

รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

- 1. ชุดโครงการวิจัย** วิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
- 2. โครงการวิจัย** การศึกษาความรุนแรงของผลกระทบและการเฝ้าระวังสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่มีพิษร้ายแรงหรือมีความคงทนในสภาพแวดล้อม
Study on the Impact of Pesticide Use and Monitoring of Pesticide Products and Residues.
กิจกรรมที่ 3 การสะสมและการแพร่กระจายสารพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อมบริเวณพื้นที่เกษตรกรรม
กิจกรรมย่อยที่ 3.3 การสะสมสารพิษตกค้างในแปลงเกษตรกร
- 3. ชื่อการทดลองที่ 3.3.4** ศึกษาชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างในผลผลิตการเกษตร ดิน และน้ำ บริเวณแปลงปลูกในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน : พริกและมะเขือเทศ
- 4. คณะผู้ดำเนินงาน**

หัวหน้าการทดลอง	นางวัชรพร ศรีสว่างวงศ์	นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ
ผู้ร่วมงาน	นางสาวปริยานุช สายสุพรรณ	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ
ผู้ร่วมงาน	นายจรรพงค์ ประสพสุข	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ
สังกัด	กลุ่มพัฒนาการตรวจสอบพืชและปัจจัยการผลิต	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3

5. บทคัดย่อ

ศึกษาชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างในผลผลิตการเกษตร ดิน และน้ำ บริเวณแปลงปลูกพริกและมะเขือเทศในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน เพื่อศึกษาการสะสมของสารพิษตกค้างในบริเวณที่ทำการเกษตรของเกษตรกร โดยทำการสุ่มตัวอย่างทั้งหมด 180 ตัวอย่าง และตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างจำนวน 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มออร์แกโนฟอสฟอรัส ออร์แกโนคลอรีน ไพรีทรอยด์และคาร์บาเมท ซึ่งในปีงบประมาณ 2556 ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างพริก ดิน น้ำ จากแปลงเกษตรกร 30 ราย รวม 90 ตัวอย่าง และในปีงบประมาณ 2557 ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างมะเขือเทศ ดิน น้ำ จากแปลงเกษตรกร 30 ราย รวม 90 ตัวอย่าง ผลการวิเคราะห์พริก ดิน น้ำ จากแปลงเกษตรกร 30 ราย พบว่า ตัวอย่างพริก 30 ตัวอย่าง พบสารพิษตกค้าง 17 ตัวอย่างคิดเป็น 56.67 เปอร์เซ็นต์ ชนิดสารที่ตรวจพบคือ carbaryl (0.04 mg/kg), carbofuran (0.01-0.38 mg/kg), chlorpyrifos (0.01-0.68 mg/kg), cypermethrin (0.36-2.37 mg/kg), ethion (0.05 mg/kg) และ methomyl (0.04 mg/kg) ซึ่งมีพริก 1 ตัวอย่าง ที่พบสาร cypermethrin เกินค่าสูงสุดที่ยอมให้มีได้ (Maximum Residue Limit for pesticide, MRL) สำหรับตัวอย่างดิน 30 ตัวอย่าง พบสารพิษตกค้าง 5 ตัวอย่าง คิดเป็น 16.67 เปอร์เซ็นต์ ชนิดสารที่ตรวจพบคือ chlorpyrifos (0.03-0.05 mg/kg) และ cypermethrin (0.01 mg/kg) ส่วนตัวอย่างน้ำ 30 ตัวอย่างพบสารพิษตกค้าง 4 ตัวอย่าง คิดเป็น 13.33 เปอร์เซ็นต์ ชนิดสารที่ตรวจพบคือ

chlorpyrifos (0.0003-0.0074 µg/L) ซึ่งในตัวอย่างดินและน้ำบริเวณแปลงปลูกพริกพบสารพิษตกค้างแต่ไม่เกินค่าสูงสุดที่ยอมให้มีได้ สำหรับผลการวิเคราะห์หะเชื้อเทศ ดิน น้ำ จากแปลงเกษตรกร 30 ราย ผลการวิเคราะห์พบว่า ตัวอย่างหะเชื้อเทศ 30 ตัวอย่าง พบสารพิษตกค้าง 21 ตัวอย่างคิดเป็น 70.00 เปอร์เซ็นต์ ชนิดสารที่ตรวจพบคือ carbofuran (3.55 mg/kg), chlorpyrifos (0.01-0.26 mg/kg), cypermethrin (0.02-0.15 mg/kg) และ methomyl (0.01 mg/kg) ซึ่งมีหะเชื้อเทศ 1 ตัวอย่างที่พบสาร carbofuran เกินค่า MRL สำหรับตัวอย่างดิน 30 ตัวอย่างพบสารพิษตกค้าง 9 ตัวอย่าง คิดเป็น 30.00 เปอร์เซ็นต์ ชนิดสารที่ตรวจพบคือ chlorpyrifos (0.02-0.09 mg/kg) และ methomyl (0.01 mg/kg) ซึ่ง chlorpyrifos พบเกินค่า MRL ในดิน จำนวน 1 ตัวอย่าง คิดเป็น 3.33 เปอร์เซ็นต์ ส่วนตัวอย่างน้ำ 30 ตัวอย่างพบสารพิษตกค้าง 7 ตัวอย่าง คิดเป็น 23.33 เปอร์เซ็นต์ ชนิดสารที่ตรวจพบคือ chlorpyrifos (0.02-0.10 µg/L) และ cypermethrin (0.02 µg/L) สรุปได้ว่าจากผลการวิเคราะห์ในพริกและหะเชื้อเทศพบสารตกค้างในผลผลิตเกินค่า MRL พืชละ 3.33 เปอร์เซ็นต์ แสดงให้เห็นว่ามีเกษตรกรบางรายนั้นใช้สารเคมีในปริมาณที่มากและเกษตรกรอาจไม่ได้เว้นระยะในการเก็บเกี่ยวผลผลิตทำให้ตรวจพบสารพิษตกค้างในผลผลิตเกินค่าสูงสุดที่ยอมให้มีได้ ขณะที่ในตัวอย่างดินจากแปลงปลูกหะเชื้อเทศยังพบ chlorpyrifos เกินค่า MRL เนื่องจาก chlorpyrifos เป็นสารที่สามารถยึดเกาะกับอนุภาคดินได้ดี มีความคงทนในดิน 60 – 120 วัน โดยเกษตรกรอาจมีการใช้สาร chlorpyrifos เป็นประจำจึงทำให้พบตกค้างในดินบริเวณดังกล่าวเกินค่ามาตรฐานสูงสุดที่ยอมให้มีได้ แต่น้ำบริเวณแปลงปลูกยังไม่อยู่ในภาวะวิกฤต โดยปริมาณสารที่พบไม่เกินค่าปริมาณสูงสุดที่กำหนด

6. คำนำ

ประเทศไทยได้มีการพัฒนาการเกษตรเป็นอย่างมากเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรทำให้มีการใช้สารกำจัดแมลงอย่างกว้างขวาง ซึ่งสารกำจัดแมลงจึงถือเป็นปัจจัยการผลิตลำดับต้นๆ ที่เกษตรกรเลือกใช้ในการที่จะให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพดีและปริมาณมาก คู่กับการลงทุน จากข้อมูลการนำเข้าวัตถุดิบอันตรายทางการเกษตรของกรมวิชาการเกษตรพบว่าสารกำจัดแมลงมีแนวโน้มในการนำเข้าเพิ่มมากขึ้นทุกปี ซึ่งให้เห็นว่าสารกำจัดแมลงถือเป็นทางเลือกแรกๆของเกษตรกรไทย เนื่องจากมีความสะดวก สามารถนำไปใช้งานได้ง่าย และที่สำคัญได้ผลรวดเร็วทันใจ เห็นผลชัดเจน ทำให้เกษตรกรส่วนใหญ่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายและมีปริมาณมากในภาคเกษตรกรรมของไทย

จากกระแสการบริโภคอาหารปลอดภัยในปัจจุบันทำให้ทั่วโลกให้ความสำคัญกับกระบวนการผลิตอาหารปลอดภัยและมีการเพิ่มมาตรการที่เข้มงวดในความปลอดภัยด้านอาหาร โดยเฉพาะประเทศในกลุ่มสหภาพยุโรป และประเทศสหรัฐอเมริกาได้ใช้นโยบายด้านอาหารปลอดภัยเป็นข้อต่อรองทางการค้าไม่ว่าจะเป็นผลผลิตต้องมีคุณภาพ ปลอดภัยจากสารพิษตกค้าง และกระบวนการผลิตที่ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม ซึ่งการมุ่งสู่ความปลอดภัยทางด้านอาหารของประเทศไทยเป็นนโยบายที่สำคัญของรัฐบาล โดยเป็นการบูรณาการระหว่างกระทรวงต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อผลักดันให้กระบวนการผลิต การขนส่ง การจำหน่ายและการบริโภคของประชาชนในประเทศ ตลอดจนคู่ค้าในต่างประเทศได้บริโภคสินค้าเกษตรและอาหารที่ปลอดภัย มีคุณภาพมาตรฐานในระดับสากล ซึ่งเป็นหนึ่งในยุทธศาสตร์การเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ

การศึกษาชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างในผลผลิตการเกษตร ดิน และน้ำ บริเวณแปลงปลูกพริกและมะเขือเทศในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน ของกลุ่มพัฒนาการตรวจสอบพืชและปัจจัยการผลิต สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 เพื่อเป็นการเฝ้าระวังและติดตามสถานการณ์การปนเปื้อนของสารกำจัดแมลงในผลผลิตทางการเกษตรและสิ่งแวดล้อมในแหล่งเกษตรกรรม และใช้ผลการวิเคราะห์ที่ได้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการประเมินความรู้ความเข้าใจของเกษตรกรในการใช้สารเคมี รวมทั้งประเมินความเสี่ยงที่เกิดขึ้นจากการใช้สารเคมี ซึ่งถือเป็นหน้าที่หลักของเจ้าหน้าที่ภาครัฐในการให้ความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องแก่เกษตรกร เพื่อเป็นการลดการใช้สารกำจัดแมลง ลดปริมาณสารกำจัดแมลงที่ตกค้างในผลผลิตการเกษตรและสิ่งแวดล้อม อีกทั้งเพื่อความปลอดภัยของเกษตรกร ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อมต่อไป

7. วิธีดำเนินการ

- อุปกรณ์

1. เครื่องมือวิทยาศาสตร์ ได้แก่ เครื่องชั่งละเอียด (analytical balance) ชนิด 3 และ 4 ตำแหน่ง, เครื่องเหวี่ยงสารให้ตกตะกอน (centrifuge), เครื่องเขย่าแนวตั้ง (funnel shaker), เครื่องผสมสารละลาย (vortex mixer), เครื่องลดปริมาตร (rotary evaporator), เครื่องลดปริมาตรชนิด nitrogen evaporator และ ตู้ดูดความชื้น (desiccator)

2. วัสดุวิทยาศาสตร์และเครื่องแก้วที่ใช้ในการวิเคราะห์ ได้แก่ กรวยกรอง, beaker ขนาด 50, 250 และ 500 มิลลิลิตร (ml), cylinder ขนาด 1,000 ml, centrifuge tube ขนาด 15 และ 50 ml, dispenser ขนาด 5, 10 และ 50 ml, disposable pasteur pipette, erlenmeyer flask ขนาด 500 ml, glass vial for auto sample ขนาด 1.5 ml, glass syringe ขนาด 5 ml, graduated tube ขนาด 12 หรือ 15 ml, micro pipette ขนาด 20, 200 และ 1,000 ไมโครลิตร, nylon syringe filter ขนาด 0.2 ไมครอน, round bottom flask ขนาด 250 ml, separatory funnel ขนาด 1,000 ml, test tube ขนาด 15 ml และ volumetric flask (class A) ขนาด 10 ml

3. สารเคมี ได้แก่ acetonitrile (analytical grade ; AR grade), acetic acid (AR grade), ethyl acetate (pesticide grade ; PR grade), Graphitized carbon black (GCB), hexane (AR grade), hexane (PR grade), methanol (HPLC grade), Magnesium sulfate anhydrous ($MgSO_4$), OPA diluents, sodium chloride (NaCl), thioflour, Primary secondary amine (PSA), o-phthaldehyde (OPA) และ sodium hydroxide solution

4. สารพิษมาตรฐาน (pesticide grade)

4.1 สารพิษมาตรฐาน (pesticide grade) กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส (Organophosphorus) จำนวน 16 ชนิด ได้แก่ chlorpyrifos, diazinon, dicrotophos, dimethoate, EPN, ethion, fenitrothion,

malathion, methamidophos, mevinphos, monocrotophos, parathion-methyl, pirimiphos-ethyl, profenofos, prothiofos และ triazophos

4.2 สารพิษมาตรฐาน (pesticide grade) กลุ่มออร์กาโนคลอรีน (Organochlorines) จำนวน 1 ชนิด ได้แก่ endosulfan

4.3 สารพิษมาตรฐาน (pesticide grade) กลุ่มไพรีทรอยด์ (Pyrethroids) จำนวน 6 ชนิด ได้แก่ cyfluthrin, cyhalothrin, cypermethrin, deltamethrin, fenvalerate และ permethrin

4.4 สารพิษมาตรฐาน (pesticide grade) กลุ่มคาร์บาเมท จำนวน 9 ชนิด ได้แก่ aldicarb, carbofuran, carbofuran-3-hydroxy, carbaryl, fenobucarb, isoprocarb, methiocarb, methomyl และ oxamyl

5. เครื่อง Pickering รุ่น PCX 5200 Post-Column Derivatization

6. เครื่องตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง High Performance Liquid Chromatography (HPLC) ยี่ห้อ Agilent รุ่น 1100 พร้อมตัวตรวจวัดชนิด Fluorescence Detector (FLD) ควบคุมสถานะการทำงานของเครื่อง ดังนี้

Column : Carbamate Column, C18, Stainless steel ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4.6 มิลลิเมตร , ยาว 250 มิลลิเมตร, partical size 5 ไมครอน

Mobile phase : Methanol 12% : water 88%

อัตราการไหล (Flow rate) : 0.80 มิลลิลิตร/นาที

Stoptime (นาที) : 55 นาที

Posttime (นาที) : 5 นาที

อุณหภูมิคอลัมน์ (Column Temperature) : 42 องศาเซลเซียส

ปริมาตรที่ฉีด (Injection Volumn) : 10 ไมโครลิตร

Detector : FLD (Fluorescence Detector)

Excitation wavelength 330 nm

Emission wavelength 465 nm

7. เครื่องตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง Gas Chromatograph (GC) ยี่ห้อ Agilent รุ่น 7890A พร้อมตัวตรวจวัดชนิด Flame Photometric Detector (FPD) และ ตัวตรวจวัดชนิด Electron Capture Detector (ECD)

เครื่อง GC พร้อมตัวตรวจวัดชนิด FPD ปรับสภาพการทำงานของเครื่อง ดังนี้

Mode : Splitless

Column : DB-1701 , เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.32 มิลลิเมตร , ความยาว 30 เมตร, สารเคลือบหนา 0.25 ไมโครเมตร

Initial flow : 1.9 มิลลิลิตร/นาที

Temperature : Injector 250 °C, Detector 250 °C

Oven : 80 °C (1 นาที) $\xrightarrow{30\text{ °C / นาที}}$ 180 °C (3 นาที) $\xrightarrow{15\text{ °C / นาที}}$ 210 °C (6 นาที)
 $\xrightarrow{10\text{ °C / นาที}}$ 250 °C (5 นาที) $\xrightarrow{20\text{ °C / นาที}}$ 270 °C (2 นาที)

Volume injected : 1 ไมโครลิตร

เครื่อง GC พร้อมตัวตรวจวัดชนิด ECD ปรับสภาพการทำงานของเครื่อง ดังนี้

Mode : Splitless

Column : HP-5, เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.32 มิลลิเมตร, ความยาว 30 เมตร,
สารเคลือบหนา 0.25 ไมโครเมตร

Initial flow : 1.9 มิลลิลิตร/นาที

Temperature : Injector 250 °C, Detector 250 °C

Oven : 80 °C (1 นาที) $\xrightarrow{20\text{ °C / นาที}}$ 190 °C (1 นาที) $\xrightarrow{20\text{ °C / นาที}}$ 245 °C (2 นาที)
 $\xrightarrow{5\text{ °C / นาที}}$ 260 °C (6 นาที) $\xrightarrow{10\text{ °C / นาที}}$ 270 °C (5 นาที)

Volume injected : 1 ไมโครลิตร

- วิธีการ

- 1. วิธีการเก็บและเตรียมตัวอย่าง

1.1 การเก็บตัวอย่างน้ำ กำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำ ใช้แครงสุ่มตักตัวอย่างน้ำให้ทั่วพื้นที่กำหนด ให้เต็มขวดปริมาตรประมาณ 3 ลิตร การเตรียมตัวอย่างน้ำโดยทั่วไปหากตัวอย่างน้ำมีลักษณะใสสามารถนำมา สกัดได้ทันที แต่ถ้ามีความขุ่นหรือสกปรกมากให้กรองเพื่อแยกสิ่งปนเปื้อนออกจนได้สารละลายใส ก่อนทำการ ตรวจวิเคราะห์

1.2 การเก็บตัวอย่างดิน ใช้ Soil auger สุ่มเก็บตัวอย่างดินจากแปลง โดยใช้วิธีแทงพินปลา ให้ ได้ตัวอย่างละประมาณ 1 กิโลกรัม การเตรียมตัวอย่างดินก่อนนำไปสกัด ในกรณีที่ตัวอย่างดินมีสิ่งอื่นๆ ปนมา ให้ เก็บออกก่อน จากนั้นให้ตากดินในภาตสแตนเลสที่อุณหภูมิห้อง จนกระทั่งดินมีความชื้นประมาณ 20-30 เปอร์เซ็นต์ แล้วบดย่อยให้กระจายเป็นก้อนเล็กที่สุดเท่าที่จะทำได้ ผสมให้คลุกเคล้ากันก่อนนำไปทดสอบ ในกรณีที่ ยังไม่ได้วิเคราะห์ในทันทีให้เทใส่ขวดแก้วที่มีฝาปิดสนิทกันความชื้น และต้องเก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เมื่อนำมาตรวจวิเคราะห์ต้องตั้งตัวอย่างทิ้งไว้รอจนอุณหภูมิถึงอุณหภูมิห้องจึงจะชั่งน้ำหนักดิน

1.3 การเก็บตัวอย่างพืช (พริกและมะเขือเทศ) จะสุ่มเก็บจากแปลงทั้งแปลง โดยเก็บจากหลายๆ จุดรวมกันเป็น 1 ตัวอย่าง ให้ได้น้ำหนักไม่ต่ำกว่า 1 กิโลกรัมต่อตัวอย่าง เก็บใส่ถุงพลาสติกเพื่อนำสู่ห้องปฏิบัติการ การเตรียมตัวอย่างพืช (พริกและมะเขือเทศ) โดยเด็ดหัวออก จากนั้นนำมาตัดและหั่น บั่นให้ละเอียดเป็นเนื้อ เดียวกัน จากนั้นนำตัวอย่างพืชไปชั่ง ลงในหลอด Centrifuge tube ขนาด 50 ml

1.4 โดยทุกตัวอย่างหลังจากเก็บจากแปลงทดลอง จะเก็บในถุงพลาสติกหรือใส่ภาชนะที่ เหมาะสมแล้วปิดให้สนิท พร้อมทั้งเขียนรายละเอียดกำกับให้ชัดเจนในแต่ละตัวอย่าง ได้แก่ ชนิดตัวอย่าง วันที่เก็บ

ตัวอย่าง ซึ่ผู้เก็บตัวอย่าง แล้วนำไปใส่ถังน้ำแข็ง นำตัวอย่างกลับมาตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษตกค้างในห้องปฏิบัติการ

2. วิธีการสกัดตัวอย่าง

2.1 การสกัดสารพิษในน้ำ

2.1.1 กลุ่ม Organophosphorus และ Carbamate (In house method base on AOAC official Method 990.06, 1999)

1) ตวงน้ำปริมาตร 1,000 ml ใส่ใน Separatory funnel ขนาด 1,000 ml
2) เติม Ethyl acetate (AR grade) ปริมาตร 100 ml เขย่าด้วย Separatory funnel shaker นาน 3 นาที จากนั้นตั้งทิ้งไว้ให้แยกชั้น

3) ไช้ชั้นล่าง (ชั้นน้ำ) ใส่ Erlenmeyer flask ขนาด 1 ลิตร ชั้นบนที่เหลือคือ Ethyl acetate นำมากรองผ่าน Sodium sulfate anhydrous (Na_2SO_4) เก็บสารที่กรองได้ใน round bottom flask ขนาด 250 ml ทำซ้ำอีก 2 ครั้ง เติม Ethyl acetate (AR grade) โดยใช้ปริมาตรของ Ethyl acetate (AR grade) ครั้งละ 50 ml

4) เก็บชั้นของ Ethyl acetate กรองผ่าน Na_2SO_4 โดยเก็บรวมกับครั้งแรก

5) ล้าง Separatory funnel ที่ใส่ตัวอย่างด้วย Ethyl acetate (AR grade) ปริมาตร 20 ml

6) นำไปลดปริมาตรโดยใช้ Rotary evaporator ที่อุณหภูมิ 40 °C จนเกือบแห้ง

7) ปรับปริมาตรด้วย Ethyl acetate (PR grade) ครั้งละประมาณ 1-2 ml (ไม่น้อยกว่า 4 ครั้ง) เขย่าด้วย Vortex ให้ทั่ว

8) ลดปริมาตรสารสกัดด้วย Nitrogen evaporator และปรับปริมาตรให้ได้ 1 ml

9) ดูดสารสกัดมา 0.5 ml นำไปฉีดด้วยเครื่อง GC ตัวตรวจวัดชนิด FPD เพื่อตรวจวิเคราะห์สารพิษกลุ่ม Organophosphorus และ ดูดสารสกัดมา 0.5 ml นำไปฉีดด้วยเครื่อง HPLC ตัวตรวจวัดชนิด FLD ต่อกับเครื่อง Post-Column Derivatization (Pickering) เพื่อตรวจวิเคราะห์สารพิษกลุ่ม Carbamate

2.1.2 กลุ่ม Organochlorines และ Pyrethroids (In house method base on AOAC official Method 990.06, 1999)

1) ตวงน้ำปริมาตร 1,000 ml ใส่ใน Separatory funnel ขนาด 1,000 ml

2) เติม Hexane (AR grade) ปริมาตร 100 ml เขย่าด้วย Separatory funnel shaker นาน 3 นาที จากนั้นตั้งทิ้งไว้ให้แยกชั้น

3) ไช้ชั้นล่าง (ชั้นน้ำ) ใส่ Erlenmeyer flask ขนาด 1,000 ml ชั้นบนที่เหลือคือ Hexane นำมากรองผ่าน Sodium sulfate anhydrous (Na_2SO_4) เก็บสารที่กรองได้ใน round bottom flask ขนาด 250 ml ทำซ้ำอีก 2 ครั้ง เติม Hexane (AR grade) โดยใช้ Hexane (AR grade) ครั้งละ 50 ml

4) เก็บชั้นของ Hexane กรองผ่าน Na_2SO_4 โดยเก็บรวมกับครั้งแรก

5) ล้าง Separatory funnel ที่ใส่ตัวอย่างด้วย Hexane (AR grade) ปริมาตร 20 ml

- 6) นำไปลดปริมาตรโดยใช้ Rotary evaporator ที่อุณหภูมิ 40 °C จนเกือบแห้ง
- 7) ปรับปริมาตรด้วย Hexane (PR grade) ครั้งละประมาณ 1-2 ml (ไม่น้อยกว่า 4 ครั้ง) เขย่าด้วย Vortex ให้ทั่ว
- 8) ลดปริมาตรสารสกัดด้วย Nitrogen evaporator และปรับปริมาตรให้ได้ 1 ml
- 9) นำไปฉีดด้วยเครื่อง GC ตัวตรวจวัดชนิด ECD เพื่อตรวจวิเคราะห์สารพิษกลุ่ม Organochlorines และ Pyrethroids

2.2 การสกัดสารพิษในดิน (In house method base on QuEChERS 2003 Method)

- 1) ชั่งดิน 10 กรัม เติม Sodium chloride (NaCl) เติมน้ำพอท่วม ปริมาตรน้ำประมาณ 10 ml เขย่า 1 นาที
- 2) เติม Acetonitrile (AR grade) ปริมาตร 10 ml เขย่าด้วย shaker นาน 10 นาที
- 3) เติม Magnesium sulfate anhydrous ปริมาณ 3 กรัม ผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน โดยการเขย่าด้วย Vortex ทิ้งไว้ให้เย็นประมาณ 5 นาที ทำตามขั้นตอนในข้อที่ 3) ซ้ำอีกครั้งหนึ่ง
- 4) เขย่าด้วยเครื่อง shaker นาน 5 ชั่วโมง
- 5) นำมา Centrifuge ด้วยความเร็ว 3,500 รอบต่อนาที (rpm) ที่อุณหภูมิ 5 °C นาน 10 นาที
- 6) เก็บส่วนบนที่ใส 5 ml คือชั้นของ Acetonitrile (ACN)
- 7) ดูดสารละลายมา 1 ml ลดปริมาตรจนเกือบแห้ง ด้วย Nitrogen evaporator ปรับปริมาตรด้วย Ethyl acetate (PR grade) ให้ได้ 1 ml เติม Magnesium sulfate anhydrous 900 มิลลิกรัม และ PSA 300 มิลลิกรัม เขย่าด้วยเครื่องผสมสารละลาย (Vortex mixer) ให้เป็นเนื้อเดียวกัน นาน 1 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอน กรองผ่าน filter membrane Nylon ขนาด 0.2 ไมโครเมตร นำไปฉีดด้วยเครื่อง GC ตัวตรวจวัดชนิด FPD เพื่อตรวจวิเคราะห์สารพิษกลุ่ม Organophosphorus
- 8) ดูดสารละลายมา 2 ml ลดปริมาตรจนเกือบแห้ง ด้วย Nitrogen evaporator ปรับปริมาตรด้วย Hexane (PR grade) ให้ได้ 1 ml เติม Magnesium sulfate anhydrous 900 มิลลิกรัม และ PSA 300 มิลลิกรัม เขย่าด้วยเครื่องผสมสารละลาย (Vortex mixer) ให้เป็นเนื้อเดียวกัน นาน 1 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอน กรองผ่าน filter membrane Nylon ขนาด 0.2 ไมโครเมตร นำไปฉีดด้วยเครื่อง GC ตัวตรวจวัดชนิด ECD เพื่อตรวจวิเคราะห์สารพิษกลุ่ม Organochlorine และ Pyrethroid
- 9) ดูดสารละลายมา 1 ml ลดปริมาตรจนเกือบแห้ง ด้วย Nitrogen evaporator ปรับปริมาตรด้วย Methanol (HPLC grade) ให้ได้ 1 ml เติม Magnesium sulfate anhydrous 900 มิลลิกรัม และ PSA 300 มิลลิกรัม เขย่าด้วยเครื่องผสมสารละลาย (Vortex mixer) ให้เป็นเนื้อเดียวกัน นาน 1 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอน กรองผ่าน filter membrane Nylon 0.2 ไมโครเมตร นำไปฉีดด้วยเครื่อง HPLC ตัวตรวจวัดชนิด FLD ต่อกับ เครื่อง Post-Column Derivatization (Pickering) เพื่อตรวจวิเคราะห์สารพิษกลุ่ม Carbamate

2.3 การสกัดสารพิษในพืช (In house method base on QuEChERS of AOAC 2007.1 Method)

- 1) ชั่งตัวอย่างพืช 15 กรัม ลงในหลอด Centrifuge tube ขนาด 50 ml

2) เติม 1% acetic acid ใน acetonitrile ปริมาตร 15 ml เขย่าด้วยมือให้เข้ากัน นาน 1 นาที จากนั้นนำไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่าแนวตั้ง (funnel shaker) นาน 2 นาที

3) เติม magnesium sulfate ($MgSO_4$) 4 กรัม และ sodium chloride (NaCl) 1 กรัม เขย่าด้วยเครื่องเขย่าแนวตั้ง 2 นาที แล้วนำไปเขย่าด้วยเครื่องผสมสารละลาย (Vortex mixer) อีก 2 นาที

4) ทำการ Centrifuge ที่ความเร็วรอบ 4,000 รอบต่อนาที อุณหภูมิ 4 °C นาน 5 นาที

5) ปิเปตสารละลายส่วนบน (aliquat) ปริมาตร 6 ml ใส่ Centrifuge tube ขนาด 15 ml ที่มี $MgSO_4$ 900 มิลลิกรัม graphitized carbon black (GCB) 45 มิลลิกรัม และ primary secondary amine (PSA) 150 มิลลิกรัม (หากสีเข้มมากใช้ GCB 60 มิลลิกรัม) เขย่าด้วยเครื่องเขย่าแนวตั้ง 2 นาที แล้วนำไปเขย่าด้วย vertex mixer อีก 2 นาที

6) นำไป Centrifuge ที่ความเร็วรอบ 4,000 rpm อุณหภูมิ 4 °C นาน 5 นาที อีกครั้ง

7) ปิเปตสารละลายส่วนบนปริมาตร 2 ml ลงใน Test tube นำไปลดปริมาตรด้วย N-evap จากนั้นเติม methanal 2 ml นำสารละลายที่ได้ไปผ่าน Nylon syringe filter ขนาด 0.2 ไมครอน นำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC หัวตรวจวัดชนิด Fluorescence Detector (FLD) ต่อกับเครื่อง เครื่อง Post-Column Derivatization (Pickering)

- **เวลาและสถานที่**

ระยะเวลาเริ่มต้น 1 ตุลาคม 2555 – 30 กันยายน 2557 รวม 2 ปี

สถานที่ดำเนินงาน ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์สารพิษตกค้าง กลุ่มพัฒนาการตรวจสอบพืชและปัจจัยการผลิต สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการสุ่มเก็บตัวอย่างผลผลิตพืช ดินและน้ำในแปลงปลูกพริกและมะเขือเทศ เพื่อศึกษาการสะสมของสารพิษตกค้างในบริเวณที่ทำการเกษตรของเกษตรกร โดยสุ่มเก็บตัวอย่างระหว่างเดือน ตุลาคม 2555 – กันยายน 2557 รวมตัวอย่างที่สุ่มเก็บทั้งหมด 180 ตัวอย่าง ซึ่งในปีงบประมาณ 2556 ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างพริก ดิน น้ำ จากแปลงเกษตรกร 30 ราย รวม 90 ตัวอย่าง และในปีงบประมาณ 2557 ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างมะเขือเทศ ดิน น้ำ จากแปลงเกษตรกร 30 ราย รวม 90 ตัวอย่าง

ผลการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างจากตัวอย่างทั้งหมด 180 ตัวอย่าง พบสารพิษตกค้าง 63 ตัวอย่าง คิดเป็น 35 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างทั้งหมด (ตารางที่ 1) สารพิษที่ตรวจพบเป็นสารกลุ่ม Organophosphorus สารที่ตรวจพบ ได้แก่ chlorpyrifos และ ethion สารกลุ่ม Pyrethroids สารที่ตรวจพบ ได้แก่ cypermethrin ส่วนสารกลุ่ม Carbamate สารที่ตรวจพบ ได้แก่ carbaryl, carbofuran และ methomyl

ผลการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างในตัวอย่างผลผลิตพริกและมะเขือเทศ 60 ตัวอย่าง พบสารพิษตกค้าง 38 ตัวอย่าง คิดเป็น 63.33 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างผลผลิตทั้งหมด (ตารางที่ 2) ตรวจพบสารพิษตกค้างเกินค่า MRL 2 ตัวอย่าง คิดเป็น 3.33 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างผลผลิตทั้งหมด โดยในตัวอย่างพริก 30 ตัวอย่าง พบสารพิษตกค้าง 17 ตัวอย่าง คิดเป็น 28.33 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างผลผลิตทั้งหมด สารพิษที่ตรวจพบคือ chlorpyrifos

0.01-0.68 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (mg/kg), ethion 0.05 mg/kg, cypermethrin 0.36-2.37 mg/kg, carbaryl 0.04 mg/kg, carbofuran 0.01-0.38 mg/kg และ methomyl 0.04-0.40 mg/kg จากผลการวิเคราะห์พบสาร cypermethrin เกินค่า MRL จำนวน 1 ตัวอย่าง คิดเป็น 1.67 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างผลผลิตทั้งหมด ซึ่งให้เห็นว่าเกษตรกรมีการใช้สารเคมีดังกล่าวในปริมาณที่มาก รวมทั้งเกษตรกรอาจไม่ได้เว้นระยะในการเก็บเกี่ยวผลผลิตจึงทำให้ตรวจพบสารพิษตกค้างในผลผลิตเกินค่าสูงสุดที่ยอมให้มีได้ ซึ่ง cypermethrin มีพิษต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมต่ำ แต่ก็มีพิษต่อผึ้ง ปลา และสัตว์น้ำสูง ดังนั้นการฉีดพ่น cypermethrin ในบริเวณแปลงปลูกพืช นอกจากละอองของสารพิษจะตกลงบนพืชเป้าหมายแล้ว สารพิษบางส่วนจะฟุ้งกระจายไปในอากาศและตกลงบนพื้นดิน ในแหล่งน้ำ และสิ่งมีชีวิตอื่นที่ไม่ใช่เป้าหมาย ทำให้เกิดการสะสมของสารพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อม ซึ่งถือเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดมลภาวะในสิ่งแวดล้อมและอาจส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศน์ได้ (ปรีชาและคณะ, 2552)

และผลการวิเคราะห์สารพิษตกค้างในตัวอย่างมะเขือเทศ 30 ตัวอย่าง พบสารพิษตกค้าง 21 ตัวอย่าง คิดเป็น 35.00 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างผลผลิตทั้งหมด สารพิษที่ตรวจพบเป็นสาร chlorpyrifos 0.01-0.26 mg/kg, cypermethrin 0.02-0.15 mg/kg, carbofuran 3.55 mg/kg และ methomyl 0.01- 0.05 mg/kg จากผลการวิเคราะห์พบสาร carbofuran เกินค่า MRL จำนวน 1 ตัวอย่าง คิดเป็น 1.67 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างผลผลิตทั้งหมด แสดงให้เห็นว่าเกษตรกรมีการใช้สารเคมีดังกล่าวในปริมาณที่มากและเกษตรกรอาจไม่ได้เว้นระยะในการเก็บเกี่ยวผลผลิตทำให้ตรวจพบสารพิษตกค้างในผลผลิตเกินค่าสูงสุดที่ยอมให้มีได้

ตารางที่ 1 ผลการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างในตัวอย่างผลผลิต ดิน และน้ำบริเวณแปลงปลูกในพื้นที่ภาค

ตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน : พริกและมะเขือเทศ

ชนิดตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่าง			กลุ่มสารพิษ	ชนิดของสารพิษ	ปริมาณ ^{1/}
	ทั้งหมด	ที่ตรวจพบ	% ที่ตรวจพบ			
พริก	30	17	56.67 %	Organophosphorus	chlorpyrifos	0.01-0.68
					ethion	0.05
				Pyrethroids	cypermethrin	0.36-2.37
				Carbamate	carbaryl	0.04
					carbofuran	0.01-0.38
					methomyl	0.04-0.40
มะเขือเทศ	30	21	70.00%	Organophosphorus	chlorpyrifos	0.01-0.26
				Pyrethroids	cypermethrin	0.02-0.15
				Carbamate	carbofuran	3.55
					methomyl	0.01-0.05
ดิน	60	14	23.33 %	Organophosphorus	chlorpyrifos	0.02-0.09

				Pyrethroids	cypermethrin	0.01
				Carbamate	methomyl	0.01
น้ำ	60	11	18.33 %	Organophosphorus	chlorpyrifos	0.0003-0.10
				Pyrethroids	cypermethrin	0.01-0.02
รวม	180	63	35 %			

หมายเหตุ ^{1/} น้ำ : ปริมาณที่พบหน่วยเป็นไมโครกรัมต่อลิตร ($\mu\text{g/L}$)

ดิน และพืช (พริกและมะเขือเทศ) : ปริมาณที่พบหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (mg/kg)

ตารางที่ 2 ผลการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างในตัวอย่างพริกและมะเขือเทศในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ตอนบน :

ชนิดตัวอย่าง	จำนวนที่ตรวจพบสารตกค้าง	จำนวนที่ตรวจพบสารตกค้างเกินค่า MRL	ชนิดสารพิษ	ปริมาณ (mg/kg)	ค่า MRL ^{1/} (mg/kg)
พริก 30 ตัวอย่าง	17 (28.33 %)	1 (1.67 %)	chlorpyrifos	0.01-0.68	3 (ไทย MRL) ^{2/}
			ethion	0.05	3 (ไทย MRL)
			cypermethrin	0.36-2.37	2 (ไทย MRL)
			carbaryl	0.04	0.5 (ไทย MRL)
			carbofuran	0.01-0.38	2 (ไทย MRL)
			Methomyl	0.04-0.40	1 (ไทย MRL)
มะเขือเทศ 30 ตัวอย่าง	21 (35.00 %)	1 (1.67 %)	chlorpyrifos	0.01-0.26	0.5 (Codex MRL) ^{3/}
			cypermethrin	0.02-0.15	0.2 (ไทย MRL)
			carbofuran	3.55	0.1 (Codex MRL)
			methomyl	0.01-0.05	1 (ไทย MRL)
รวม	38 (63.33 %)	2 (3.33%)			

หมายเหตุ ^{1/} ค่า MRL = Maximum Residue Limit for pesticide หมายถึง ปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุดที่มีได้ในสินค้าเกษตร (มกษ 2556)

^{2/} มาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ. 9002-2556 (มกษ 2556)

^{3/} Codex Alimentarius Commission 2003

ผลการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างในตัวอย่างดิน 60 ตัวอย่าง พบสารพิษตกค้าง 14 ตัวอย่าง คิดเป็น 23.33 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างดินทั้งหมด (ตารางที่ 3) สารพิษที่ตรวจพบเป็นสาร chlorpyrifos 0.02-0.09 mg/kg, cypermethrin 0.01 mg/kg และ methomyl 0.01 mg/kg จากผลการวิเคราะห์พบสาร chlorpyrifos เกินค่า MRL ในดิน จำนวน 1 ตัวอย่าง คิดเป็น 1.67 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างดินทั้งหมด จากข้อมูลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าเกษตรกรมีการใช้สาร chlorpyrifos เป็นประจำทำให้พบตกค้างในดินบริเวณนั้นเกินค่า MRL ในดิน ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่า chlorpyrifos สามารถยึดเกาะกับอนุภาคดินได้ดี มีความคงทนในดิน โดยสาร chlorpyrifos เป็นสารกำจัดแมลงที่ออกฤทธิ์กว้าง นิยมนำมาใช้ในการควบคุมแมลงศัตรูพืชหลายชนิดทั้งที่กัดกินใบพืชรวมถึงแมลงในดิน โดยใช้เป็น Soil treatment และ Seed treatment ก่อนการปลูกพืชด้วย ซึ่ง chlorpyrifos สามารถยึดเกาะกับอนุภาคดินได้ดี มีความคงทนในดิน 60 – 120 วัน โดยค่าครึ่งชีวิตในดิน (Soil half-life) ประมาณ 60-120 วัน หรือนาน 2 สัปดาห์ ถึง 1 ปี โดยขึ้นกับปัจจัยต่างๆ ได้แก่ ความแตกต่างของพื้นที่ ลักษณะดิน ปฏิกริยาไฮโดรไลซิส จุลินทรีย์ดินและฤดูกาล เป็นต้น (ผกาศินีและคณะ, 2553)

ผลการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ 60 ตัวอย่าง พบสารพิษตกค้าง 11 ตัวอย่าง คิดเป็น 18.33 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างน้ำทั้งหมด (ตารางที่ 4) สารพิษที่ตรวจพบเป็นสารกลุ่ม Organophosphorus พบ chlorpyrifos 0.0003-0.10 ไมโครกรัมต่อลิตร ($\mu\text{g/L}$) และสารกลุ่ม Pyrethroids พบ cypermethrin 0.01-0.02 $\mu\text{g/L}$ ปริมาณสารพิษตกค้างที่พบไม่เกินค่าสูงสุดที่ยอมให้มีได้ (Maximum Allowable Concentration, MAC) ในน้ำ

ตารางที่ 3 ผลการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างในตัวอย่างดินบริเวณแปลงปลูกพริกและมะเขือเทศในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน

จำนวนตัวอย่างทั้งหมด	จำนวนที่ตรวจพบสารตกค้าง	จำนวนที่ตรวจพบสารตกค้างเกินค่า MRL	ชนิดสารพิษ	ปริมาณ (mg/kg)	ค่ามาตรฐาน MRL ^{1/} (mg/kg)
60	14 (23.33%)	1 (1.67 %)	chlorpyrifos	0.02-0.09	0.05
			cypermethrin	0.01	0.05
			methomyl	0.01	0.03

หมายเหตุ ^{1/} ค่ามาตรฐาน MRL = Maximum Residue Limit for pesticide ในดินที่กำหนดโดย E.M.A Inc.

(Environmental Micro Analysis USA. Specializing in Pesticide Residue Analysis. Typical Method Detection Limits using EPA Method for Soils and Waters. (<http://www.emalab.com>))

ตารางที่ 4 ผลการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างในตัวอย่างน้ำบริเวณแปลงปลูกพริกและมะเขือเทศในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน

จำนวนตัวอย่างทั้งหมด	จำนวนที่ตรวจพบ	กลุ่มสาร	ชนิดสารพิษ	ปริมาณ ($\mu\text{g/L}$)	ค่ามาตรฐาน MAC ($\mu\text{g/L}$)
60	11	Organophosphorus	chlorpyrifos	0.0003-0.10	90 ^{1/}

	(18.33%)	Pyrethroids	cypermethrin	0.01-0.02	0.25 ^{2/}
--	----------	-------------	--------------	-----------	--------------------

หมายเหตุ ^{1/}ค่ามาตรฐาน MAC = Maximum Allowance Concentration ในน้ำ ที่กำหนดโดย Federal-Provincial-

Territorial Committee on Drinking Water. (2008). Guidelines for Canadian Drinking Water Quality Summary table. Health Canada. (<http://www.esdat.net>)

^{2/} ค่ามาตรฐาน MAC ในน้ำ ที่กำหนดโดย E.M.A Inc. (Environmental Micro Analysis USA. Specializing in Pesticide Residue Analysis. Typical Method Detection Limits using EPA Method for Soils and Waters. (<http://www.emalab.com>)

ผลการวิเคราะห์เมื่อแยกตามปีงบประมาณซึ่งเป็นการเก็บตัวอย่างแยกชนิดพืช พบว่าในปีงบประมาณ 2556 ได้ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างพริก ดิน น้ำ จากแปลงเกษตรกร 30 ราย รวม 90 ตัวอย่างผลการวิเคราะห์พบว่า ตัวอย่างพริก 30 ตัวอย่างพบสารพิษตกค้าง 17 ตัวอย่างคิดเป็น 56.67 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 5) ชนิดสารที่ตรวจพบคือ carbaryl 0.04 mg/kg, carbofuran 0.01-0.38 mg/kg, chlorpyrifos 0.01-0.68 mg/kg, cypermethrin 0.36-2.37 mg/kg, ethion 0.05 mg/kg และ methomyl 0.04 และ 0.4 mg/kg ซึ่งมีพริก 1 ตัวอย่าง ที่พบสาร cypermethrin เกินค่า MRL สำหรับตัวอย่างดิน 30 ตัวอย่าง พบสารพิษตกค้าง 5 ตัวอย่าง คิดเป็น 16.67 เปอร์เซ็นต์ ชนิดสารที่ตรวจพบคือ chlorpyrifos 0.03-0.05 mg/kg และ cypermethrin 0.01 mg/kg ส่วนตัวอย่างน้ำพบสารพิษตกค้าง 4 ตัวอย่าง คิดเป็น 13.33 เปอร์เซ็นต์ ชนิดสารที่ตรวจพบคือ chlorpyrifos 0.0003-0.0074 µg/L

ในปีงบประมาณ 2557 ได้ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างมะเขือเทศ ดิน น้ำ จากแปลงเกษตรกร 30 ราย ซึ่งผลการวิเคราะห์พบว่า ตัวอย่างมะเขือเทศ 30 ตัวอย่างพบสารพิษตกค้าง 21 ตัวอย่างคิดเป็น 70.00 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 6) ชนิดสารที่ตรวจพบคือ carbofuran 3.55 mg/kg, chlorpyrifos 0.01-0.26 mg/kg, cypermethrin 0.02-0.15 mg/kg และ methomyl 0.01 mg/kg ซึ่งมีมะเขือเทศ 1 ตัวอย่างที่พบสาร carbofuran เกินค่า MRL สำหรับตัวอย่างดิน 30 ตัวอย่างพบสารพิษตกค้าง 9 ตัวอย่าง คิดเป็น 30.00 เปอร์เซ็นต์ ชนิดสารที่ตรวจพบคือ chlorpyrifos 0.02-0.09 mg/kg และ methomyl 0.01 mg/kg จากผลการวิเคราะห์พบ chlorpyrifos เกินค่า MRL ในดิน จำนวน 1 ตัวอย่าง คิดเป็น 3.33 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างดินจากแปลงปลูกมะเขือเทศ สาร chlorpyrifos เป็นสารที่สามารถยึดเกาะกับอนุภาคดินได้ดี มีความคงทนในดิน 60 – 120 วัน จากผลการวิเคราะห์อาจเป็นไปได้ว่าเกษตรกรมีการใช้สาร chlorpyrifos เป็นประจำ จึงทำให้พบตกค้างในดินบริเวณดังกล่าว เกินค่ามาตรฐานสูงสุดที่ยอมให้มีได้ ส่วนตัวอย่างน้ำพบสารพิษตกค้าง 7 ตัวอย่าง คิดเป็น 23.33 เปอร์เซ็นต์ ชนิดสารที่ตรวจพบคือ chlorpyrifos 0.02-0.10 µg/L และ cypermethrin 0.02 µg/L

ตารางที่ 5 ผลการตรวจวิเคราะห์ชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างในตัวอย่างพริก ดิน น้ำ ในปีงบประมาณ 2556

ชนิด ตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่าง		ผลการวิเคราะห์		
	ทั้งหมด	พบสาร (%)	ชนิดสาร	ปริมาณ	ค่า MRL
พริก	30	17 (56.67%)	carbaryl	0.04 mg/kg	0.5 (ไทย MRL)

			carbofuran	0.01-0.38 mg/kg	0.5 (ไทย MRL)
			chlorpyrifos	0.01-0.68 mg/kg	3 (ไทย MRL)
			cypermethrin	0.36-2.37 mg/kg	2 (ไทย MRL)
			ethion	0.05 mg/kg	3 (ไทย MRL)
			methomyl	0.04, 0.4 mg/kg	1 (ไทย MRL)
ดิน	30	5 (16.67%)	chlorpyrifos	0.03-0.05 mg/kg	0.05
			cypermethrin	0.01 mg/kg	0.05
น้ำ	30	4 (13.33%)	chlorpyrifos	0.0003-0.0074 µg/L	90

ตารางที่ 6 ผลการตรวจวิเคราะห์ชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างในตัวอย่างมะเขือเทศ ดิน น้ำ ในปีงบประมาณ 2557

ชนิด ตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่าง		ผลการวิเคราะห์		
	ทั้งหมด	พบสาร (%)	ชนิดสาร	ปริมาณ	ค่า MRL
มะเขือเทศ	30	21 (70.00%)	carbofuran	3.55 mg/kg	0.1 (ไทย MRL)
			chlorpyrifos	0.01-0.26 mg/kg	0.5 (Codex MRL)
			cypermethrin	0.02-0.15 mg/kg	0.2 (ไทย MRL)
			methomyl	0.01 mg/kg	1 (ไทย MRL)
ดิน	30	9 (30.00%)	chlorpyrifos	0.02-0.09 mg/kg	0.05
			methomyl	0.01 mg/kg	0.03
น้ำ	30	7 (23.33%)	chlorpyrifos	0.02-0.10 µg/L	90
			cypermethrin	0.02 µg/L	0.25

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากการสุ่มเก็บตัวอย่างผลผลิตพืช ดินและน้ำในแปลงปลูกพริกและมะเขือเทศ เพื่อศึกษาการสะสมของสารพิษตกค้างในบริเวณที่ทำการเกษตรของเกษตรกร โดยสุ่มเก็บตัวอย่างระหว่างเดือน ตุลาคม 2555 – กันยายน 2557 รวมตัวอย่างที่สุ่มเก็บทั้งหมด 180 ตัวอย่าง ซึ่งในปีงบประมาณ 2556 ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างพริก ดิน น้ำ จากแปลงเกษตรกร 30 ราย รวม 90 ตัวอย่าง และในปีงบประมาณ 2557 ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างมะเขือเทศ ดิน น้ำ จากแปลงเกษตรกร 30 ราย รวม 90 ตัวอย่าง

จากการสุ่มเก็บตัวอย่างพริก ดิน น้ำ จากแปลงเกษตรกร 30 ราย รวม 90 ตัวอย่างผลการวิเคราะห์พบว่า ตัวอย่างพริก 30 ตัวอย่างพบสารพิษตกค้าง 17 ตัวอย่างคิดเป็น 56.67 เปอร์เซ็นต์ ชนิดสารที่ตรวจพบคือ carbaryl 0.04 mg/kg, carbofuran 0.01-0.38 mg/kg, chlorpyrifos 0.01-0.68 mg/kg, cypermethrin 0.36-2.37 mg/kg, ethion 0.05 mg/kg และ methomyl 0.04 mg/kg ซึ่งมีพริก 1 ตัวอย่าง ที่พบสาร cypermethrin เกินค่า MRL สำหรับตัวอย่างดิน 30 ตัวอย่าง พบสารพิษตกค้าง 5 ตัวอย่าง คิดเป็น 16.67 เปอร์เซ็นต์ ชนิดสารที่ตรวจพบคือ chlorpyrifos 0.03-0.05 mg/kg และ cypermethrin 0.01 mg/kg ส่วนตัวอย่างน้ำพบสารพิษตกค้าง 4 ตัวอย่าง คิดเป็น 13.33 เปอร์เซ็นต์ ชนิดสารที่ตรวจพบคือ chlorpyrifos 0.0003-0.0074 µg/L

จากการสุ่มเก็บตัวอย่างมะเขือเทศ ดิน น้ำ จากแปลงเกษตรกร 30 ราย ซึ่งผลการวิเคราะห์พบว่า ตัวอย่างมะเขือเทศ 30 ตัวอย่างพบสารพิษตกค้าง 21 ตัวอย่างคิดเป็น 70.00 เปอร์เซ็นต์ ชนิดสารที่ตรวจพบคือ carbofuran 3.55 mg/kg, chlorpyrifos 0.01-0.26 mg/kg, cypermethrin 0.02-0.15 mg/kg และ methomyl 0.01 mg/kg ซึ่งมีมะเขือเทศ 1 ตัวอย่างที่พบสาร carbofuran เกินค่า MRL สำหรับตัวอย่างดิน 30 ตัวอย่างพบสารพิษตกค้าง 9 ตัวอย่าง คิดเป็น 30.00 เปอร์เซ็นต์ ชนิดสารที่ตรวจพบคือ chlorpyrifos 0.02-0.09 mg/kg และ methomyl 0.01 mg/kg จากผลการวิเคราะห์พบ chlorpyrifos เกิน MRL ในดิน จำนวน 1 ตัวอย่าง คิดเป็น 3.33 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างดินจากแปลงปลูกมะเขือเทศ จากการศึกษาพบว่า chlorpyrifos เป็นสารที่สามารถยึดเกาะกับอนุภาคดินได้ดี มีความคงทนในดิน 60 – 120 วัน จากผลการวิเคราะห์อาจเป็นไปได้ว่าเกษตรกรมีการใช้สาร chlorpyrifos เป็นประจำ จึงทำให้พบตกค้างในดินบริเวณดังกล่าวเกินค่ามาตรฐานสูงสุดที่ยอมให้มีได้ ส่วนตัวอย่างน้ำพบสารพิษตกค้าง 7 ตัวอย่าง คิดเป็น 23.33 เปอร์เซ็นต์ ชนิดสารที่ตรวจพบคือ chlorpyrifos 0.02-0.10 µg/L และ cypermethrin 0.02 µg/L

สรุปผลการวิเคราะห์ตัวอย่างผลผลิตพืช ดินและน้ำในแปลงปลูกพริกและมะเขือเทศพบว่า ผลผลิตพริกและมะเขือเทศพบสารพิษตกเกินค่า MRL แสดงว่าเกษตรกรมีการใช้สารป้องกันกำจัดแมลงไม่ถูกต้องตามคำแนะนำที่ระบุในฉลาก ขณะที่ในตัวอย่างดินจากแปลงปลูกมะเขือเทศยังพบ chlorpyrifos เกินค่า MRL เนื่องจาก chlorpyrifos เป็นสารที่สามารถยึดเกาะกับอนุภาคดินได้ดี มีความคงทนในดิน 60 – 120 วัน โดยเกษตรกรอาจมีการใช้สาร chlorpyrifos เป็นประจำจึงทำให้พบตกค้างในดินบริเวณดังกล่าวเกินค่ามาตรฐานสูงสุดที่ยอมให้มีได้ แต่น้ำบริเวณแปลงปลูกยังไม่อยู่ในภาวะวิกฤต โดยปริมาณสารที่พบไม่เกินค่าปริมาณสูงสุดที่กำหนด

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. เพื่อทราบสถานการณ์การใช้สารกำจัดแมลงของเกษตรกรผู้ปลูกพริกและมะเขือเทศในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน
2. ทราบข้อมูลการปนเปื้อนของสารพิษตกค้างในผลผลิตทางการเกษตร รวมทั้งการตกค้างในสิ่งแวดล้อมในดิน ในน้ำ บริเวณแปลงปลูก
3. เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐาน ในการประเมินผลกระทบจากการใช้วัตถุมีพิษการเกษตรในแหล่งเกษตรกรรม และเป็นข้อมูลที่สำคัญในการเฝ้าระวังการใช้งานและอันตรายจากการใช้สารกำจัดแมลงทางการเกษตร

11. เอกสารอ้างอิง

ปรีชา ฉัตรสันติประภา ภูัญญา จุฬิธร และสิริพร เหลืองสุชนกุล. 2552. การสะสมของสารพิษการเกษตรในดิน น้ำ และตะกอนในแหล่งปลูกพริก : Cypermethrin. ผลการปฏิบัติงาน ประจำปีงบประมาณ 2552 เล่มที่

1. กรุงเทพฯ : สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

ผกาสินี คล้ายมาลา วรวิทย์ สุจิรธรรม และประกิจ จันทร์ดีบ. 2553. ศึกษาผลกระทบจากการใช้วัตถุมีพิษ การเกษตร Chlorpyrifos ในแปลงปลูกพริกต่อสัตว์น้ำ และตะกอน พืชน้ำ ดิน น้ำ. ผลการปฏิบัติงาน ประจำปีงบประมาณ 2553 เล่มที่ 2. กรุงเทพฯ : สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรม วิชาการเกษตร

มกษ. 2556. มาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ. 9002-2556 : สารพิษตกค้าง : ปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด (Pesticide Residues : Maximum Residue Limits). กรุงเทพฯ : สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหาร แห่งชาติ. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

US. E.M.A Inc. (Environmental Micro Analysis US.). Specializing in Pesticide Residue Analysis. Typical Method Detection Limits using EPA Method for Soils and Waters. Available December 12, 2014, from <http://www.emalab.com>

Federal-Provincial-Territorial Committee on Drinking Water. 2008. Guidelines for Canadian Drinking Water Quality Summary table. Health Canada. Canada. Available December 12, 2014, from www.esdat.net

Codex. 2003. Codex Committee on Pesticide Residues, Joint FAO/WHO Food Standards Programme, Codex Alimentarius Commission, Netherland

12. ภาคผนวก

ตารางที่ 1 จุดเก็บตัวอย่างพริก จากการกำหนดตำแหน่งพื้นโลกด้วยดาวเทียม (Global Positioning System ; GPS)

ลำดับที่	X	Y	Z	สถานที่
1	48Q0477067	1896040	130	จ.นครพนม
2	48Q0477059	1896019	128	จ.นครพนม
3	48Q0476930	1895924	139	จ.นครพนม
4	48Q0476760	1895173	130	จ.นครพนม
5	48Q0476648	1894514	128	จ.นครพนม
6	48Q0465493	1891602	156	จ.นครพนม
7	48Q0477018	1895827	145	จ.นครพนม
8	48Q0477312	1896616	137	จ.นครพนม

9	48Q0477297	1896572	143	จ.นครพนม
10	47Q0819187	1809139	216	จ.ชัยภูมิ
11	47Q0819164	1809202	221	จ.ชัยภูมิ
12	47Q0819157	1809239	215	จ.ชัยภูมิ
13	47Q0818959	1809324	236	จ.ชัยภูมิ
14	47Q0817172	1790663	257	จ.ชัยภูมิ
15	47Q0816779	1789615	252	จ.ชัยภูมิ
16	47Q0815313	1791691	245	จ.ชัยภูมิ
17	47Q0815061	1791823	249	จ.ชัยภูมิ
18	47Q0814817	1784939	258	จ.ชัยภูมิ
19	47Q0814762	1785136	265	จ.ชัยภูมิ
20	47Q0814404	1785317	264	จ.ชัยภูมิ
21	47Q0814385	1785349	260	จ.ชัยภูมิ
22	47Q0814819	1784577	257	จ.ชัยภูมิ
23	47Q0814804	1784468	260	จ.ชัยภูมิ
24	47Q0810953	1803179	233	จ.ชัยภูมิ
25	47Q0811060	1803126	231	จ.ชัยภูมิ
26	47Q0811094	1803059	228	จ.ชัยภูมิ
27	47Q0811037	1804146	223	จ.ชัยภูมิ
28	47Q0811016	1804158	235	จ.ชัยภูมิ
29	47Q0810985	1804169	234	จ.ชัยภูมิ
30	47Q0811142	1804023	230	จ.ชัยภูมิ

ตารางที่ 2 จุดเก็บตัวอย่างมะเขือเทศ จากการกำหนดตำแหน่งพื้นโลกด้วยดาวเทียม (Global Positioning System ; GPS)

ลำดับที่	X	Y	Z	สถานที่
1	48Q0359553	2030567	145	จ.บึงกาฬ
2	48Q0359580	2030517	145	จ.บึงกาฬ
3	48Q0359612	2030455	152	จ.บึงกาฬ
4	48Q0359819	2030352	157	จ.บึงกาฬ
5	48Q0359815	2030169	153	จ.บึงกาฬ
6	48Q0359763	2030197	152	จ.บึงกาฬ

7	48Q0359841	2030107	155	จ.บึงกาฬ
8	48Q0359819	2030035	152	จ.บึงกาฬ
9	48Q0960092	2029853	152	จ.บึงกาฬ
10	48Q0360388	2029791	152	จ.บึงกาฬ
11	48Q0360697	2029274	154	จ.บึงกาฬ
12	48Q0360430	2029588	152	จ.บึงกาฬ
13	48Q0360473	2029615	150	จ.บึงกาฬ
14	48Q0360448	2029545	151	จ.บึงกาฬ
15	48Q0360493	2029521	155	จ.บึงกาฬ
16	48Q0417124	1988588	146	จ.นครพนม
17	48Q0417002	1987279	148	จ.นครพนม
18	48Q0417001	1987173	147	จ.นครพนม
19	48Q0417010	1987416	151	จ.นครพนม
20	48Q0416632	1988122	149	จ.นครพนม
21	48Q0416618	1988147	149	จ.นครพนม
22	48Q0417315	1986951	151	จ.นครพนม
23	48Q0416552	1988182	149	จ.นครพนม
24	48Q0416567	1988201	145	จ.นครพนม
25	48Q0416603	1988363	153	จ.นครพนม
26	48Q0416376	1988439	152	จ.นครพนม
27	48Q0416028	1989014	149	จ.นครพนม
28	48Q0415995	1988982	150	จ.นครพนม
29	48Q0415877	1989259	152	จ.นครพนม
30	48Q0415925	1989255	150	จ.นครพนม

