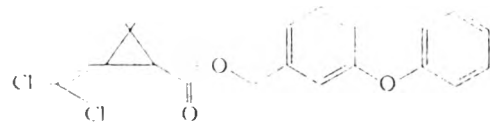


การตรวจเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

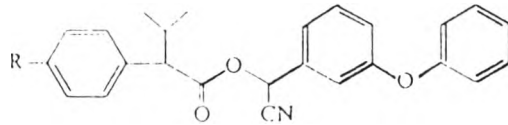
สารกำจัดศัตรูพืชในกลุ่มไพรีทรอยด์

ไพรีทรอยด์ เป็นสารที่สกัดได้จากดอกไม้ในตระกูล Compositae เช่น ดอกเบญจมาศ ดอกเก๊กฮวย เรียกสารที่สกัดว่า ไพรีทริน (Pyrethrin) ดอกไม้ที่พบสารไพรีทรินมาก คือ *Chrysanthemum cinerariaefolium* และ *Chrysanthemum coccineum* สารที่สกัดได้ถูกนำมาใช้ในการกำจัดศัตรูพืช โดยเริ่มมีการใช้ผงไพรีทริน ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1800 เป็นต้นมา และในปี ค.ศ. 1851 ได้มีการใช้กันอย่างแพร่หลายทั่วโลก แต่เดิมผงไพรีทรินส่วนใหญ่ผลิตจาก ยูโกสลาเวีย และญี่ปุ่น แต่ปัจจุบันประเทศที่ผลิตผงไพรีทรินส่งออกมากคือ เกาหลี สารไพรีทรินมีความสามารถในการกำจัดแมลงต่างๆได้ดีและไม่เป็นพิษต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม (acute oral LD50 ในหนู เท่ากับ 1500 mg/kg) แต่มีความคงตัวในธรรมชาติได้ไม่นาน ทำให้มีการคิดค้นสารสังเคราะห์ของไพรีทรินขึ้นมา เพื่อให้มีความคงตัวในธรรมชาติ สลายตัวช้า และสามารถกำจัดแมลงได้หลายชนิด โดยในปี ค.ศ. 1949 Schechter และคณะ (อ้างถึงใน Elliott, 1989) ได้สังเคราะห์สารไพรีทรอยด์ ที่เรียกว่า แอลเลทริน (allethrin) ขึ้นมาเป็นตัวแรกโดยมีประสิทธิภาพในการกำจัดแมลงวันบ้าน (*Musca domestica* L.) และ mustard beetle ต่อมาได้มีการพัฒนาสารไพรีทรอยด์ ชนิดต่างๆขึ้น เช่น Bioresmethrin Biopermethrin Deltamethrin Cypermethrin Fenvalerate ฯลฯ ในปัจจุบันสามารถแบ่งสารในกลุ่มไพรีทรอยด์ได้ 3 กลุ่มใหญ่ๆ ดังนี้

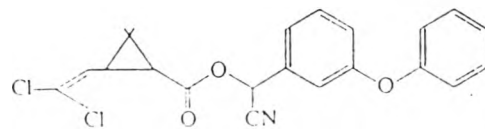
1. Cyclopentenolone esters ได้แก่ PyrethrinI Bioresmethrin Allethrin ฯลฯ มีประสิทธิภาพในการกำจัดแมลงวันบ้าน (*Musca domestica* L.)
2. Halovinylcyclopropane pyrethroids ได้แก่ Permethrin Cypermethrin Deltamethrin ฯลฯ มีประสิทธิภาพในการกำจัดเห็บ หมัด ไนโค กระบือ ตัวอ่อนของแมลงในกลุ่ม Lepidopterous และ หนอนเจาะรากข้าวโพด (*Diabrotica balteata*)
3. Non-cyclopropane pyrethroids ได้แก่ Fenvalerate Esfenvalerate Flucythrinate ฯลฯ มีประสิทธิภาพในการกำจัด แมงมุม ไร และแมลงในนาข้าวต่างๆ



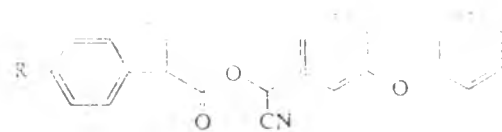
Permethrin



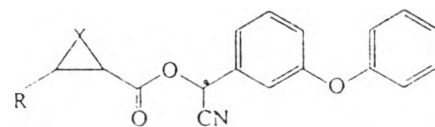
Fenvalerate



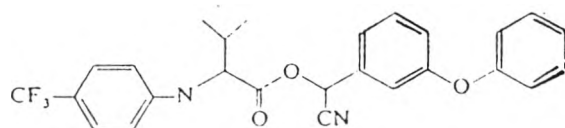
Cypermethrin



Flucythrinate



Deltamethrin



Fluvalinate

รูปที่ 1 สูตรโครงสร้างทางเคมีของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มไพรีทรอยด์ (Clark et al., 1989 and Hill, 1989)

ในปัจจุบันมีการสังเคราะห์สารไพรีทรอยด์ขึ้นหลายชนิด เพื่อใช้ในการกำจัดศัตรูพืช โดยมีชื่อสามัญ ชื่อทางเคมี ชื่อทางการค้า และสูตรโมเลกุล ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ชื่อทางเคมี ชื่อทางการค้า และสูตรโมเลกุล (Hornshy et al., 1996)

ชื่อสามัญ	ชื่อทางเคมี	ชื่อทางการค้า	สูตรโมเลกุล
Cyfluthrin	Cyano(4-fluoro-3-phenoxyphenyl)methyl 3-(2,2-dichloroethenyl)-2,2-dimethylcyclopropanecarboxylate	Laser, Baythroid	$C_{22}H_{18}Cl_2FNO_3$
Cypermethrin	Cyano(3-phenoxyphenyl)methyl 3-(2,2-dichloroethenyl)-2,2-dimethylcyclopropanecarboxylate	Ammo, Cymbush, Demon	$C_{22}H_{19}Cl_2NO_3$
Esfenvalerate	(S)-cyano-(3-phenoxyphenyl)methyl-(S)-4-chloro- α -(1-methylethyl)-benzeneacetate	Asana	$C_{28}H_{27}ClNO_3$
Fenvalerate	Cyano(3-phenoxyphenyl)methyl 4-chloro- α -(1-methylethyl)benzeneacetate	Pydine	$C_{26}H_{22}ClNO_3$
Permethrin	3-(phenoxyphenyl)methyl(1RS)-cis,trans-3-(2,2-dichloroethenyl)-2,2-dimethyl cyclopropane carboxylate	Ambush, Pounce	$C_{21}H_{20}Cl_2O_3$
Pyrethrins		Pyrethrum	$C_{21}H_{28}O_3$
Resmethrin	5-benzyl-3-furymethyl (1RS,3RS;1RS,3SR)-2,2-dimethyl-3-(2-methylprop-1-enyl)cyclopropanecarboxylate	Benzyfluoline, Chryson	$C_{22}H_{26}O_3$

คุณสมบัติทางฟิสิกส์และคุณสมบัติทางเคมีของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มไพรีทรอยด์

สารกลุ่มไพรีทรอยด์ เป็นของเหลวสีเหลืองอ่อน มีกลิ่นเหม็นคล้ายน้ำมันก๊าด น้ำหนักโมเลกุลประมาณ 328-434 ละลายน้ำได้เล็กน้อย แต่สามารถละลายได้ดีในตัวทำละลายอินทรีย์ มีความดันไอต่ำ

ตารางที่ 2 คุณสมบัติทางฟิสิกส์และคุณสมบัติทางเคมีของสารกลุ่มไพรีทรอยด์ (Hornshy et al., 1996)

ชื่อสามัญ	การละลายน้ำ (mg/L)	ค่าครึ่งชีวิต (days)	ค่าสัมประสิทธิ์ การยึดเกาะ (ml/g)	ความดันไอ (mmHg)	น้ำหนักโมเลกุล
Cyfluthrin	0.002	30 E	100,000 E	1.6×10^{-11}	434.3
Cypermethrin	0.004	30 E	100,000 E	1.4×10^{-9}	416.3
Esfenvalerate	0.002	35	5,300	1.1×10^{-8}	419.9
Fenvalerate	0.002	35	5,300	1.1×10^{-8}	419.9
Permethrin	0.006	30 E	100,000 E	1.3×10^{-8}	391.3
Pyrethrins	0.001	12	100,000 E	1×10^{-8}	328.4
Resmethrin	0.01	30 E	100,000 E	1×10^{-8}	338.4

Use 30 E because of wide range.

100,000 E based on solubility

สารไซเพอร์เมทริน (Cypermethrin)

สูตรโครงสร้างทางเคมี

Chemical name	(RS)-alpha-cyano-3-phenoxybenzyl(1RS)-cis-, trans-3-(2,2-dichlorovinyl)-2,2-dimethylcyclopropane carboxylate
Registry number	52315-07-8
ชื่อทางการค้า	Ammo, Avicade, Barricade, CCN 52, Cymbush, Polythrin, Ripcord, Kafil

สารไพรีทรอยด์ ชนิดไซเพอร์เมทริน เป็นของเหลวสีเหลืองอ่อน ละลายน้ำได้น้อย ละลายได้ดีในตัวทำละลายอินทรีย์ มีความดันไอต่ำ มีคุณสมบัติดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 คุณสมบัติทางฟิสิกส์และคุณสมบัติทางเคมีของสารไซเพอร์เมทริน *

คุณสมบัติ	
Physical state	Yellow liquid at ambient temperature
Molecular weight	416.3
Melting point	>80°C
Boiling point	220°C
Density (22°C)	1.12 g/ml
Solubility in water (20°C)	0.009 mg/litre
Solubility in organic solvent	
Hexane	103 g/litre
Xylene	>450 g/litre
Vapour pressure (20°C)	1.9X10 ⁻³ Pa (1.4X10 ⁻³ mmHg)
n-octanol/water partition coefficient	2X10 ⁶ (log P _{ow} 6.3)

* From: FAO/WHO (1989)

สารไซเพอร์มีทริน เป็นสารกำจัดศัตรูพืชในกลุ่มไพรีทรอยด์ ที่มีการใช้มากในประเทศไทย โดยมีปริมาณการนำเข้าเป็นอันดับ 5 จากปริมาณการนำเข้าสารกำจัดแมลงทั้งหมด โดยมีปริมาณ 770,000 กิโลกรัมในปี พ.ศ. 2541 (ไพฑูรย์และคณะ, 2541) โดยนำมาใช้ในการกำจัดแมลงศัตรูพืชในพื้นที่การเกษตรต่างๆ เช่น ฝ้าย ข้าวฟ่าง ถั่วฝักยาว อ้อย ไม้ดอกต่างๆ ข้าว และข้าวโพด ดังนั้น ในการทดลองนี้ จึงเลือกใช้สารไซเพอร์มีทรินในการทดลอง

กลไกการออกฤทธิ์ของสารไพรีทรอยด์ (Mode of action of Pyrethroid)

สารไพรีทรอยด์จะออกฤทธิ์ต่อระบบประสาทส่วนกลาง (Central nervous system) และเส้นประสาทส่วน peripheral nerves เช่น motor axons, sensory axons โดยจะไปรวมตัวกับชั้นไขมันที่เนื้อเยื่อประสาท ทำให้ขัดขวางการส่งกระแสประสาทและยับยั้งเอนไซม์อะดีโนซีนไตรฟอสฟาเทส (Adenosine triphosphatase , ATPase) รวมทั้งไปแย่งจับบริเวณ GABA binding site ส่งผลขัดขวางกระแสประสาท ดังนั้นเมื่อแมลงได้รับสารไพรีทรอยด์จะเกิดอาการกระตุกและเป็นอัมพาตอย่างเฉียบพลัน (Miller and Salgado., 1985) โดยสามารถสรุปกลไกการออกฤทธิ์ได้ 5 ลักษณะดังนี้

1. ออกฤทธิ์ต่อระบบประสาทรับสัมผัส (Actions on sensory neurons)

สารไพรีทรอยด์จะไปมีผลต่อโครงสร้างส่วน companiform sensillae ในเส้นประสาท crural nerve ในขากระโดดของแมลง ทำให้เกิดการกระตุ้นซ้ำอย่างรุนแรง ส่งผลให้แมลงเกิดอาการสั่นและกระตุกอย่างรวดเร็วโดยอาการนี้จะเกิดในช่วงที่เรียกว่า "knockdown" (Gammon , 1978)

2. ออกฤทธิ์ต่อระบบประสาทสั่งงาน (Actions on motor neurons)

เกิดการกระตุ้นซ้ำที่บริเวณหน่วยประสาทสั่งงาน ซึ่งอาจเกิดจากการตอบสนองต่อกระแสประสาทจากระบบประสาทส่วนกลาง หรือเกิดขึ้นเอง (spontaneous) (Clements and May, 1977 และ Gammon ., 1978)

3. ออกฤทธิ์ต่อระบบ Neuroendocrine

สารไพรีทรอยด์มีผลกระทบต่อระบบสร้างสารสื่อประสาทในสมอง ทำให้เซลล์ที่สร้างสารสื่อประสาทในสมอง มีการเปลี่ยนแปลงเกิดสภาวะ hypertrehalosemic hormone ในแมลง โดยพบว่าแมลงที่ได้รับสารจะมีระดับฮอร์โมน trehalose ในเลือดสูง (Normann , 1980 , Orchard , 1980, Orchard and Osborne, 1979)

4. ออกฤทธิ์ต่อระบบประสาทส่วนกลาง (Actions on the central nervous system)

สารไพรีทรอยด์จะมีผลต่อระบบประสาทส่วนกลางใน 2 ลักษณะ คือ อย่างแรกมีผลต่อเส้นประสาทส่วน ventral nerve cord ทำให้เกิดการกระตุ้นซ้ำๆ เป็นเวลานาน giant axons และอย่างที่สอง ทำให้เกิดการบล็อกบริเวณส่วนรับสัมผัสในเส้นประสาท giant axons (Gammon et al, 1978)

5. ออกฤทธิ์ต่อกลไกการแลกเปลี่ยนประจุ (Actions on ionic mechanisms)

สารไพรีทรอยด์จะไปเกาะกับเนื้อเยื่อประสาทส่วนปลายอวัยวะรับสัมผัส และเซลล์สื่อประสาท (neurosecretory cells) ทำให้เกิด potential depolarization และ เพิ่มการหลั่งสารสื่อประสาท (Adams and Miller, 1980, Clement and May, 1977, Orchard , 1980)

ปัจจัยที่มีผลต่อความเป็นพิษของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มไพรีทรอยด์ มีดังนี้

1. ปัจจัยทางเคมี (Chemical factors) ได้แก่
 - 1.1 ค่า octanol/water partition coefficients ยิ่งมากความเป็นพิษของสารยิ่งมากตามไปด้วย (Zitko et al., 1973)
 - 1.2 กลุ่ม alpha cyano group สารไพรีทรอยด์ในกลุ่มนี้จะมีความเป็นพิษมากกว่าสารไพรีทรอยด์กลุ่มอื่น (Mcleese et al., 1980)
 - 1.3 cis isomer มีความเป็นพิษมากกว่า trans isomer (Zitko et al., 1979)
2. ปัจจัยทางชีวภาพ (Biological factors) ได้แก่
 - 2.1 อัตราการเปลี่ยนรูปของสาร (biotransformation) ถ้าอัตราการเปลี่ยนรูปของสารเร็ว ความเป็นพิษของสารไพรีทรอยด์จะลดลง (Edwards and Millbum, 1985)
 - 2.2 ความแตกต่างของชนิดสัตว์ เช่น ปลา salmonids ซึ่งอาศัยในน้ำเย็นจะไวต่อสารไพรีทรอยด์มากกว่าปลา channel catfish และ bluegill ซึ่งเป็นปลาที่อาศัยในน้ำอุ่น (Mauck et al., 1976)
 - 2.3 น้ำหนัก ความเป็นพิษของสารจะลดลงเมื่อน้ำหนักของสิ่งมีชีวิตเพิ่มมากขึ้น (Kumaragura et al., 1981)

3. ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม (Environmental factors) ได้แก่
 - 3.1 อุณหภูมิ ความเป็นพิษของสารไพรีทรอยด์จะลดลงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น (Kumaragura et al., 1981)
 - 3.2 คุณสมบัติในการยึดเกาะวัตถุ การเกาะติดของสารในตะกอนดิน มีผลทำให้ความเป็นพิษของสารลดลง (Hill et al., 1985)
 - 3.3 สารไพรีทรอยด์ในรูปแบบ emulsifiable concentration (EC) มีความเป็นพิษน้อยกว่าสารไพรีทรอยด์ในรูปแบบ technical-grade forms (Coats and O' Donnell-Jefferyl, 1979)

การใช้ประโยชน์ของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มไพรีทรอยด์

จากคุณสมบัติในการเกิดพิษของสารไพรีทรอยด์ในสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ จึงมีการนำเอาสารไพรีทรอยด์มาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ ดังนี้ (Carter , 1989)

1. การเกษตรกรรม ใช้ในการกำจัดแมลงศัตรูพืชชนิดต่างๆ
2. การสาธารณสุข ใช้ในการควบคุมและกำจัดแมลงพาหะต่างๆ โดยจำแนกการใช้ดังนี้
 - 2.1 ฉีดพ่นตามบ้านเรือน (Domestic aerosols/sprays) เพื่อกำจัด ยุง แมลงวัน แมลงสาบ
 - 2.2 เป็นยาจุดกันยุง (Mosquito coils/mats)
 - 2.3 ฉีดพ่นเป็นบริเวณกว้าง (Large-scale space sprays) เช่น ฉีดพ่นในบริเวณที่มีการระบาดของเชื้อมาเลเรีย หรือเชื้อไข้สมองอักเสบ
 - 2.4 ฉีดพ่นบริเวณพื้นผิว (Surface treatments) เช่น ฉีดพ่นพื้นผิวการเกษตรเพื่อกำจัดตัวอ่อนของแมลง
 - 2.5 ฉีดพ่นในแหล่งน้ำเพื่อกำจัดตัวอ่อนของแมลง
3. อุตสาหกรรม มีการใช้ permethrin, deltamethrin, cypermethrin และ fenvalerate ฉีดพ่นเพื่อรักษาเนื้อไม้ และพบว่าในออสเตรเลียมีการใช้ cyfluthrin และ cypermethrin ฉีดพ่นเพื่อรักษาเมล็ดพันธุ์พืช

การปนเปื้อนของสารไพรีทรอยด์ในสิ่งแวดล้อม

สารไพรีทรอยด์สามารถปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมได้หลายทางด้วยกัน ดังแสดงในตารางที่ 4

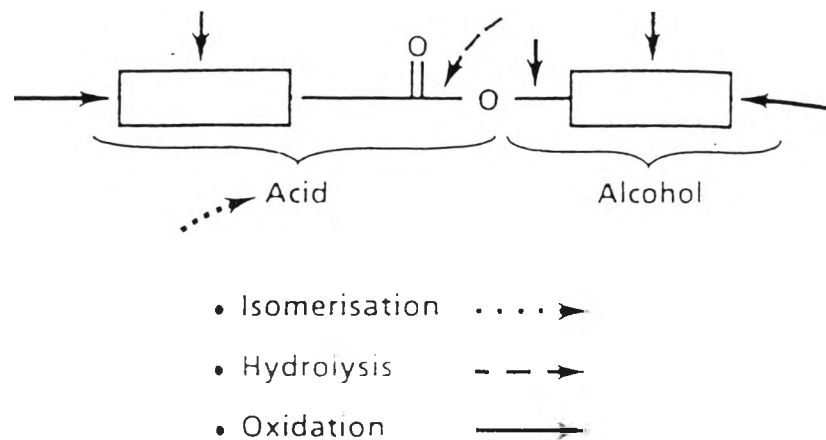
ตารางที่ 4 แสดงการปนเปื้อนของสารไพรีทรอยด์ในสิ่งแวดล้อม

ตัวกลาง	แหล่งที่มา
อากาศ	การฉีดพ่นทางการเกษตร การระเหยจากพื้นที่การเกษตร การฉีดพ่นในทางการสาธารณสุข
ดิน	การฉีดพ่นเพื่อกำจัดแมลงศัตรูพืชต่างๆ การฉีดพ่นเพื่อรักษาเนื้อไม้ การฉีดพ่นบริเวณพื้นผิวดินเพื่อกำจัดตัวอ่อนแมลง การฉีดพ่นในแหล่งน้ำเพื่อกำจัดตัวอ่อนแมลง
น้ำ	การชะล้างของดิน

การย่อยสลายของสารไพรีทรอยด์ในสิ่งแวดล้อม

(Environmental fate and Metabolism of Pyrethroids)

สารไพรีทรอยด์เป็นสารกำจัดศัตรูพืชที่สามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ การย่อยสลายส่วนใหญ่เกิดจาก แสงอาทิตย์ และกระบวนการทางชีวภาพ โดยอาศัยปฏิกิริยาทางเคมีที่สำคัญ 3 ปฏิกิริยา คือ isomerisation, hydrolysis และ oxidation



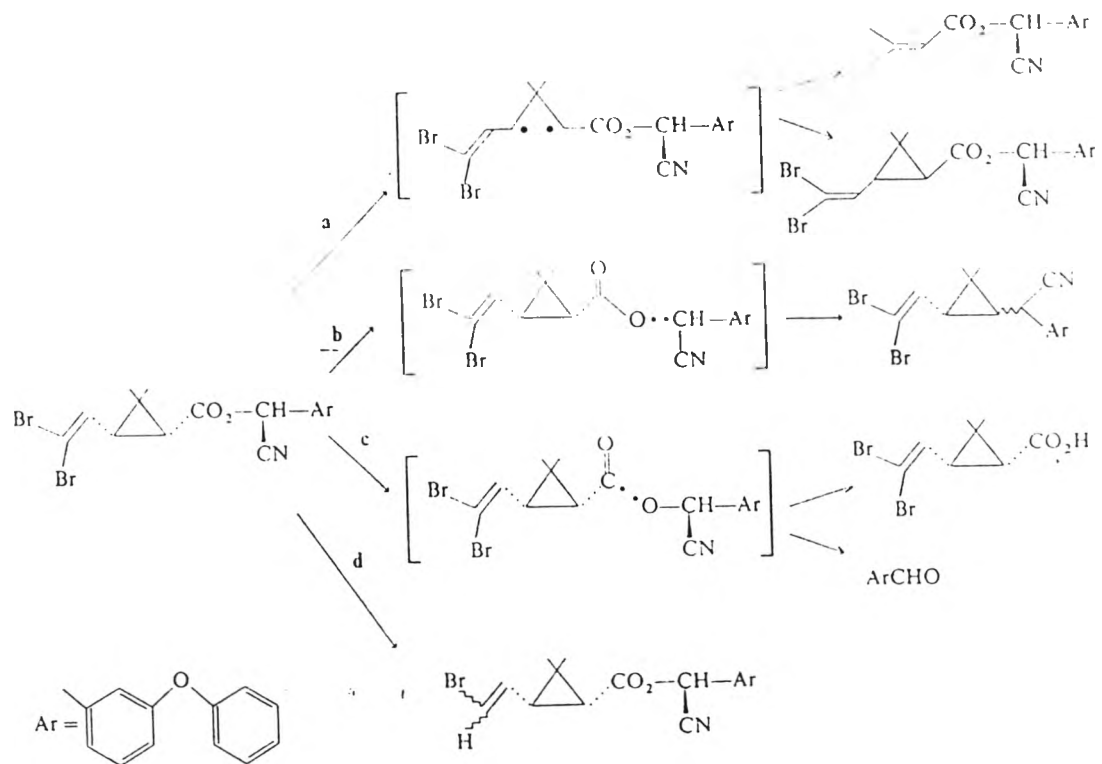
รูปที่ 2 แสดงขบวนการย่อยสลายสารไพรีทรอยด์

การย่อยสลายเริ่มจากปฏิกิริยา isomerisation โดยอาศัยแสงอาทิตย์ช่วยในการทำลาย cyclopropane ring หลังจากนั้นจะเกิดปฏิกิริยา hydrolysis ที่พันธะเอสเทอร์ทำให้โมเลกุลของสารแตกออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วน acid moieties และ alcohol moieties โดยทุกขั้นตอนจะเกิดปฏิกิริยา oxidation ร่วมด้วย การย่อยสลายสารไพรีทรอยด์ในธรรมชาติมี 3 วิธี คือ

1. การย่อยสลายด้วยแสงอาทิตย์ (Photodegradation)

การย่อยสลายสารไพรีทรอยด์ด้วยแสงแดด อาศัยขบวนการทางเคมี 4 ขบวนการ(รูปที่ 3) ดังนี้

- Isomerisation of the substituents on the cyclopropane ring.
- Oxidation of sensitive groups on acid and alcohol moieties.
- Reduction dehalogenation of dihalovinyl derivative.
- Decarboxylation, particularly with alpha-cyano compounds.

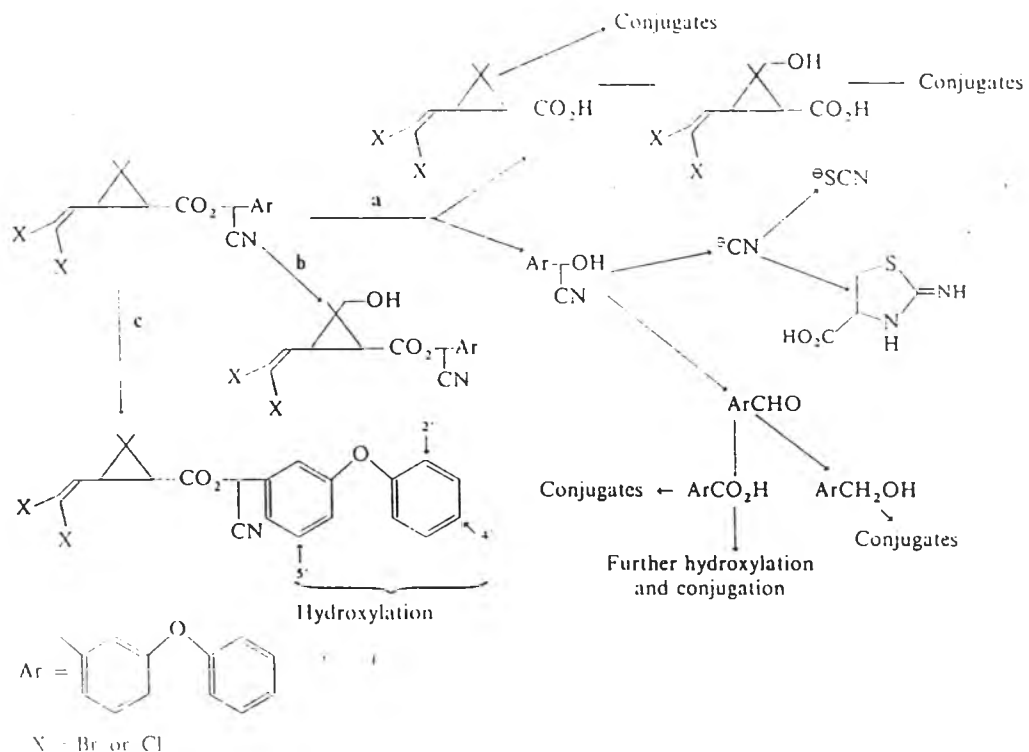


รูปที่ 3 แสดงการย่อยสลายสารไพรีทรอยด์ชนิด แอลลิทรีน โดยขบวนการ Photodegradation (Demoute, 1989)

2. ขบวนการย่อยสลายทางชีวภาพ (Biodegradation)

2.1 ขบวนการเมทาบอลิซึมของสารไพรีทรอยด์ในสัตว์มีกระดูกสันหลัง (รูปที่ 4) (Metabolism in vertebrate)

ขบวนการเมทาบอลิซึมของสารไพรีทรอยด์ในสัตว์มีกระดูกสันหลังยังไม่ทราบชัดเจนนัก การศึกษาส่วนใหญ่จะทำใน หนู โค กระบือ สัตว์ปีก และปลา โดยพบว่าขบวนการเมทาบอลิซึมของสารไพรีทรอยด์ในสัตว์มีกระดูกสันหลังเริ่มจาก การแตกตัวของพันธะเอสเทอร์ และเกิดปฏิกิริยา oxidation ของกรดและแอลกอฮอล์ที่แตกตัวออกมา หลังจากนั้นจะมีการรวมตัวกันของน้ำตาลและกรดอะมิโนและถูกขับออกจากร่างกายในที่สุด ดังนั้นจึงพบว่าสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมหลายชนิดมีความสามารถในการกำจัดสารไพรีทรอยด์ได้ดี ยกเว้น ปลา เนื่องจากมีกระบวนการเมทาบอลิซึมของสารไพรีทรอยด์น้อยมาก (Demoute , 1989)



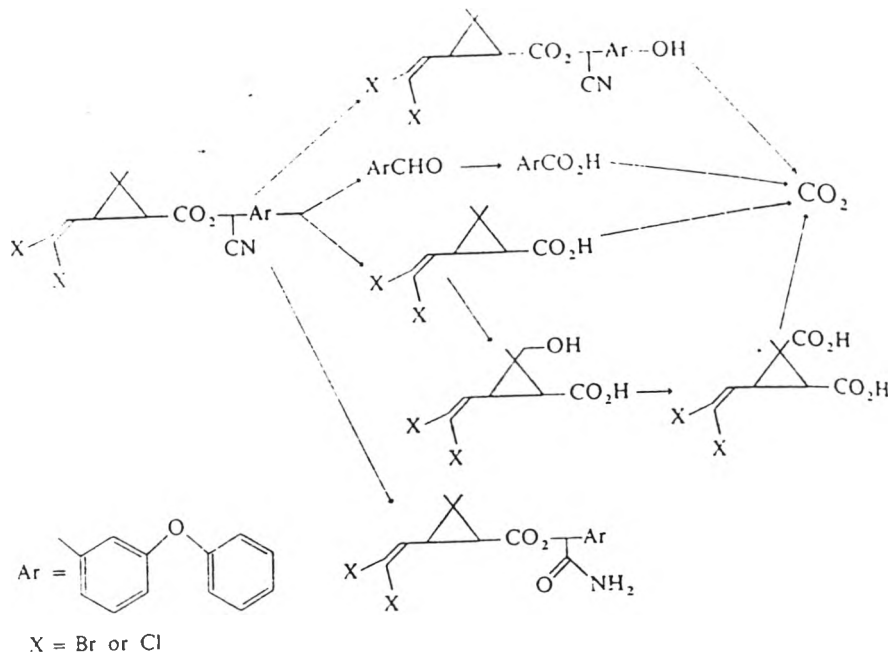
รูปที่ 4 แสดงขบวนการเมทาบอลิซึมของสารไพรีทรอยด์ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม (Demoute, 1989)

2.2 ขบวนการเมแทบอลิซึมของสารไพรีทรอยด์ในพืช (Metabolism in plants)

ในธรรมชาติพืชมีการเปลี่ยนรูปของสารไพรีทรอยด์ เพื่อให้อยู่ในรูปที่ไม่เป็นพิษ โดยเริ่มจากเมื่อมีแสงแดดมากกระทบที่ผิวใบ สารไพรีทรอยด์ที่เกาะอยู่ที่ผิวใบจะถูกแสงแดดทำให้พันธะเอสเทอร์แตกออก เกิดขบวนการ hydroxylation ของหมู่อัลคิลของคาร์บอน และอะโรมาติกริง ขบวนการนี้ทำให้ไซยาไนด์ไอออนหลุดออกมาและไปรวมตัวกับองค์ประกอบอื่นที่มีลักษณะคล้ายโปรตีนและคาร์บอนไดออกไซด์ เกิดการเปลี่ยนรูปอย่างรวดเร็ว โดยขบวนการทั้งหมดจะเร็วหรือช้าขึ้นกับสภาวะแวดล้อมต่างๆและค่าครึ่งชีวิตของสารไพรีทรอยด์แต่ละตัว

3. ขบวนการย่อยสลายในดิน (รูปที่ 5) (Degradation in soil)

การย่อยสลายสารไพรีทรอยด์ในดิน เริ่มจากการทำลายพันธะเอสเทอร์ ได้กรดและแอลกอฮอล์ หลังจากนั้นจะเกิดปฏิกิริยา oxidation ของกรดและแอลกอฮอล์จนกลายเป็น CO₂ ปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อม ขบวนการย่อยสลายในดินเกิดจากสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กและจุลินทรีย์ในดิน โดยอัตราการย่อยสลายจะขึ้นกับปัจจัยต่างๆ เช่น องค์ประกอบภายในดิน ชนิดดิน ภาวะการใช้ ออกซิเจน และไม่ใช้ออกซิเจน ฯลฯ



รูปที่ 5 แสดงขบวนการย่อยสลายสารไพรีทรอยด์ในดิน (Demoute , 1989)

และเนื่องจากสารไพรีทรอยด์มีคุณสมบัติในการยึดเกาะกับสารอินทรีย์ได้ดี เมื่อมีการปนเปื้อนสารไพรีทรอยด์ในแหล่งน้ำ จากการชะล้างของดินในพื้นที่การเกษตร สารไพรีทรอยด์จะไปยึดเกาะกับสารอินทรีย์ในตะกอนดินใต้น้ำอย่างรวดเร็ว ทำให้เมื่อตรวจวัดสารไพรีทรอยด์ในแหล่งน้ำ จะพบสารไพรีทรอยด์ในแหล่งน้ำนั้นมีปริมาณน้อยกว่าความเป็นจริง

ความเป็นพิษของสารไพรีทรอยด์ต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม (Toxicity to mammals)

พิษเฉียบพลัน (Acute toxicity)

การศึกษาพิษเฉียบพลันของสารไพรีทรอยด์ส่วนใหญ่ทำการศึกษาในหนูทดลอง Barthel (1973) ได้รวบรวมผลการศึกษาพิษเฉียบพลันของสารไพรีทรอยด์ พบว่าสารไพรีทรอยด์มีค่า LC_{50} ในหนู ดังแสดงใน ตารางที่ 5

พิษรองเฉียบพลัน (Subacute toxicity)

ข้อมูลเกี่ยวกับพิษรองเฉียบพลันมีไม่มากนัก เนื่องจากการทดลองส่วนใหญ่ไม่พบความผิดปกติของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมจากสารไพรีทรอยด์ แต่มีรายงานวิจัยที่พบความผิดปกติ เช่นการศึกษาของ Bond and DeFeo (1969) อ้างถึงใน Barthel (1973) พบว่าเมื่อให้สารไพรีทรินแก่หนูทดลองปริมาณ 380 mg/kg/day เป็นเวลา 90 วัน ทำให้ ไฮโดรพลาสซึมในเซลล์ตับหนูมีปริมาณ เม็ดเลือดขาวชนิดอีโอสิโนฟิลมาก เกิดการตายของเซลล์ และไตผิดปกติ (slight kidney involvement)

ความเป็นพิษของสารไพรีทรอยด์ต่อมนุษย์ (Toxicity to Humans)

พิษเฉียบพลัน (Acute toxicity)

ยังไม่ปรากฏรายงานของการเกิดพิษเฉียบพลันของสารไพรีทรอยด์ในมนุษย์ (He et al., 1989)

พิษรองเฉียบพลัน (Subacute toxicity)

He et al., 1989 และ Wiessler et al., 1998 พบว่าสารไพรีทรอยด์มีผลทำให้เกิดพิษรองเฉียบพลันในคน โดยคนที่ได้รับสารไพรีทรอยด์จะมีอาการเวียนศีรษะ ปวดศีรษะ คลื่นไส้ อาเจียน มีอาการระตุกของกล้ามเนื้อบริเวณใบหน้า หน้าบวม ผิวง่าย เป็นแถบสีแดง หรือเป็นจุดสีแดงทั่วตัวมีอาการคัน น้ำมูกไหล เมื่อหลับตาจะมีอาการปวดบริเวณเปลือกตา

ตารางที่ 5 แสดงค่า Median Lethal Concentration (LC₅₀) ในหนูทดลอง (Barthel, 1973)

Compounds	Exposure route	LC ₅₀	References
24% Pyrethrin and 14% Pyrethrum oleoresin	Oral	>1500	Shimkin and Anderson, (1936)
Pyrethrum oleoresin	Oral	820	Carpenter et al., (1950)
20% Pyrethrin	Oral	1870	Carpenter et al., (1950)
86.2% Purified pyrethrin	Oral	>2600	Ambrose and Robbins,(1951)
86.2% Purified pyrethrin	Subcutaneous	>1600	Ambrose and Robbins, (1951)
Pyrethrin	Oral	200	Lehman, (1954)
Pyrethrin	Dermal	200-400	Lehman, (1954)
20% Pyrethrin	Oral	100-300	Hayes, (1965)
Partially dewaxed pyrethrum oleoresin	Oral	794	Malone and Brown, (1968)
Pale extract	Oral	584	Malone and Brown, (1968)
Pyrethrum oleoresin	Oral	634	Malone and Brown, (1968)
77.8% Purified pyrethrin	Oral	715-900	Malone and Brown, (1968)
Commercial concentrate	Oral	480	Beck, (1969)
20% Pyrethrin	Oral	1440	Bond and DeFeo, (1969)
Pyrethrin	Oral	260-420	Casida et al., (1971)
Pyrethrin	Oral	>600	Casida et al., (1971)
74% Purified pyrethrin	Oral	470	T.B. Gaines and R.D. Kimbrough, personal communication., (1972)
74% Purified pyrethrin	Oral	>1400	Verschoyle and Barnes, (1972)

* mg/kg bodyweight

ผลของสารไพรีทรอยด์ต่อสิ่งมีชีวิตที่มีประโยชน์

(Effects of Pyrethroid Insecticides on Beneficial Organisms)

มนุษย์เริ่มนำสารไพรีทรอยด์มาใช้ในการกำจัดศัตรูพืช ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1800 หลังจากนั้นได้มีการพัฒนาจนเป็นสารที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดแมลงได้หลายชนิด ทำให้นิยมนำมาใช้ในทางการเกษตรและการสาธารณสุขอย่างแพร่หลาย แต่การนำสารไพรีทรอยด์มาใช้ประโยชน์ดังกล่าว นอกจากแมลงที่ต้องการกำจัดแล้วยังมีสิ่งมีชีวิตอีกหลายชนิดที่มีโอกาสได้รับสารไพรีทรอยด์ในคราวเดียวกันด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งสิ่งมีชีวิตที่มีประโยชน์ต่างๆ เช่น ในดิน (soil microflora) แมลงในดิน (soil arthropod) ไล้เดือนดิน และมั้ง

1. Soil organisms แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ จุลินทรีย์ในดิน และ สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดิน

1.1 จุลินทรีย์ในดิน เป็นสิ่งมีชีวิตที่ช่วยในกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ในดิน ควบคุมปริมาณคาร์บอนและไนโตรเจนให้อยู่ในปริมาณที่สมดุล มีผลทำให้ดินในบริเวณต่างๆ มีความอุดมสมบูรณ์ (Hill and Wright., 1978, Somerville and Greaves., 1987)

Tu (1980) ศึกษาผลของสาร cypermethrin, permethrin, fenvalerate และ deltamethrin ในจุลินทรีย์ในดิน พบว่าขบวนการ nitrification, non-symbiotic nitrogen fixation, dehydrogenase activity และ urease activity จะลดลงในช่วงแรกแต่ขบวนการดังกล่าวจะกลับสู่สภาพปกติ ภายใน 4 สัปดาห์ที่ทำการศึกษา

Megharaj และคณะ (1986) ศึกษาผลของสาร cypermethrin และ fenvalerate ในสาหร่ายในดิน พบว่าสารทั้ง 2 ตัวนี้ไม่มีผลกระทบต่อสาหร่ายในดิน

1.2 สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดิน ช่วยในขบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ในดิน ทำให้จุลินทรีย์และสาหร่ายในดินใช้ประโยชน์จากสารอินทรีย์ได้มากขึ้น จึงมีส่วนช่วยในการรักษาสมดุลของดิน โดยเฉพาะสัตว์ในกลุ่มไล้เดือนดิน และ Collembola ทำให้เมื่อมีการใช้สารกำจัดศัตรูพืชในพื้นที่การเกษตร สัตว์เหล่านี้ก็จะได้รับสารนี้ด้วย

Hill (1985) ศึกษาผลของสาร cypermethrin และ permethrin ในสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดิน พบว่าสารไพรีทรอยด์ทั้ง 2 ชนิดไม่มีผลต่อสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดิน และในปีเดียวกันเขาได้ศึกษาผลของสารทั้ง 2 ชนิดในไล้เดือนดิน พบว่า สารไพรีทรอยด์ทั้ง 2 ชนิดไม่มีผลต่อไล้เดือนดิน

2. ผึ้ง (Bees)

ผึ้งเป็นสัตว์ที่มีประโยชน์ ช่วยในการผสมเกสรดอกไม้ และให้น้ำหวานที่เป็นอาหารของมนุษย์ เมื่อมีการฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูพืช ผึ้งก็มีโอกาสได้รับสารดังกล่าวด้วย ดังนั้นจึงได้มีการศึกษาผลของสารไพรีทรอยด์ต่อผึ้ง ซึ่ง Inglesfield, (1989) ได้รวบรวมผลงานวิจัยพิษของสารไพรีทรอยด์ในผึ้ง (ตารางที่ 6) และ สรุประดับความเป็นพิษของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มไพรีทรอยด์ต่อผึ้งตามค่า LC50 คือ

ความเป็นพิษสูงมาก (extremely toxic) ที่ LC50 < 0.1 / ตัว

ความเป็นพิษสูง (highly toxic) ที่ LC50 < 0.1-1.0 µg / ตัว

ความเป็นพิษปานกลาง (moderately toxic) ที่ LC50 < 1-10 µg / ตัว

ความเป็นพิษไม่มาก (slightly toxic) ที่ LC50 < 10-100 µg / ตัว

ตารางที่ 6 แสดงค่า Median lethal concentration (LC₅₀) ของสารไพรีทรอยด์ต่อผึ้ง *Apis mellifera* (Inglesfield, 1989)

Compounds	Quality of test material	24 h LC ₅₀ values		References
		(µg a.i. bee ⁻¹)		
		Oral	Topical	
Alpha-cypermethrin	Technical*	0.06	0.03	Murray, (1985)
	EC**	0.13	0.11	
Bifenthrin	Technical*	0.1	0.01	FMC Corporation
Cypermethrin	Technical*	0.03	0.02	Shell Research Ltd.
	EC**	0.03	-	
Deltamethrin	Technical*	-	0.05	Smart et al., (1982)
Fenvalerate	Technical*	0.29	0.08	Shell Research Ltd.
	EC**	0.06	-	
Esfenvalerate	Technical*	-	0.06	Debray et al., (1987)
Flucythrinate	Technical*	-	0.27	Smart et al., (1982)
Lambda-cyhalothrin	Technical*	0.97	0.05	Gough et al., (1984)
Permethrin	Technical*	0.03	0.10	Shell Research Ltd.

* Technical = Technical grade forms

** EC = Emulsifiable concentration

ผลของสารไพรีทรอยด์ต่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ

(Effects of Pyrethroids on aquatic organisms)

สารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มไพรีทรอยด์เป็นอนุพันธ์ที่สังเคราะห์จากสารไพรีทริน มีคุณสมบัติในการกำจัดแมลงและมีความเป็นพิษต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมต่ำ โดยมีกลไกการออกฤทธิ์คล้ายสารกำจัดศัตรูพืชในกลุ่มออร์แกโนคลอรีน คือ ออกฤทธิ์ขัดขวางการส่งกระแสประสาทระหว่างไซเดียมและโพแทสเซียม ในเนื้อเยื่อประสาท แต่มีความคงตัวน้อยกว่าสารในกลุ่มออร์แกโนคลอรีน (Miller et al., 1985) จากคุณสมบัติดังกล่าวทำให้มีการนำสารไพรีทรอยด์มาใช้เพิ่มมากขึ้นทุกปี แม้ว่าจะเป็นสารที่มีพิษต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมต่ำ แต่พบว่า สารไพรีทรอยด์มีความเป็นพิษต่อสัตว์น้ำ เช่น ปลา และสัตว์ในกลุ่มอาร์โทรพอด หลายชนิด (Smith and Stratton, 1986) ซึ่งสารไพรีทรอยด์สามารถปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำได้หลายวิธี เช่น การชะล้างของดิน การฉีดพ่นทางการเกษตร หรือการฉีดพ่นลงบนผิวน้ำโดยตรงเพื่อกำจัดตัวอ่อนแมลง ทำให้สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำนั้นมีความเสี่ยงที่จะได้รับสารไพรีทรอยด์ในระดับที่ทำให้เกิดพิษเฉียบพลันหรือพิษรองเฉียบพลันได้

พิษเฉียบพลันของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มไพรีทรอยด์ต่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ

(Acute Toxicity of Pyrethroid on Aquatic Organisms)

ปลาที่ได้รับสารไพรีทรอยด์ในขนาดที่ทำให้เกิดพิษเฉียบพลัน จะมีอาการกระวนกระวาย สูญเสียการทรงตัว วายน้ำบิดลำตัวไปมา วายขนตุ้ หรือวายเป็นก้อนกับตัวอื่น มีอาการกระตุก ลำค้ำน้ำ ชีเหงือกฉีกขาด หลังโค้งงอ มีจุดดำ-แดงทั่วลำตัว บริเวณเหงือกมีเมือกมาก และตายในที่สุด

(Miller and Salgado ., 1985)

Hill, (1989) ได้รวบรวมผลการศึกษพิษเฉียบพลันของสารไพรีทรอยด์ต่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ ดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 แสดงค่า Median lethal concentration (LC₅₀) ของสารไพรีทรอยด์ต่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ (Hill, 1989)

Organism	Size/stage	Test method ^a	EC ₅₀ /LC ₅₀ /NOEC (µg litre ⁻¹)							
			Permethrin	Cypermethrin	Fenvalerate	Deltamethrin	Lambda-cyhalothrin	Flucythrinate		
Fungi	'various'	-	S	-	EC	30000				
Alga	Selenastrum	-	S	96	NOEC		>2000		>1000	
	'greens/blue-greens'	-	S	-	EC	2000				
Mollusca	Gastropoda	Adult	S	48	LC ₅₀	>10000				
	Bivalvia	Larvae	S/F	24/48	EC/LC ₅₀	>5000	>2000	>1000		>1000
Crustacea	Cladocera ^b	First-instar	S	48	EC	0.6	1		0.1-0.4	
	Copepoda	-	S	96	LC ₅₀	0.2		0.4		
	Amphipoda	juv/adult	S/F	96	LC ₅₀		0.1	0.03		0.7
	Isopoda	5 mm	S	72	EC	0.1	0.01			
	Decapoda	various	S/R/F	96	LC ₅₀	0.1-2	0.01-0.2	0.04-0.08	<0.6-2	
Paracarida ^c	-	F	96	LC ₅₀	0.02	0.005	0.008		0.004	0.008

(ต่อ)

ตารางที่ 7 (ต่อ) แสดงค่า Median lethal concentration (LC₅₀) ของสารไพรีทรอยด์ต่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ (Hill, 1989)

Organism	Size/stage	Test method ^a	EC ₅₀ /LC ₅₀ /NOEC (µg litre ⁻¹)							
			Permethrin	Cypermethrin	Fenvalerate	Deltamethrin	Lambda-cyhalothrin	Flucythrinate		
Insecta	Ephemeroptera	Various	S/F	24-96	EC/LC ₅₀	0.03-0.1	0.006-0.6	0.9		
	Plecoptera	-	F	72	EC	0.2		0.1		
	Hemiptera	adult	S	24	EC		0.7			
	Coleoptera	adult	S	24	EC		0.07			
	Trichoptera	-	F	96	EC	0.4				
	Diptera	larvae	S	24	LC ₅₀	0.5-6	0.03->5	0.3-5	0.02-0.6	
Arachnida	Hydracarina	Adult	R	96	LC ₅₀		0.04			
Amphibia-Anura	Tadpoles	S	96	LC ₅₀	3000					
Fish	'cold freshwater'	Juvenile	F	96	LC ₅₀	0.4-7	0.4-2	2	0.2-0.4	
	'warm freshwater'	Juvenile	F	96	LC ₅₀	0.9-16	2	5	0.2-0.3	0.1
	'marine freshwater'	Juvenile	F	96	LC ₅₀	2-8	1	0.3-5	0.8	1

หมายเหตุ

^a S = static test; R = replacement; F = flow through

^b *Daphnia magna*

^c *Mysidopsis bahia*

EC₅₀ = Effective concentration

LC₅₀ = Median lethal concentration

NOEC = No Observed Effect Concentration

Clark และคณะ (1989) ได้รวบรวมผลการศึกษาพิษเฉียบพลันของสารไพรีทรอยด์ต่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 แสดงค่า Median lethal concentration (LC₅₀) ของสารไพรีทรอยด์ต่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ (Clark et al., 1989)

Pyrethroid	96-h LC ₅₀ (µg/L)
Cypermethrin	
Acute toxicity to invertebrates	
<i>Mysidopsis bahia</i>	0.005
<i>Mysidopsis bahia</i>	0.056
<i>Palaemonetes pugio</i>	0.016
<i>Penaeus duorarum</i>	0.036
<i>Homarus americanus</i>	0.04
<i>Crangon septemspinosa</i>	0.01
<i>Uca pugilator</i>	0.2
<i>Crassostrea virginica</i>	370
<i>Crassostrea gigas</i>	>2300
Acute toxicity to fish	
<i>Cyprinodon variegatus</i>	1.0
<i>Salmo salar</i>	2.0
Flucythrinate	
Acute toxicity to invertebrates	
<i>Mysidopsis bahia</i>	0.008
<i>Penaeus duorarum</i>	0.22
Acute toxicity to fish	
<i>Cyprinodon variegatus</i>	1.1
Chronic toxicity (28-d ELS NOEC*)	
<i>Cyprinodon variegatus</i>	0.032

(ต่อ)

ตารางที่ 8 (ต่อ)

Pyrethroid	96-h LC ₅₀ (µg/L)
Fenvalerate	
Acute toxicity to invertebrates	
<i>Palaemonetes pugio</i>	<0.003
<i>Mysidopsis bahia</i>	0.008
<i>Crangon septemspinosa</i>	0.04
<i>Homarus americanus</i>	0.14
<i>Nitocra spinipes</i>	0.38
<i>Penaeus duorarum</i>	0.84
<i>Crassosistrea virginica</i>	>1000
<i>Branchiostoma caribaeum</i>	1600
Acute toxicity to fish	
<i>Menidia menidia</i>	0.3
<i>Leuresthes tenuis</i>	0.3
<i>Alburnus alburnus</i>	0.3
<i>Mugil cephalus</i>	0.6
<i>Menidia peninsulae</i>	1.1
<i>Menidia beryllina</i>	1.1
<i>Salmo salar</i>	1.2
<i>Opsanus beta</i>	2.4
<i>Opsanus beta</i>	5.4
<i>Cyprinodon variegatus</i>	5.0
Chronic toxicity (28-d ELS NOEC*)	
<i>Leuresthes tenuis</i>	0.060
<i>Menidia menidia</i>	0.062
<i>Menidia peninsulae</i>	0.083
<i>Cyprinodon variegatus</i>	0.56
<i>Opsanus beta</i>	1.2
Bioconcentration (BCF**)	
<i>Cyprinodon variegatus</i>	5700
<i>Crassostrea virginica</i>	4700

ตารางที่ 8 (ต่อ)

Pyrethriod	96-h LC ₅₀ (µg/L)
Permethrin	
Acute toxicity to invertebrates	0.02
<i>Menippe mercenaria</i>	0.02
<i>Mysidopsis bahia</i>	0.13
<i>Crangon septemspinosa</i>	0.15
<i>Nitocra spinipes</i>	0.22
<i>Penaeus duorarum</i>	0.34
<i>Penaeus aztecus</i>	0.73
<i>Homarus americanus</i>	2.2
<i>Uca pugillator</i>	>1000
<i>Crassosistrea virginica</i>	
Acute toxicity to fish	2.2
<i>Menidia menidia</i>	5.5
<i>Mugil cephalus</i>	4-8
<i>Alburnus alburnus</i>	7.8
<i>Cyprinodon variegatus</i>	12.0
<i>Salmo salar</i>	
Chronic toxicity (28-d ELS NOEC*)	10
<i>Cyprinodon variegatus</i>	
Bioconcentration (BCF**)	480
<i>Cyprinodon variegatus</i>	1900
<i>Crassostrea virginica</i>	

* ELS NOEC = Early Life Stage No Observed Effect Concentration

** BCF = Bioconcentration Factor

นอกจากนี้ Clark และคณะ (1989) ได้รายงานพิษของสาร Cypermethrin และ Fenvalerate ใน mysids, grass shrimp และ pink shrimp พบว่าสารทั้ง 2 ตัว มีความเป็นพิษต่อสัตว์ทั้ง 3 ชนิด โดยมีค่า LC₅₀ เท่ากับ 0.005, 0.016, และ 0.036 ไมโครกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งการปนเปื้อนสารไพรีทรอยด์ในครั้งนี้ ไม่สามารถวัดด้วยเครื่องมือทางเคมีได้ เนื่องจากข้อจำกัด

ของเครื่องมือที่ใช้วัดมีค่าต่ำสุดที่สามารถวัดได้ เท่ากับ 0.02 ไมโครกรัมต่อน้ำ 1 ลิตร และ 0.005 ไมโครกรัมต่อตะกอน 1 กิโลกรัม

Teitze และคณะ (1995) ศึกษาพิษเฉียบพลันของสาร Synergized permethrin ใน Grass shrimp (*Palaemoneta pugio*), Southern silverside (*Menidia beryllina*), Sheepshead minnows (*Cyprinodon variegatus*) และ Mosquitofish (*Gambusia holbrooki*) พบว่า สาร Synergized permethrin มีค่า LC₅₀ ที่ 24 ชั่วโมง เท่ากับ 0.843, 4.07, 5.46 และ 6.04 พีพีบี ตามลำดับ และมีค่า LC₅₀ ที่ 48 ชั่วโมง เท่ากับ 0.049, 2.86, 3.02 และ 4.29 พีพีบี ตามลำดับ

Tang and Siegfried (1996) ศึกษาพิษเฉียบพลันของสาร Organophosphate Chlorpyrifos และสารไพรีทรอยด์ชนิด Permethrin ในแมลงชนิดต่างๆที่อาศัยในแหล่งน้ำ โดยมีค่า LC₅₀ ดังแสดงในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 แสดงค่า Median lethal concentration (LC₅₀) ของสารไพรีทรอยด์ในแมลงที่อาศัยในแหล่งน้ำ (Tang and Siegfried, 1996) โดยการทดสอบในระบบน้ำนิ่ง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

Insect	Size/Stage	24-h LC ₅₀ (µg/L)	
		Chlorpyrifos	Permethrin
Blackfly (<i>Simulium vitatum</i>)	Larva (5-7 mm)	27.0	4.5
Caddisfly (<i>Hydropsyche</i> & <i>Chematopshyche</i> spp.)	Larva (7-10 mm)	30.6	5.9
Mayfly (<i>Stenacron</i> spp.)	Nymph (8-12 mm)	29.0	4.4
Damefly (<i>Ishnura</i> & <i>Enallagma</i> spp.)	Nymph (10-15 mm)	11.4	2.9
Water scavenger Beetle (<i>Hydrophilus</i> spp.)	Adult	100	45.2

Rebach (1999) ศึกษาพิษเฉียบพลันของสาร Permethrin, emulsified in piperonyl butoxide ใน ปลา Hybrid Striped Bass พบว่าสารดังกล่าวมีค่า LC_{50} ที่ 96 ชั่วโมงเท่ากับ 26.7 พีพีบี และค่า LC_{90} ที่ 96 ชั่วโมง เท่ากับ 45.2 พีพีบี

Stay and Jarvinen (1995) ศึกษาผลของสารไพรีทรอยด์ในระบบนิเวศแหล่งน้ำจำลอง Mixed flask culture (MFC) Microcosm ของสาร Esfenvalerate ซึ่งเป็นสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มไพรีทรอยด์ โดยศึกษาจากค่า NOEC (no observed effect concentration) ค่า LOEC (lowest observed effect concentration) และศึกษาพิษเฉียบพลันของสาร ในปลา Fathead minnow และ Bluegills จากการทดลองพบว่า ปลาทั้ง 2 ชนิดมีค่า NOEC เท่ากับ 0.01 ไมโครกรัมต่อลิตร และค่า LOEC เท่ากับ 0.05 ไมโครกรัมต่อลิตร ค่า LC_{50} ของปลา Fathead minnow และ Bluegills เท่ากับ 0.24 และ 0.44 ไมโครกรัมต่อลิตร จากการทดลองทั้งใน MFC และการเกิดพิษในปลาพบว่าที่ระดับความเข้มข้น 0.05-0.1 ไมโครกรัมต่อลิตร เป็นความเข้มข้นต่ำที่ทำให้เกิดพิษในระบบนิเวศแหล่งน้ำ และที่ระดับความเข้มข้นในช่วง 0.5-1.0 ไมโครกรัมต่อลิตร ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างมากต่อสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศแหล่งน้ำ จึงสรุปว่าสามารถนำแบบจำลอง MFC มาใช้ในการศึกษาความเข้มข้นของสารต่างๆที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในระบบนิเวศแหล่งน้ำ และสามารถทำนายผลที่จะเกิดในอนาคตได้

Paul and Simonia (1995) ศึกษาเปรียบเทียบความเป็นพิษของสารกำจัดศัตรูพืช 2 ชนิดในกลุ่มไพรีทรอยด์ คือ synergized resmethrin และ non-synergized resmethrin ในปลา Brook trout (*Salvelimus fontinalis*) และ Brown trout (*Salmo trutta*) โดยทำการทดลอง 2 ลักษณะ คือ ทดลองพิษเฉียบพลันในปลาทั้ง 2 ชนิด และทดลองพิษรองเฉียบพลันในปลา Brook trout จากการทดลองพิษเฉียบพลันพบว่า ค่า LC_{50} ของสาร synergized resmethrin ในปลา Brown trout เท่ากับ 1.35 ไมโครกรัมต่อลิตร และในปลา Brook trout เท่ากับ 1.92 ไมโครกรัมต่อลิตร ส่วนค่า 24 ชั่วโมง LC_{50} ของสาร non-synergized resmethrin ในปลา Brook trout เท่ากับ 3.26 ไมโครกรัมต่อลิตร และในปลา Brown trout เท่ากับ 1.18 ไมโครกรัมต่อลิตร และจากการทดลองพิษรองเฉียบพลันในปลา Brook trout พบว่ามีความแตกต่างของอัตราการตายในปลาที่สัมผัสสาร synergized resmethrin สูงกว่า non-synergized resmethrin หลังจากสัมผัสสาร 24 ชั่วโมง

พิษรองเฉียบพลันของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มไพรีทรอยด์ต่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ
(Subacute Toxicity of Pyrethroid on Aquatic Organisms)

Hansen และคณะ (1983) ศึกษาผลของสาร AC 222,705, Fenvalerate และ Permethrin ในตัวอ่อนของปลา Sheepshead minnows และ Fathead minnows โดยศึกษาการเจริญเติบโตและการพัฒนาการของตัวอ่อน จากการทดลองพบว่า เมื่อให้สารความเข้มข้น 1.2, 10 และ 56 นาโนโมลต่อลิตร เป็นเวลา 30 วัน ตัวอ่อนที่ฟักออกมามีอัตราการรอดชีวิตต่ำกว่ากลุ่มควบคุม และมีลักษณะรูปร่างผิดปกติ ครีบหลังโค้งงอ ลำตัวบิด มีการว่ายน้ำที่ผิดปกติ และตายในที่สุด

Kamaragura and Beamish (1983) ศึกษาผลของสาร Permethrin ในปลา Rainbow trout โดยศึกษาการใช้ออกซิเจนของปลา จากการทดลองพบว่า เมื่อให้สาร Permethrin ความเข้มข้น 1.7 และ 3.2 นาโนโมลต่อลิตร เป็นเวลา 6 สัปดาห์ ทำให้ปลาในกลุ่มทดลองมีอัตราการใช้ออกซิเจน (Total oxygen consumption) สูงกว่าปลาในกลุ่มควบคุม ปลามีอาการเครียดและเนื้อเยื่อบริเวณที่เหงือกถูกทำลาย

Balint และคณะ (1995) ศึกษาผลของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์แกนอโฟสเฟต คือ Methidathion (MD) และสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มไพรีทรอยด์ คือ Deltamethrin (DM) ในปลาคาร์พ *Cyprinus carpio* L. โดยศึกษาผลของสารต่อการทำงานของเอนไซม์อะซิติลโคลีนเอสเตอเรส (AChE) และวัดการเปลี่ยนแปลงของระดับ Glutamic oxaloacetic transaminase (GOT) Lactate dehydrogenase (LDH) และ Blood glucose เฉพาะกลุ่มทดลองที่สัมผัสสาร Deltamethrin จากการทดลองพบว่า เมื่อให้ MD 2 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 5 วัน ทำให้การทำงานของ AChE ลดลง 70-90% ในขณะที่เมื่อให้ DM 2 ไมโครกรัมต่อลิตรเป็นเวลา 3 วัน ทำให้การทำงานของ AChE ลดลง 20% ในกลุ่มทดลองที่สัมผัสสาร DM มีระดับ GOT และ LDH เพิ่มขึ้น 2.5 เท่า และ 1.5 เท่า ตามลำดับ ระดับ glucose ในเลือดเพิ่มสูงขึ้น 30% และเมื่อดูการสะสมในอวัยวะต่างๆ พบว่า MD มีการสะสมมากในตับและไขปลา ในขณะที่บริเวณกล้ามเนื้อไม่พบการสะสม ส่วน DM มีการสะสมน้อยมากจึงไม่สามารถวัดได้

Barry และคณะ (1995) ศึกษาพิษรองเฉียบพลันของ Esfenvalerate ซึ่งเป็นสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มไพรีทรอยด์ที่มีต่อปลา Australian Crimson-Spotted Rainbow fish (*Melanotaenia fluviatilis*) โดยทำการทดลองให้สารความเข้มข้นต่างๆ แก่ ปลา Australian

Crimson-Spotted Rainbow fish 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ผสมพันธุ์ และกลุ่มที่ไม่ได้ผสมพันธุ์ จากการทดลองพบว่า ปลาตัวเมียในกลุ่มผสมพันธุ์ที่สัมผัสสารมีการวางไข่ต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.01$) และที่ระดับความเข้มข้น 32 ไมโครกรัมต่อลิตร อัตราการฟักมีจำนวนต่ำที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) การฟักของตัวอ่อนที่ความเข้มข้น 3.2 ไมโครกรัมต่อลิตร จะมีความผิดปกติมากที่สุด โดยมีลักษณะครีบงอ ตัวบิด และตายในที่สุด เมื่อทำการวัดน้ำหนักตัวในกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม พบว่าอัตราส่วนระหว่างน้ำหนักตัวต่อน้ำหนักตัวจะมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$)

Weber และคณะ (1996) ศึกษาผลของสาร Fenvalerate ในตัวอ่อนกุ้ง Grass shrimp (*Palaemonetes pugio*) โดยทำการทดลองให้สาร Fenvalerate ความเข้มข้น 1 10 และ 100 ไมโครกรัมต่อดินตะกอน 1 กิโลกรัม จากการทดลองพบว่าสารนี้มีผลต่อการดำรงชีวิตของกุ้งวัยอ่อน ในระยะ metamorphosis จาก pelagic individual เป็น benthic organism โดยเริ่มพบอัตราการตายที่ความเข้มข้น 10 ไมโครกรัมต่อดินตะกอน 1 กิโลกรัม และพบอัตราการตายสูงสุดที่ความเข้มข้น 100 ไมโครกรัมต่อดินตะกอน 1 กิโลกรัม

Dhawan and Kaur (1996) ศึกษาพิษของสารไพรีทรอยด์ 3 ชนิด คือ Cypermethrin, Deltamethrin และ Fenvalerate ต่อไข่ปลา *Cyprinus carpio* Linn. โดยทำการทดลองให้สารทั้ง 3 ชนิด ในความเข้มข้นต่างๆ ตั้งแต่ 0.00001-40 ไมโครกรัมต่อลิตร กับไข่ปลา ผลการทดลองพบว่าสารไพรีทรอยด์ทั้ง 3 ชนิดมีผลทำให้ไข่ปลาไม่ฟักเป็นตัว โดยมีผลต่อระยะ blastopore ในไข่ปลา และพบว่าปลาที่ไม่ฟักส่วนใหญ่ จะเกิดความผิดปกติที่ vertebral column flexure ปรากฏไขแดงที่ใหญ่มากเกิด pericardial sacs และหางกุด โดยพบว่า Fenvalerate มีความเป็นพิษมากที่สุด ตามด้วย Deltamethrin และ Cypermethrin

Paul and Simonis (1996) ศึกษาผลของสาร Naled, Synergized resmethrin และ Non-synergized resmethrin ต่อลักษณะการว่ายน้ำของปลา trout โดยทำการทดลองให้สารทั้ง 3 ชนิด เป็นเวลา 6 ชั่วโมง จากการทดลองพบว่า สาร Synergized resmethrin มีผลทำให้การว่ายน้ำของปลาผิดปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยพบว่าปลามีการว่ายน้ำที่ช้าลง ไม่สามารถควบคุมทิศทางและการทรงตัวให้อยู่ในสมดุลได้

Ibrahim และคณะ (1998) ศึกษาผลของสารกำจัดศัตรูพืช 4 กลุ่มคือ ออร์แกโนฟอสเฟต ชนิด pirimiphos, คาร์บาเมต ชนิด carbofuran, ไพรีทรอยด์ ชนิด permethrin, ออร์แกโนคลอรีน

ชนิด Lindane และโลหะหนัก ชนิด zinc chloride ที่มีผลต่อการดำรงชีวิตและการทำงานของ เอนไซม์ AChE ใน *Chironomus riparius* โดยทำการทดลองทั้ง *in vivo* และ *in vitro* จากการทดลองพบว่า ค่า LC50 ที่ 24 ชั่วโมง ของ carbofuran, pirimiphos, permethrin, Lindane และ zinc chloride เท่ากับ 27.2, 63.8, 16.6, 45.3, 94.3 ไมโครกรัมต่อลิตร ตามลำดับ จากการทดลอง *in vivo* เมื่อนำ Chironomids มาวัดสมรรถนะเอนไซม์อะซิติลโคลีนเอสเตอเรส ตามวิธีของ Ellman et al., (1961) พบว่า สาร permethrin ที่ระดับความเข้มข้น 32 ไมโครกรัมต่อลิตร ทำให้เอนไซม์ถูกยับยั้งการทำงาน 12.2% แต่ในการทดลอง *in vitro* พบการยับยั้งการทำงาน 20%

Kumar และคณะ (1999) ศึกษาความเป็นพิษของ Deltamethrin ซึ่งเป็นสารกำจัดศัตรูพืช กลุ่มไพรีทรอยด์ต่อการเปลี่ยนแปลงทางจุลพยาธิวิทยาในปลาดุก Cat fish (*Heteropneustes fossilis*) โดยทำการทดลองใน 2 ลักษณะ คือ ทดสอบความเป็นพิษเฉียบพลันเพื่อหาค่า LC50 ที่ 96 ชั่วโมง และทำการทดสอบพิษรองเฉียบพลันที่ความเข้มข้น 0.17 ไมโครกรัมต่อลิตร เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงที่มีต่อ เลือด และอวัยวะต่างๆ เช่น ตับ กล้ามเนื้อ หัวใจ ไต ม้าม หัวใจ จากการทดลองพบว่าสาร Deltamethrin มีผลทำให้ปริมาณ Haemoglobin (Hb), Mean cell volume (MCV), Mean cell haemoglobin (MCH) และ Haematocrit (PCV) ลดลง แต่ปริมาณเซลล์เม็ดเลือดขาวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ เซลล์เม็ดเลือดแดงที่เพิ่งสร้างใหม่จะมีปริมาณฮีโมโกลบินน้อยกว่าเซลล์เม็ดเลือดแดงเก่า และพบว่า หลังจากสัมผัสสารปริมาณกลูโคส และแลคเตค ในเลือด ตับ กล้ามเนื้อ หัวใจ ม้าม ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีการเปลี่ยนแปลงการทำงานของท่อไต (renal tubule) และเซลล์ไต

เอนไซม์โคลีนเอสเทอเรส (Cholinesterase enzyme)

เอนไซม์โคลีนเอสเทอเรส เป็นเอนไซม์ที่ไฮโดรไลส์สารพวกโคลีนเอสเทอร์ เช่น อะเซทิลโคลีน (Acetylcholine) อะเซทิลเบตาเมททิวโคลีน (Acetyl- β -methylcholine) เบนโซอิลโคลีน (Benzoylcholine) ซัคซินิลโคลีน (Succinylcholine) เป็นต้น เอนไซม์โคลีนเอสเทอเรสแบ่งออกได้เป็นสองชนิด คือ (Van degraaff, et al., 1999, Gilman, et al., 1985)

1. **อะซิติลโคลีนเอสเทอเรส (Acetylcholinesterase, AChE)** บางที่เรียก true หรือ specific cholinesterase หรือบางที่เรียก red cell cholinesterase เป็นเอนไซม์ที่พบมากที่สุดมอง postjunctional membrane ของ motor end plate, neuro effector junction ของปลายประสาทพาราซิมพาเทติก (parasympathetic) เม็ดเลือดแดง (red cell หรือ erythrocytes) เกล็ดเลือด (thrombocytes) และเส้นประสาทหลายแห่งที่มีเอนไซม์ทั้งใน axons, dendrite, perikarya เช่น somatic nerve fibers, preganglionic autonomic nerve fibers, postganglionic parasympathetic nerve fibers เป็นต้น พวก primary afferent (sensory) fibers และ adrenergic fibers ก็มีเอนไซม์ชนิดนี้แต่ต่ำกว่าพวก cholinergic fibers
2. **พลาสมาโคลีนเอสเทอเรส (plasma cholinesterase)** หรือบางที่เรียก สูดโคลีนเอสเทอเรส (pseudocholinesterase), nonspecific cholinesterase, butyrylcholinesterase หรือ cholinesterase เป็นเอนไซม์ที่พบใน พลาสมา ตับ เยื่อบุลำไส้ (intestinal mucosa), glial cells และ satellite cells เป็นต้น เอนไซม์นี้ทำหน้าที่อย่างไรยังไม่ทราบแน่ชัด แต่สามารถไฮโดรไลส์สารต่างๆได้หลายชนิด เช่น บิวทิวโคลีน (butyrylcholine) อะซิติลโคลีน (acetylcholine) เบนโซอิลโคลีน (benzoylcholine) และซัคซินิลโคลีน (succinylcholine) เป็นต้น

ข้อแตกต่างระหว่างอะซิติลโคลีนเอสเทอเรสและสูโดโคลีนเอสเทอเรส

1. อะซิติลโคลีนเอสเทอเรส สามารถไฮโดรไลส์สารอะซิติลโคลีนได้เร็วมาก แต่ไฮโดรไลส์สารบิวทิวโคลีนได้ช้ามาก ส่วนสูโดโคลีนเอสเทอเรสสามารถไฮโดรไลส์สารบิวทิวโคลีนได้เร็วมาก แต่ไฮโดรไลส์สารอะเซทิลโคลีนได้ช้า
2. อะซิติลโคลีนเอสเทอเรส สามารถไฮโดรไลส์สารอะซิติลเบตาเมททิวโคลีนได้ดีแต่ไม่สามารถไฮโดรไลส์เบนโซอิลโคลีน ส่วนสูโดโคลีนเอสเทอเรสสามารถไฮโดรไลส์สารเบนโซอิลโคลีนได้ แต่ไม่สามารถไฮโดรไลส์สารอะซิติลเบตาเมททิวโคลีนได้
3. ถ้าการทำงานของเอนไซม์อะซิติลโคลีนเอสเทอเรสถูกยับยั้ง จะมีผลต่างๆเกิดขึ้นมากมาย ทั้งผลทางมัสคูลรีนิก และนิโคตินิค แต่ถ้ายับยั้งการทำงานของเอนไซม์สูโดโคลีนเอสเทอเรสอย่างเดียวไม่พบความผิดปกติทางสรีรวิทยาเกิดขึ้น

การศึกษาผลของสารกำจัดศัตรูพืช ต่อสมรรถนะของเอนไซม์โคลีนเอสเทอเรส ได้มีการรายงานไว้ใน ปลาหลายชนิด เช่น

Szabo และคณะ (1992) ศึกษาผลของสารกำจัดศัตรูพืชในปลาแคร์พ (Cyprinus carpio L.) โดยศึกษาจากสมรรถนะของเอนไซม์อะซีทิลโคลีนเอสเทอเรสที่เปลี่ยนแปลง จากการทดลองพบว่า เมื่อให้ Methidathion 2 พีพีเอ็ม เป็นเวลา 2 สัปดาห์ ทำให้การทำงานของเอนไซม์อะซีทิลโคลีนเอสเทอเรสลดลง 80% ในขณะที่เมื่อให้ CuSO_4 5 พีพีเอ็ม และ Paraquat 5 พีพีเอ็ม เป็นเวลา 2 สัปดาห์ ทำให้การทำงานของเอนไซม์ลดลง 50% และพบว่าหลังจากสัมผัสสาร CuSO_4 เป็นเวลา 2 สัปดาห์ ระดับของเอนไซม์จะกลับคืนสู่ภาวะปกติ แต่ในปลานิลที่สัมผัสสาร Paraquat ระดับของเอนไซม์จะสูงกว่าปกติ จึงสรุปว่าสามารถใช้สมรรถนะของเอนไซม์อะซีทิลโคลีนเอสเทอเรสในปลา เป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพของการปนเปื้อนสารกำจัดศัตรูพืชชนิดต่างๆ

Esca and Porte (1996) ศึกษาผลของสาร Fenitrothion ใน Crayfish (*Procambarus elakii*) โดยศึกษาจากสมรรถนะของเอนไซม์อะซีทิลโคลีนเอสเทอเรสที่เปลี่ยนแปลง จากการทดลองพบว่าเมื่อให้สาร Fenitrothion ความเข้มข้น 4 20 และ 100 ไมโครกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 48 ชั่วโมง มีผลทำให้สมรรถนะของเอนไซม์ลดลง 34%, 39% และ 42% ตามลำดับ จึงสรุปว่าสามารถใช้สมรรถนะของเอนไซม์อะซีทิลโคลีนเอสเทอเรสเป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพของการปนเปื้อนสารกำจัดศัตรูพืช

Huang และคณะ (1997) ศึกษาการใช้สมรรถนะของเอนไซม์กลุ่มเอสเทอเรส ในสมองและตับของปลา Spotted Gar fish (*Lepisosteus oculatus*) เพื่อประเมินการปนเปื้อนของสารพิษในแม่น้ำมิสซิสซิปปี โดยทำการทดลองทั้ง *in vivo* และ *in vitro* จากการทดลอง *in vivo* พบว่า เมื่อสู่มัจปลา Spotted Gar fish ในแม่น้ำที่มีการปนเปื้อนด้วยสารคลอรีเนเตดไฮโดรคาร์บอน และโลหะหนัก มาตรฐานวัดสมรรถนะของเอนไซม์ในกลุ่มเอสเทอเรส พบว่า สมรรถนะของเอนไซม์ Acetylcholinesterase (AChE), Butyryl cholinesterase (BuChE) และ Carboxylesterase (CaE) ลดลง 30-49%, 31-52% และ 46-52% ตามลำดับ จากการทดลอง *in vitro* พบว่าเมื่อนำโลหะหนัก คือ Hexachlorobutadiene (HCB), Cd, Hg, และ Pb มา ใส่ลงในไมโครโซมของสมอง และไมโครโซมของตับ พบว่าสามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์อะซีทิลโคลีนเอสเทอเรสมากที่สุด ส่วน Cd และ Pb สามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์คาร์บอกซิลเอสเทอเรสในตับมากที่สุด จึงสรุปว่าสามารถใช้สมรรถนะของเอนไซม์ในกลุ่มเอสเทอเรส เป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพของการปนเปื้อนสารกำจัดศัตรูพืชและโลหะหนักในสิ่งแวดล้อม

Lundebye และคณะ (1997) ศึกษาผลของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟต คือ ชนิด Dimethoate ในปู (*Carcinus maenas*) โดยศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีและการทำงานของหัวใจ โดยทำการวัดอัตราการเต้นของหัวใจ และสมรรถนะของเอนไซม์อะซิetylโคลิเนสเทอเรส ก่อนและหลังสัมผัสสาร จากการทดลองพบว่า เมื่อปูสัมผัสสาร อัตราการเต้นของหัวใจลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) และลดลงมากที่สุดที่ระดับความเข้มข้นของสารเท่ากับ 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร อัตราการเต้นของหัวใจที่ลดลงสัมพันธ์กับระดับความเข้มข้นของสารอย่างมีนัยสำคัญ และพบว่าที่ระดับความเข้มข้นของสาร 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ โดยเปอร์เซ็นต์การทำงานที่ลดลงสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์การลดลงของอัตราการเต้นของหัวใจเมื่อสัมผัสสารอย่างมีนัยสำคัญ ($r = 0.55, p < 0.01$) จึงสรุปว่าสามารถใช้การทำงานของหัวใจและสมรรถนะของเอนไซม์อะซิetylโคลิเนสเทอเรสในปู เป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพของการปนเปื้อนสารกำจัดศัตรูพืช

วัตถุประสงค์

ศึกษาถึงความเป็นไปได้ในการนำวิธีการตรวจวัดสมรรถนะของเอนไซม์โกลีตินเอสเทอเรส มาเป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ (biomarker) ในแหล่งน้ำที่มีการปนเปื้อนของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มไพรีทรอยด์ในระดับความเป็นพิษรองเฉียบพลัน

ขอบเขตการศึกษา

1. ศึกษาความเป็นพิษในปลานิล โดยทำการทดสอบในระบบน้ำนิ่ง แบบเปลี่ยนน้ำ โดยควบคุมคุณภาพน้ำ ได้แก่ ค่า pH Dissolved oxygen (DO) ความกระด้างของน้ำ (Hardness) และอุณหภูมิ ให้คงที่ตลอดการทดลอง
2. ศึกษาความเป็นพิษในปลานิลขนาด 24-50 กรัม ตู้ขนาด 30X60X30 และมีกลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม
3. ใช้เกณฑ์ในการวัดความเป็นพิษ 3 ประเภท คือ ลักษณะทางกายภาพของปลา พยาธิสภาพทางจุลกายวิภาคของเนื้อเยื่อต่างๆ และสมรรถนะของเอนไซม์โกลีตินเอสเทอเรสจากซีรัมปลา

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถระบุระดับความเป็นพิษเฉียบพลันของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มไพรีทรอยด์ต่อปลานิล เพื่อใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับความเป็นพิษของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มไพรีทรอยด์ในปลานิล
2. ช่วยในการพิจารณาเพื่อกำหนดเกณฑ์มาตรฐานของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มไพรีทรอยด์ต่อการปนเปื้อนในแหล่งน้ำของประเทศไทย
3. เป็นแนวทางในการเลือกสัตว์ทดลองทางด้านพิษวิทยา โดยใช้ปลาเป็นดัชนีชีวภาพ (Bioindicator) เพื่อบ่งชี้คุณภาพน้ำ
4. สามารถนำวิธีการวัดสมรรถนะของเอนไซม์โกลีตินเอสเทอเรส มาใช้ในการประเมินความเป็นพิษที่เกิดจากสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มไพรีทรอยด์และโลหะหนักในสัตว์น้ำของประเทศไทย