบวิธีการวิจัย

1. ประเด็นวิจัย

- 1) วิเคราะห์คุณภาพผลิตรถยนต์อันตรายทางการเกษตร ฟีนอบิวคาร์บ (fenobucarb), คาร์โบซัลแฟน (carbosulfan), ไดยูรอน (diuron), โคลมาโซน (clomazone), เพนติเมตทาลิน (pedimethalin), ควินคลอแร็ค (quinclorac), บิสไพริแบ็ค-โซเดียม (bispyribac-sodium)

- 2) วิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตร อีไธออน (ethion), ฟิโพรนิล (fipronil), อะทราซีน (atrazine), พาราควอต ไดคลอไรด์ (paraquat dichloride), โพรพานิล (propanil) ในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน
 - 3) วิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตร อะบาเม็คติน (abamectin), คาร์บาริล (carbaryl), ไซเพอร์เมทริน (cypermethrin), ไตรอะโซฟอส (triazophos), ไกลโฟเซต (glyphosate) ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน
 - 4) วิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตร คลอร์ไพริฟอส (chlorpyrifos), พิริมิฟอส-เอทิล (pirimiphos-ethyl), เดลตามีทิล (deltamethrin), แลมด้า-ไซฮาโลทริน (lamda cyhalothrin), โพรฟีโนฟอส (profenofos) ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง
 - 5) วิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตร คลอโรทาลอนิล (chlorothalonil), ไดคลอร์วอส (dichlorvos), แค็ปแทน (captan), เมทาแล็คซิล (metalaxyl), แมนโคเซ็บ (mancozeb) ในพื้นที่ภาคกลาง
 - 6) วิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์สารควบคุมการเจริญเติบโตพืช แพคโคบิวทาโซล (paclobutrazol), จิบเบอเรลลิก แอซิด (gibberellic acid), เอทิฟอน (ethephon), 1-แนปทาลีนอะซิติก แอซิด (1-naphthalene acetic acid) จากแหล่งจำหน่าย
2. สถานที่ทำการวิจัย
- 1) ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานพัฒนาระบบตรวจสอบคุณภาพวัตถุเคมีพืชการเกษตร
 - 2) ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์วัตถุอันตรายทางการเกษตร เขตพื้นที่สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1
 - 3) ห้องปฏิบัติการกลุ่มพัฒนาการตรวจสอบพืชและปัจจัยการผลิต สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3
 - 4) ห้องปฏิบัติการกลุ่มพัฒนาการตรวจสอบพืชและปัจจัยการผลิต สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 4
 - 5) ห้องปฏิบัติการกลุ่มพัฒนาการตรวจสอบพืชและปัจจัยการผลิต สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5
 - 6) ห้องปฏิบัติการกลุ่มวิจัยเกษตรเคมี กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
3. ระยะเวลาดำเนินงาน ตุลาคม 2559 ถึง กันยายน 2561ระยะเวลา
4. วิธีการดำเนินการ
- 4.1 จัดทำรายชื้อร้านค้าเคมีเกษตรที่จำหน่ายผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตร
 - 4.2 สุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตรที่วางจำหน่ายตามร้านค้าเคมีเกษตรที่จำหน่ายผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตรจากร้านที่ได้ Q-Shop และร้านทั่วไป อย่างน้อย 100 ตัวอย่างต่อปี
 - 4.3 ออกแบบสอบถามการจำหน่ายสารของร้านค้าเคมีเกษตรที่จำหน่ายผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตรและเกษตรกรกลุ่มเป้าหมายที่มีการใช้สารแต่ละชนิด
 - 4.4 วิเคราะห์ปริมาณสารออกฤทธิ์ ด้วยเครื่องมือ GC-FID และ HPLC-UV
 - 4.5 วิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ (Physical property) ที่สำคัญตามคุณสมบัติของสูตรนั้นๆ ดังนี้
 - 4.5.1 การทดสอบอิมัลชันและการคืนสภาพอิมัลชัน (Emulsion stability and re-emulsification) ตามวิธีทดสอบ
 - 4.5.2 ค่าพีเอช (pH) ด้วยเครื่องมือ pH meter ตามวิธีทดสอบ
 - 4.5.3 การกระจายตะกอนแขวนลอย (Suspensibility) ตามวิธีทดสอบ
 - 4.6 คำนวณ สรุปและรายงานผลการทดลอง

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. ศึกษาคุณภาพผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตร ฟีนอบิวคาร์บ (fenobucarb), คาร์โบซัลแฟน (carbosulfan), ไดยูรอน (diuron), โคลมาโซน (clomazone), เพนดิเมทาลิน (pedimethalin), ควินคลอแร็ค (quinclorac), บิสไพริแบ็ค-โซเดียม (bispyribac-sodium) (2560 – 2561)

ในปี 2560-2561 ผลการสำรวจและสุ่มเก็บในพื้นที่ จังหวัดสระบุรี อโยธยา ฉะเชิงเทรา ปราจีนบุรี ปทุมธานี นครนายก นครปฐม สุพรรณบุรี กาญจนบุรี ชัยนาท และราชบุรี ได้ตัวอย่างทั้งหมดจำนวน 211 ตัวอย่างโดยที่ปี 2560 ได้ 105 ตัวอย่าง และปี 2561 ได้ 106 ตัวอย่าง ลักษณะสูตรผสมที่พบหลายรูปแบบ เช่น carbosulfan มีทั้งรูปแบบน้ำมันเข้มข้น (20% W/V EC) แบบแขวนลอยเข้มข้น (20% W/V SC) และแบบเม็ดพร้อมใช้ (5% GR) Diuron แบบผงละลายน้ำ (80% WP) แบบเม็ดละลายน้ำ (80% WG) หรือแบบแขวนลอยเข้มข้น (80% W/V SC) และ fenobucarb แบบน้ำมันเข้มข้น (50% W/V EC) (กลุ่มกัญและสัตว์วิทยา, 2551)/ (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2560) เป็นต้น ทำการทดสอบที่ห้องปฏิบัติการโดยพิจารณาตามข้อกำหนดขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO and WHO specification for Pesticide) ทำการตรวจวิเคราะห์ทั้งปริมาณสารออกฤทธิ์ และคุณสมบัติทางกายภาพ ดังนี้

1.1 ตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารออกฤทธิ์ในผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตรมีค่าผ่านเกณฑ์ 76.9 – 100% แสดงว่าวัตถุอันตรายทางการเกษตรที่วางจำหน่ายในท้องตลาดมีคุณภาพ สอดคล้องกันทั้งปี 2560 และ ปี 2561 แต่คาร์โบซัลแฟน (carbosulfan 5%GR) ชนิดเม็ด ผิดมาตรฐาน 77.7% ได้มาตรฐาน 33.3% ในปี 2560 และสอดคล้องกับปี 2561 ที่ผิดมาตรฐาน 60% ได้มาตรฐาน 40% คาร์โบซัลแฟนชนิดเม็ด เป็นสูตรที่ต้องเฝ้าระวัง เนื่องจากมีเปอร์เซ็นต์สารที่ผิดมาตรฐานมาก ส่วนผลิตภัณฑ์อื่นๆ เช่น diuron สูตรผสมแบบผงละลายน้ำ (diuron 80% WP) ในปี 2560 ไม่พบผิดมาตรฐาน แต่ในปี 2561 พบว่าผิดมาตรฐาน 23.1%

1.2 การตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพ ดำเนินการตรวจสอบปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ โดยการตรวจสอบ ค่าความเป็นกรด-ด่าง หรือ pH และปริมาณน้ำเจือปน ตาม FAO specification การศึกษาสมบัติทางกายภาพทั้งปริมาณน้ำเจือปน ค่าความเป็นกรด-ด่าง หรือ pH พบว่า มีค่าผ่านเกณฑ์มาตรฐาน 70.6 – 100% องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO/WHO, 2010) กำหนดให้ตรวจ เช่น ในสูตรน้ำมัน (EC) ผงละลายน้ำ (WP) และเม็ดละลายน้ำ (WG) เป็นต้น (กลุ่มกัญและสัตว์วิทยา, 2551) เนื่องจากในสูตรเหล่านี้ไม่ต้องการให้น้ำเป็นส่วนประกอบหรือมีได้แต่ไม่เกินเปอร์เซ็นต์ที่กำหนด ส่วนมากจะผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่ 90 – 100% และสำหรับความเป็นกรด-ด่างหรือ pH จะมีผลต่อเสถียรภาพของสารออกฤทธิ์ ผลที่ได้ทั้งปี 2560 และ 2561 ผลิตภัณฑ์ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน 80 – 90% ตามข้อกำหนดของ FAO/WHO ผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่จะถูกกำหนดให้ตรวจความเป็นกรด-ด่างหรือ pH โดยเฉพาะสูตรที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบพื้นฐาน เช่นสูตรแบบสารเข้มข้น (SC) จะมีผลอย่างมากต่อสารออกฤทธิ์เนื่องจากถ้ามีค่า pH ความเป็นกรดหรือด่างในปริมาณมากเกินไปจะทำให้โปรตอน (H⁺) ทำปฏิกิริยากับน้ำและมีผลทำให้สารออกฤทธิ์เปลี่ยนโครงสร้างและเสื่อมสภาพได้ (agrochemical, 1993) ผลการทดสอบค่า pH ในสูตรแบบสารเข้มข้น (SC) ค่าที่ได้จะผ่านเกณฑ์ 100% ทุกสูตรผสม ปริมาณน้ำเจือปนโดยเฉลี่ย ในผลิตภัณฑ์ fenobucarb เกณฑ์ 78.5% carbosulfan pendimethalin ผ่านเกณฑ์ 100% diuron ผ่านเกณฑ์ 90.6% clomazone ผ่านเกณฑ์ 78.9% bispyribac-sodium ผ่านเกณฑ์ 91.9% ส่วนปริมาณกรด-ด่างหรือ pH โดยเฉลี่ยในปี 2560 และ 2561 carbosulfan ผ่านเกณฑ์ 100% diuron ผ่านเกณฑ์ 100% clomazone ผ่านเกณฑ์ 90.8% pendimethalin ผ่านเกณฑ์ 100% quinclorac ผ่านเกณฑ์ 95% และ bispyribac-sodium ผ่านเกณฑ์ 98.2% ผลิตภัณฑ์ fenobucarb ปี 2560 ผ่านเกณฑ์ 94.1%

2 ศึกษาคุณภาพผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตร อีไทออน (ethion), ฟิโพรนิล (fipronil), อะทราซีน (atrazine), พาราควอต ไดคลอไรด์ (paraquat dichloride), โพรพานิล (propanil) ในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน (2560 – 2561)

ในปี 2560-2561 การสำรวจร้านค้าจำหน่ายวัตถุอันตรายในเขตภาคเหนือตอนบน ได้แก่ เชียงใหม่ เชียงราย ลำปาง ลำพูน แพร่ และน่าน จำนวน 17 ร้านค้า และสุ่มเก็บตัวอย่างวัตถุอันตรายทางการเกษตรจากแหล่งจำหน่ายจำนวน 90 ตัวอย่าง พบว่า ร้านค้ามีการจัดการและปฏิบัติตามคำแนะนำในการประกอบกิจการร้านค้าจำหน่ายวัตถุอันตรายของกรมวิชาการเกษตรเป็นที่น่าพอใจ จำนวน 16 ร้านค้า ร้อยละ 94.12 ส่วนร้านค้าที่ไม่ได้เข้าตามหลักเกณฑ์ได้แก่ ไม่มีอุปกรณ์ดับเพลิง ไม่มีที่สำหรับล้างมือ

ในการสุ่มเก็บตัวอย่างวัตถุอันตรายทางการเกษตรจากแหล่งจำหน่ายจำนวน 90 ตัวอย่าง ทำการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารออกฤทธิ์ พบว่า มีวัตถุอันตรายทางการเกษตรทุกตัวอย่างผ่านเกณฑ์มาตรฐานขององค์การอาหารและการเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO/WHO, 2010) โดยแบ่งเป็นวัตถุอันตรายทางการเกษตร 5 ชนิด ที่มีการใช้อย่างแพร่หลายในพืชผักและผลไม้ ได้แก่ ethion เป็นสารป้องกันและกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส สุ่มเก็บจำนวน 10 ตัวอย่าง ที่จำหน่ายมี หลายชื่อการค้า หลายสูตรผสม 50 %w/v EC การวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ผ่านเกณฑ์มาตรฐานทั้งหมด fipronil เป็นสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส สุ่มเก็บจำนวน 11 ตัวอย่าง วัตถุอันตรายชนิดนี้พบเพียงสูตรผสม 5 %w/v SC การวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ผ่านเกณฑ์ทั้งหมด propanil ใช้ในการควบคุมวัชพืชในนาข้าว ส่วนใหญ่จะเป็นสูตรผสมกับ 2,4-D หรือ butachlor มีสูตรผสม 27.5 % w/v EC และ 37.5 % w/v EC สุ่มเก็บตัวอย่างจำนวน 12 ตัวอย่าง การวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ผ่านเกณฑ์ทั้งหมด paraquat dichlorideใช้ในการควบคุมวัชพืชสูตรผสม 27.6 %w/v EC สุ่มเก็บตัวอย่างจำนวน 33 ตัวอย่างการวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ผ่านเกณฑ์ทั้งหมด atrazine ใช้ในการป้องกันกำจัดวัชพืช มีสูตรผสม 2 สูตร คือ 80 % WP และ 90 % WG สุ่มเก็บจำนวน 24 ตัวอย่าง การวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ผ่านเกณฑ์ทั้งหมด

3. ศึกษาคุณภาพผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตร อะบาเม็คติน (abamectin), คาร์บาริล (carbaryl), ไซเพอร์เมทริน (cypermethrin), ไตรอะโซฟอส (triazophos), ไกลโฟเซต (glyphosate) ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน (2560 – 2561)

ในปี 2560-2561 สุ่มเก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตร abamectin,alachlor carbosulfan, carbaryl, carbendazim, cypermethrin, triazophos และ glyphosate ที่วางจำหน่ายตามร้านค้าจำหน่ายเคมีเกษตรในพื้นที่ 11 จังหวัด ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน รวมทั้งสิ้น 200 ตัวอย่าง เป็นตัวอย่างจากจังหวัดกาฬสินธุ์ 20 ตัวอย่าง ขอนแก่น 21 ตัวอย่าง ชัยภูมิ 17 ตัวอย่าง นครพนม 20 ตัวอย่าง บึงกาฬ 18 ตัวอย่าง มุกดาหาร 17 ตัวอย่าง เลย 18 ตัวอย่าง สกลนคร 21 ตัวอย่าง หนองคาย 15ตัวอย่าง หนองบัวลำภู 15 ตัวอย่าง และอุดรธานี 18 ตัวอย่าง เป็นผลิตภัณฑ์สารกำจัดแมลง 113 ตัวอย่าง ได้แก่ abamectin 34 ตัวอย่าง carbosulfan 22 ตัวอย่าง carbaryl 30 ตัวอย่าง cypermethrin 44 ตัวอย่างและ triazophos 5 ตัวอย่าง เป็นสารกำจัดวัชพืช 48 ตัวอย่าง ได้แก่alachlor 21 ตัวอย่างและ glyphosate 27 ตัวอย่าง เป็นสารกำจัดโรคพืช 17 ตัวอย่าง คือ carbendazim ผลการวิเคราะห์ พบผลิตภัณฑ์ได้มาตรฐาน 190 ตัวอย่าง (95 % ของตัวอย่างทั้งหมด) ผิดมาตรฐาน 10 ตัวอย่าง (5 % ของตัวอย่างทั้งหมด) สำหรับตัวอย่างวัตถุอันตรายที่ผิดมาตรฐานนั้นผลการวิเคราะห์ พบว่าปริมาณสารออกฤทธิ์ที่วิเคราะห์ได้ ไม่ตรงกับปริมาณที่ระบุในฉลาก ได้แก่ abamectin 1.8 % W/V EC ผิดมาตรฐาน 1 ตัวอย่าง carbendazim 50% W/V SC พบผิดมาตรฐาน 3 ตัวอย่าง cypermethrin 25 % W/V EC ผิดมาตรฐาน 1 ตัวอย่าง cypermethrin 35 % W/V EC ผิดมาตรฐาน จำนวน 4 ตัวอย่าง glyphosate 48 % W/V SL ผิดมาตรฐาน 1 ตัวอย่าง ซึ่งตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่พบ

พืชมอดมากที่สุด คือ cypermethrin พบพืชมอดมาตรฐานถึง 5 ตัวอย่าง (คิดเป็น 11.36% ของตัวอย่างผลิตภัณฑ์ cypermethrin ทั้งหมด) เมื่อแยกคุณภาพตัวอย่างผลิตภัณฑ์รายจังหวัด พบว่า จังหวัดบึงกาฬพบตัวอย่างผลิตภัณฑ์พืชมอดมากที่สุด จำนวน 4 ตัวอย่าง (คิดเป็น 22.2% ของตัวอย่างผลิตภัณฑ์ทั้งหมดที่สุ่มเก็บจากจังหวัดบึงกาฬ) รองลงมาคือจังหวัดมุกดาหาร พบพืชมอดมาตรฐาน 2 ตัวอย่าง (11.8% ของตัวอย่างผลิตภัณฑ์ทั้งหมดจากจังหวัดมุกดาหาร) จังหวัดสกลนคร พบพืชมอดมาตรฐาน 2 ตัวอย่าง (9.5 % ของตัวอย่างผลิตภัณฑ์ทั้งหมดจากจังหวัดสกลนคร) จังหวัดเลย พบตัวอย่างพืชมอดมาตรฐาน 1 ตัวอย่าง (5.6 % ของตัวอย่างผลิตภัณฑ์ทั้งหมดที่จากจังหวัดเลย) และจังหวัดอุดรธานี พบตัวอย่างพืชมอดมาตรฐาน 1 ตัวอย่าง (คิดเป็น 5.6 % ของตัวอย่างผลิตภัณฑ์ทั้งหมดที่สุ่มเก็บจากจังหวัดอุดรธานี)

4. ศึกษาคุณภาพผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตร คลอโรไพริฟอส (chlorpyrifos), พิริมิฟอส-เอทิล (pirimiphos-ethyl), เดลตามีทิล (deltamethrin), แลมด้า-ไซฮาโลทริน (lambda cyhalothrin), โพรฟีโนฟอส (profenofos) ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง (2560 – 2561)

ในปี 2560-2561 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณสารออกฤทธิ์ของตัวอย่างผลิตภัณฑ์คลอโรไพริฟอส (chlorpyrifos), พิริมิฟอส-เอทิล (pirimiphos-ethyl), เดลตามีทิล(deltamethrin), แลมด้า-ไซฮาโลทริน (lambda cyhalothrin) และโพรฟีโนฟอส (profenofos) ตามวิธีใน CIPAC HANDBOOK จำนวนทั้งสิ้น 200 ตัวอย่าง พบว่า ผ่านเกณฑ์กำหนดตาม FAO Spection จำนวน 199 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 99.5 และพบว่าไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 1 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 0.5 ของตัวอย่างที่สุ่มเก็บมาวิเคราะห์ จังหวัดที่พบตัวอย่างผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตรไม่ผ่านเกณฑ์ คือ จังหวัดนครราชสีมา

ปริมาณสารออกฤทธิ์ในตัวอย่างผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตร คลอโรไพริฟอส 50 % w/v จำนวน 2 ตัวอย่าง คลอโรไพริฟอส 40 % w/v จำนวน 99 ตัวอย่าง คลอโรไพริฟอส 25 % w/vจำนวน 3 ตัวอย่าง คลอโรไพริฟอส 20 % w/v จำนวน 2 ตัวอย่าง โพรฟีโนฟอส 50 % w/v จำนวน 28 ตัวอย่าง แลมด้าไซฮาโลทริน 2.5 % w/v จำนวน 52 ตัวอย่าง เดลตามีทิล 3 % w/v จำนวน 14 ตัวอย่าง รวมทั้งสิ้น จำนวน 200 ตัวอย่าง มีเพียง 1 ตัวอย่างเท่านั้น ที่พืชมอดมาตรฐาน

5. ศึกษาคุณภาพผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตร คลอโรทาโลนิล (chlorothalonil), ไดคลอโรวอส (dichlorvos), แคปแทน (captan), เมทาแล็คซิล (metalaxyl), แมนโคเซ็บ (mancozeb) ในพื้นที่ภาคกลาง (2560 – 2561)

ในปี 2560-2561 ผลการศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์สารกำจัดศัตรูพืช chlorothalonil, dichlorvos, captan, metalaxyl, และ mancozeb จากร้านค้าสารเคมีทางการเกษตรในเขตภาคกลาง โดยการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารออกฤทธิ์ ตามเกณฑ์กำหนดของ FAO ตรวจสอบโดยใช้วิธีตาม CIPAC Handbook พบว่า การสุ่มตัวอย่างสารกำจัดศัตรูพืชในปี 2560 จากตัวอย่างทั้งสิ้น 99 ตัวอย่าง แบ่งเป็น captan 50% WP จำนวน 12 ตัวอย่าง และ captan 80% WG จำนวน 4 ตัวอย่าง methalaxylจำนวน 25 ตัวอย่าง mancozeb จำนวน 25 ตัวอย่าง และ chlorothalonil 75% WP จำนวน 15 ตัวอย่าง ได้มาตรฐานทุกตัวอย่าง ส่วน dichlorvos 50% w/v EC จำนวน 17 ตัวอย่าง ไม่ได้มาตรฐาน 1 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 5.88 ของสาร dichlorvos 50% w/v EC และchlorothalonil 50 w/v SC จำนวน 1 ตัวอย่าง ไม่ได้มาตรฐาน 1 ตัวอย่าง

การสุ่มตัวอย่างสารกำจัดศัตรูพืชในปี 2561 จากตัวอย่างทั้งสิ้น 100 ตัวอย่าง แบ่งเป็น captan50% WP จำนวน 13 ตัวอย่าง และ captan 80% WG จำนวน 7 ตัวอย่าง chlorothalonil 50 w/v SC จำนวน 10 ตัวอย่างchlorothalonil 75% WP จำนวน 11 ตัวอย่าง dichlorvos 50 w/v EC จำนวน 19 ตัวอย่าง metalaxyl 25% WP จำนวน 23 ตัวอย่าง และ mancozeb 80% WP จำนวน 17 ตัวอย่าง เมื่อนำมาวิเคราะห์

ปริมาณสารออกฤทธิ์ พบว่า ตัวอย่างที่ไม่ได้มาตรฐานคือ dichlorvos 50% w/v EC จำนวน 1 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 5.26 และ chlorothalonil 50% w/v SC จำนวน 3 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 30.0 (ตารางผนวก 24)

จากตัวอย่างทั้งสิ้น 199 ตัวอย่าง แบ่งเป็น captan 50% WP จำนวน 25 ตัวอย่าง และ captan 80% WG จำนวน 11 ตัวอย่าง chlorothalonil 50 w/v SC จำนวน 11 ตัวอย่าง chlorothalonil 75% WP จำนวน 26 ตัวอย่าง dichlorvos 50 w/v EC จำนวน 36 ตัวอย่าง metalaxyl 25% WP จำนวน 48 ตัวอย่าง และ mancozeb 80% WP จำนวน 42 ตัวอย่าง พบตัวอย่างที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานทั้งสิ้น 6 ตัวอย่าง ได้แก่ dichlorvos 50% w/v EC จำนวน 2 ตัวอย่าง และ chlorothalonil 50% w/v SC จำนวน 4 ตัวอย่าง (ตารางผนวก 25) ซึ่งอาจเกิดจากการจัดเก็บของผู้ประกอบการที่ไม่ถูกต้องเช่น เก็บในที่แสงแดดส่องถึง หรือในห้องที่ร้อนขึ้น ทำให้เกิดการเสื่อมสภาพได้

6 ศึกษาคุณภาพผลิตภัณฑ์สารควบคุมการเจริญเติบโตพืช แพคโคบิวทาโซล (paclobutrazol), จิบเบอเรลลิก แอซิด (37araquat37ic acid), เอทิฟอน (ethephon), 1-แนปทาลินอะซิติก แอซิด (1-naphthalene acetic acid) จากแหล่งจำหน่าย (2560 – 2561)

ในปี 2560-2561 ได้สุ่มเก็บข้อมูลผู้ประกอบการร้านค้าเคมีเกษตรและสุ่มเก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชคือสาร paclobutrazol, gibberellic acid, ethephon และ 1-naphthaleneacetic acid ในเขตพื้นที่ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ รวมทั้งสิ้นจำนวน 28 จังหวัด ผลการดำเนินงานได้ดังนี้

1. ข้อมูลและปัญหา รวมทั้งข้อเสนอแนะจากร้านจำหน่ายเคมีเกษตร

1.1 ภาคเหนือตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่มีวางจำหน่ายมากที่สุดคือ gibberellic acid, paclobutrazol, ethephon และ 1-naphthaleneacetic acid ตามลำดับ วางจำหน่ายผลิตภัณฑ์ไว้ในร้านค้าเคมีเกษตรประมาณ 7-12 เดือน โดยลักษณะทั่วไปของผลิตภัณฑ์ที่วางจำหน่ายในร้านค้าเคมีเกษตรอยู่ในสภาพที่ปกติ มีเลขทะเบียนวัตถุอันตราย ระบุปริมาณสารออกฤทธิ์และมีวิธีแนะนำการใช้ติดไว้บนฉลากของผลิตภัณฑ์ ข้อเสนอแนะจากเจ้าของร้านเคมีเกษตรที่ได้ Q-Shop และร้านค้าเคมีเกษตรทั่วไปที่ไม่ได้ Q-Shop มีความคิดเห็นไปในทางเดียวกันคือ ขอให้ทางราชการเข้ามาให้ความรู้เกี่ยวกับการใช้ และการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตร เพื่อให้ร้านค้าเคมีเกษตรสามารถให้คำแนะนำการใช้และการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ให้กับเกษตรกรได้ และควรมีการควบคุมการเปิดร้านขายให้เป็นระบบมากกว่านี้

1.2 ภาคกลาง พบว่า ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่มีวางจำหน่ายมากที่สุดคือ gibberellic acid, ethephon, paclobutrazol และ 1-naphthaleneacetic acid ตามลำดับ ทั้งนี้เกษตรกรในเขตพื้นที่ภาคกลางส่วนใหญ่ เป็นเกษตรกรที่ทำสวนผัก สวนองุ่น ดังนั้น จึงมีผลิตภัณฑ์สาร gibberellic acid วางจำหน่ายมากกว่าผลิตภัณฑ์ของสารอื่นๆ วางจำหน่ายผลิตภัณฑ์ไว้ในร้านค้าเคมีเกษตรประมาณไม่เกิน 1 ปี ลักษณะทั่วไปของผลิตภัณฑ์ที่มีวางจำหน่ายอยู่ในสภาพที่ปกติ มีเลขทะเบียนวัตถุอันตราย ระบุปริมาณสารออกฤทธิ์ และมีวิธีแนะนำการใช้ติดไว้บนฉลากผลิตภัณฑ์ พื้นที่นี้มีผลิตภัณฑ์สาร 1-naphthaleneacetic acid ที่ไม่มีเลขทะเบียนและการระบุปริมาณสารออกฤทธิ์ไว้บนฉลาก ข้อเสนอแนะจากเจ้าของร้านเคมีเกษตรที่ได้ Q-Shop พบว่า ขอให้ทางราชการ มีการจัดอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับเรื่องการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ส่วนร้านค้าเคมีเกษตรทั่วไปที่ไม่ได้ Q-Shop พบว่า อยากให้ทางราชการมีการจัดอบรมให้ความรู้เรื่องการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช สารกำจัดศัตรูพืช รวมทั้งสารกำจัดวัชพืชต่างๆ ให้กับผู้ประกอบการร้านค้า เพื่อให้ทางผู้ประกอบการร้านค้าสามารถแนะนำการใช้ผลิตภัณฑ์ให้กับเกษตรกรได้อย่างถูกต้อง ปัจจุบันปัญหาการรับขึ้นทะเบียนวัตถุอันตราย และปัญของทางราชการมีความล่าช้ามาก ควรมีการควบคุมการเปิดร้านจำหน่ายตามกฎหมายระเบียบ

1.3 ภาคตะวันออก มีการใช้ผลิตภัณฑ์สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช มาใช้กันอย่างกว้างขวาง เนื่องจากเกษตรกรทำสวนผลไม้ และมีการทำสวนผลไม้นอกฤดูกาลด้วย ร้านค้าเคมีเกษตรมีปริมาณของสารทั้ง 4 ชนิดวางจำหน่ายในจำนวนที่เท่าๆ กัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับช่วงเวลาที่มีการใช้ผลิตภัณฑ์กับพืชนั้นๆ ด้วย โดยมีระยะเวลาในการวางจำหน่ายผลิตภัณฑ์ไว้ในร้านค้าเคมีเกษตรประมาณไม่เกิน 1 ปี โดยลักษณะทั่วไปของผลิตภัณฑ์ที่มีวางจำหน่ายอยู่ในสภาพที่ปกติ มีเลขทะเบียนวัตถุอันตราย ระบุปริมาณสารออกฤทธิ์ และมีวิธีแนะนำการใช้ติดไว้บนฉลาก สำหรับข้อเสนอแนะร้านเคมีเกษตรที่ได้ Q-Shop ไม่พบปัญหาและอุปสรรคในการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ ส่วนร้านค้าเคมีเกษตรทั่วไปที่ไม่ได้ Q-Shop พบว่ามีปัญหาเรื่องของการขึ้นทะเบียนปุ๋ย และวัตถุอันตรายทางการเกษตรล่าช้า ขอให้ทางราชการมีการจัดอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับเรื่องการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช สารกำจัดศัตรูพืช รวมทั้งสารกำจัดวัชพืชต่างๆ ให้กับผู้ประกอบการร้านค้าเคมีเกษตร เพื่อให้ทางผู้ประกอบการร้านค้าสามารถแนะนำการใช้ผลิตภัณฑ์ต่างๆ ให้กับเกษตรกรที่มาซื้อผลิตภัณฑ์ได้อย่างถูกต้อง

1.4 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่มีวางจำหน่ายมากที่สุดคือ ethephon, gibberellic acid, paclobutrazol และ 1-naphthaleneacetic acid ตามลำดับ ส่วนใหญ่เป็นเกษตรกรที่ทำสวนยางพารา ดังนั้น จึงมีผลิตภัณฑ์สาร ethephon วางจำหน่ายมากกว่าผลิตภัณฑ์ของสารอื่นๆ โดยส่วนใหญ่มีระยะเวลาในการวางจำหน่ายผลิตภัณฑ์ไว้ในร้านค้าเคมีเกษตรประมาณไม่เกิน 1 ปี ลักษณะทั่วไปของผลิตภัณฑ์ที่มีวางจำหน่ายในร้านอยู่ในสภาพที่ปกติ มีเลขทะเบียนวัตถุอันตราย ระบุปริมาณสารออกฤทธิ์ (%AI.) และมีวิธีแนะนำการใช้ติดไว้บนฉลากผลิตภัณฑ์ พื้นที่นี้มีการตรวจพบปริมาณสารออกฤทธิ์ ในผลิตภัณฑ์สาร 1-naphthaleneacetic acid ที่ไม่มีเลขทะเบียนวัตถุอันตรายและการระบุปริมาณสารออกฤทธิ์ไว้บนฉลาก ร้อยละ 100 ซึ่งสูงกว่าภาคอื่นๆ สำหรับข้อเสนอแนะจากเจ้าของร้านเคมีเกษตรที่ได้ Q-Shop และร้านค้าเคมีเกษตรทั่วไปที่ไม่ได้ Q-Shop มีข้อเสนอแนะคือ ขอให้ทางราชการมีการจัดอบรมให้ความรู้เรื่องการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช สารกำจัดศัตรูพืช รวมทั้งสารกำจัดวัชพืชต่างๆ ให้กับผู้ประกอบการร้านค้า เพื่อให้สามารถแนะนำการใช้ผลิตภัณฑ์ต่างๆ ให้กับเกษตรกรที่มาซื้อผลิตภัณฑ์ได้อย่างถูกต้อง

1.5 ภาคใต้ ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่มีวางจำหน่ายมากที่สุดคือ ethephon, paclobutrazol, gibberellic acid และ 1-naphthaleneacetic acid ตามลำดับ ส่วนใหญ่เป็นเกษตรกรที่ทำสวนยางพารา และสวนผลไม้ วางจำหน่ายผลิตภัณฑ์ไว้ในร้านค้าประมาณไม่เกิน 1 ปี ลักษณะทั่วไปของผลิตภัณฑ์ที่มีวางจำหน่ายในร้านอยู่ในสภาพที่ปกติ มีเลขทะเบียนวัตถุอันตราย ระบุปริมาณสารออกฤทธิ์ และมีวิธีแนะนำการใช้ติดไว้บนฉลากผลิตภัณฑ์ สำหรับข้อเสนอแนะจากเจ้าของร้านเคมีเกษตรที่ได้ Q-Shop และร้านค้าเคมีเกษตรทั่วไปที่ไม่ได้ Q-Shop พบว่า ยังไม่พบปัญหาและอุปสรรคในการจำหน่ายผลิตภัณฑ์สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

2. ข้อมูลการสุ่มเก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชจากร้านค้าเคมีเกษตร

สุ่มเก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์จากร้านค้าในเขตพื้นที่ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ รวมทั้งหมดจำนวน 28 จังหวัด โดยเก็บตัวอย่างจากร้านค้าเคมีเกษตรทั้งหมด 76 ร้าน เป็นร้านเคมีเกษตรที่ได้ Q-Shop จากกรมวิชาการเกษตร ทั้งสิ้น 43 ร้าน และไม่ได้ Q-Shop 33 ร้าน ได้ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ทั้งหมด 277 ตัวอย่าง แบ่งเป็นตัวอย่างที่ระบุปริมาณสารออกฤทธิ์ไว้บนฉลาก 231 ตัวอย่าง และไม่ระบุปริมาณสารออกฤทธิ์ 46 ตัวอย่าง

3. การวิเคราะห์หาปริมาณสารออกฤทธิ์ในตัวอย่างผลิตภัณฑ์สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

3.1 การวิเคราะห์หาปริมาณสารออกฤทธิ์ในตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่มีการระบุปริมาณสารออกฤทธิ์ไว้บนฉลาก ผลการวิเคราะห์หาปริมาณสารออกฤทธิ์ใน paclobutrazol, ethephon, gibberellic acid และสาร 1-naphthaleneacetic acid ที่มีการระบุปริมาณสารออกฤทธิ์ไว้บนฉลากที่ได้ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างมาจากร้านค้าเคมีเกษตรในเขตพื้นที่ 5 ภาคของประเทศ พบว่าปริมาณสารออกฤทธิ์ (%) paclobutrazol ผ่านเกณฑ์กำหนด

เฉลี่ย ร้อยละ 94 ปริมาณสารออกฤทธิ์ (%) ใน ethephon ผ่านเกณฑ์กำหนดเฉลี่ย ร้อยละ 70 ปริมาณสารออกฤทธิ์ (%) ใน gibberellic acid ผ่านเกณฑ์กำหนดเฉลี่ย ร้อยละ 74 และปริมาณสารออกฤทธิ์ (%) ใน 1-naphthaleneacetic acid ผ่านเกณฑ์กำหนดเฉลี่ย ร้อยละ 31

3.2 การวิเคราะห์หาปริมาณสารออกฤทธิ์ในตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีการระบุปริมาณสารออกฤทธิ์ ที่มีการสุ่มเก็บมาจากพื้นที่ 5 ภาคของประเทศ ทั้งหมด 46 ตัวอย่าง โดยแบ่งเป็นตัวอย่าง Gibberellic acid 21 ตัวอย่าง และตัวอย่าง 1-Naph-thaleneacetic acid 25 ตัวอย่าง พบว่า Gibberellic acid ตรวจพบปริมาณสารออกฤทธิ์ในผลิตภัณฑ์ทั้งหมด 6 ตัวอย่าง (ร้อยละ 29) และตัวอย่างผลิตภัณฑ์สาร 1-Naphthaleneacetic acid 25 ตัวอย่าง ตรวจพบ 18 ตัวอย่าง (ร้อยละ 72)

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

สถานการณ์สารพิษตกค้างในพืชผักและผลไม้ บ่งชี้ถึงการใช้สารของเกษตรกร สารที่พบบ่อยและบางสารเกินค่า MRL เช่น bifenthrin L-cyhalothrin cypermethrin dimethomorph metalaxyl pyridaben propiconazole prochloraz pyraclostrobin thiamethoxam เป็นต้น เมื่อนำผลการตรวจวิเคราะห์สารพิษและพิษตกค้างในพืชต่างๆ มา มาคำนวณค่า HQ เพื่อประเมินความเสี่ยงต่อการบริโภคของสารพิษตกค้างในอาหาร โดยช่วงอายุที่นำมาใช้ในการประเมินคือ 6-12 ปี และน้ำหนักเฉลี่ยที่นำมาใช้ในการประเมินเท่ากับ 33.38 กิโลกรัม โดยใช้ข้อมูลการบริโภคอาหารของประเทศไทย ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 97.5 ของปริมาณอาหารที่บริโภคสำหรับประชากรทั้งหมด (per capita) ในแต่ละช่วงอายุ (สำนักมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2559) ค่าปริมาณสารพิษตกค้างที่ตรวจพบในตัวอย่างผักทุกชนิดตัวอย่าง อยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัยต่อการบริโภค แต่ยังมีผลไม้อย่างน้อยบางตัวอย่างที่เกิดดัชนีชี้วัดความเสี่ยง (HQ) ได้แก่ cypermethrin dimethoate ethion methidathion และ profenophos ในส้มเขียวหวาน ethion methidathion fenitrothion ในส้มโอ และ ethion ในลำไย การใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่ถูกต้องของเกษตรกร ควรอยู่ในระบบการเกษตรที่ดี (Good Agricultural Practice, GAP) โดยเฉพาะพืชที่ผลิตเพื่อส่งออก ประเทศผู้คู่ค้า เช่น กลุ่มสหภาพยุโรปหรือญี่ปุ่น กำหนดค่า MRL ไว้ต่ำมาก

การประเมินความเสี่ยงจากการใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตร ผลการประเมิน carbaryl ตกค้างในสิ่งแวดล้อม พบว่าตะกอนไม่มีการตกค้าง ในน้ำพบการตกค้างที่ 7 วัน ดิน 30 วัน และมะม่วง 5 วัน ผลการประเมิน half-life ในน้ำประมาณ 5 วัน ดินประมาณ 13 วัน และมะม่วงประมาณ 5 วัน ผลการประเมินปริมาณสารพิษปนเปื้อนบนร่างกายเกษตรกรที่พ่นสาร พบการปนเปื้อนมากบริเวณศีรษะ รองลงมาเป็นบริเวณคอและต้นขา ได้ค่าขอบเขตความปลอดภัยจากการได้รับสารพิษ (Margin of Exposure, MOE) เป็นความเสี่ยงที่ยอมรับได้ ความเสี่ยงต่อผู้บริโภคผลมะม่วงบริโภคได้อย่างปลอดภัย การประเมินความเสี่ยงจากการใช้สารกำจัดวัชพืชอะมีทริน (ametryn) ในแปลงข้าวโพดที่ 68 วัน ตรวจไม่พบปริมาณสารพิษตกค้าง ดังนั้นการบริโภคข้าวโพดจะไม่มีความเสี่ยงต่อการรับสารพิษเข้าสู่ร่างกาย ค่าครึ่งชีวิต ของ ametryn ในน้ำเท่ากับ 21 วัน และในดินเท่ากับ 15 วัน ความเสี่ยงของเกษตรกรผู้พ่นสารได้ค่า MOE เป็นความเสี่ยงที่ยอมรับได้ และผลการประเมินแลมบ์ดา-ไซฮาโลทรินที่ปนเปื้อนบนร่างกายเกษตรกรผู้พ่น พบบริเวณที่มีการปนเปื้อนมากและมีความเสี่ยงที่สุดคือ บริเวณแขนงอก รองลงมาคือ ส่วนของต้นขาทั้งสองข้าง ประเมินความเสี่ยงต่อผู้พ่นสารได้ค่า MOE เป็นความเสี่ยงที่ยอมรับได้ เกษตรกรสามารถปฏิบัติงานได้อย่างปลอดภัย และผลการประเมินความเสี่ยงต่อผู้บริโภคคละน้ำ (HQ) เท่ากับ 0.19 และ 0.26 ผู้บริโภคสามารถบริโภคคละน้ำได้อย่างปลอดภัย และผลการวิเคราะห์ในตัวอย่างสิ่งแวดล้อม ไม่พบการตกค้าง

ผลการวิเคราะห์วัตถุอันตรายทางการเกษตรฟิโนบิวคาร์บ (fenobucarb), คาร์โบซัลแฟน (carbosulfan), ไดยูรอน (diuron), โคลมาโซน (clomazone), เพนดิเมทาลิน (pedimethalin), ควินคลอแร็ค (quinclorac), บิสไพริแบค-โซเดียม (bispiribac-sodium จำนวน 211 ตัวอย่าง ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน คิดเป็น 76.9- 100% แต่ คาร์โบซัลแฟน (carbosulfan 5%GR) ชนิดเม็ด ผิดมาตรฐาน 60-77.7% และผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพ

พบว่า ผ่านเกณฑ์ตามมาตรฐานเป็นส่วนมาก คิดเป็น 70.6 – 100% คุณสมบัติทางกายภาพไม่ได้มาตรฐานมากที่สุด คือปริมาณน้ำของ fenobucarb 50% W/V EC ไม่ได้มาตรฐานคิดเป็น 29.4%

คุณภาพผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตร อีไธออน (ethion), ฟิโพรนิล (fipronil), อะทราซีน (atrazine), พาราควอต ไดคลอไรด์ (paraquat dichloride), โพรพานิล (propanil) ในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน จำนวน 90 ตัวอย่าง ผ่านเกณฑ์มาตรฐานทั้งหมดทุกตัวอย่าง

คุณภาพของผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตร อะบาเมกติน (abamectin), อะลาคลอร์ (alachlor), คาร์โบซัลแฟน (carbosulfan), คาร์บาริล (carbaryl), คาร์เบนดาซิม (carbendazim), ไซเพอร์เมทริน (cypermethrin), ไตรอะโซฟอส (triazophos) และ ไกลโฟเซต (glyphosate) พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตอนบน จำนวน 200 ตัวอย่าง ผลการวิเคราะห์พบว่า มีตัวอย่างที่ได้มาตรฐานทั้งสิ้น 190 ตัวอย่าง (คิดเป็น 95% ของตัวอย่างทั้งหมด) และพบตัวอย่างที่ผิดมาตรฐานทั้งสิ้น 10 ตัวอย่าง (คิดเป็น 5% ของตัวอย่างทั้งหมด ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ผิดมาตรฐานมากที่สุด คือ ไซเพอร์เมทริน (cypermethrin) พบผิดมาตรฐานถึง 5 ตัวอย่าง (11.4 % ของตัวอย่างผลิตภัณฑ์ cypermethrin ทั้งหมด) และจังหวัดบึงกาฬพบผลิตภัณฑ์ผิดมาตรฐานมากที่สุด 4 ตัวอย่าง (22.2% ของตัวอย่างผลิตภัณฑ์ทั้งหมดที่จากจังหวัดบึงกาฬ)

คุณภาพของผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตร คลอร์ไพริฟอส (chlorpyrifos), พิริมิฟอส-เอทิล (pirimiphos-ethyl), เดลตาเมทริล (deltamethrin), แลมด้า-ไซฮาโลทริน (lambda-cyhalothrin) และ โพรฟีโนฟอส (profenofos) ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง 200 ผลการวิเคราะห์พบว่า มี 1 ตัวอย่าง ที่ผิดมาตรฐาน

คุณภาพของผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตร chlorothalonil, dichlorvos, captan, metalaxyl, และ mancozeb ในพื้นที่ภาคกลาง 199 ตัวอย่าง พบว่า จำนวน 193 ตัวอย่าง (96.98%) เป็นผลิตภัณฑ์ วัตถุพิษการเกษตรที่มีคุณภาพดี ตัวอย่างที่ไม่ได้มาตรฐาน จำนวน 6 ตัวอย่าง (3.02%) ได้แก่ dichlorvos 50% w/v EC จำนวน 2 ตัวอย่าง และ chlorothalonil 50% w/v SC จำนวน 4 ตัวอย่าง

คุณภาพผลิตภัณฑ์สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช paclobutrazol, ethephon, gibberellic acid และสาร 1-naphthaleneacetic acid รวม 277 ตัวอย่าง แบ่งเป็นตัวอย่างที่ระบุปริมาณสารออกฤทธิ์ไว้บนฉลาก จำนวน 231 ตัวอย่าง และไม่ระบุปริมาณสารออกฤทธิ์จำนวน 46 ตัวอย่าง พบว่า ตัวอย่างผลิตภัณฑ์สารผ่าน เกณฑ์กำหนดเฉลี่ยมากที่สุดคือ paclobutrazol, gibberellic acid, ethephon และ 1-naphthaleneacetic acid คิดเป็นร้อยละ 94, 74, 70 และ 31 โดยพบว่าพื้นที่ภาคใต้ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สาร paclobutrazol ผ่านเกณฑ์มากที่สุด ร้อยละ 100 พื้นที่ภาคกลางสาร gibberellic acid ผ่านเกณฑ์กำหนดมากที่สุด ร้อยละ 85 และพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงใต้ สาร ethephon และสาร 1-naphthaleneacetic acid ผ่านเกณฑ์มากที่สุด ร้อยละ 100 และ 88 ตามลำดับ ส่วนผลการวิเคราะห์หาปริมาณสารออกฤทธิ์ ในตัวอย่างผลิตภัณฑ์ gibberellic acid และสาร 1-naphthaleneacetic acid ที่ไม่ได้ระบุปริมาณสารออกฤทธิ์ไว้บนฉลาก พบว่า ตัวอย่างผลิตภัณฑ์สาร gibberellic acid และสาร 1-naphthaleneacetic acid พบปริมาณสารออกฤทธิ์เฉลี่ย ร้อยละ 29 และ 72 ตามลำดับ พบว่า ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตรวจพบปริมาณสารออกฤทธิ์ ในตัวอย่างผลิตภัณฑ์ gibberellic acid มากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 75 และสาร 1-naphthaleneacetic acid ส่วนใหญ่ตรวจพบปริมาณสารออกฤทธิ์ ในตัวอย่างผลิตภัณฑ์ทุกภูมิภาคคิดเป็นร้อยละ 62-100

โครงการวิจัยที่ 2
การประเมินผลกระทบจากการใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตร
ในพื้นที่เกษตรกรรม
Evaluate the Effects of Pesticide Residues on Agricultural Areas

คณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย

นางมลิสรา เวชยานนท์ นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
 หัวหน้าการทดลอง

นางสาวพนิชชา เตจ๊ะใจ นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

นางสาวจันทิมา ผลกอง นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

นางสาวปัทสรา คุณเลิศ นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

นางสาวสิริพร เหลืองสุชนกุล นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ผู้ร่วมวิจัย

นายอำนาจ กะฉันทะ นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

นายประกิจ จันทร์ดี นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

นางผกาสินี คล้ายมาลา นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

นายวัชรพงษ์ วงศ์สุวรรณ เจ้าพนักงานการเกษตรปฏิบัติงาน กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

คำสำคัญ (Key words)

คำสำคัญ (TH) : สารพิษตกค้าง ไกลโฟเซต พาราควอต คลอไพริฟอส อะทราซีน อะลาคลอร์ ดิน น้ำ ตะกอน การประเมินความเสี่ยง การปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม การประเมินผลกระทบ, สุขภาพ, สารกำจัดวัชพืชอะทราซีน, ข้าวโพด การประเมินความเสี่ยง, สารป้องกันกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส, การทำงานของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส, สารเมตาบอไลต์ไดอัลคิลฟอสเฟต

คำสำคัญ (EN) : Pesticide residues, Glyphosate, Paraquat, Chlorpyrifos, Atrazine, Alachlor, Soil, Water, Sediment, Risk assessment, Environmental contamination, Impact assessment, Paraquat herbicide, Health, Atrazine herbicide, Maize, Organophosphorus insecticide, Cholinesterase activity, Dialkylphosphates metabolites,

บทคัดย่อ

การใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชในพื้นที่เกษตรกรรมต่อเนื่องเป็นเวลานาน อาจทำให้เกิดการตกค้างและส่งผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม โครงการประเมินผลกระทบจากการใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตรในพื้นที่เกษตรกรรม จึงได้ตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อนของสารในพื้นที่เสี่ยง ได้แก่ ภาคตะวันออก (จังหวัดระยอง จันทบุรี ปราจีนบุรี) ภาคกลาง (จังหวัดสุพรรณบุรี นครปฐม กาญจนบุรี สระบุรี และลพบุรี) รวมทั้งกลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยา และแม่น้ำท่าจีน ในช่วงฤดูแล้งและฤดูฝน ปี พ.ศ. 2563 – 2564 ประเมินผลกระทบต่อสุขภาพและ

สิ่งแวดล้อม โดยใช้สัดส่วนความเสี่ยง (Hazard quotient; HQ) และค่าความเสี่ยง (Risk quotient; RQ) ตามลำดับ ผลการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างดินในเขตภาคตะวันออก ตัวอย่างดิน 54 ตัวอย่าง พบไกลโฟเฟต พาราควอต และคลอร์ไพริฟอส ปริมาณ 0.35 (ร้อยละ 2), 0.22 – 8.47 (ร้อยละ 100) และ <0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ร้อยละ 6) ตามลำดับ ในเขตภาคกลาง ตัวอย่างดิน 130 ตัวอย่าง พบอะทราซีนและอะลาคลอร์ ปริมาณ <0.01 – 0.45 (ร้อยละ 27) และ <0.01 – 0.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ร้อยละ 2) ตามลำดับ ตัวอย่างน้ำจากแม่น้ำเจ้าพระยา พบอะทราซีน ปริมาณ 0.07 – 0.60 ไมโครกรัมต่อลิตร (ร้อยละ 100) ส่วนในแม่น้ำท่าจีน พบอะทราซีนและอะมีทรีน ปริมาณ 0.09 – 0.33 (ร้อยละ 85) และ 0.16 – 0.43 ไมโครกรัมต่อลิตร (ร้อยละ 5) ตามลำดับ ในพื้นที่อำเภอพุทธบาท จังหวัดสระบุรี พบพาราควอตตกค้างในดิน 26 ตัวอย่าง (ร้อยละ 100) ปริมาณ 1.42 – 11.51 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พื้นที่อำเภอหนองม่วง จังหวัดลพบุรี อำเภอพุทธบาท และอำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี ตัวอย่างดิน 120 ตัวอย่าง น้ำ 40 ตัวอย่าง พบอะทราซีนตกค้างในดิน ปริมาณ 0.03 – 0.92 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ร้อยละ 37) ตัวอย่างน้ำ ปริมาณ 0.02 – 91.73 ไมโครกรัมต่อลิตร (ร้อยละ 33) นอกจากนี้ ในการสัมภาษณ์เกษตรกรที่อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม พบว่าเกษตรกรมีทัศนคติที่ดีในการใช้สารป้องกันกำจัดแมลงอย่างปลอดภัยและถูกวิธี รวมทั้งมีความรู้ในการปฏิบัติตนในการใช้สารโดยได้รับการฝึกอบรมจากกระทรวงเกษตรกรรมและสหกรณ์และกระทรวงสาธารณสุข ผลการคัดกรองความเสี่ยง โดยใช้กระดาษทดสอบ AchE พบว่าอาสาสมัคร 35 รายอยู่ในเกณฑ์ไม่ปลอดภัยและมีความเสี่ยง ผลการตรวจวัดระดับการทำงานของ AchE และ SchE ในตัวอย่างเลือดของเกษตรกรในปี 2563 (20 ราย) และ ปี 2564 (15 ราย) มีความสอดคล้องกับผลการตรวจจากการใช้กระดาษทดสอบ Cholinesterase ผลการตรวจปัสสาวะของเกษตรกร พบเมตาบอไลต์กลุ่ม DAPs ชนิด DEP, DETP, DMP และ DBP จำนวน 12 ราย (ปี 2563: 6 ราย, ปี 2564 6 ราย) ปริมาณ <0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม อย่างไรก็ตาม ปริมาณสารพิษที่ตรวจพบในพื้นที่ศึกษาทั้งหมดนี้ต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนด ความเสี่ยงต่อสุขภาพอยู่ในระดับต่ำและยอมรับได้ (HQ <1) ส่วนในสิ่งแวดล้อมจากปริมาณสารพิษที่ตรวจพบนั้น พบว่ามีความเสี่ยงเล็กน้อย อยู่ในเกณฑ์ที่ต้องระวังการใช้ (RQ = 1-10) อย่างไรก็ตาม เพื่อเป็นการเฝ้าระวังให้เกิดความปลอดภัย ควรมีการตรวจติดตามวิเคราะห์สารในพื้นที่เสี่ยงนี้ รวมทั้งพื้นที่อื่น ๆ อย่างต่อเนื่องต่อไป

Abstracts

Long-term continuous use of pesticides may be had cause impacted on health and the environment. This project, Evaluate the Effects of Pesticide Residues on Agricultural Areas was conducted in the area where pesticides are highly used, in Eastern region (Chanthaburi, Prachin Buri, and Rayong province) and Central region (Kanchanaburi, Nakhon Pathom, Lop Buri, Saraburi, and Suphan Buri province), and in Chao Phraya and the Tha Chin River. The samples were collected in both dry and wet seasons from 2020 to 2021. Health risks of non-carcinogenic and the environment risk effects were calculated using hazard quotient (HQ) and risk quotient (RQ), respectively. In Eastern region of Thailand, nineteen sites were sampled in total, 54 samples. The results revealed that the concentration of glyphosate, paraquat and chlorpyrifos at 0.35 mg/kg (2%), 0.22 – 8.47 mg/kg (100%) and <0.01 mg/kg (6%), respectively. In Central region of Thailand, a total of 130 samples revealed that the concentration of atrazine and alachlor at <0.01 – 0.45 mg/kg (27%) and <0.01 – 0.02 mg/kg (2%), respectively. Pesticide residues were found in the water samples of the Chao Phraya River as herbicide atrazine at 0.07 – 0.60 µg/L (100%). In the Tha Chin River, pesticide residues were found in water samples as herbicide atrazine and ametryn, the concentrations were detected at 0.09 – 0.33

µg/L (85%) and 0.1 – 0.43 µg/L (5%), respectively. The contamination content of atrazine and ametryn were detected, the residues did not exceed the established standard value. In the maize field in Amphor Nong Muang, Lopburi province, and Amphor Phutthabat and Kaeng Khoi, Saraburi province, the results found t-at the paraquat residues were detected in 26 soil samples at 1.42 - 11.51 mg/kg (100%). In Nakhon Pathom province, the data from the questionnaires shown that most of farmer have good attitude on pesticides use and have knowledge about the way to use safety that they were trained by govern segment from Ministry of Agricultural and Cooperatives and Ministry of Public Health. The results from Cholinesterase reactive paper indicated that all 35 famers have in harmful. AchE and SchE in farmer blood in 2020 (20 farmers) and 2021 (15 famers) were accorded to results from Cholinesterase reactive paper and while as metabolites (DAPs) was found in the form of DEP, DETP, DMP and DMTP and in 12 farmers (6 in 20 cases in 2020 and 6 in 15 cases in 2021). However, the contamination content of all pesticides was detected did not exceed the established standard value. Risk assessment shown that low potential risk to human health (HQ <1). In the environment risk assessment shown of concern when the supply volumes increase (RQ = 1-10). Even though in present study, the pesticides were detected in sample below threshold value and low potential health risk. However, the pesticides in the risk area should also be monitored intermittently that require further study.

บทนำ

ความสำคัญและที่มาของโครงการ

การตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชในสิ่งแวดล้อม มีสาเหตุจากการใช้เพื่อป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช วัชพืช และโรคพืชในพื้นที่เกษตรกรรม หลังพ่นสาร ละอองของสารจะปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อมในบริเวณรอบ ๆ บางส่วนระเหยไปในบรรยากาศ บางส่วนละลายด้วยน้ำฝนแล้วพาลงสู่ดิน จากนั้นเกิดการชะด้วยน้ำลงสู่แหล่งน้ำต่าง ๆ สารตกค้างจะเกิดการสลายตัวได้โดยปัจจัยต่าง ๆ ในสิ่งแวดล้อม ได้แก่ จุลินทรีย์ในดิน แสงแดด อุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่างของน้ำ โอกาสที่จะเกิดการปนเปื้อนของสารในสิ่งแวดล้อมจึงมีความแปรปรวนได้จากปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้ การประเมินผลกระทบของสารตกค้างในสิ่งแวดล้อมโดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์จะสามารถทำนายผลกระทบของสารตกค้างในส่วนที่เป็นประโยชน์ต่อการนำไปใช้ตัดสินใจว่าจะเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและมนุษย์ในระดับใด นำไปสู่การจัดการที่เหมาะสมในระดับนโยบาย เช่น มาตรการเข้มงวดให้มีการใช้สารตามอัตราบนฉลาก การกำหนดความถี่ของการใช้สารต่อฤดูปลูกพืชของเกษตรกร การกำหนดข้อมูลการเว้นระยะเวลาที่ปลอดภัยในการกลับเข้าสู่แปลงปลูกพืช ทั้งนี้เพื่อเป็นการลดความเสี่ยงและความเป็นอันตรายจากการใช้สารเคมีในภาคการเกษตร ที่จะอาจเกิดผลกระทบอย่างร้ายแรงต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งช่วยลดความเสี่ยงและป้องกันไม่ให้เกิดความสูญเสียทางสังคมและเศรษฐกิจ ได้แก่ สุขภาพอนามัยของผู้บริโภค ปัญหามลพิษในสิ่งแวดล้อม ตลอดจนสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในห่วงโซ่อาหาร ซึ่งถือได้ว่ามีความสำคัญต่อการพัฒนาประเทศอย่างยิ่ง การศึกษาในโครงการวิจัยนี้จะเป็นการติดตาม เฝ้าระวัง และประเมินผลกระทบที่เกิดจากการใช้สารเคมีภาคเกษตร เพื่อนำไปสู่แนวทางในการจัดการสารเคมีที่เหมาะสมต่อไป

วัตถุประสงค์

1. ตรวจสอบติดตามการปนเปื้อนของสารตกค้างในสิ่งแวดล้อมและความเสี่ยงต่อมนุษย์
2. ประเมินผลกระทบจากการใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตรในพื้นที่เกษตรกรรม

วิธีการวิจัย

ตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อนของสารกำจัดวัชพืชชนิดไกลโฟเซต พาราควอต อะทราซีน และอะลาคลอร์ และสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสในบริเวณพื้นที่เกษตรกรรม รวมทั้งตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อนของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชชนิดสารป้องกันกำจัดแมลง กำจัดวัชพืช และกำจัดโรคพืชในสิ่งแวดล้อมบริเวณเกษตรกรรมลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยา และท่าจีน ผลการตรวจวิเคราะห์ที่ได้นำไปเทียบกับค่ากำหนดที่ยอมให้มีได้ในดิน (Maximum Contamination Level, MCL) หรือค่ากำหนดที่ยอมให้มีได้ในน้ำ (Maximum Allowable Concentration, MAC) หรือค่ากำหนดมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม (Environmental Quality Standard threshold values, EQS) และนำไปประเมินผลกระทบตาม Guideline ที่เหมาะสม เช่น แบบจำลองความเสี่ยงเชิงนิเวศ เพื่อคาดการณ์หรือทำนายแนวโน้มของผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นต่อไปในอนาคต รวมทั้งการประเมินผลกระทบของสารตกค้างในสิ่งแวดล้อมและสุขภาพ ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาจะทำให้เกษตรกร ชุมชน และภาคประชาสังคมเกิดการรับรู้ และตระหนักถึงความเป็นอันตราย และความเสี่ยงของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่มีต่อสุขภาพ และสิ่งแวดล้อม นำไปสู่การร่วมมือกันระหว่างหน่วยงานภาครัฐ ภาคประชาสังคม ชุมชน และเกษตรกรในการหาแนวทางในการลด ป้องกัน และควบคุมความเสี่ยงจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชทั้งในระยะสั้นและระยะยาว รวมทั้งออกมาตรการในการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช (pest management) ให้มีความเหมาะสม ปลอดภัย และการบริหารจัดการในเรื่องการจำกัดการใช้ หรือการห้ามใช้ต่อไป

ระเบียบวิธีการวิจัย

การทดลองที่ 1 การประเมินผลกระทบของสารตกค้างไกลโฟเซต พาราควอต และคลอร์ไพริฟอสในดิน

1. ประเด็นวิจัย

ตรวจวิเคราะห์และประเมินผลกระทบที่เกิดจากการใช้สารไกลโฟเซต พาราควอต และคลอร์ไพริฟอสในดินบริเวณพื้นที่เสี่ยงเขตภาคตะวันออก ได้แก่ จังหวัดระยอง จันทบุรี และปราจีนบุรี โดยสุ่มเก็บตัวอย่างดินในแปลงปลูกพืช ตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างชนิดไกลโฟเซต พาราควอต และคลอร์ไพริฟอส รวมทั้งนำข้อมูลที่ได้มาประเมินผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม

2. สถานที่ทำการวิจัย

2.1 แปลงปลูกพืชในเขตภาคตะวันออก ได้แก่ พื้นที่จังหวัดระยอง จันทบุรี และปราจีนบุรี

2.2 ห้องปฏิบัติการกลุ่มวิจัยวัชพืชการเกษตร กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

3. ระยะเวลาดำเนินงาน เริ่มต้น ตุลาคม 2562 ถึง กันยายน 2563

4. วิธีการดำเนินการ

4.1 เก็บตัวอย่าง (Sampling sites) แปลงปลูกมันสำปะหลัง ยางพารา ปาล์มน้ำมัน และทุเรียน ในพื้นที่

จังหวัดระยอง จันทบุรี และปราจีนบุรี สุ่มเก็บตัวอย่างดินในช่วงฤดูแล้ง มกราคม 2563 และฤดูฝน กรกฎาคม 2563 จำนวน 19 แปลง

4.2 การสุ่มเก็บตัวอย่าง (Sample collection) เก็บตัวอย่างดินในแปลงปลูกพืชโดยวิธีการสุ่ม (random sampling) (กลุ่มวิจัยวัชพืชการเกษตร, 2564) จำนวนตัวอย่างทั้ง 2 ฤดู รวมทั้งหมด 54 ตัวอย่าง

4.3 การสกัดตัวอย่าง (Sample preparation) หาความชื้นในตัวอย่างดิน (Back, 1965) สกัดสารพิษตกค้างในชนิดไกลโฟเซต (Sun et al., 2017) พาราควอต (Robinson, 2006) และคลอร์ไพริฟอส (AOAC, 2016)

4.4 การวิเคราะห์สารตกค้าง (Sample analysis) ไกลโฟเซต พาราควอต และคลอร์ไพริฟอส ตรวจวิเคราะห์สารโดยใช้เครื่อง HPLC และ GC

4.5 การคำนวณปริมาณสารตกค้างปริมาณสารพิษตกค้างในตัวอย่าง การประเมินผลกระทบต่อสุขภาพ และสิ่งแวดล้อม

การทดลองที่ 2 การประเมินผลกระทบของสารตกค้างไกลโฟเซต อะทราซีน และอะลาคลอร์ในดิน

1. ประเด็นวิจัย

ตรวจวิเคราะห์และประเมินผลกระทบที่เกิดจากการใช้สารไกลโฟเซต อะทราซีน และอะลาคลอร์ในดิน บริเวณพื้นที่เสี่ยงเขตภาคกลาง ได้แก่ จังหวัดสุพรรณบุรี นครปฐม กาญจนบุรี สระบุรี และลพบุรี โดยสุ่มเก็บ ตัวอย่างดินในแปลงปลูกพืช ตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างชนิดไกลโฟเซต อะทราซีน และอะลาคลอร์ รวมทั้งนำ ข้อมูลที่ได้มาประเมินผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม

2. สถานที่ทำการวิจัย

2.1 แปลงปลูกพืชในเขตภาคกลาง ได้แก่ พื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรี นครปฐม กาญจนบุรี ลพบุรี และสระบุรี

2.2 สกัดและทดสอบตัวอย่างที่ห้องปฏิบัติการกลุ่มวิจัยวัตถุพิษการเกษตร กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

3. ระยะเวลาดำเนินงาน เริ่มต้น ตุลาคม 2563 ถึง กันยายน 2564

4. วิธีการดำเนินการ

4.1 เก็บตัวอย่าง (Sampling sites) แปลงปลูกพืชในพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรี นครปฐม กาญจนบุรี สระบุรี และลพบุรี สุ่มเก็บตัวอย่างดินในช่วงฤดูแล้ง (กุมภาพันธ์ - มีนาคม 2564) และฤดูฝน (มิถุนายน-กรกฎาคม 2564) จำนวน 34 แปลง

4.2 การสุ่มเก็บตัวอย่าง (Sample collection) เก็บตัวอย่างดินในแปลงปลูกพืชโดยวิธีการสุ่ม (random sampling) (กลุ่มวิจัยวัตถุพิษการเกษตร, 2564) จำนวนตัวอย่างรวมทั้งหมด 130 ตัวอย่าง

4.1.3 การสกัดตัวอย่าง (Sample preparation) หาความชื้นในตัวอย่างดิน (Back, 1965) สกัดสารพิษตกค้างในชนิดไกลโฟเซต และอนุพันธ์ (Sun et al., 2017) อะทราซีน และอะลาคลอร์ (AOAC, 2016)

4.4 การวิเคราะห์สารตกค้าง (Sample analysis) ไกลโฟเซต อะทราซีน และอะลาคลอร์ ตรวจวิเคราะห์สารโดยใช้เครื่อง HPLC และ GC

4.5 การคำนวณปริมาณสารตกค้างปริมาณสารพิษตกค้างในตัวอย่าง การประเมินผลกระทบต่อสุขภาพ และสิ่งแวดล้อม

การทดลองที่ 3 การประเมินผลกระทบของสารตกค้างในแม่น้ำเจ้าพระยาและท่าจีน

1. ประเด็นวิจัย

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการเฝ้าระวังและประเมินผลกระทบที่เกิดจากสารพิษตกค้างบริเวณลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยา และท่าจีนซึ่งเป็นแหล่งเกษตรกรรมที่สำคัญของประเทศไทย ดำเนินการวิจัยในปี 2563 – 2564 โดยสุ่มเก็บ ตัวอย่างน้ำ ตะกอน พืช และสัตว์น้ำ ไม่น้อยกว่า 2 ช่วงฤดู (แล้งและฝน) บริเวณคลองแยกและแม่น้ำหลัก เลือก พื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชในแหล่งน้ำ สกัดตัวอย่างและตรวจวิเคราะห์ สารพิษตกค้างในห้องปฏิบัติการด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟีและลิควิดโครมาโทกราฟี นำข้อมูลที่ได้มา ประเมินผลกระทบในสิ่งแวดล้อมตาม Guidelines for Ecological Risk Assessment

2. สถานที่ทำการวิจัย

2.1 แม่น้ำเจ้าพระยา และท่าจีน

2.2 ห้องปฏิบัติการกลุ่มวิจัยวัตถุพิษการเกษตร กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

กรมวิชาการเกษตร

3. ระยะเวลาดำเนินงาน เริ่มต้น ตุลาคม 2562 ถึง กันยายน 2564

4. วิธีการดำเนินการ

4.1 สำรวจพื้นที่และสัมภาษณ์เกษตรกร พร้อมทั้งกำหนดจุดเก็บตัวอย่างบริเวณคลองแยกและแม่น้ำหลัก ใกล้บริเวณพื้นที่แหล่งเกษตรกรรม ที่มีโอกาสสูงที่จะเกิดปนเปื้อนของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช ใช้ระบบกำหนด ตำแหน่งพื้นโลกด้วยดาวเทียม (Global Positioning System, GPS)

4.2 การสุ่มเก็บและเตรียมตัวอย่าง ตะกอน สัตว์น้ำ (ปลา) พืช (ผักบึง ผักกระเฉด)

4.3. การเตรียมสารละลายของสารมาตรฐาน และการสกัดตัวอย่างน้ำ

กลุ่ม organochlorine, กลุ่ม pyrethroid, กลุ่ม triazole, กลุ่ม chloroacetamide, pendimethalin, oxyfluorfen และ oxadiazon ตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC-ECD (TM-T04-I01) (กลุ่มวิจัยวัตถุเคมีพิษการเกษตร, 2564)

กลุ่ม organophosphorus กลุ่ม carbamate กลุ่ม triazine และกลุ่ม phenylamide akylalanine ตรวจด้วยเครื่อง GC-NPD (TM-T04-I03) (กลุ่มวิจัยวัตถุเคมีพิษการเกษตร, 2564)

กลุ่ม chlorophenoxy compound ชนิด 2,4-D ตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC-ECD (Rice et al., 1980)

กลุ่ม bipyridirium ชนิด paraquat ตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง UHPLC-DAD (Robinson, 2006)

4.4 ตัวอย่างตะกอน หาความชื้นในตัวอย่างตะกอน (Back, 1965) การสกัดสารพิษ

กลุ่ม organophosphorus กลุ่ม carbamate กลุ่ม triazine กลุ่ม phenylamide akylalanine กลุ่ม organochlorine, กลุ่ม pyrethroid, กลุ่ม triazole, กลุ่ม chloroacetamide, pendimethalin, oxyfluorfen และ oxadiazon ด้วยเครื่อง GC-FPD GC-NPD GC-ECD (TM-T04-I02) (กลุ่มวิจัยวัตถุเคมีพิษการเกษตร, 2564)

กลุ่ม chlorophenoxy compound ชนิด 2,4-D ตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC-ECD (Keller and Otto, 1985)

กลุ่ม bipyridirium ชนิด paraquat ตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง UHPLC-DAD (Robinson, 2006)

4.5 ตัวอย่างพืช (Anastassiades et al., 2003) ตรวจวิเคราะห์หาสารพิษกลุ่ม organophosphorus ด้วยเครื่อง GC-FPD และหาสารพิษกลุ่ม carbamate กลุ่ม triazine และกลุ่ม phenylamide akylalanine ด้วย เครื่อง GC-NPD

4.6 ตัวอย่างปลา (Feei et al., 2000) ตรวจวิเคราะห์หาสารพิษกลุ่ม organophosphorus ด้วยเครื่อง GC-FPD และหาสารพิษกลุ่ม carbamate กลุ่ม triazine และกลุ่ม phenylamide akylalanine ด้วยเครื่อง GC-NPD

การทดลองที่ 4 การประเมินผลกระทบจากสารกำจัดวัชพืชพาราควอตตกค้างในไร่ข้าวโพดต่อสุขภาพ

เกษตรกร

1. ประเด็นวิจัย

ประเมินผลกระทบที่เกิดจากการตกค้างของพาราควอตในไร่ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่มีต่อเกษตรกร โดยสุ่มเก็บ ตัวอย่างน้ำ ตะกอน และข้าวโพดในแปลงปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้อมูลการตกค้างนำไปประเมินผลกระทบต่อ สุขภาพและสิ่งแวดล้อมตามมาตรฐาน

2. สถานที่ทำการวิจัย

2.1 แปลงปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในจังหวัดสระบุรี และลพบุรี

2.2 ห้องปฏิบัติการกลุ่มวิจัยวัฏภูมิพิษการเกษตร กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

3. ระยะเวลาดำเนินงาน เริ่มต้น ตุลาคม 2562 ถึง กันยายน 2563

4. วิธีการดำเนินการ

4.1 วิธีการสำรวจและกำหนดจุดเก็บตัวอย่าง เลือกพื้นที่ไร่ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในจังหวัดสระบุรี และลพบุรี ประสานหน่วยงานในพื้นที่ เกษตรอำเภอ เพื่อขอข้อมูล และความร่วมมือระหว่างดำเนินการ ทำการสัมภาษณ์ และเก็บข้อมูลเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จำนวน 58 ราย ที่มีความเสี่ยงจากการใช้สารกำจัดวัชพืชพาราควอตจำนวน 26 ราย กำหนดจุดเก็บตัวอย่างในพื้นที่ ใช้ระบบกำหนดตำแหน่งพื้นโลกด้วยดาวเทียม (Global Positioning System; GPS) เก็บตัวอย่าง 1 ครั้ง ในฤดูฝน เดือนกรกฎาคม ทำการเก็บตัวอย่างดิน และน้ำในไร่ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จากอำเภอหนองม่วง จังหวัดลพบุรี จำนวน 10 แปลง อำเภอพุทธบาท และอำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี จำนวน 16 แปลง รวมทั้งหมด 26 แปลง

4.2 สุ่มเก็บตัวอย่างน้ำ วัดดัชนีคุณภาพน้ำจากค่าพารามิเตอร์ในน้ำ ได้แก่ อุณหภูมิของน้ำ ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำ (pH) การนำไฟฟ้า (Conductivity, $\mu\text{s}/\text{cm}$) ค่าของแข็งทั้งหมด (Total Dissolve Solid, ppm) และค่าออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolve Oxygen, mg/L)

4.3 สุ่มเก็บตัวอย่างดิน และหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นของตัวอย่างดิน ตะกอน (Back, 1965)

4.4 ตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างในตัวอย่างน้ำ และดิน (Kennedy, 1986) วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 396 นาโนเมตร ด้วยวิธี Spectrophotometer และตรวจยืนยันผลด้วย UHPLC-DAD

4.5 การคำนวณความเสี่ยงจากการได้รับสารกำจัดวัชพืช paraquat ในน้ำและดินต่อสุขภาพขอเกษตรกร ค่าความเสี่ยงประเมินจากดัชนีชี้วัดความเสี่ยง (HQ)

การทดลองที่ 5 การประเมินผลกระทบจากสารกำจัดวัชพืชอะทราซีนตกค้างในไร่ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

1. ประเด็นวิจัย

ประเมินผลกระทบที่เกิดจากการตกค้างของอะทราซีนในไร่ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่มีต่อเกษตรกร โดยสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำ ตะกอน และข้าวโพดในแปลงปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้อมูลการตกค้างนำไปประเมินผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อมตามมาตรฐาน

2. สถานที่ทำการวิจัย

2.1 แปลงทดลองข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในจังหวัดลพบุรี และสระบุรี

2.2 ห้องปฏิบัติการกลุ่มวิจัยวัฏภูมิพิษการเกษตร กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

3. ระยะเวลาดำเนินงาน เริ่มต้น ตุลาคม 2563 ถึง กันยายน 2564

4. วิธีการดำเนินการ

4.1 การสำรวจและกำหนดจุดเก็บตัวอย่าง ทำการสัมภาษณ์ และเก็บข้อมูลเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จำนวน 58 ราย ใน 3 อำเภอ 2 จังหวัด คือ อำเภอหนองม่วง จังหวัดลพบุรี อำเภอพุทธบาท และอำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี ได้ข้อมูลเกษตรกรที่มีความเสี่ยงจากการใช้สารกำจัดวัชพืชอะทราซีน จำนวน 34 ราย กำหนดจุดเก็บตัวอย่างในพื้นที่ ใช้ระบบกำหนดตำแหน่งพื้นโลกด้วยดาวเทียม (Global Positioning System; GPS) เก็บตัวอย่าง 2 ครั้ง ในฤดูแล้ง และฤดูฝน ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ - กรกฎาคม 2564 ทำการเก็บตัวอย่างดิน น้ำ ตะกอน และข้าวโพด ในแปลงข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จากอำเภอหนองม่วง จังหวัดลพบุรี จำนวน 39 แปลง อำเภอพุทธบาท และอำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี จำนวน 21 แปลง รวมทั้งหมด 60 แปลง

4.2 สุ่มเก็บตัวอย่างน้ำ วัดดัชนีคุณภาพน้ำจากค่าพารามิเตอร์ในน้ำ ได้แก่ อุณหภูมิของน้ำ ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำ (pH) การนำไฟฟ้า (Conductivity, $\mu\text{s}/\text{cm}$) ค่าของแข็งทั้งหมด (Total Dissolve Solid, ppm) และค่าออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolve Oxygen, mg/L)

4.3 สุ่มเก็บตัวอย่างดิน และหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นของตัวอย่างดิน ตะกอน (Back, 1965)

4.4 ตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างอะโทราซินในตัวอย่างน้ำ ดิน และข้าวโพด ตัวอย่างน้ำ โดยใช้วิธี In-house method based on EPA method 8141A, rev.1, 1994. (EPA, 1994) การสกัดในตัวอย่างดินและตะกอน ประยุกต์ใช้วิธี ultrasonic (Babic, et. al., 1998) ข้าวโพด ประยุกต์ใช้วิธี EN Extraction: EN Method 15662 (Zeying et al., 2015)

4.5 การวิเคราะห์หาปริมาณอะโทราซิน ด้วยเครื่อง GC-NPD

4.6 การคำนวณความเสี่ยงจากการได้รับสารกำจัดวัชพืช paraquat ในน้ำและดินต่อสุขภาพของเกษตรกร ค่าความเสี่ยงประเมินจากดัชนีชี้วัดความเสี่ยง (HQ)

การทดลองที่ 6 การประเมินผลกระทบจากสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสต่อสุขภาพเกษตรกรในพื้นที่ปลูกผักจังหวัดนครปฐม

1. ประเด็นวิจัย

พื้นที่ปลูกผักที่การปลูกผักตำบลทุ่งบัว และตำบลวังน้ำเขียว อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ลักษณะการผลิตผักของเกษตรกรมีทั้งแบบใช้สาร แบบ Good Agricultural Practice (GAP) และแบบเกษตรอินทรีย์ เก็บตัวอย่างทางชีวภาพ ได้แก่ เลือด และปัสสาวะของเกษตรกร มาวิเคราะห์หาสารชี้บ่งทางชีวภาพ (Biomarker) การได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส จากการรับสัมผัสสารพิษ ได้แก่ เอ็นไซม์โคลีนเอสเตอเรส (Acetylcholine esterase, AchE) และสารไดอัลคิลฟอสเฟตเมตาโบไลต์ (Dialkylphosphates, DAPs)

2. สถานที่ทำการวิจัย

2.1 ตำบลทุ่งบัว (ปี 2563) และตำบลวังน้ำเขียว (ปี 2564) อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

2.2 ห้องปฏิบัติการกลุ่มวิจัยวัตถุดิบพืชการเกษตร กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

3. ระยะเวลาดำเนินงาน เริ่มต้น ตุลาคม 2562 ถึง กันยายน 2564

4. วิธีการดำเนินการ

4.1 ประสานหน่วยงานในพื้นที่ คัดเลือกพื้นที่แหล่งผลิตผัก รับสมัครเกษตรกรปลูกผักในเขตจังหวัดนครปฐม ที่มีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนของสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส

4.2 จัดทำ/จัดหาแบบสอบถาม และจัดเตรียมความพร้อมของวัสดุอุปกรณ์รวมทั้งวิธีการที่ใช้วิเคราะห์ทดสอบ

4.3 ชี้แจงรายละเอียดการดำเนินการให้แก่อาสาสมัครเกษตรกรปลูกผักที่มีการใช้สารป้องกันกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสในการปลูก เก็บข้อมูลจากอาสาสมัครเกษตรกร โดยใช้แบบสอบถาม

4.6 เก็บตัวอย่างเลือด ปัสสาวะ และตัวอย่างดิน น้ำ ตะกอน และพืช เพื่อนำมาวิเคราะห์สาร Dialkylphosphate metabolites (DAPs) Chuhua Wu et al. (2010) วิเคราะห์ด้วย GC-FPD ตรวจวัด Acetylcholinesterase (AchE) ในตัวอย่างเม็ดเลือดแดง Ellman et al. (1961) วัดด้วยเครื่อง Microplate Spectrophotometer

4.7 ตรวจสารพิษตกค้างกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสในตัวอย่างดิน น้ำ และตะกอน AOAC (1995) ตัวอย่างพืช Anastassiades et al. (2003) โดยใช้ GC-FPD

4.8 วิเคราะห์และการแปลผลการทดลองข้อมูลจากการตอบแบบสอบถาม ผลการตรวจคัดกรองเอ็นไซม์ Cholinesterase ในตัวอย่างเลือด สารบ่งชี้กลุ่ม Dialkylphosphate metabolites (DAPs) สารพิษตกค้างในดิน น้ำ ตะกอนและพืช เพื่อประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการสัมผัส WHO (2010) สรุปผลการดำเนินการ โครงการและสื่อสารความเสี่ยง

ผลการวิจัยและอภิปราย

1. การประเมินผลกระทบของสารตกค้างไกลโฟเซต พาราควอต และคลอร์ไพริฟอสในดิน

ผลการเก็บตัวอย่างดินในแปลงปลูกมันสำปะหลัง ยางพารา ปาล์มน้ำมัน และทุเรียน ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่จังหวัดระยอง จันทบุรี และปราจีนบุรี ช่วงฤดูแล้ง รวมจำนวนตัวอย่างทั้งหมด 27 ตัวอย่าง พบการตกค้างของพาราควอต 27 ตัวอย่าง (ร้อยละ 100) ปริมาณ 0.22 – 8.47 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ไกลโฟเซต 1 ตัวอย่าง (ร้อยละ 4) 0.35 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ คลอร์ไพริฟอส 1 ตัวอย่าง (ร้อยละ 4) <0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ผลการตรวจวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่างในดิน พบว่าตัวอย่างดินมีค่า pH อยู่ในตั้งแต่ระดับกรดรุนแรงมาก (pH 3.5 – 4.4) ถึงระดับด่างอ่อน (pH 7.4 – 7.8) ซึ่งพาราควอตมีความคงทนได้ดีในสภาพดินเหนียวและคุณสมบัติที่มีซัลเฟอร์ทำให้ยึดจับกับอินทรีย์วัตถุในดินได้ดี (Constenla et al.,1990) ผลการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างในตัวอย่างดิน ช่วงฤดูฝน พบพาราควอตตกค้าง จำนวน 26 ตัวอย่าง (ร้อยละ 96) ปริมาณ 0.18 – 4.17 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และคลอร์ไพริฟอส ปริมาณ <0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จำนวน 2 ตัวอย่าง (ร้อยละ 7) แม้จากการสอบถามเกษตรกรเกี่ยวกับสารชนิดไกลโฟเซตที่มีการใช้อย่างต่อเนื่อง แต่พบการตกค้างในดินปริมาณค่อนข้างต่ำนั้น ด้วยแบคทีเรียในดินสามารถย่อยสลาย และเปลี่ยนรูปสาร (Van et al., 2017) จึงทำให้ตรวจพบปริมาณไกลโฟเซตต่ำ

การประเมินความเสี่ยงต่อเกษตรกรผู้รับสัมผัส และสิ่งแวดล้อม ปริมาณพาราควอตที่พบมากที่สุด ในฤดูแล้ง และฤดูฝน เท่ากับ 8.47 และ 4.17 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณไกลโฟเซตที่พบมากที่สุด ในฤดูแล้ง เท่ากับ 0.35 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เมื่อนำไปประเมินความเสี่ยงต่อเกษตรกรผู้รับสัมผัส และสิ่งแวดล้อม พบว่าทั้งไกลโฟเซต และพาราควอตมีความเสี่ยงระยะยาวต่อสุขภาพทั้งเด็ก และผู้ใหญ่อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ ในด้านสิ่งแวดล้อมพบว่าพาราควอตไม่มีความเสี่ยงต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาการตกค้างของพาราควอตในแม่น้ำจันทบุรีและพื้นที่ข้างเคียงที่มีการสูบน้ำ และดิน นำมาตรวจวิเคราะห์พาราควอต และประเมินผลกระทบต่อสุขภาพ และสิ่งแวดล้อม พบว่า มีค่า HQ และ RQ <1 (Poranee et al., 2012) จากการศึกษาของ (Curry et al.,1970; Riley et al., 1976) พบว่าเมื่อใช้พาราควอตที่ระดับความเข้มข้นปกติถึงระดับมากกว่าที่ประมาณ 32 เท่า ไม่ก่อให้เกิดอันตรายหรือผลกระทบต่อ การดำเนินชีวิตของสัตว์ในดิน ส่วนไกลโฟเซตมีความเสี่ยงต่อสิ่งแวดล้อมเล็กน้อย แต่หากมีการเพิ่มปริมาณการใช้ ก็อาจจะมีความเสี่ยงเพิ่มขึ้น ซึ่งคณะกรรมการวัตถุอันตรายได้มีมติเมื่อวันที่ 23 พฤษภาคม 2561 ให้ไกลโฟเซตเป็นสารกำจัดวัชพืชที่จำกัดการใช้ โดยให้ระบุค่าเตือนไว้ข้างฉลาก รวมถึงผู้พ่นจะต้องผ่านการอบรม และมีใบอนุญาตจึงจะสามารถปฏิบัติงาน และกำหนดวัตถุอันตรายพาราควอต และคลอร์ไพริฟอส เป็นวัตถุอันตรายชนิดที่ 4 ห้ามผลิต นำเข้า ส่งออก หรือมีไว้ในครอบ โดยให้มีผลบังคับตั้งแต่วันที่ 1 มิถุนายน 2563 เป็นต้นไป (ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม, 2563)

2. การประเมินผลกระทบของสารตกค้างไกลโฟเซต อะทราซีน และอะลาคลอร์ในดิน

การสุ่มเก็บตัวอย่างดินในแปลงปลูกพืชในเขตภาคกลาง พื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรี นครปฐม กาญจนบุรี สระบุรี และลพบุรี รวม 34 แปลง จำนวนตัวอย่างดินรวมทั้งหมด 130 ในช่วงฤดูแล้ง (กุมภาพันธ์-มีนาคม 2564) พบอะทราซีน ปริมาณ <0.01 – 0.42 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จำนวน 15 ตัวอย่าง และในช่วงฤดูฝน (มิถุนายน-กรกฎาคม 2564) พบอะทราซีน ปริมาณ <0.01 – 0.45 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จำนวน 20 ตัวอย่าง และพบอะลาคลอร์ปริมาณ <0.01 – 0.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จำนวน 2 ตัวอย่าง รวมจำนวนตัวอย่างที่ตรวจพบสารพิษ

ตกค้างคิดเป็น ร้อยละ 28 ของจำนวนตัวอย่างทั้งหมด โดยตรวจพบอะทราซีนในช่วงฤดูฝนมีจำนวนตัวอย่างมากกว่าในฤดูแล้ง แต่ปริมาณที่ตรวจพบนั้นใกล้เคียงกัน สอดคล้องกับการใช้เป็นสารกำจัดวัชพืชในช่วงต้นฤดูฝน เพื่อเตรียมแปลงปลูกพืชและข้อมูลการตกค้างที่ยาวนานในสิ่งแวดล้อมของอะทราซีนที่มีค่าการสลายตัวของอะทราซีนในดิน DT50 เท่ากับ 115 วัน (ผกาสิณีและคณะ, 2555) ซึ่งหากมีการใช้อย่างต่อเนื่อง จะทำให้มีปริมาณตกค้างได้นานขึ้น อย่างไรก็ตามปริมาณที่ตรวจพบนี้ต่ำกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพดินของประเทศไทย ที่กำหนดค่ามาตรฐานของสารอะทราซีนในดินเพื่อที่อยู่อาศัยและเกษตรกรรมต้องไม่เกิน 22 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2547) สำหรับอะลาคลอร์พบการตกค้างในปริมาณต่ำ ด้วยคุณสมบัติการละลายน้ำได้ดี รวมทั้งค่า DT50 ในดินที่มีขบวนการย่อยสลายของแบคทีเรียจะอยู่ในช่วงสั้น ๆ ที่ 6 – 15 วัน (Vencill, 2002) ทำให้พบปริมาณการตกค้างที่ค่อนข้างต่ำ และเป็นจำนวนน้อย สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์สารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในดินแปลง GAP ในพื้นที่จังหวัดขอนแก่น พบว่าการตกค้างของอะลาคลอร์ในปริมาณต่ำ (0.01 – 0.06 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) (จารุพงศ์และคณะ, 2562) ส่วนของไกลเซตนั้น ไม่พบการตกค้างในทุกแปลง และทั้ง 2 ฤดู เนื่องจากการสลายตัวโดยจุลินทรีย์ในดิน (Van et al., 2018)

การประเมินผลกระทบต่อสุขภาพจากการรับสัมผัสที่มีการปนเปื้อนของสารพิษตกค้างที่ไม่ใช่สารก่อมะเร็ง โดยใช้ Hazard quotient (HQ) สำหรับเด็กอายุ 6 ปี และผู้ใหญ่อายุ 70 ปี และประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยใช้ Risk quotient (RQ) พบว่า ทั้งค่า HQ และ RQ ของอะทราซีนและอะลาคลอร์ที่พบตรวจนั้น มีค่า <1 แสดงว่า เป็นความเสี่ยงระดับต่ำที่ยอมรับได้ (acceptable risk)

3. การประเมินผลกระทบของสารตกค้างในแม่น้ำเจ้าพระยาและท่าจีน

3.1 แม่น้ำเจ้าพระยา

การสัมภาษณ์เกษตรกรบริเวณใกล้ลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยา พบว่าเกษตรกรใช้ทั้งสารกำจัดแมลง สารกำจัดวัชพืช รวมทั้งสารป้องกันกำจัดโรคพืชร่วมกันเพื่อใช้ในการควบคุมศัตรูพืช ซึ่งแหล่งเกษตรกรรมในบริเวณลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยา ส่วนใหญ่เพาะปลูกข้าว รองลงมาปลูกพืชไร่ พืชสวน และพืชผัก เก็บตัวอย่างในระหว่าง ธันวาคม 2562 (ฤดูแล้ง) และ กรกฎาคม 2563 (ฤดูฝน) โดยเก็บตัวอย่างน้ำ ตะกอน พืช และสัตว์น้ำ บริเวณลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยา และคลองแยก ตามจุดเก็บที่กำหนดไว้ จำนวน 20 จุด ได้ตัวอย่างรวมทั้งหมด 66 ตัวอย่าง แบ่งเป็นตัวอย่างน้ำ, ตะกอน, พืช (ผักบุ้ง) และปลา (ปลากดและปลาตะเพียน) จำนวน 40, 21, 3 และ 2 ตัวอย่าง ตามลำดับ

ตรวจวัดค่าการนำไฟฟ้า ค่าความเป็นกรด-ด่าง และอุณหภูมิของตัวอย่างน้ำ ขณะทำการเก็บตัวอย่าง พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 7.7 ± 0.4 อยู่ในช่วงที่กำหนดไว้ตามมาตรฐานคู่มือคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน คือ ค่า pH อยู่ในช่วง 5.0 – 9.0 (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2537) โดยค่า pH ในช่วงฤดูฝนมีค่าต่ำกว่าฤดูแล้ง การลดลงเล็กน้อยของค่า pH ในช่วงฤดูฝน อาจเกิดจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำเนื่องจากฝนตกส่งผลให้ความเข้มข้นของไอออน H^+ (Samoh and Ibrahim, 2009) อุณหภูมิของน้ำ เท่ากับ 26.9 ± 1.3 องศาเซลเซียส อุณหภูมิของน้ำในสภาวะปกติของช่วงฤดูแล้งจะสูงกว่าฤดูฝน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศของแต่ละพื้นที่และเวลาที่สุ่มเก็บตัวอย่าง ค่าการนำไฟฟ้าของตัวอย่างน้ำ เท่ากับ 220 ± 57 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ซึ่งค่าสูงสุดที่ WHO ยอมรับได้สำหรับน้ำดื่ม คือ 2500 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร และค่าปริมาณของแข็ง สารอนินทรีย์และอินทรีย์ทั้งหมดที่ละลายอยู่ในน้ำ (Total dissolved solids; TDS) เท่ากับ 110 ± 27 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งเข้าใกล้ช่วงปกติสำหรับแม่น้ำธรรมชาติ คือ 0 – 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร (WHO, 1988)

ผลการตรวจวิเคราะห์พบสารพิษตกค้างอะทราซีน ในตัวอย่างน้ำ จำนวน 40 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 100 ปริมาณ 0.07 – 0.60 ไมโครกรัมต่อลิตร เมื่อเทียบกับค่าสูงสุดที่ยอมรับได้ในน้ำดื่มตามมาตรฐานต่างๆ ได้แก่ ประเทศออสเตรเลียที่กำหนดไว้เท่ากับ 20 ไมโครกรัมต่อลิตร (NHMRC and NRMCC, 2011) WHO กำหนดไว้เท่ากับ 2 ไมโครกรัมต่อลิตร (WHO, 2004) U.S. EPA กำหนดไว้ 3 ไมโครกรัมต่อลิตร (U.S. EPA, 2003) และ

ประเทศแคนาดา กำหนดไว้ เท่ากับ 5 ไมโครกรัมต่อลิตร (Health Canada, 1993) พบว่า ปริมาณที่ตรวจพบไม่ เกินเกณฑ์ที่กำหนด อยู่ในเกณฑ์ปลอดภัยสามารถนำมาใช้เป็นแหล่งน้ำเพื่อการเกษตร และนำไปผลิตน้ำเพื่อการ บริโภคได้

3.2 แม่น้ำท่าจีน

ผลการสัมภาษณ์เกษตรกรบริเวณใกล้ลุ่มแม่น้ำท่าจีน พบว่าเกษตรกรใช้ทั้งสารกำจัดแมลง สารกำจัด วัชพืช รวมทั้งสารป้องกันกำจัดโรคพืชร่วมกัน เพื่อใช้ในการควบคุมศัตรูพืช ซึ่งแหล่งเกษตรกรรมในบริเวณลุ่มแม่น้ำท่าจีน ส่วนใหญ่เพาะปลูกข้าว รองลงมาปลูกพืชสวน และพืชผัก เก็บตัวอย่างในระหว่าง กุมภาพันธ์ 2564 (ฤดู แล้ง) และ กรกฎาคม 2564 (ฤดูฝน) จำนวน 24 จุด ได้ตัวอย่างรวมทั้งหมด 84 ตัวอย่าง แบ่งเป็นตัวอย่างน้ำ, ตะกอน และพืช (ผักบุ้งและผักกระเฉด) จำนวน 48, 19 และ 17 ตัวอย่าง ตามลำดับ ตรวจวัดค่าการนำไฟฟ้า ค่า ความเป็นกรด-ด่าง และอุณหภูมิของตัวอย่างน้ำ ขณะทำการเก็บตัวอย่าง พบว่า ค่า pH เท่ากับ 7.1 ± 0.4 อยู่ใน ช่วงที่กำหนดไว้ตามมาตรฐานคู่มือคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2537) โดย ค่า pH ในช่วงฤดูฝนมีค่าต่ำกว่าฤดูแล้ง สอดคล้องกับแม่น้ำเจ้าพระยา อุณหภูมิของน้ำ เท่ากับ 30.8 ± 2.6 องศา เซลเซียส ค่าการนำไฟฟ้าของตัวอย่างน้ำ เท่ากับ 332 ± 22 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร เทียบกับค่าสูงสุดที่ WHO ยอมให้มีได้สำหรับน้ำดื่ม อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ คือ 2500 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร และค่า TDS เท่ากับ 166 ± 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งเข้าใกล้ช่วงปกติสำหรับแม่น้ำธรรมชาติ คือ 0 – 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร (WHO, 1988)

ผลการตรวจวิเคราะห์พบสารพิษตกค้างอะโทรซินในตัวอย่างน้ำ จำนวน 41 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 85 ปริมาณ 0.09 – 0.33 ไมโครกรัมต่อลิตร เมื่อเทียบกับค่าสูงสุดที่ยอมให้มีได้ในน้ำดื่มตามมาตรฐานต่างๆ ได้แก่ ประเทศออสเตรเลียที่กำหนดไว้เท่ากับ 20 ไมโครกรัมต่อลิตร (NHMRC and NRMMC, 2011) WHO กำหนดไว้ เท่ากับ 2 ไมโครกรัมต่อลิตร (WHO, 2004) U.S. EPA กำหนดไว้ เท่ากับ 3 ไมโครกรัมต่อลิตร (U.S. EPA, 2003) และประเทศแคนาดา กำหนดไว้ เท่ากับ 5 ไมโครกรัมต่อลิตร (Health Canada, 1993) นอกจากนี้ยังตรวจพบ สารพิษตกค้างอะมีทรินในตัวอย่างน้ำ จำนวน 4 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 8 ปริมาณ 0.16 – 0.43 ไมโครกรัมต่อ ลิตร เมื่อเทียบกับค่าสูงสุดที่ยอมให้มีได้ในน้ำดื่มตามมาตรฐานของประเทศออสเตรเลียที่กำหนดไว้เท่ากับ 70 ไมโครกรัมต่อลิตร (NHMRC and NRMMC, 2011) พบว่า ปริมาณที่ตรวจพบไม่ เกินเกณฑ์ที่กำหนด อยู่ในเกณฑ์ ปลอดภัยสามารถนำมาใช้เป็นแหล่งน้ำเพื่อการเกษตร และนำไปผลิตน้ำเพื่อการบริโภคได้

การตรวจพบอะโทรซินและอะมีทรินในบริเวณลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาและท่าจีน คิดเป็นร้อยละ 92 และ 5 ตามลำดับ โดยบริเวณลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาพบอะโทรซินตกค้างในตัวอย่างน้ำทุกตัวอย่าง เกษตรกรใช้สารป้องกัน กำจัดศัตรูพืชชนิดอะโทรซินและอะมีทริน เพื่อควบคุมวัชพืชในแหล่งเกษตรกรรม ทำให้มีโอกาสสูงที่จะเกิดการ ตกค้างในแหล่งน้ำ โดยพื้นที่เกษตรกรรมส่วนใหญ่ปลูกข้าว รองลงมาปลูกพืชไร่พืชผัก (สำนักบริหารจัดการน้ำและ อุทกวิทยา, 2563) อะมีทรินพบตกค้างในช่วงฤดูฝนบริเวณลุ่มแม่น้ำท่าจีน ส่วนอะโทรซินพบตกค้างบริเวณลุ่ม แม่น้ำเจ้าพระยาและท่าจีนทั้งในช่วงฤดูแล้งและฤดูฝน ช่วงฤดูฝนตรวจพบในปริมาณที่สูงกว่าฤดูแล้ง เนื่องจาก ในช่วงฤดูฝนมีโอกาสสูงที่จะเกิดการไหลบ่า (runoff) และการชะล้าง (leaching) ลงสู่แม่น้ำจากกรณีฝนตก ทำให้ ปริมาณสารพิษตกค้างที่ตรวจพบสูงกว่าในฤดูแล้ง อีกทั้งช่วงฤดูฝนเป็นระยะที่เริ่มทำการเพาะปลูก เกษตรกรใช้ สารอะโทรซินและอะมีทริน เพื่อควบคุมวัชพืชก่อนและหลังงอก จึงส่งผลให้เกิดการปนเปื้อนของสารพิษมากขึ้น โดยพบสารพิษตกค้างอะโทรซินในตัวอย่างน้ำที่สุ่มเก็บเกือบทั้งหมด สอดคล้องกับการศึกษาการแพร่กระจายของ สารพิษทางการเกษตรจากแหล่งเกษตรกรรมสู่แม่น้ำสายหลักของประเทศ (มลิสาและคณะ, 2555) แต่ในตัวอย่าง ตะกอน พืช และสัตว์น้ำ ไม่พบสารพิษตกค้าง เนื่องจากอะโทรซินในน้ำ เกิดการสลายตัวได้ด้วยแสง โดยค่า DT50 ที่ pH 7 เท่ากับ 2.6 วัน (จัดเป็น moderately fast) ส่วนสารพิษชนิดอะมีทริน เกิดการสลายตัวได้ด้วยแสงแดด

โอกาสที่จะเกิดการดูดซับบนตะกอนจึงเกิดขึ้นได้น้อยมาก อะทราซีนและอะมีพรีนมีความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตอยู่ในระดับปานกลาง แต่ปริมาณที่ตรวจพบในตัวอย่างน้ำอยู่ในระดับต่ำมาก และไม่อยู่ในระดับที่เป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ โดยค่า LC50 (96 hour) ในปลา ของ อะทราซีนและอะมีพรีนเท่ากับ 4500 และ 5000 ไมโครกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (Lewis et al., 2016)

ประเมินผลกระทบของสารพิษตกค้างต่อสิ่งแวดล้อม ตาม Guidelines for Ecological Risk Assessment (U.S. EPA, 2017) และ (ECB, 2003) ประเมินผลกระทบต่อสุขภาพโดยใช้ค่า Hazard Quotient (HQ) จากการรับสัมผัสโดยการบริโภคน้ำที่มีการปนเปื้อนของของสารพิษตกค้างที่ไม่ใช่สารก่อมะเร็ง สำหรับเด็กอายุ 6 ปี และผู้ใหญ่อายุ 70 ปี พบว่าค่า HQ ที่ได้ทั้งในฤดูแล้งและฤดูฝน มีค่าน้อยกว่า 1 แสดงว่า เป็นความเสี่ยงที่ยอมรับได้ (acceptable risk) จากนั้นประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยใช้ค่า Risk Quotient (RQ) จากการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม พบว่าค่า RQ ที่ได้ทั้งในฤดูแล้งและฤดูฝน มีค่าน้อยกว่า 1 แสดงว่า เป็นความเสี่ยงที่ยอมรับได้ (acceptable risk)

4. การประเมินผลกระทบจากสารกำจัดวัชพืชพาราควอตตกค้างในไร่ข้าวโพดต่อสุขภาพเกษตรกร

ผลการสัมภาษณ์เกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จำนวน 58 ราย ใน 3 อำเภอ 2 จังหวัด คือ อำเภอหนองม่วง จังหวัดลพบุรี อำเภอพุทธบาท และอำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี ซึ่งมีผลการศึกษา ดังนี้

4.1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง ส่วนใหญ่ร้อยละ 60.3 เป็นเพศชาย ร้อยละ 70.7 มีอายุระหว่าง 46 – 64 ปี ร้อยละ 75.9 มีสถานภาพสมรส ร้อยละ 69.0 สถานภาพครอบครัวเป็นหัวหน้าครอบครัว ร้อยละ 67.2 จบการศึกษาระดับประถมศึกษา ร้อยละ 58.6 มีรายได้เฉลี่ยต่อปี 50,001 – 250,000 บาท ร้อยละ 53.4 มีจำนวนไร่ข้าวโพด 11 – 36 ไร่ ร้อยละ 84.5 มีปัญหาเรื่องศัตรูพืชและโรคระบาด เกษตรกรส่วนใหญ่ร้อยละ 77.6 เกี่ยวข้องกับขั้นตอนการทำไร่ข้าวโพดในขั้นตอนการใส่ปุ๋ย รองลงมา ร้อยละ 75.9 คือการพ่นสารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืช

4.2 ข้อมูลศัตรูพืชและการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช เมื่อพิจารณาจากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดร้อยละ 100 มีปัญหาเรื่องแมลงและวัชพืช โดยแมลงที่พบส่วนใหญ่ ได้แก่ หนอนกะทู้ข้าวโพด เพลี้ยอ่อน หนอนเจาะลำต้นข้าวโพด และหนอนเจาะฝักข้าวโพด สำหรับวัชพืชที่พบ ได้แก่ หญ้าแห้วหมู หญ้าตีนกา หญ้าคา และหญ้าจรจบ ดอกเล็ก รองลงมา ร้อยละ 77.6 คือปัญหาเรื่องโรคพืช โรคพืชที่พบส่วนใหญ่ คือ โรคราน้ำค้าง และโรคใบไหม้แผลใหญ่ เกษตรกรไร่ข้าวโพดร้อยละ 100 ใช้สารกำจัดวัชพืช paraquat 1 ครั้งต่อฤดูการปลูก ช่วงเดือนพฤษภาคม - มิถุนายน ใช้อัตรา 1 ลิตรต่อไร่ รองลงมา ร้อยละ 43.1 คือ glyphosate ร้อยละ 67.2 ใช้ในรูปแบบการพ่นยา น้ำ หรือสารละลาย ร้อยละ 53.4 โดยพ่นสารศัตรูพืชด้วยตนเอง ในช่วงเช้าหรือช่วงเย็น

4.3 ความรู้เกี่ยวกับการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ร้อยละ 62.1 มีความรู้เกี่ยวกับการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชอยู่ในระดับปานกลาง โดยคำถามที่เกษตรกรตอบถูกต้องมากที่สุด ร้อยละ 100 คือ ขณะพ่นสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชเกษตรกรควรสวมเสื้อผ้ามิดชิด ใช้ผ้าปิดจมูก สวมถุงมือ และใส่รองเท้าบูท รองลงมา ร้อยละ 98.3 คือ paraquat เป็นสารกำจัดวัชพืชประเภทฆ่าหญ้า

4.4 ข้อมูลด้านความเชื่อและทัศนคติการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีทัศนคติเกี่ยวกับการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชอยู่ในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 51.7

4.5 ข้อมูลด้านการปฏิบัติตนในการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช

ใช้วิธีสัมภาษณ์เกษตรกรจำนวน 58 ราย โดยคัดเลือกตัวอย่างเกษตรกรแบบเฉพาะเจาะจงจำนวน 26 ราย ที่ทำการพ่นสารกำจัดวัชพืชพาราควอตด้วยตนเอง กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ร้อยละ 69.0 มีพฤติกรรมก่อนการใช้ขณะใช้ และหลังการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชอยู่ในระดับปานกลาง ส่วนพฤติกรรมการใช้สารป้องกันกำจัด

ศัตรูพืช ที่กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ร้อยละ 65.5 มีการปฏิบัติที่ไม่ถูกต้องมากที่สุด คือ เลือกใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชตามคำแนะนำของเกษตรกรเพื่อนบ้าน

4.6 ผลการวิเคราะห์พาราควอต ในน้ำ และดิน แปลงข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ได้สุ่มเก็บตัวอย่างน้ำ และดิน ในแปลงข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ช่วงฤดูฝน ระหว่างเดือน กรกฎาคม 2563 ได้ตัวอย่างน้ำ จำนวน 12 ตัวอย่าง และตัวอย่างดิน จำนวน 26 ตัวอย่าง มาตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษตกค้าง ผลการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ ตรวจไม่พบพาราควอตในน้ำทุกตัวอย่าง สำหรับตัวอย่างดิน ตรวจพบการตกค้างของพาราควอต ในทุกตัวอย่าง ปริมาณ 1.42 – 11.51 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

4.7 การประเมินความเสี่ยงของพาราควอตในดินต่อสุขภาพของเกษตรกร

4.7.1 การประเมินความเสี่ยงของพาราควอตตกค้างในดินต่อสุขภาพของเกษตรกรในวัยเด็กเมื่อนำผลการตรวจวิเคราะห์พาราควอตในตัวอย่างดินมาคำนวณค่า HQ ในช่วงอายุ 6 – 12 ปี โดยมีค่า HQ มากที่สุดเท่ากับ 1.53×10^{-2} ซึ่งเป็นแปลงข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในอำเภอพุทธบาท จังหวัดสระบุรี และพบค่า HQ น้อยที่สุดเท่ากับ 1.89×10^{-3} ซึ่งเป็นแปลงข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในอำเภอหนองม่วง จังหวัดลพบุรี ส่วนในวัยผู้ใหญ่ในช่วงอายุ 70 ปี มีค่า HQ มากที่สุดเท่ากับ 3.93×10^{-3} และพบค่า HQ น้อยที่สุดเท่ากับ 4.84×10^{-4} ดังนั้น การประเมินความเสี่ยงของพาราควอตในดินแปลงปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต่อสุขภาพเกษตรกร สรุปได้ว่าเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีความเสี่ยงอยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้

4.7.2 การประเมินผลกระทบของสารกำจัดวัชพืชพาราควอตตกค้างในดินแปลงปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เมื่อนำผลการตรวจวิเคราะห์ปริมาณพาราควอตตกค้างในดินที่พบปริมาณต่ำที่สุด (MECmin) และสูงที่สุด (MECex) มาคำนวณค่า RQ โดยมีค่า RQ เท่ากับ 0.01 – 1.15 พบว่าความเสี่ยงเล็กน้อย อยู่ในเกณฑ์ที่ต้องระวังการใช้ (RQ = 1-10) ดังนั้นการประเมินผลกระทบของสารกำจัดวัชพืชพาราควอตตกค้างในดินแปลงปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม สรุปได้ว่ามีความเสี่ยงอยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้

5. การประเมินผลกระทบจากสารกำจัดวัชพืชอะทราซีนตกค้างในไร่ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

สัมภาษณ์เกษตรกรจำนวน 58 ราย จากแบบสอบถามในโครงการประเมินผลกระทบจากสารกำจัดวัชพืชอะทราซีนตกค้างในไร่ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ได้ข้อมูลเกษตรกรที่มีความเสี่ยงจากการใช้อะทราซีน จำนวน 34 ราย ที่ทำการฟาร์มด้วยตนเอง ในแปลงข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จากอำเภอหนองม่วง จังหวัดลพบุรี จำนวน 39 แปลง อำเภอพุทธบาท และอำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี จำนวน 21 แปลง รวมทั้งหมด 60 แปลง โดยสุ่มเก็บตัวอย่าง ดิน น้ำ ตะกอนดิน และข้าวโพด รวมทั้งหมด 183 ตัวอย่าง ประกอบด้วยดิน 120 ตัวอย่าง น้ำ 40 ตัวอย่าง ตะกอนดิน 4 ตัวอย่าง และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 19 ตัวอย่าง ในฤดูแล้ง และฤดูฝน ช่วงเดือนกุมภาพันธ์ และกรกฎาคม 2564 ดังนี้

5.1 ผลการวิเคราะห์อะทราซีนในดินและน้ำ จากแปลงข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ สรุปผลการตรวจวิเคราะห์ในตัวอย่างดินทั้งหมด 120 ตัวอย่าง พบการตกค้าง 44 ตัวอย่าง (ร้อยละ 37) ปริมาณที่ตรวจพบในฤดูฝนมากกว่าฤดูแล้ง ซึ่งปริมาณที่ตรวจพบมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ค่าสูงสุดที่ยอมให้มีการปนเปื้อนของอะทราซีนในดินเพื่อเกษตรกรของ กรมควบคุมมลพิษ (2547) (ไม่เกิน 22 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) สอดคล้องกับรายงานการตรวจพบอะทราซีนในตัวอย่างดินพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในบริเวณลุ่มน้ำห้วยกะโเป อำเภอน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์ ในช่วงฤดูน้ำหลาก (สิงหาคมถึงพฤศจิกายน 2551) พบอะทราซีนตกค้างในดิน เฉลี่ย 133.59 - 183.23 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม (อรอนงค์และคณะ, 2554) ส่วนตัวอย่างน้ำ จำนวน 18 ตัวอย่าง ตรวจพบอะทราซีน จำนวน 11 ตัวอย่าง (ร้อยละ 61) ปริมาณ $0.02 - 5.94$ ไมโครกรัมต่อลิตร ซึ่งปริมาณที่ตรวจพบการตกค้างสูงสุด เป็นตัวอย่างน้ำจากแปลงข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในอำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี

5.2 สรุปผลการตรวจวิเคราะห์ในตัวอย่างน้ำทั้งหมด 40 ตัวอย่าง พบการตกค้าง 13 ตัวอย่าง (ร้อยละ 33) พบปริมาณสารตกค้างในฤดูฝนมากกว่าฤดูแล้ง โดยพบความเข้มข้นของอะทราซีนในแหล่งน้ำมีปริมาณสูง

จำนวน 2 แปลง ในอำเภอหนองม่วง จังหวัดลพบุรี ปริมาณ 4.62 ไมโครกรัมต่อลิตร และอำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี ปริมาณ 5.94 ไมโครกรัมต่อลิตร ปริมาณที่ตรวจพบมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ค่าสูงสุดที่ยอมให้มีการปนเปื้อนของอะทราซีนในน้ำดื่ม maximum contamination level (MCL) ของ U.S.EPA (2018) (3 ไมโครกรัมต่อลิตร) แต่ต่ำกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดให้มีได้ในน้ำดื่มของ WHO (2020) ที่ 100 ไมโครกรัมต่อลิตร ด้วยสภาพพื้นที่แปลงปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีความลาดเอียง จึงเป็นไปได้ที่จะเกิดการเคลื่อนย้ายอะทราซีนจากพื้นที่เพาะปลูกรอบๆ ที่มีการใช้สารดังกล่าวลงสู่แปลงปลูกที่มีความลาดต่ำกว่า นอกจากนี้ ยังอาจเกิดจากการชะละลาย หรือการไหลบ่าของน้ำจากบริเวณแปลงข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ หรือซึมละลายไปกับน้ำในดินลงสู่แหล่งน้ำใต้ดิน เพราะอะทราซีนเป็นสารที่มีศักยภาพในการปนเปื้อนลงสู่ดินได้ เนื่องจากเกษตรกรส่วนใหญ่ใช้น้ำบาดาลในการเพาะปลูก

5.3 ผลการวิเคราะห์สารกำจัดวัชพืชอะทราซีนในข้าวโพด จากแปลงข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ได้สุ่มเก็บตัวอย่างข้าวโพดระยะเก็บเกี่ยวในฤดูแล้ง ช่วงเดือนกุมภาพันธ์ - มีนาคม 2564 จำนวน 9 ตัวอย่าง และในฤดูฝน ช่วงเดือนกรกฎาคม 2564 จำนวน 10 ตัวอย่าง ผลการตรวจวิเคราะห์ไม่พบสารพิษตกค้างในตัวอย่างข้าวโพดทั้งหมดที่ระดับ LOQ, 0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Zeying, et al. (2015) ในการสุ่มตรวจตัวอย่างสารกำจัดศัตรูพืช 20 ชนิด ในตัวอย่างข้าวโพด 20 ตัวอย่าง พบปริมาณสารพิษตกค้าง dichlorvos 9.58 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม แต่ไม่พบสารกำจัดวัชพืชในทุกตัวอย่าง

5.4 การประเมินความเสี่ยงของอะทราซีนตกค้างในดินต่อสุขภาพของเกษตรกร นำผลการตรวจวิเคราะห์อะทราซีนตกค้างในดินในฤดูแล้ง คำนวณค่า HQ เพื่อประเมินความเสี่ยงของอะทราซีน ตกค้างในดินต่อสุขภาพของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในช่วงอายุ 6 - 12 ปี โดยมีค่า HQ ระหว่าง 1.03×10^{-5} - 1.57×10^{-4} และเมื่อนำมาคำนวณในช่วงอายุ 70 ปี โดยมีค่า HQ ระหว่าง 3.31×10^{-6} - 5.06×10^{-5} ซึ่งเป็นแปลงข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในอำเภอพุทธบาท จังหวัดสระบุรี ส่วนในฤดูฝน ในช่วงอายุ 6 - 12 ปี มีค่า HQ ระหว่าง 4.40×10^{-6} - 2.94×10^{-5} และในช่วงอายุ 70 ปี โดยมีค่า HQ ระหว่าง 1.65×10^{-5} - 1.10×10^{-4} ในแปลงข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่อำเภอพุทธบาท จังหวัดสระบุรี และพบมากที่สุด ในแปลงข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในอำเภอหนองม่วง จังหวัดลพบุรี พบว่าความเสี่ยงอยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้ ($HQ < 1$) สรุปได้ว่าการใช้อะทราซีน ไม่มีความเสี่ยงต่อสุขภาพของเกษตรกร ส่วนความเสี่ยงของอะทราซีนตกค้างในน้ำต่อสุขภาพของเกษตรกรในวัยเด็ก และผู้ใหญ่ นั้น ในฤดูแล้ง คำนวณค่า HQ ในช่วงอายุ 6 - 12 ปี ค่า HQ ระหว่าง 3.20×10^{-5} - 0.60×10^{-1} และในช่วงอายุ 70 ปี มีค่า HQ ระหว่าง 2.59×10^{-5} - 0.50×10^{-1} ซึ่งเป็นแปลงข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในอำเภอพุทธบาท จังหวัดสระบุรี พบว่าความเสี่ยงอยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้ ($HQ < 1$) สรุปได้ว่าการใช้อะทราซีนไม่มีความเสี่ยงต่อสุขภาพของเกษตรกร และในฤดูฝน คำนวณค่า HQ ในช่วงอายุ 6 - 12 ปี โดยมีค่า HQ ระหว่าง 1.27×10^{-4} - 3.79×10^{-2} ในช่วงอายุ 70 ปี มีค่า HQ ระหว่าง 1.04×10^{-4} - 3.08×10^{-2} ในแปลงข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่อำเภอหนองม่วง จังหวัดลพบุรี และพบมากที่สุด ในแปลงข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในอำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี พบว่าความเสี่ยงอยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้ ($HQ < 1$) สรุปได้ว่าการใช้สารกำจัดวัชพืชอะทราซีนไม่มีความเสี่ยงต่อสุขภาพของเกษตรกร

5.5 การประเมินผลกระทบของสารกำจัดวัชพืชอะทราซีนต่อสิ่งแวดล้อม นำผลการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารกำจัดวัชพืชอะทราซีนตกค้างในดินและน้ำที่พบปริมาณต่ำสุดและสูงสุด คำนวณค่า RQ เพื่อประเมินผลกระทบของสารกำจัดวัชพืชอะทราซีนตกค้างในดินและน้ำแปลงปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในฤดูแล้ง โดยในดินมีค่า RQ เท่ากับ 0.6×10^{-2} - 9.2×10^{-1} และในฤดูฝน มีค่า RQ เท่ากับ 0.3×10^{-2} - 0.2×10^{-1} ซึ่งค่า RQ พบว่าความเสี่ยงอยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้ ($RQ < 1$) ในน้ำฤดูแล้ง มีค่า RQ เท่ากับ 0.5×10^{-2} - 9.17 และในฤดูฝน มีค่า RQ เท่ากับ 0.2×10^{-2} - 5.9×10^{-1} พบว่ามีความเสี่ยงเล็กน้อย ($RQ > 1-10$) ดังนั้น การประเมินผลกระทบของสารกำจัดวัชพืชอะทราซีนตกค้างในดินและน้ำแปลงปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ส่งผลกระทบต่อ

ต่อสิ่งแวดล้อมในฤดูแล้ง สรุปได้ว่า ในดินมีความเสี่ยงอยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้ และในน้ำมีความเสี่ยงที่จะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเล็กน้อย และอาจจะมีความเสี่ยงเพิ่มขึ้น หากเพิ่มปริมาณการใช้

6. การประเมินผลกระทบจากสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสต่อสุขภาพเกษตรกรในพื้นที่ปลูกผัก จังหวัดนครปฐม

การวิจัย ปี 2563-2564 ณ อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ได้เก็บข้อมูลแบบสอบถาม ตรวจสอบความเสียหายจากการสัมผัสสารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสโดยใช้กระดาษทดสอบ Cholinesterase ในตัวอย่างเลือดของอาสาสมัครเกษตรกร (ดำเนินการโดยเจ้าหน้าที่ของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลวังน้ำเขียว และตรวจวิเคราะห์ระดับการทำงานของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส Acetylcholinesterase (AChE) ในเลือดและสารเมตาบอไลต์ กลุ่ม Dialkyl Phosphate (DAPs) ในปัสสาวะของเกษตรกรปลูกของตำบลทุ่งบัว จำนวน 20 ราย และตำบลน้ำเขียว จำนวน 15 ราย พร้อมสุ่มเก็บตัวอย่างดิน น้ำ และผัก สรุปผลการดำเนินการ ได้ดังนี้

6.1 การดำเนินงานในปี 2563 ที่ตำบลทุ่งบัว อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม สรุปข้อมูลจากแบบสอบถามของเกษตรกรที่ร่วมโครงการแบ่งเป็น ชายร้อยละ 33.3 และหญิง ร้อยละ 66.7 โดยมีช่วงอายุอยู่ระหว่าง 16 – 65 ปี ระดับการศึกษาของเกษตรกรที่ร่วมโครงการ ได้แก่ ประถมศึกษา ร้อยละ 50 มัธยมศึกษา ร้อยละ 33.3 และปริญญาตรี ร้อยละ 16.7 เกษตรกรร้อยละ 83.3 มีที่มาของรายได้หลักจากการทำการเกษตร โดยร้อยละ 86.7 ทำการเกษตรเอง ส่วนอีกร้อยละ 6.3 รับจ้างทางการเกษตร และร้อยละ 7 มีรายได้หลักจากอาชีพอื่นๆ รายได้จากการทำการเกษตร อยู่ระหว่าง 5,000 – 10,000 บาท ต่อเดือน ชนิดพืชที่เกษตรกรปลูกได้แก่ พืชผัก (ร้อยละ 66.7) โดยเกษตรกรร้อยละ 33.3 จะปลูกผักมากกว่าหนึ่งชนิด ได้แก่ คะน้า กระเพรา สารชะหนู ข้าวโพดฝักอ่อน กระชาย ผักบุ้ง ส่วนที่ชนิดพืชอื่นๆ ได้แก่ ข้าว และมะละกอ รูปแบบการปลูกพืช เป็นปลูกแบบเชิงเดี่ยว (ร้อยละ 66.7) และปลูกแบบผสมผสาน (ร้อยละ 33.3) เกษตรกรร้อยละ 50 มีการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช โดยร้อยละ 12.5 จะพ่นสารทั้งก่อนและหลังศัตรูพืชระบาด และร้อยละ 87.5 จะพ่นสารหลังศัตรูพืชระบาด เกษตรกรร้อยละ 81.1 มีทัศนคติในการใช้ป้องกันกำจัดศัตรูพืชอย่างปลอดภัยและถูกวิธี เป็นต้น

6.2 ผลการตรวจคัดกรองความเสี่ยงจากการสัมผัสสารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสโดยใช้กระดาษทดสอบ Cholinesterase พบว่าอาสาสมัคร ร้อยละ 59 มีเกณฑ์อยู่ในระดับไม่ปลอดภัย และ ร้อยละ 41 มีเกณฑ์อยู่ในระดับเสี่ยง ส่วนผลการตรวจวิเคราะห์ระดับการทำงานของเอนไซม์ Acetylcholine esterase (AChE) และ Serum choline esterase (SchE) พบว่าอาสาสมัครร้อยละ 50 มีระดับเอนไซม์ SchE ที่จำแนกอยู่ในเกณฑ์ผิดปกติ โดยเป็นอาสาสมัครเพศชาย ร้อยละ 40 และอาสาสมัครเพศหญิง ร้อยละ 60 ส่วนผลการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสาร Dialkyl metabolites ในปัสสาวะของอาสาสมัคร ตรวจพบสารเมตาบอไลต์ กลุ่ม Dialkyl phosphates (DAPs) ชนิด Diethyl thiophosphate (DETP) และ dimethyl phosphate (DMP)

6.3 ผลการตรวจปริมาณสารพิษตกค้างที่ตรวจพบในตัวอย่างดิน น้ำ และพืช ที่สุ่มเก็บตัวอย่างจากแปลงของอาสาสมัครเกษตรกร ในปี 2563 จำนวนตัวอย่างทั้งสิ้น 47 ตัวอย่าง เป็นตัวอย่างดิน 18 ตัวอย่าง น้ำ 12 ตัวอย่าง และพืชผัก 17 ตัวอย่าง ได้แก่ โหระพา (4 ตัวอย่าง) ผักบุ้งจีน (4 ตัวอย่าง) ผักกวางตุ้ง (2 ตัวอย่าง) ถั่วฝักยาว (2 ตัวอย่าง) ข้าวโพดฝักอ่อน (2 ตัวอย่าง) และมะเขือเปราะ พริก กระเพรา ชนิดละ 1 ตัวอย่าง พบคลอร์ไพริฟอส-เอทิล อีพีเอ็น และ พาราไรออน-เมทิล ในตัวอย่างดิน ปริมาณ <LOQ (LOQ = 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) จำนวน 3 (ร้อยละ 17), 2 (ร้อยละ 11) และ 1 ตัวอย่าง (ร้อยละ 6) ตามลำดับ และตรวจพบอีไรออนในตัวอย่างน้ำ ปริมาณ <LOQ (LOQ = 0.10 ไมโครกรัมต่อลิตร) จำนวน 2 ตัวอย่าง (ร้อยละ 17) ส่วนในตัวอย่างพืช ตรวจไม่พบสารพิษตกค้าง

6.4 ผลการประเมินความเสี่ยงจากการสัมผัสสารพิษกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส ต่อสุขภาพเกษตรกร ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม โดยนำค่าปริมาณสารพิษตกค้างที่ตรวจพบในดิน น้ำ และพืช มาคำนวณเพื่อประเมิน

ความเสี่ยงจากสารพิษตกค้างในดินต่อสุขภาพเกษตรกร และสิ่งแวดล้อม โดยถ้าสารพิษมีปริมาณ <LOQ จะใช้ค่าปริมาณสารพิษตกค้างที่เท่ากับค่า LOQ ในการคำนวณ โดยผลการประเมินความเสี่ยงพบว่าปริมาณสารพิษตกค้างที่ตรวจพบไม่มีผลกระทบต่อมนุษย์และต่อสิ่งแวดล้อม

6.5 ผลการดำเนินงานในปี 2564 ที่ตำบลวังน้ำเขียว อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม สรุปข้อมูลจากแบบสอบถามของเกษตรกรที่ร่วมโครงการ ชายร้อยละ 20 และหญิง ร้อยละ 80 โดยมีช่วงอายุอยู่ระหว่าง 36 – 65 ปี ระดับการศึกษา ได้แก่ ประถมศึกษา ร้อยละ 50 มัธยมศึกษา ร้อยละ 33.3 และปริญญาตรี ร้อยละ 16.7 อาสาสมัครเกษตรกรร้อยละ 83.3 มีที่มาของรายได้หลักจากการทำการเกษตร โดยร้อยละ 86.7 ทำการเกษตรเอง ส่วนอีกร้อยละ 13.3 มีรายได้หลักจากอาชีพอื่นๆ รายได้จากการทำการเกษตร อยู่ระหว่าง 5,000 – 10,000 บาท ต่อเดือน โดยเกษตรกรร้อยละ 33.3 จะปลูกผักมากกว่าหนึ่งชนิด รูปแบบการปลูกพืช เป็น ปลูกแบบเชิงเดียว (ร้อยละ 26.7) และปลูกแบบผสมผสาน (ร้อยละ 73.3) เกษตรกรร้อยละ 80 มีการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช โดยร้อยละ 83.3 จะพ่นสารทั้งก่อนศัตรูพืชระบาด และร้อยละ 16.7 จะพ่นสารหลังศัตรูพืชระบาด เกษตรกรร้อยละ 20 มีการใช้ผลิตภัณฑ์ธรรมชาติในการป้องกันและกำจัดแมลงและโรคพืช เกษตรกรกว่าร้อยละ 80 มีทัศนคติในการใช้ป้องกันกำจัดศัตรูพืชอย่างปลอดภัยและถูกวิธี เป็นต้น

6.6 ผลการตรวจคัดกรองความเสี่ยงจากการสัมผัสสารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตโดยใช้กระดาษทดสอบ Cholinesterase พบว่า อาสาสมัครเข้ารับการตรวจ 12 ราย โดย 7 ราย มีเกณฑ์อยู่ในระดับไม่ปลอดภัย (ร้อยละ 58) และ 5 ราย มีเกณฑ์อยู่ในระดับเสี่ยง (ร้อยละ 42) ส่วนผลการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารเมตาบอลิท์ กลุ่ม Dialkyl phosphates (DAPs) ในปัสสาวะของอาสาสมัคร ตรวจพบ DAPs ชนิด DEP, DETP, DMP และ DBP

6.7 ผลการตรวจปริมาณสารพิษตกค้างที่ตรวจพบในตัวอย่างดิน น้ำ และพืช มีจำนวนตัวอย่างทั้งสิ้น 98 ตัวอย่าง ดิน 38 ตัวอย่าง น้ำ 23 ตัวอย่าง และพืชผัก 37 ตัวอย่าง ได้แก่ ผักบุ้งจีน (6 ตัวอย่าง) พริกจินดา (4 ตัวอย่าง) โหระพา (5 ตัวอย่าง) กระเพรา (4 ตัวอย่าง) กระชาย (2 ตัวอย่าง) ถั่วฝักยาว (2 ตัวอย่าง) ผักกาดหอม (3 ตัวอย่าง) และตะไคร้ หอมต้นคะน้า มะเขือเปราะ ผักกาดขาว ผักกาดเขียว ขึ้นฉ่าย หอม กระชาย กวางตุ้ง และถั่วพู ชนิดละ 1 ตัวอย่าง ตรวจพบอีโทอนในดิน จำนวน 1 ตัวอย่าง (0.03 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และคลอร์ไพริฟอส จำนวน 2 ตัวอย่าง (<LOQ) และอีโทอนในตัวอย่างโหระพา จำนวน 1 ตัวอย่าง (0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ตามลำดับ (LOQ = 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

6.8 ผลการประเมินความเสี่ยงจากการสัมผัสสารพิษกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ต่อสุขภาพเกษตรกร ผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อม ผลการตรวจคัดกรองความเสี่ยงจากการสัมผัสสารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโน ฟอสเฟตโดยใช้กระดาษทดสอบ Cholinesterase มีความสอดคล้องกับผลการตรวจวัดระดับการทำงานของเอนไซม์ AchE และ SchE และการตรวจพบสาร DAPs ชนิด DEP, DETP และ DMP ในปัสสาวะของเกษตรกร 6 ราย จากทั้งหมด 20 ราย ในปี 2563 และ เกษตรกร 6 ราย จากทั้งหมด 15 ราย ในปี 2564 และผลการตรวจพบสารพิษตกค้างในดิน น้ำ และผักจากแปลงเกษตรกร แสดงให้เห็นว่าสาร DAPs ที่ตรวจพบอาจจะเป็นผลจากการได้รับสารสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตที่ปนเปื้อนจากในแปลงผัก หรือได้รับสารพิษจากการบริโภคพบว่าปริมาณสารพิษตกค้างที่ตรวจพบ ไม่มีผลกระทบต่อมนุษย์และต่อสิ่งแวดล้อม เช่นเดียวกับผลการศึกษาของ วรณวิมลและคณะ (2557 และ 2560) ได้ศึกษาผลกระทบจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่มีต่อสุขภาพของเกษตรกร ในโครงการการศึกษาพัฒนาแนวทางการลดใช้สารเคมีในการเกษตรด้วยกระบวนการวิจัยแบบมีส่วนร่วม กรณีอำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ ที่ตรวจพบสาร DAPs ในตัวอย่างปัสสาวะ ของกลุ่มเกษตรกรที่ไม่ใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช และเป็นเกษตรกรอินทรีย์ โดยบางรายเป็นเกษตรกรอินทรีย์ซึ่งไม่ใช้สารเคมีใดๆ มาเป็นเวลากว่า 10 ปี (ตั้งแต่ พ.ศ.

2542) ยังสามารถตรวจพบสารบ่งชี้ดังกล่าวได้ ซึ่งชี้ให้เห็นว่าอาจยังมีสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตตกค้างในร่างกาย หรือ มีโอกาสการได้รับสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ไกลโฟเซต พาราควอต และคลอร์ไพริฟอส ที่พบตกค้างในแปลงปลูกพืชเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พื้นที่จังหวัด หนองบัวลำภู และปราจีนบุรี ต่ำกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดให้ได้ในดิน ผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อมอยู่ในระดับความเสี่ยงที่ยอมรับได้ อย่างไรก็ตาม หากมีการใช้สารเกินอัตราที่แนะนำ การตกค้างและความเสี่ยงอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพ และสิ่งแวดล้อมได้ ฉะนั้นเพื่อให้สุขภาพ และสิ่งแวดล้อมมีความปลอดภัยจะต้องปฏิบัติตามคำแนะนำการใช้สารด้วยความถูกต้อง และเหมาะสม รวมถึงจะต้องมีการเฝ้าระวังการใช้อย่างต่อเนื่อง

ไกลโฟเซต อะทราซีน และอะลาคลอร์ที่พบตกค้างในเขตภาคกลางพื้นที่จังหวัดนครปฐม สุพรรณบุรี กาญจนบุรี สระบุรี และลพบุรี ต่ำกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดให้ได้ในดิน ผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อมอยู่ในระดับความเสี่ยงต่ำที่ยอมรับได้ อย่างไรก็ตาม หากมีการใช้สารเกินอัตราที่แนะนำ การตกค้างและความเสี่ยงที่อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพ และสิ่งแวดล้อมได้ ฉะนั้นเพื่อให้สุขภาพ และสิ่งแวดล้อมมีความปลอดภัยจะต้องปฏิบัติตามคำแนะนำการใช้สารด้วยความถูกต้อง และเหมาะสม รวมถึงจะต้องมีการเฝ้าระวัง การใช้อย่างต่อเนื่อง

การปนเปื้อนของสารพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อม บริเวณลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาและท่าจีน รวมทั้งบริเวณคลองแยก โดยสุ่มเก็บตัวอย่างในช่วงฤดูแล้งและฤดูฝน ตรวจพบสารพิษตกค้างในตัวอย่างน้ำ เป็นสารกำจัดวัชพืชกลุ่ม triazine คือ อะทราซีนและอะมีทริน โดยพบการปนเปื้อนของอะทราซีน ในช่วงฤดูฝนมากกว่าฤดูแล้งทั้งในบริเวณลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาและท่าจีน ส่วนอะมีทรินพบตกค้างในช่วงฤดูฝนในบริเวณลุ่มแม่น้ำท่าจีน ปริมาณของอะทราซีนและอะมีทรินที่ตรวจพบอยู่ในระดับต่ำ ไม่เกินค่าสูงสุดที่ยอมรับได้ในน้ำดื่มที่กำหนดไว้ เท่ากับ 20 และ 70 ไมโครกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (NHMRC and NRMCC, 2011) และไม่อยู่ในระดับที่เป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิต เมื่อเปรียบเทียบปริมาณของสารพิษตกค้างอะทราซีนและอะมีทรินในตัวอย่างน้ำ กับมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ตามประกาศของคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 ซึ่งกำหนดให้สารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ที่มีคลอรีนทั้งหมด มีค่าไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือ 50 ไมโครกรัมต่อลิตร (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2537) นั้น พบว่า ปริมาณการปนเปื้อนของอะทราซีน และอะมีทริน ไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนด อยู่ในเกณฑ์ปลอดภัยสามารถนำมาใช้เป็นแหล่งน้ำเพื่อการเกษตร และนำไปผลิตน้ำเพื่อการบริโภคได้ ซึ่งผลการประเมินผลกระทบในสิ่งแวดล้อม ตาม Guidelines for Ecological Risk Assessment (U.S. EPA, 2017) และ (ECB, 2003) ค่า HQ และ RQ ที่ได้มีค่าน้อยกว่า 1 แสดงว่าเป็นความเสี่ยงที่ยอมรับได้ ข้อมูลของปริมาณสารพิษตกค้าง ผลการประเมินผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อมที่ได้จากงานวิจัยนี้มีความสำคัญในการเฝ้าระวังและประเมินสถานการณ์มลพิษของสารพิษตกค้างที่เกิดจากการใช้สารพิษในกลุ่มเสี่ยงที่ส่งผลกระทบต่อมนุษย์และระบบนิเวศ รวมทั้งใช้เป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาเพื่อกำหนดค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินสำหรับสารกำจัดวัชพืชกลุ่ม triazine และเป็นข้อมูลสนับสนุนการยกเลิกหรือการจำกัดการใช้สารพิษทางการเกษตรต่อไป

การประเมินผลกระทบสารกำจัดวัชพืชพาราควอตตกค้างในไร่ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในพื้นที่อำเภอนอง ม่วง จังหวัดลพบุรี อำเภอยะหา และอำเภอกันทรวิชัย จังหวัดสระบุรี สรุปได้ว่า พบการตกค้างของสารกำจัดวัชพืชพาราควอตในดินทุกตัวอย่าง พบปริมาณสูงสุดในแปลงข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ จากอำเภอยะหา จังหวัดสระบุรี และเมื่อนำมาประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพ และประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม พบว่ามีความเสี่ยงต่ำ อยู่ในเกณฑ์ที่ต้องระวังการใช้ จากข้อมูลทำให้ทราบว่า เกษตรกรยังมีการใช้สารกำจัดวัชพืชในปริมาณมากในไร่ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ดังนั้นจึงควรมีการเก็บข้อมูลการใช้สารของเกษตรกร รวมถึงสำรวจเก็บตัวอย่างที่ต่อเนื่อง เพื่อเป็นการเฝ้า

ระวังการใช้สารให้มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้ ผู้บริโภค สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม เพื่อลดความเสี่ยงต่อการได้รับสัมผัสสารกำจัดวัชพืชที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพเกษตรกร

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

1. สรุปข้อมูลโครงการ การใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตรที่ส่งผลกระทบต่อผู้ใช้และผู้บริโภค

ในการศึกษาชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างในชนิดพืชผักผลไม้ นอกกระบวนการรับรองแหล่งผลิตพืช (Non-GAP) ยังคงพบการตกค้างของสารกำจัดแมลง สารป้องกันและกำจัดโรคพืช และสารกำจัดวัชพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพืชผักกลุ่มพืชสมุนไพร ผลไม้ตระกูลส้ม ได้แก่ ส้มเขียวหวาน ส้มโอ มะนาวและชมพู สารตกค้างบางชนิดพบการตกค้างบ่อย บางตัวอย่างเกินค่า MRL สารพิษตกค้างในผักที่พบเกินค่ามาตรฐานสูงสุด คือ dimethomoph ในโหระพา พบ 39.42 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งเกินค่า MRL ของยุโรปที่กำหนดไว้เพียง 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในผลไม้พบสูงสุด คือ cypermethrin ในส้มเขียวหวาน พบ 7.23 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และพบการตกค้างของวัตถุอันตรายชนิดที่ 4 คือ endosulfan และ chlorpyrifos ส่วนค่าดัชนีความเสี่ยงในการบริโภค (Hazard Index, HI) ยังปลอดภัยต่อการบริโภค สำหรับการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตรหลังจากการขึ้นทะเบียน 27 ชนิด เป็นการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตรที่วางจำหน่ายตามท้องตลาด ตามพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 พบว่าเปอร์เซ็นต์สารออกฤทธิ์และข้อมูลทางกายภาพของผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายและสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ส่วนใหญ่ได้มาตรฐานตามฉลาก ในการประเมินความเสี่ยงและประเมินผลกระทบของวัตถุอันตราย 3 ชนิด ได้แก่ carbaryl ametryn และ lamda-cyhalothrin ค่าขอบเขตความปลอดภัยจากการใช้สาร (Margin of Exposure, MOE) อยู่ในระดับยอมรับได้ การตกค้างในสิ่งแวดล้อมในระดับที่สลายตัวได้ การตกค้างของสารในมะม่วง ข้าวโพด คะน้า ค่าความเป็นอันตราย (Hazard Quotient, HQ) อยู่ในระดับปลอดภัย โดยได้ผลผลิตที่เกิดขึ้นจริง (Output) ของโครงการวิจัย ข้อเสนอแนะและผลกระทบ ดังนี้

1.1 ผลผลิตที่เกิดขึ้นจริง (Output) ของโครงการวิจัย

1.1.1 ได้ข้อมูลชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างในพืชผักและผลไม้ ได้แก่ พืชที่ปลูกในน้ำ พืชหัวใต้ดิน พืชสมุนไพร พืชตระกูลกะหล่ำ พืชตระกูลส้ม ลิ้นจี่ ลำไย ชมพูและฝรั่ง รวมทั้งผลการประเมินความเสี่ยงต่อการบริโภคความปลอดภัยทางด้านอาหาร องค์ความรู้ใหม่ 10 เรื่อง

1.1.2 ได้ข้อมูลการปนเปื้อนของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช โดยเฉพาะสารที่มีความเป็นพิษสูงหรือตรวจพบการตกค้างในผลผลิตบ่อยครั้ง และได้ทราบสถานการณ์ปัจจุบันของการใช้สารของเกษตรกร องค์ความรู้ใหม่ 4 เรื่อง

1.1.3 ได้ข้อมูลเปอร์เซ็นต์สารออกฤทธิ์และคุณภาพของผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตรรวมถึงข้อมูลคุณภาพของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ที่จำหน่ายในร้านค้าเคมีเกษตร องค์ความรู้ใหม่ 6 เรื่อง

1.2 ผลกระทบ

1.2.1 ผลกระทบด้านนโยบาย หน่วยงานที่มีหน้าที่กำกับดูแลการขึ้นทะเบียนวัตถุอันตรายและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง กรมวิชาการเกษตร ตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์และเฝ้าระวังผลิตภัณฑ์ภายหลังการได้รับขึ้นทะเบียน ตาม พ.ร.บ.วัตถุอันตราย พ.ศ.2535 และฉบับแก้ไขเพิ่มเติม เป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อประสานและบริหารจัดการด้านวัตถุอันตรายทางการเกษตรของหน่วยงาน ที่กรมวิชาการเกษตรกำกับดูแลด้านวัตถุอันตรายทางการเกษตรของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องอย่างได้มีประสิทธิภาพ และลดความเสี่ยงของผู้ใช้ ผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อม สามารถถ่ายทอดสู่นักวิชาการ เจ้าหน้าที่ นำไปใช้เพื่อกำหนดมาตรฐานสินค้าเกษตร การควบคุม

ทางกฎหมายตามพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย รวมทั้งกำหนดเป็นมาตรการในการลดผลกระทบจากการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช

1.2.2 ผลกระทบด้านเศรษฐกิจ เมื่อหน่วยงานที่กำกับดูแลด้านวัตถุอันตรายทางการเกษตร มีมาตรการเข้มงวดในการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชในภาคเกษตรให้มีความปลอดภัย เพื่อเพิ่มมูลค่าสินค้าเกษตรให้มีคุณภาพ ลดสารพิษตกค้างในพืชผักผลไม้ เพื่อไม่ให้เกินเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ เป็นประโยชน์ด้านเศรษฐกิจ จำหน่ายผลผลิตได้มากขึ้น เป็นการเพิ่มรายได้ รวมทั้งสร้างความเข้มแข็ง และความมั่นคงทางด้านเศรษฐกิจต่อประเทศ

1.2.3 ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม เพิ่มข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุอันตรายทางการเกษตร ในการจัดการสารเคมีในภาคการเกษตรอย่างเกิดประสิทธิภาพแก่หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ในประเด็นที่เกี่ยวข้องด้านสิ่งแวดล้อม

1.2.4 ผลกระทบด้านสังคม เกษตรกรมีองค์ความรู้ความเข้าใจ ปรับพฤติกรรมการใช้สาร รวมถึงมีความตระหนักในการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชอย่างถูกต้องในพื้นที่การเกษตร และมีส่วนร่วมในการลดความเสี่ยงของสารเคมีในภาคการเกษตร ชุมชนเกิดความตระหนักรู้ มีจิตสำนึก และมีความระมัดระวัง ทำให้ผลิตผลเกษตรมีคุณภาพ ตรงกับความต้องการของประชาชนผู้บริโภค เกษตรกรสามารถขายผลผลิตที่มีความปลอดภัยได้มากขึ้น ลดความกังวลเรื่องสารตกค้างในพืชผักผลไม้ ลดปัญหาสุขภาพของผู้บริโภค และเพิ่มความปลอดภัยทางอาหาร มุ่งสู่สังคมปลอดภัย ตามแผนยุทธศาสตร์การจัดการสารเคมีแห่งชาติ ฉบับที่ 4 (พ.ศ. 2555 – 2564) มีเป้าประสงค์ว่า ภายในปี พ.ศ. 2564 สังคมและสิ่งแวดล้อมปลอดภัยบนพื้นฐานของการจัดการสารเคมีที่มีประสิทธิภาพ มีส่วนร่วมจากทุกภาคส่วนและสอดคล้องกับการพัฒนาประเทศ

1.3 ข้อเสนอแนะ

1.3.1 ควรมีการสำรวจสารพิษตกค้างในพืชผักผลไม้และสิ่งแวดล้อมอย่างต่อเนื่อง สำหรับโครงการนี้ เป็นการสำรวจจากแหล่งจำหน่ายเป็นส่วนใหญ่ มีแหล่งผลิตบางพื้นที่เท่านั้น จึงยังไม่สามารถตรวจสอบได้ ในกรณีที่มีสารพิษตกค้างในปริมาณมาก ซึ่งเกินค่า MRLs ที่กำหนดไว้ และยังไม่ครอบคลุมพื้นที่แหล่งผลิตพืช

1.3.2 ควรมีการเฝ้าระวังการใช้สารเคมีวัตถุอันตรายทางการเกษตรที่ถูกต้องและเหมาะสม

1.3.3 ควรมีมาตรการเข้มงวดการใช้สารที่มีความเสี่ยงสูงที่อยู่ใน กลุ่ม 1A, 1B ที่มีการขึ้นทะเบียนใช้ภายในประเทศอย่างเหมาะสม

2. สรุปข้อมูลโครงการ การประเมินผลกระทบจากการใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตรในพื้นที่เกษตรกรรม

การตกค้างของ ไกลโฟเซต พาราควอต และคลอร์ไพริฟอส ในแปลงปลูกพืชเขตภาคตะวันออก พื้นที่จังหวัดระยอง จันทบุรี และปราจีนบุรี ต่ำกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดให้มีได้ในดิน ผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อมอยู่ในระดับความเสี่ยงที่ยอมรับได้ ไกลโฟเซต อะทราซีน และอะลาคลอร์ที่พบตกค้างในเขตภาคกลาง พื้นที่จังหวัดนครปฐม สุพรรณบุรี กาญจนบุรี สระบุรี และลพบุรี ต่ำกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดให้มีได้ในดิน ผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อมอยู่ในระดับความเสี่ยงต่ำที่ยอมรับได้ สารค้ำในสิ่งแวดล้อมบริเวณลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาและท่าจีนรวมทั้งบริเวณคลองแยก ตรวจพบสารกำจัดวัชพืชกลุ่ม triazine คือ อะทราซีนและอะมีทริน โดยพบการปนเปื้อนของอะทราซีน ในช่วงฤดูฝนมากกว่าฤดูแล้งทั้งในบริเวณลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาและท่าจีน ส่วนอะมีทรินพบตกค้างในช่วงฤดูฝนในบริเวณลุ่มแม่น้ำท่าจีน ปริมาณของอะทราซีนและอะมีทรินที่ตรวจพบอยู่ในระดับต่ำ การประเมินผลกระทบในสิ่งแวดล้อมอยู่ในระดับความเสี่ยงที่ยอมรับได้

การศึกษาสารกำจัดวัชพืชพาราควอตตกค้างในไร่ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ พบการตกค้างของพาราควอตในดินทุกตัวอย่าง ไม่พบการตกค้างในน้ำ ประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพและประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม พบว่า มีความเสี่ยงต่ำ อยู่ในเกณฑ์ที่ต้องระวังการใช้ เพื่อลดความเสี่ยงต่อการได้รับสัมผัสสารกำจัดวัชพืชที่ส่งผลต่อสุขภาพ

เกษตรกร ปัจจุบัน สารพาราควอตได้ถูกจัดไว้ในวัตถุอันตรายทางการเกษตร ชนิดที่ 4 การประเมินผลกระทบจากสารกำจัดวัชพืชอะโทรซินิกค้ำในไร่ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ พบอะโทรซินิกค้ำในดิน 59 ตัวอย่าง (ร้อยละ 32) ปริมาณ 0.03 – 0.92 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในน้ำปริมาณ 0.02 - 91.73 ไมโครกรัมต่อลิตร ซึ่งพบการตกค้างสูงสุดในฤดูแล้งจากแปลงข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในอำเภอพุทธบาท จังหวัดสระบุรี ไม่พบอะโทรซินิกค้ำในตัวอย่างตะกอนและข้าวโพด ประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพด้วยค่า HQ ในดิน และน้ำ สรุปได้ว่าการใช้สารกำจัดวัชพืชอะโทรซินิกค้ำไม่มีความเสี่ยงต่อสุขภาพของเกษตรกร และในน้ำมีความเสี่ยงส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในไร่ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

การวิจัยเพื่อประเมินผลกระทบของสารป้องกันกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส ต่อสุขภาพเกษตรกรและสิ่งแวดล้อม ผลการตรวจคัดกรองความเสี่ยงจากการสัมผัสสารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส โดยใช้กระดาษทดสอบ Cholinesterase มีความสอดคล้องกับผลการตรวจวัดระดับการทำงานของเอนไซม์ AchE และ SchE และการตรวจพบสาร DAPs ชนิด DEP, DETP และ DMP ในปัสสาวะของเกษตรกร และผลการตรวจพบสารพิษตกค้างในดิน น้ำและผักจากแปลงเกษตรกร แสดงให้เห็นว่าสาร DAPs ที่ตรวจพบอาจจะเป็นผลจากการได้รับสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตที่ปนเปื้อนจากในแปลงผัก โดยได้ผลผลิตที่เกิดขึ้นจริง (Output) ของโครงการวิจัย ข้อเสนอแนะและผลกระทบ ดังนี้

2.1 ผลผลิตที่เกิดขึ้นจริง (Output) ของโครงการวิจัย เกษตรกรกลุ่มเป้าหมายที่เข้าร่วมโครงการ และผู้สนใจได้รับทราบข้อมูลความเสี่ยงและผลกระทบจากการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่มีต่อสุขภาพ และสิ่งแวดล้อม จากการเผยแพร่ข้อมูลและองค์ความรู้ในรูปแบบบทความด้านวิชาการ จำนวน 4 เรื่อง

2.2 ผลกระทบ

2.2.1 ผลกระทบด้านนโยบาย นำไปสู่แนวทางและการกำหนดนโยบายของภาครัฐในมาตรการการควบคุมการใช้สารเคมีที่ถูกต้อง แนวทางในการบริหารจัดการ เกี่ยวกับการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชทั้งระบบแบบมีส่วนร่วมจากทุกภาคส่วน ผลผลิตทางเกษตรของไทยมีความปลอดภัย ลดปัญหาด้านสังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งกำหนดเป็นมาตรการในการลดผลกระทบจากการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช

2.2.2 ผลกระทบด้านเศรษฐกิจ เกษตรกร มีผลผลิตที่มีคุณภาพ และปลอดภัยจากสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช ทำให้สามารถจำหน่ายผลผลิตได้มากขึ้น เป็นการเพิ่มรายได้ รวมทั้งสร้างความเข้มแข็ง และความมั่นคงทางด้านเศรษฐกิจ

2.2.3 ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม ประชาชนทั่วไป สถานศึกษา องค์กรเอกชน และหน่วยงานราชการอื่นที่เกี่ยวข้อง ได้รับรู้ข้อมูลด้านวิชาการเกี่ยวกับผลกระทบของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่มีต่อสิ่งแวดล้อม ,udki การเผยแพร่ข้อมูลการวิจัยในวงกว้างทำให้เกิดความร่วมมือในระหว่างภาคส่วนต่างๆ ที่จะช่วยลดผลกระทบที่จะเกิดขึ้นด้านสิ่งแวดล้อม

2.2.4 ผลกระทบด้านสังคม เกษตรกรมีองค์ความรู้ความเข้าใจ และตระหนักในการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่ถูกต้อง และปลอดภัยเพิ่มขึ้น ทำให้ผลิตผลเกษตรมีความปลอดภัย เกษตรกรสามารถขายผลผลิตที่มีความปลอดภัยได้มากขึ้น ลดความกังวล และปัญหาสุขภาพให้กับผู้บริโภค สิ่งแวดล้อมปลอดภัย และเกิดความสมดุล

2.3 ข้อเสนอแนะ

2.3.1 ควรมีแผนงานโครงการและมาตรการเข้มงวดการใช้สารที่มีความเสี่ยงสูงที่อยู่ใน กลุ่ม 1A, 1B ในภาคการเกษตร

บรรณานุกรม

คณะกรรมการแห่งชาติว่าด้วยการพัฒนายุทธศาสตร์การจัดการสารเคมี. 2557. แผนยุทธศาสตร์การจัดการสารเคมีแห่งชาติ ฉบับที่ 4 (พ.ศ. 2555-2564). โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย. 66 หน้า.

โครงการวิจัยที่ 1

กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร. 2551. คำแนะนำ การป้องกันกำจัดแมลงและศัตรูพืช ปี 2551. 294 หน้า.

มกอช. 2559. มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ มกอช. 9002-2559 “สารพิษตกค้าง : ปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด. สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 55 หน้า.

รัศมี แสงศิริมงคลยิ่ง, มลิสสา เวชยานนท์, ปภัสรา คุณเลิศ และพรชนก ชโลปกรณ์. 2558. การศึกษาการปนเปื้อนของสารกำจัดศัตรูพืชสู่สิ่งแวดล้อมในวิทยาลัยพยาบาลพัฒนา. วารสารวิจัยราชภัฏพระนคร ปีที่ 10 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม-ธันวาคม 2558.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2559a. มาตรฐานสินค้าการเกษตร: สารพิษตกค้าง: ปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2559b. มาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ.9002-2559 สารพิษตกค้าง: ปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด Pesticide Residues: Maximum Residue Limit สำนักงานมาตรฐานสินค้า เกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2559c. มาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ.9045--2559 การจัดกลุ่มสินค้าพืช Classification of agricultural commodities : crop สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สำนักมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2559. ข้อมูลการบริโภคอาหารของประเทศไทย Food consumption data of Thailand สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

Ana C.F. Vida, David J. Cocovi-Solberg, Elias A.G. Zagatto and Manuel Miró. 2016. Rapid estimation of readily leachable triazine residues in soils using automatic kinetic bioaccessibility assays followed by on-line sorptive clean-up as a front-end to liquid chromatography. Talanta. 156-157: 71–78.

Analu E. Jacomini, Plinio B. de Camargo, Wagner E. P. Avelara and Pierina S. Bonato. 2009. Determination of Ametryn in River Water, River Sediment and Bivalve Mussels by Liquid Chromatography-Tandem Mass Spectrometry. J. Braz. Chem. Soc., Vol. 20, No. 1, 107-116.

Anastassiades. M. D.I.Kolberg, D.Mack, I.Sigalova, D.Roux and D.Fugel (2008). Quick Method for the Analysis of Residues of Highly Polar Pesticides in Foods of Plant Origin Involving Simultaneous Extraction with Methanol and LC-MS/MS Determination.version 6:1-37

- Aly, O.M. and M.A. El-Dib. 1971. Studies on the persistence of some carbamate insecticides in the aquatic environment. I. Hydrolysis of Sevin, Baygon, Pyrolanand Dimetilan in waters. *Water Res.* 5:1191-1205.
- Codex. 2022. Pesticide database. CodexAlimentariusInternationalFoodStandards. Pesticide database. https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/dbs/pestres/pesticide-detail/en/?p_id=157
database/mrls/index.cfm?event=search.pr&p=271%25252C273%25252C281&v=1
- Das, Y.T. 1990. Photodegradation of [1-naphthyl-14C] carbaryl on soil under artificial sunlight, Vol. 169-208 #87095, Department of Pesticide Regulation, Sacramento, CA. 12 Dorough, H.W. and J.E.Casida. 1964. Nature of certain carbamate metabolites of the insecticides, *J. Assoc. Off. Agric. Chem.*, 48(5), 927-937.
- Eurachem. 2014. The Fitness for Purpose of Analytical Methods: A Laboratory Guide to Method Validation and Related Topics.
- EU. 2022. EU Pesticide database. <https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides->
- EPA.2022. Rfd Toxicity Value. IRIS Advanced Search. United States Environmental Protection Agency. <https://iris.epa.gov/AdvancedSearch/>
- FOA/WHO. 2010. Manual on development and use of FAO and WHO specifications for pesticides 2 nd revision. Retrieved January 12, 2011, from www.fao.org/agriculture/crops/core-mes/theme/pets/pm/jmps/manual/en/.
- Japan MRL. 2014. Positive List System for Agricultural Chemical Residues in Foods. The Japan Food Chemical Research Foundation. <http://www.m5.ws001.squarestart.ne.jp>.
- He, L-M., Troiano, J., Wang, A. and Goh, K. 2008. Environmental Chemistry, Ecotoxicity, and Fate of Lambda-Cyhalothrin. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology.* pp. 71-88.
- The Japan Food Chemical Research and Foundation.2022.<http://www.db.ffcr.or.jp/front/>
- Reaves, E. 2007. Carbaryl: Updated endpoint selection for single chemical risk assessment. Retrieved June 29, 2019, from https://archive.epa.gov/pesticides/reregistration/web/pdf/carbaryl_red.pdf
- SANCO. 2013. Guidance document on analytical quality control and validation procedures for pesticide residues analysis in food and feed. European Union, Health and Consumer Protection Directorate General.
- Tomlin, C. 2006. *The Pesticide Manual*. 14th ed. BCPC: UK. 1349 p.
- 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).
- US.EPA. 2007. Lambda-Cyhalothrin. Human Health Risk Assessment for the Proposed

Food/Feed Uses of the Insecticide on Cucurbit Vegetables (Group 9),Tuberous and Corn Vegetables (Subgroup 1C), Grass Forage, Fodder, and Hay (Group 17), Barley, Buckwheat, Oat, Rye, Wild Rice, and Pistachios.Petition Numbers 5F6994, 3E6593, and 6E7077.

Retrieved Feb 7, 2022, from https://www3.epa.gov/pesticides/chem_search/cleared_reviews/csr_PC-128897_18-Jul-07_a.pdf.

US. EPA. 2011. Exposure factors handbook, final report, EPA/600-R09/052F, 2011. Retrieved Jan 22, 2019, from <http://www.epa.gov/ncea/efh/pdfs/efh-chapter08.pdf>.

World Health Organization Geneva. 1990. International Programme on Chemical Safety Environmental Health Criteria 99: Cyhalothrin. pp 1-106.

Zeying He, Lu Wang, Yi Peng, Ming Luo, Wenwen Wang and Xiaowei Liu. 2015. Multiresidue analysis of over 200 pesticides in cereals using a QuEChERS and gas chromatography-tandem mass spectrometry-based method. Food Chemistry. 169: 372 - 380.

โครงการวิจัยที่ 2

การทดลองที่ 1

กระทรวงอุตสาหกรรม.ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม (ฉบับที่ 6) พ.ศ. 2563. เรื่อง บัญชีรายชื่อวัตถุอันตราย (ฉบับที่ ๖) ราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 137 ตอนพิเศษ 117 ง (ลงวันที่ 15 พฤษภาคม 2563)

กลุ่มวิจัยวัตถุเคมีพิษการเกษตร, 2564. คู่มือการใช้บริการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างในพืช ดิน น้ำ คุณภาพผลิตภัณฑ์วัตถุเคมีพิษการเกษตร และสารสกัดธรรมชาติ. 15 หน้า

AOAC. 2016. Organophosphorus Pesticide. General Multiresidue Method. Association of Official Analytical Chemists. AOAC Official Method 970.52, 1995.

Back, C. K. 1965. Method of soil analysis: part I physical and mineralogical properties. American Society of Agronomy. Madison. Wisconsin. USA. 4 p.

Constenla, M., D. Riley, S. H. Kennedy, C. E. Rojas, L. E. Mora and J. E. B. Steven. 1990. Paraquat behavior in Costa Rican soils and residues in coffee. Agric. Food Chem. J. 38: 1985-1988.

Curry, J.P. 1970. The effects of different methods of new sward establishment and the effects of the herbicide paraquat and dalapon on the soil fauna Pedobiologia, 10, pp. 329-361.

Poranee, P., K. Duangta, and S. Kankanit. 2012. Paraquat contaminations in the Chanthaburi river and vicinity areas, Chanthaburi province Thailand. Science, Technology, and Humanities. J. 10(1): 17-24.

Riley, D, W. Wilkinson, and B.V. Tucker. 1976. Biological unavailability of bound paraquat residues in soil. 1n ACS Symp. Series No. 29. Bound and conjugated pesticide residues. American Chemical Society, Washington, D.C. pp. 301-353.

Robinson, N. J. 2006. Paraquat: Residue Method for the Determination of Paraquat Dichloride as Paraquat cation in Soil (GRM012.04A). Syngenta. Jealott's Hill International Research Centre. UK. 49 p.

SANTE/12682.2019. Guidance document on analytical quality control and method validation procedures for pesticide residues and analysis in food and feed. Retrieved April 10, 2020,

from [https:// ec.europa.eu/food/system/files/2020-01/pesticides_mrl_guidelines_wrkdoc_2019-12682.pdf](https://ec.europa.eu/food/system/files/2020-01/pesticides_mrl_guidelines_wrkdoc_2019-12682.pdf)

Sun, L, D. Konga, W. Gud, X. Guoa, W. Taa, Z. Shana, Y. Wangc, and N. Wang. 2017.

Determination of glyphosate in soil/sludge by high performance liquid chromatography. J. 1502: 8-13.

U.S. EPA. 2011. Exposure Factors Handbook: 2011 Edition. National Center for Environmental Assessment, Washington, DC; EPA/600/R-09/052F. Retrieved April 20, 2019, from <https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-09/documents/efh-frontmatter.pdf>

การทดลองที่ 2

คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2547.ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 25 พ.ศ. 2547. เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพดิน. ในราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 121 ตอนพิเศษ 119 ง (ลงวันที่ 9 กันยายน 2547)

จารุพงศ์ ประสพสุข สุวิทย์ เลหาศิริวงศ์ อรุณี พรหมคำบุตร และ ชูลีมาศ บุญไทย อิวาย. 2562. การประเมินความเสี่ยงสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในดินต่อสุขภาพของเกษตรกรผู้ปลูกคะน้าในจังหวัดขอนแก่น. วารสารวิชาการเกษตร. 37(3) : 272-285.

ผกาสินี คล้ายมาลา ประกิจ จันท์ดีบ และ วรวิทย์ สุจิธรรม. 2555. ศึกษาการสลายตัว และสะสมสารกำจัดวัชพืชกลุ่ม Triazine ในดิน น้ำ และตะกอนในแหล่งปลูกพืชสวน และพืชไร่; ชนิด atrazine ในไร่อ้อย เอกสารผลการปฏิบัติงาน ประจำปีงบประมาณ 2554. สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร. กรมวิชาการเกษตร. หน้า 115-126.

Lewis, K.A, J. Tzilivakis, D.J. Warner, and A. Green. 2016. An international database for pesticide risk assessments and management. Hum Ecol Risk Assess an. Int J. 22: 1050-1064.

SANTE/12682.2019. Guidance document on analytical quality control and method validation procedures for pesticide residues and analysis in food and feed. Retrieved April 3, 2021, from https://ec.europa.eu/food/system/files/2020-1/pesticides_mrl_guidelines_wrkdoc_2019-12682.pdf

Song Y., Z. C. JIA, J.Y. CHEN, J. X. HU, and L. S. Zhang. 2014. Toxic Effects of Atrazine on Reproductive System of Male Rats. Biomedical and Environmental Sciences. J. 27(4): 281-288.

U.S. EPA. 2011. Exposure Factors Handbook: 2011 Edition. National Center for Environmental Assessment, Washington, DC; EPA/600/R-09/052F. Retrieved April 20, 2021, from <https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-09/documents/efh-frontmatter.pdf>

U.S. EPA. 1998. Alachlor Fact sheet. Retrieved April 1, 2021, from https://www3.epa.gov/pesticides/chem_search/reg_actions/reregistration/fs_PC-090501_1-Dec-98.pdf

Van Bruggen, A.H.C., M.M. He, K. Shin, V. Mai, K.C. Jeong, M.R. Finckh, and J.G. Morris. 2018. Environmental and health effects of the herbicide glyphosate. Sci. Total Environ. J. 616-617: 255-268.

Vencill, W.K. 2002. WSSA herbicide handbook (8th edition). Weed Science Society of America. Lawrence, KS, USA.

การทดลองที่ 3

- กลุ่มวิจัยวัฏภูมิพิษการเกษตร. 2564. วิธีทดสอบสารพิษกลุ่ม Organochlorines ในน้ำ โดยวิธี Gas Chromatography TM-T04-I01. 10 หน้า.
- กลุ่มวิจัยวัฏภูมิพิษการเกษตร. 2564. วิธีทดสอบสารพิษกลุ่ม Organochlorines Organophosphorus และ Pyrethroids ในดิน โดยวิธี Gas Chromatography TM-T04-I02. 12 หน้า.
- กลุ่มวิจัยวัฏภูมิพิษการเกษตร. 2564. วิธีทดสอบสารพิษกลุ่ม Organophosphorus ในน้ำ โดยวิธี Gas Chromatography TM-T04-I03. 9 หน้า.
- คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2537. ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน. ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 111 ตอนที่ 16 ง. (ลงวันที่ 10 มกราคม 2537)
- มลิสา เวชยานนท์ สิริพร เหลืองสุชนกุล ประกิจ จันทร์ดีบ เอกราช สิทธิมงคล และปัทมรา คุณเลิศ. 2555. การแพร่กระจายของสารพิษการเกษตรจากแหล่งเกษตรกรรมลงสู่แม่น้ำสายหลักในประเทศไทย. ผลงานวิจัยดีเด่นกรมวิชาการเกษตรประจำปี 2555. หน้า 231-255.
- สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา. 2563. แผนการบริหารจัดการน้ำและการเพาะปลูกพืชฤดูแล้งในเขตชลประทาน ปี 2563/64. สืบค้นจาก: <https://www.rid.go.th> [24 มิ.ย. 2564].
- Anastassiades, M., S. J. Lehotay, D. Staibaher, and F. J. Schenck. 2003. Fast and Easy Multiresidues employing Acetonitrile Extraction/Partitioning and Dispersive Solid-Phase Extraction for Determination of Pesticide Residues in Produce. AOAC. J. 86(2): 412-431.
- Back, C. K. 1965. Method of soil analysis: part I physical and mineralogical properties. American Society of Agronomy. Madison. Wisconsin. USA. 4 p.
- European Chemicals Bureau. 2003. Technical Guidance Document on Risk Assessment. Commission Directive 93/67/EEC on Risk Assessment for notified substances. Retrieved Mar 20, 2019, from https://www.echa.europa.eu/documents/10162/16960216/tgdp2_2ed_en.pdf
- Feei, S., L. Feng-Yi., W. Sue-Sun, and L. Gwo-Chen. 2000. Determination of Organochlorine and Nitrogen-Containing Pesticide Residues in Fish with Different Fat Content. Food and Drug Analysis. J. 8(2): 103-111.
- Keller, W. and S. Otto. 1985. BASF Agricultural Research Station, Limburgerhof.
- Lewis, K.A., J. Tzilivakis, D. Warner and A. Green. 2016. An international database for pesticide risk assessments and management. Human and Ecological Risk Assessment. An International J. 22 (4): 1050-1064.
- National Health and Medical Research Council; NHMRC, Natural Resource Management Ministerial Council; NRMCC. (2011). Australian Drinking Water Guidelines version 3.7 Paper 6 National Water Quality Management Strategy. National Health and Medical Research Council, National Resource Management Ministerial Council, Commonwealth of

Australia, Canberra. Retrieved February 1, 2022, from <https://www.nhmrc.gov.au/about-us/publications/australian-drinking-water-guidelines#block-views-block-file-attachments-content-block-1>

Robinson, N. J. 2006. Paraquat: Residue Method for the Determination of Paraquat Dichloride as Paraquat cation in Soil (GRM012.04A). Syngenta. Jealott's Hill International Research Centre. UK. 49 p.

Samoh, A. N. H, and M. S. Ibrahim. 2009. Organochlorine Pesticide Residues in the Major Rivers of Southern Thailand. EnvironmentAsia. J. 1: 30-34.

U.S. EPA. 2003. Edition of the Drinking Water Standards and Health Advisories. USA.

U.S. EPA. 2017. Exposure Factors Handbook Chapter 5: Soil and Dust Ingestion. U.S. EPA. Office of Research and Development. Washington, DC. EPA/600/R-17/384F.

WHO. 1988. Assessment of fresh water quality. Global environmental monitoring system (GEMS) report on the related environmental monitoring. World Health Organization.

WHO. 2004. Guidelines for Drinking-water Quality. 3rd Edition. WHO Geneva. Switzerland.

การทดลองที่ 4

จารุพงศ์ ประสพสุข , สุวิทย์ เลหาศิริวงศ์ , อรุณี พรหมคำบุตร และ ชุติมาศ บุญไทย อีวาย. 2562. การประเมินความเสี่ยงสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในดินต่อสุขภาพของเกษตรกร ผู้ปลูกคะน้าในจังหวัดขอนแก่น. วารสารวิชาการเกษตร 37(3) : 272-285.

International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC). 2019. Global availability of information on agrochemicals. Pesticide Properties DataBase. Retrieved March 25, 2019, from <https://www.sitem.herts.ac.uk/aeru/iupac/atoz.Htm>.

Kennedy, S. H. 1986. The determination of residues of paraquat in crops – a spectrophotometric method. Plant Protection Division Residue Analytical Method No. 18, Imperial Chemical Industries, Bracknell, Berkshire, England. 8 p.

U.S. EPA. 2008. Child-Specific Exposure Factors Handbook. EPA/600/R-06/096F. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC. 687 pp.

U.S. EPA. 2019. Integrated Risk Information System. IRIS Assessments. Retrieved July 10, 2020, from <https://www.epa.gov/iris>

Leong, Y.H, A.M. Ariff, H.R. Mohamed Khan, N.A. Abdul Rani, and M.I. Abdul Majid. 2018.

Paraquat poisoning calls to the Malaysia National Poison Centre following its ban and subsequent restriction of the herbicide from 2004 to 2015. Forensic and Legal Medicine. J. 56: 16-20.

การทดลองที่ 5

- กรมควบคุมมลพิษ. 2547. ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 25 (พ.ศ. 2547) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพดิน. ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 121 ตอนพิเศษ 119 ง (ลงวันที่ 20 ตุลาคม 2547)
- กรมอนามัย. 2563. ประกาศกรมอนามัย เรื่อง เกณฑ์เสนอแนะคุณภาพน้ำบริโภคเพื่อการเฝ้าระวัง กรมอนามัย พ.ศ. 2563. สืบค้นจาก: https://www.krc.go.th/files/com_service_new1/2020-8_5db9e45ed4a3fbf.pdf [11 ก.พ. 2565].
- กลุ่มวิจัยวัชพืช. 2554. คำแนะนำการป้องกันกำจัดวัชพืชและการใช้สารกำจัดวัชพืชปี 2554. สำนักวิจัยการพัฒนากาารอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 133 หน้า.
- จารุพงศ์ ประสพสุข , สุวิทย์ เลหาศิริวงศ์ , อรุณี พรหมคำบุตร และ ชูลีมาศ บุญไทย อิวาย. 2562. การประเมินความเสี่ยงสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในดินต่อสุขภาพของเกษตรกร ผู้ปลูกคะน้าในจังหวัดขอนแก่น. วารสารวิชาการเกษตร. 37(3) : 272-285.
- อรอนงค์ ผิววิล, ศุภมาศ พนิชศักดิ์ พัฒนา, นิพนธ์ ตั้งคณานุรักษ์, บงกชรัตน์ ปิตยนต์ และ น้ำเย็น ศิริพัฒน์. 2554. การศึกษาการตกค้างและเคลื่อนย้ายสารกำจัดวัชพืชอะทราซีนในดินพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ตะกอนดิน และน้ำท่าบริเวณลุ่มน้ำห้วยกะโเป อำเภอน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 49: สาขาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, หน้า 1-11.
- เอกราช สิทธิมงคล และ วรวิทย์ สุจิธรรม. 2556. การสะสมสารพิษตกค้างในแหล่งน้ำใต้ดินบริเวณเกษตรกรรมพื้นที่ภาคเหนือตอนล่าง. ผลการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ 2555. สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร. หน้า 115-127.
- Back, C.A. 1965. "Method of soil analysis: part I physical and mineralogical properties". American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA.
- In-house method. 2005. EPA method 8141A, Revision 1, 1994. Organophosphorus compound by Gas Chromatography capillary column technique.
- International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC). 2019. Global availability of information on agrochemicals. Pesticide Properties DataBase. Retrieved March 25, 2019, from <https://www.sitem.herts.ac.uk/aeru/iupac/atoz.htm>.
- U.S. EPA. 2011. Exposure factors handbook, final report, EPA/600-R09/052F, 2011, Retrieved March 25, 2019, from <http://www.epa.gov/ncea/efh/pdfs/efh-chapter08.pdf>
- U.S. EPA. 2008. Child-Specific Exposure Factors Handbook. EPA/600/R-06/096F. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC. 687 p.
- WHO. 2020. WHO Guideline Value for Atrazine in Drinking Water: A Critical Review. Retrieved February 1, 2022, from <https://www.publiceye.ch/en/publications/detail/who-guideline-value-for-atrazine-in-drinking-water>
- Zeying, H, L. Wang, Y. Peng, M. Luo, W. Wang, and Xiaowei Liu. 2015. Multiresidue analysis of over 200 pesticides in cereals using a QuEChERS and gas chromatography-tandem mass spectrometry-based method. Food Chemistry. J. 169: 372-380.

- วรรณวิมล ภัทรสิริวงศ์ กฤษณะ ป็องนาค สุรัตน์ หงส์ลิบสอง และ ัญญภรณ์ เกิดน้อย. 2557. รายงานผลการวิจัย เรื่อง การศึกษาพัฒนาแนวทางการลดใช้สารเคมีในการเกษตรด้วยกระบวนการวิจัยแบบมีส่วนร่วม กรณีศึกษาอำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่. ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. 208 หน้า
- วรรณวิมล ภัทรสิริวงศ์ สุวรรณ เตียรย์สุวรรณ ทิพวรรณ ประภามณฑล ัญญภรณ์ เกิดน้อย สุรัตน์ หงส์ลิบสอง และฐิติกมล สิทธิสอน. 2560. การศึกษาพัฒนาแนวทางการจัดการความเสี่ยง จากสารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนด้วยกระบวนการวิจัยแบบมีส่วนร่วม ปีที่ 3. ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พฤศจิกายน 2560. 109 น. สืบค้นจาก:
<http://www.oic.go.th/FILEWEB/CABINFOCENTER3/ DRAWER083/GENERAL/ DATA0001/00001221.PDF> [10 มิถุนายน 2562]
- AOAC.1995. Organophosphorus Pesticide. General Multiresidue Method. Association of Official Analytical Chemists. AOAC Official Method 970.52, 1995.
- Wu, C, P. Liu, L. Zheng, J. Chen, and Zhijun Zhou. 2010. GC-FPD measurement of urinary dialkylphosphate metabolites of organophosphorus pesticides as pentafluorobenzyl derivatives in occupationally exposed workers and in a general population in Shanghai (China)
- Ellman, G, L. Courtney, K.D. Andres, V, and R.M, Featherstone, 1961. A new rapid colorimetric determination of acetylcholinesterase activity. *Biochemistry and Pharmacology*. J. 7: 88-95.
- Fillion, J, F. Sauve, and J. Selwyn. 2000. Multiresidue method for the determination of residues of 251 pesticide in fruits and vegetables by gas chromatograph/mass spectrometry and liquid chromatography with fluorescence detection. *AOAC Int. J.* 83(3): 698-713
- WHO. 2010. WHO Human Health Risk Assessment Toolkit: Chemical Hazards (IPCS harmonization project document no. 8) World Health Organization. Retrieved March 20, 2020, from <http://www.who.int/ipcs/publications/methods/harmonization/toolkit.pdf>