บทที่ 4

อภิปราย สรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ

4.1 ประเมินวิธีการที่ใช้วัดสมรรถนะของเอนไซม์โฆลีนเอสเทอเรส

การศึกษาครั้งนี้ได้นำวิธีการวัดสมรรถนะเอนไซม์โฆลีนเอสเทอเรสของ Ellman และคณะ (1961) มาประยุกต์ใช้ ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้ในการตรวจวัดผลจากการได้รับสารพิษที่เกิดจากการได้รับสารพวกออร์แกโนฟอสเฟต และคาร์บาเมตเนื่องจากเป็นวิธีที่ง่าย สะดวก รวดเร็ว มาตรวจวัดสมรรถนะของเอนไซม์โฆลีนเอสเทอเรสในซีรั่มและสมองของปลานิล ก่อนทำการศึกษาได้ทำการวัดหาความเที่ยงตรงของวิธีปฏิบัติการ โดยทำการตรวจวัดสมรรถนะของเอนไซม์โฆลีน-เอสเทอเรสในซีรั่มและสมองของปลานิล พบว่าวิธีปฏิบัติการของผู้วิจัยในการตรวจหาสมรรถนะของเอนไซม์โฆลีนเอสเทอเรสที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้มีความเที่ยงตรงสูง ค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปร (%CV) ของสมรรถนะของเอนไซม์ในซีรั่มและสมองมีค่าเท่ากับ 4.340 และ 8.502% ตามลำดับซึ่งค่า %CV ในสมองมีค่าสูง อาจเนื่องมาจากการถูกรบกวนจากความขุ่นของเนื้อสมอง เพราะหลักการตรวจวัดสมรรถนะของเอนไซม์โฆลีนเอสเทอเรสด้วยวิธีนี้อาศัยหลักการดูดกลืนแสงของสารที่ได้จากการทำปฏิกิริยาของเอนไซม์และสับเสตรท หากตัวอย่างมีความขุ่นอาจทำให้ค่าการดูดกลืนแสงที่ได้มีความผันแปรได้ การวิเคราะห์หา %recovery ของวิธีการวัดสมรรถนะของเอนไซม์โฆลีนเอสเทอเรสอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้คือมีค่า %recovery ของซีรั่มอยู่ในช่วง 96.61-103.23 และในสมองมีค่า %recovery อยู่ในช่วง 90.99-101.8 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับการศึกษาของสุกัลญา เจริญศรี (2540) พบค่า %recovery ในเลือดของปลาดุกพันธุ์ผสมอยู่ในช่วง 96.66-107.45 และสอดคล้องกับการศึกษาของ ภัทรา หาญจริยากูล (2536) พบว่า %recovery ในสมองของปลากระพงขาวอยู่ในช่วง 93.75-106.12 จึงสามารถที่จะนำวิธีการนี้มาใช้ในการตรวจวัดสมรรถนะของเอนไซม์โฆลีนเอสเทอเรสได้

จากการศึกษาความคงตัวของเอนไซม์โฆลีนเอสเทอเรสในซีรั่มและในสมองของปลานิลครั้งนี้พบว่าสมรรถนะของเอนไซม์มีการลดลงเล็กน้อยแตกต่างจากสัปดาห์แรกอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติโดยสามารถเก็บตัวอย่างซีรั่มและสมองของปลานิลไว้ได้นานถึง 6 สัปดาห์ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของภัทรา หาญจริยากูล (2536) ที่สามารถเก็บตัวอย่างสมองของปลากระพงขาวที่ 0 องศาเซลเซียสได้นาน 30 วัน หรือจากการศึกษาของ สุพัตรา ศรีไชยรัตน์ (2528) ที่พบว่าสามารถเก็บสมองของปลากระพงที่อุณหภูมิ -0 องศาเซลเซียสได้นานถึง 30 วัน โดยสมรรถนะของเอนไซม์ยังคงมีมากกว่าร้อยละ 99 เมื่อเทียบกับวันแรกที่ทำการวัด และการศึกษาของ Weiss (1961) พบว่าถ้าเก็บปลาทั้งตัวที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส สมรรถนะของเอนไซม์ในสมองสามารถคงตัวได้นานถึง 3 เดือน เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ Osweiler และคณะ (1985) พบว่าสามารถเก็บเลือดของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมในอุณหภูมิ 0-5 องศาเซสเซียส ได้นานหลาย

สัปดาห์ หรือจากการศึกษาของ Lank และ Sklar (1976) พบว่าเอนไซม์โมลีนเอสเทอเรสในซีรั่มของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมมีความคงตัวนานเป็นเดือนถ้าเก็บในช่องแช่แข็ง

4.2 ความเป็นพิษของสารเมธามิโดฟอสและผลการวัดสมรรถนะของเอนไซม์โมลีนเอสเทอเรส

4.2.1 ความเป็นพิษเฉียบพลัน

จากการศึกษาความเป็นพิษเฉียบพลันของเมธามิโดฟอส ในปลานิลน้ำหนัก 20-35 กรัม ได้ค่า LC_{50} ที่ 96 hr. เท่ากับ 43.63 ppm การศึกษาครั้งนี้ได้ค่า LC_{50} ที่ 96 hr. ใกล้เคียงกับการศึกษาของ Kidd and James (1994) พบว่าค่า LC_{50} ของ เมธามิโดฟอสในปลาหางนกยูง (Guppies) ที่ 96 hr. เท่ากับ 46 ppm ส่วนในปลาคาร์พ (Carp) และปลาทอง (Goldfish) มีค่า LC_{50} ที่ 96 hr. สูงกว่าปลานิล คือมีค่า LC_{50} ที่ 96 hr. เท่ากับ 100 ppm และปลาเรนโบว์ เทราต์ (Rainbow trout) มีค่า LC_{50} ที่ 96 hr. ตั้งแต่ 25-51 ppm การที่ค่า LC_{50} ในสัตว์จะมีค่าแตกต่างกันขึ้นกับปัจจัยต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นชนิดของสัตว์ทดลอง ขนาด อายุ ตลอดจนรูปแบบการทดลองที่อาจแตกต่างกันในแต่ละห้องปฏิบัติการ (Zbinder and Flurycoversi, 1981)

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าปลาที่ได้รับเมธามิโดฟอสที่ความเข้มข้นสูง ๆ จะมีอาการผิดปกติและมีอัตราการตายของปลามากกว่าและเกิดขึ้นในเวลาอันรวดเร็วกว่ากลุ่มที่สัมผัสกับสารเมธามิโดฟอสในขนาดต่ำ ๆ แสดงว่าระดับความเป็นพิษของเมธามิโดฟอสขึ้นกับปริมาณของสารกำจัดแมลงที่ได้รับ (dose dependent) อาการที่แสดงออก คือปลาจะมีการว่ายน้ำที่มีทิศทางไม่แน่นอน Abiota (1991) และคณะได้อธิบายลักษณะอาการที่เกิดขึ้นเกิดจากการสะสมของอะซีทิลโมลีน (acetylcholine) ที่บริเวณ cholinergic site ทำให้มีการทำงานของอะซีทิลโมลีนอย่างต่อเนื่อง ปลามีลำตัวเอียงขณะว่ายน้ำ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตมีผลต่อระบบประสาทที่ควบคุมพฤติกรรมและการทรงตัวของปลามีผลกระตุ้นที่ nicotinic receptor ส่งผลถึงกล้ามเนื้อลายที่ใช้ในการควบคุมการเคลื่อนไหวของปลา ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Murphyและคณะ (1968) ที่พบว่า ปลาที่ได้รับสารพวกออร์แกโนฟอสเฟต จะมีอาการว่ายน้ำที่มีทิศทางไม่แน่นอน ว่ายน้ำขึ้นมาเหนือน้ำบ่อย ๆ เนื่องจากรอยต่อระหว่างน้ำกับอากาศจะมีออกซิเจนมากกว่าบริเวณพื้นตู้ จากการศึกษาของ Nagarathnama (1982) พบว่าปลาที่ตายจะมีลักษณะของขากรรไกรอ้าออก ครีบก้างอ้า เป็นอาการแสดงของภาวะการหายใจติดขัด (respiratory distress) เนื่องจากความสามารถในการแลกเปลี่ยนก๊าซของเส้นเลือดบริเวณเหงือกลดลง สาเหตุเกิดจากสารกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตไปเกาะที่หลอดเลือดบริเวณเหงือกทำให้มีการทำลายชั้น mucosa ของหลอดเลือด มีการรวมกันของซี่เหงือก บางส่วนมีการลอกหลุดและเกิดการอักเสบของเหงือก ทำให้พื้นที่ผิวในการแลกเปลี่ยนก๊าซลดน้อยลง ลักษณะการตายของปลาเกิด

จากการขาดออกซิเจน สังเกตจากปลาที่รอดชีวิตจะว่ายน้ำอยู่บริเวณใกล้ๆกับหัวทราย หรืออยู่นิ่งๆ เพื่อลดการใช้ออกซิเจน ลำตัวมีเมือกมาก น้ำขุ่นมากขึ้นตามความเข้มข้นของเมธามิโดฟอส ที่ได้รับอาจเกิดจากการที่อะซีทิลโฆลีนที่เพิ่มขึ้นไปมีผลกระตุ้นระบบประสาทพาราซิมพาเธติค (parasympathetic) ในส่วนของ exocrine gland ให้ทำการขับสิ่งคัดหลั่งมากขึ้น และจากการศึกษาของ Mallatt (1964) พบว่าเกิดจากกลไกต่อต้านสิ่งแปลกปลอม (defense mechanism) โดยพยายามขับเมือกขึ้นมาปกคลุมร่างกายเพื่อลดการสัมผัสกับสารที่ก่อให้เกิดความระคายเคือง การสัมผัสกับสารกำจัดแมลงจึงลดลงด้วย

นอกจากอาการพิษที่เกิดขึ้นแล้ว ยังพบว่าเมื่อปลาได้รับเมธามิโดฟอสจะมีผลทำให้การกินอาหารของปลาลดน้อยลง ซึ่งการกินอาหารของปลาที่ลดลงแปรผันตามความเข้มข้นของเมธา-มิโดฟอสที่ปลาได้รับ จากการศึกษาของ McDonald (1979) ในปลาทองได้อธิบายว่าสารกำจัดแมลงในกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตมีผลทำให้สารสื่อประสาทอาทิเช่น ซีโรโทนิน (serotonin) โดปามีน (dopamine) นอร์อิพิเนฟริน (norepinephrine) ลดลง ซึ่งเป็นสาเหตุของการกินอาหารของปลาลดลงไปด้วย

4.2.2 ความเป็นพิษกึ่งเฉียบพลัน

อาการและอาการแสดงของปลานิลที่ได้รับเมธามิโดฟอสที่ความเข้มข้น 10 ppm

การศึกษาพิษกึ่งเฉียบพลันของเมธามิโดฟอสในปลานิลที่ระดับความเข้มข้นของสารเมธามิโดฟอสที่ขนาดความเข้มข้น 10 ppm เป็นเวลา 24, 48, 72, 96 ชั่วโมง และ 30 วัน พบว่าความเป็นพิษของเมธามิโดฟอสต่อปลานิลจะเพิ่มมากขึ้นตามระยะเวลาที่ได้สัมผัสกับสารเมธามิโดฟอส เริ่มมีปลาตายหลังจากได้รับสารเมธามิโดฟอสไป 10 วัน ลักษณะของปลาก่อนตายจะแสดงอาการเช่นเดียวกับปลาในกลุ่มที่ได้รับพิษเฉียบพลันคือ ลำตัวมีสีคล้ำขึ้น มีการขับเมือกออกมามากขึ้น ครีบกางอ้าออกตลอดเวลา ว่ายน้ำอยู่ใกล้ๆ หัวทรายหรือลอยตัวอยู่นิ่งๆ เมื่อเวลาผ่านไปนานขึ้นอาการพิษของปลาจะแสดงออกมากขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งคล้ายกับการศึกษาของ Prssada-Rao และคณะ (1990) ทำการศึกษาในปลา toleost (*Tilapia mossambice*) พบว่าสารเมททิลพารา-ไธออนซึ่งเป็นสารกำจัดแมลงในกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตตัวหนึ่งทำให้ระดับของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการหายใจ เช่น malate dehydrogenase, succinate dehydrogenase, cytochrome-C oxidase ลดลงจากการกดศูนย์การหายใจในสมองและทำให้ปลาตายในที่สุด จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าเมื่อเวลาผ่านไปนานมากขึ้นปลาจะกินอาหารได้น้อยลง ในวันหลังๆ ของการทดลอง ปลาไม่กินอาหารซึ่ง McDonal (1979) ได้อธิบายว่าอาจเนื่องมาจากสารกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตทำให้ความอยากอาหารลดน้อยลง หรือจากการศึกษาของ Ready และคณะ(1985) ที่พบว่าปูมีการกิน

อาหารลดลงจากเดิมขณะที่ได้รับสารมาลาไธออนซึ่งเป็นสารกำจัดแมลงในกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟต และทำให้ปูมีการลอกคราบช้าลงด้วย

ผลของเมธามิโดฟอสต่อสมรรถนะของเอนไซม์โฆลีนเอสเทอเรสในซีรั่มและสมอง

สารเมธามิโดฟอสความเข้มข้น 10 ppm ที่เวลา 24, 48 ,72, 96 ชั่วโมง และ 30 วันมีผลต่อสมรรถนะของเอนไซม์โฆลีนเอสเทอเรสในซีรั่มและสมอง คือ ทำให้สมรรถนะของเอนไซม์โฆลีนเอสเทอเรสในซีรั่มและสมองของปลานิลลดต่ำลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม โดยพบว่าสมรรถนะของเอนเอนไซม์โฆลีนเอสเทอเรสในซีรั่มถูกยับยั้งมากกว่าในสมองอาจเนื่องมาจากคุณสมบัติของสารกำจัดแมลงแต่ละตัวมีความแตกต่างกัน เมื่อเข้าสู่ร่างกายแล้วจะสามารถแพร่กระจายและสะสมอยู่ในอวัยวะต่าง ๆ ไม่เท่ากัน เช่นการศึกษาของ Ceron และคณะ (1996) ทำการวัดสมรรถนะของเอนไซม์โฆลีนเอสเทอเรสในปลาไหลยุโรป (*Anguilla anguilla*) ภายหลังสัมผัสสารไดอะซินอนในขนาดพิษกึ่งเฉียบพลันพบว่าสมรรถนะของเอนไซม์โฆลีนเอสเทอเรสในพลาสมาลดลงมากกว่าในสมอง และสอดคล้องกับการทดลองของ Sancho และคณะ (1997, 1998) ทำการศึกษาในปลาไหลยุโรป ที่ได้รับสารฟีไนโตรไธออนซึ่งเป็นสารกำจัดแมลงในกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตขนาดพิษกึ่งเฉียบพลันเป็นเวลา 4 วัน พบว่าสมรรถนะของเอนไซม์โฆลีนเอสเทอเรสในพลาสมาลดลงมากกว่าในสมอง จากการศึกษาของกฤติยา อินทรเผือก (2539) ได้ผลเช่นเดียวกันคือสารไดคลอร์วอสซึ่งเป็นสารในกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตสามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ในซีรั่มและสมองมีค่าไปในทิศทางเดียวกันคือทำให้ระดับของเอนไซม์ทั้งในซีรั่มและสมองลดต่ำลง และจากการศึกษาของ Harin, Hamdy และ Beasley (1989) พบว่าการทำงานของเอนไซม์ในสมองเป็นตัวบ่งชี้ที่ค่อนข้างแน่นอนกว่าเนื้อเยื่ออื่น ๆ ส่วนการศึกษาของ Darlington และคณะ (1971) พบว่าสามารถที่จะนำซีรั่มของปลานิลมาใช้ในการบ่งชี้ความเป็นพิษของสารกำจัดแมลงในกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตที่ปนเปื้อนอยู่ในแหล่งน้ำได้

ผลของเมธามิโดฟอสต่อการเปลี่ยนแปลงทางจุลพยาธิสภาพของตับ เหงือก และกล้ามเนื้อของปลานิล

การศึกษาผลของเมธามิโดฟอสความเข้มข้น 10 ppm ต่อจุลพยาธิวิทยาของเนื้อเยื่อตับ เหงือก และกล้ามเนื้อ พบพยาธิสภาพที่เปลี่ยนแปลงชัดเจนที่เหงือกโดยเหงือกจะมีการบวมและมีการอักเสบของซี่เหงือกทำให้มีพื้นที่ผิวในการแลกเปลี่ยนก๊าซลดลงซึ่งอาจเป็นสาเหตุทำให้ปลาตายจากการขาดออกซิเจน ผลการศึกษาสอดคล้องกับการศึกษาของชลอ และคณะ (2530) ที่พบว่าปลาช่อนที่ได้รับสารกำจัดแมลงพบความผิดปกติในเนื้อเยื่อของเหงือก คือมีการบวมของเซลล์

บุผิวเหงือก ที่ส่วนของซี่เหงือก กิ่งเหงือก และพบการเชื่อมติดกันของกิ่งเหงือกเช่นเดียวกับการศึกษาของปิยะนุช (2543) ที่พบว่าสารไพรีทรอยด์ทำให้เกิดการอักเสบของเหงือก กล่าวคือกิ่งเหงือก (gill lamella) มีลักษณะบวมแดงและคั่งเลือด เกิดการฉีกขาดของซี่เหงือกการเรียงตัวของกิ่งเหงือกเสียโครงสร้างไป พบเซลล์อักเสบ (inflammatory cell) ปริมาณมากที่บริเวณปลายของซี่เหงือก (gill filament) ส่วนเนื้อเยื่อตับมีการอักเสบและให้เกิดการเคลื่อนย้ายของเซลล์เม็ดเลือดขาวมายังบริเวณที่มีการอักเสบทำให้เกิดการอุดตันที่ท่อตับ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของปิยะนุช (2543) ทำการทดลองในปลานิลที่สัมผัสสาร ไซเพอร์เมทริน ซึ่งเป็นสารกำจัดแมลงในกลุ่มไพรีทรอยด์ พบว่าปลานิลที่สัมผัสสารเนื้อเยื่อตับเกิดการอักเสบ เซลล์เยื่อบุท่อตับมีขนาดหนาขึ้น มีการแทรกตัวของเซลล์อักเสบในท่อตับและเนื้อเยื่อตับทั่วไป

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

1. เมธามิโดฟอส มีค่า LC_{50} ที่ 96 hr. เท่ากับ 43.63 ppm ในปลานิลน้ำหนัก 20-35 กรัม โดยทำการศึกษาแบบน้ำนิ่งเปลี่ยนน้ำทุกวัน
2. อาการที่เกิดจากความเป็นพิษของเมธามิโดฟอสในปลานิล มีความรุนแรงเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของสารและระยะเวลาที่ปลาสัมผัสสาร
3. เมธามิโดฟอสที่ความเข้มข้น 10 ppm มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางจุลพยาธิสภาพของตับและเหงือก แต่ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของกล้ามเนื้อเมื่อศึกษาทางจุลกายวิภาค
4. เมธามิโดฟอส ที่ความเข้มข้น 10 ppm มีผลทำให้สมรรถนะของเอนไซม์โมลีนเอสเทอเรสในซีรั่มและสมองของปลานิลลดลงตามระยะเวลาที่ปลาสัมผัสสาร (จนถึง 30 วัน)
5. การวัดสมรรถนะของเอนไซม์โมลีนเอสเทอเรสโดยประยุกต์วิธีของ Ellman และคณะ (1961) อาศัยการดูดกลืนแสงของสารที่ได้จากการทำปฏิกิริยาของ enzyme และ substrate หากซีรั่มมีการปนเปื้อนจากเม็ดเลือดแดงหรือมีการแตกของเม็ดเลือดแดงอาจทำให้ค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ต่างจากค่าความเป็นจริง ดังนั้นในขั้นตอนการเจาะเลือดและการเก็บตัวอย่างซีรั่มควรทำด้วยความระมัดระวังเพื่อป้องกันการแตกและการปนเปื้อนของเม็ดเลือดแดงในซีรั่มและตัวอย่างสมองต้องมีการบดให้ละเอียดเป็นเนื้อเดียวกันเพื่อป้องกันความขุ่นของตัวอย่างเพื่อให้การอ่านค่าเป็นไปได้อย่างถูกต้อง
6. สามารถนำวิธีนี้มาเป็นตัวชี้วัดทางชีวภาพของการปนเปื้อนของสารกำจัดแมลงในกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตและคาร์บาเมตในแหล่งน้ำได้
7. เป็นเทคนิคการตรวจวัดที่ทำได้ง่ายและราคาไม่แพง

8. การวัดสมรรถนะของเอนไซม์โมลีนเอสเทอเรสในซีรั่มปลานิลสามารถบ่งชี้การปนเปื้อนของสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตในแหล่งน้ำได้โดยสัตว์น้ำนั้นยังคงดำรงชีวิตอยู่ หรือสัตว์น้ำนั้นยังไม่แสดงอาการผิดปกติที่สามารถสังเกตได้จากอาการภายนอก
9. ขนาด อายุ และน้ำหนักของปลามีผลต่อสมรรถนะของเอนไซม์โมลีนเอสเทอเรสที่วัดได้ ดังนั้นในการศึกษาควรเลือกปลาที่มีความแตกต่างกันในด้านอื่น ๆน้อยที่สุดเพื่อให้ผลในการศึกษาที่ถูกต้อง

ทุกวันนี้เกษตรกรยังคงต้องใช้สารกำจัดแมลงเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรให้ได้มากตามความต้องการ จึงเป็นเหตุให้มีการใช้สารกำจัดแมลงอย่างกว้างขวาง ดังนั้นอันตรายที่จะเกิดขึ้นต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมจักต้องมากขึ้นเป็นเงาตามตัว และถ้าไม่ศึกษาหาแนวทางป้องกันจะส่งผลกระทบตามมาอีกมากมาย และจากการศึกษาวิจัยครั้งนี้สามารถที่จะนำเอาปลามาเป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพได้อีกทางหนึ่งโดยสามารถนำปลาในแหล่งน้ำนั้น ๆ มาเจาะเลือดตรวจวัดระดับของเอนไซม์เพื่อดูว่าแหล่งน้ำนั้น ๆ เหมาะแก่การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำได้หรือไม่เพื่อจะได้หาทางป้องกันหรือช่วยเหลือเมื่อเกิดภาวะที่ไม่เหมาสะสมต่อการเจริญเติบโตเช่นเพิ่มออกซิเจนให้แก่แหล่งน้ำหรือหาทางบำบัดน้ำเสียให้กลายเป็นน้ำที่สามารถให้ประโยชน์ทางการเกษตรได้ เพราะฉะนั้นจึงต้องเร่งให้ความรู้แก่เกษตรกรและพยายามหาแนวทางอื่นมาแก้ไขเพื่อลดอันตรายที่จะเกิดขึ้นจากการที่มีสารกำจัดศัตรูพืชปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม