

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

การหาปริมาณของ DDT และ PCB's ในระบบนิเวศน์วิทยาของแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง โดยใช้เครื่องแกสโครมาโทกราฟี ได้ผลพอสรุปได้ดังนี้

1. ตัวอย่างที่นำมาวิจัยได้จากการเก็บตัวอย่าง 2 ระยะ คือในระยะเดือนมกราคม และระยะเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2519 ตัวอย่างที่ได้นี้แบ่งแยกออกเป็น

- ตัวอย่างที่มีชีวิต (biological samples) ได้แก่ ปลา กุ้ง และนก
- ตัวอย่างที่ไม่มีชีวิต ได้แก่ ดินและน้ำ

จากการวิเคราะห์โดยใช้เครื่องแกสโครมาโทกราฟี พบว่าเปอร์เซ็นต์ recovery ของปลาและกุ้ง มีค่า = 89.67% ของนมมีค่า = 81.77% ของดิน = 88.49% และของน้ำ = 81.52%

2. ปริมาณการตกค้างของสารที่ตรวจพบโดยเฉลี่ย

DDE	ในปลาระยะที่ 1	0.0163	ppm
	ในปลาและกุ้งระยะที่ 2	0.0179	ppm
TDE	ในปลาระยะที่ 1	0.0160	ppm
	ในปลาและกุ้งระยะที่ 2	0.0142	ppm
DDT	ในปลาระยะที่ 1	0.0112	ppm
	ในปลาและกุ้งระยะที่ 2	0.0132	ppm
DDE	ในนก	0.3061	ppm
TDE	ในนก	0.0151	ppm
DDT	ในนก	trace	

DDE	ในน้ำระยะที่ 1	trace	
	ในน้ำระยะที่ 2	trace	
TDE	ในน้ำระยะที่ 1	trace	
	ในน้ำระยะที่ 2	trace	
DDT	ในน้ำระยะที่ 1	0.0001545	ppm
	ในน้ำระยะที่ 2	0.0000109	ppm
DDE	ในดินระยะที่ 1	0.0029	ppm
	ในดินระยะที่ 2	0.0026	ppm
TDE	ในดินระยะที่ 1	0.0083	ppm
	ในดินระยะที่ 2	0.0145	ppm
DDT	ในดินระยะที่ 1	0.0075	ppm
	ในดินระยะที่ 2	0.0115	ppm
PCB's	ในปลาระยะที่ 1	0.0301	ppm
	ในปลาและกุ้งระยะที่ 2	0.0401	ppm
	ในนก	0.1005	ppm
	ในน้ำระยะที่ 1	0.0000166	ppm
	ในน้ำระยะที่ 2	0.0002166	ppm
	ในดินระยะที่ 1	0.024	ppm
	ในดินระยะที่ 2	0.0015	ppm

3. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารใน trophic level ต่าง ๆ

3.1 ปริมาณสารสะสมของสาร DDE เพิ่มมากขึ้นตาม trophic level ที่สูงขึ้น คือ top carnivores มีปริมาณสะสมของสาร DDE มากกว่า

carnivores, carnivores มากกว่า omnivores และ omnivores
 มากกว่า herbivores เมื่อหาค่า biological magnification ปรากฏ
 ว่าได้ค่าเป็น 10 เท่า, 2 เท่า และ 2 เท่า ตามลำดับ ส่วนปริมาณการสะสมของ
 TDE และ DDT ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในแต่ละ trophic level

3.2 ปริมาณการสะสมของสาร PCB's พบว่าเพิ่มมากขึ้นตาม
 trophic level ที่สูงขึ้น และมี biological magnification กล่าว
 คือ top carnivores มีปริมาณสาร PCB's มากกว่า carnivores 2 เท่า
 carnivores มากกว่า omnivores 2 เท่า และ omnivores มากกว่า
 herbivores 2 เท่า

3.3 ปริมาณของสารทุกชนิดในสัตว์น้ำที่จับได้ระยะที่ 1 กับระยะที่ 2
 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3.4 ในแต่ละ trophic level นั้นพบว่า เมื่อนำหนักของสิ่ง
 มีชีวิตเพิ่มขึ้น ปริมาณการสะสมของ Σ DDT* และ PCB's มีแนวโน้มที่จะเพิ่ม
 ขึ้นด้วย

4. ปริมาณสารในตัวอย่างน้ำ

4.1 DDT ในตัวอย่างน้ำระยะที่ 1 ตรวจพบได้มากกว่าตัวอย่างน้ำ
 ระยะที่ 2 มาก ส่วน DDE และ TDE แทบไม่พบเลย มีพบเพียง 1 สถานี ซึ่งมี
 ปริมาณน้อยมาก (trace) ที่สถานีที่ 1 คือตำแหน่ง Lat 13° 29' 00" N
 Long 100° 36' 00" E ซึ่งเป็นตำแหน่งที่อยู่ใกล้บริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยาที่สุด
 พบว่าตรวจพบปริมาณสาร DDT ในน้ำทั้งสองระยะ

4.2 PCB's ในตัวอย่างน้ำตรวจพบได้น้อยมากและมีปริมาณไม่
 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างตัวอย่างน้ำระยะที่ 1 กับระยะที่ 2
 ที่ตำแหน่งสถานีที่ 1 พบ PCB's ในตัวอย่างน้ำระยะที่ 2 ส่วนตำแหน่งสถานีที่ 4 + 5
 ซึ่งเป็นสถานีในบริเวณเขตอุตสาหกรรม ปรากฏว่าพบ PCB's ในตัวอย่างน้ำทั้ง 2 ระยะ

5. ปริมาณสารในตัวอยางดิน

5.1 ปริมาณสาร DDT และ metabolites ในตัวอยางดินระยะที่ 1 กับระยะที่ 2 ไม่แตกต่างกันอยางมีนัยสำคัญทางสถิติ

5.2 ปริมาณสาร PCB's ในตัวอยางดินระยะที่ 1 กับระยะที่ 2 ไม่แตกต่างกันอยางมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบว่ามีปริมาณการตกค้างไม่มากนัก

วิจารณ์ผลการทดลอง

การเก็บตัวอยางเพื่อนำมาวิจัยในครั้งนี้ ตัวอยางที่ได้เหมือนกันทั้ง 2 ครั้ง ได้แก่ ปลา ดินและน้ำ ส่วนตัวอยางที่แตกต่างกันออกไปคือ นกและกุง กล่าวคือ ในการเก็บตัวอยางระยะที่ 1 ได้ตัวอยางนก เนื่องจากเป็นฤดูกาลที่นกนางนวดมาหากิน แถบปากแม่น้ำ (เดือนมกราคม) ส่วนการเก็บตัวอยางระยะที่ 2 ไม่พบนกนางนวด (เดือนพฤษภาคม) สำหรับตัวอยางกุงนั้น เก็บไม่ได้ในระยะแรก ส่วนระยะที่ 2 เก็บได้ชนิดของปลาที่เก็บได้ในระยะที่ 1 กับระยะที่ 2 นั้นคล้ายกัน

จากปริมาณสารตกค้างที่สามารถตรวจพบจากตัวอยางต่าง ๆ ย่อมแสดงให้เห็นว่าสารพิษเหล่านี้ได้เข้าสู่ระบบนิเวศนวิทยา ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากการใช้สารจำพวก pesticides ในประเทศไทยในปริมาณที่มากพอควร สำหรับสถิติการนำเข้าประเทศไทยของสาร DDT ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2513 - 2518 จากรายงานการส่งสินค้าเข้าของกรมศุลกากร พบว่ามีอัตราการนำเข้าและราคา ดังนี้

พ.ศ.	น้ำหนัก (ก.ก)	ราคา (บาท)
2513	3,388,675	34,724,433
2514	6,905	98,045
2515	65,282	836,783
2516	183,735	2,262,719
2517	655,132	11,633,962
2518	642,486	17,131,046



จะเห็นได้ว่าประเทศไทยมีการใช้ DDT ในปริมาณที่พอควร จากผลการวิจัยของหน่วยงานต่าง ๆ เช่น ศูนย์วิจัยวัตถุมีพิษ กองกัญญาวิทยา กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ พบว่ามียาปราบศัตรูพืชตกค้างอยู่ในสิ่งแวดล้อมตลอดจนอาหารและสิ่งต่าง ๆ อย่างมากมาย นอกจากนี้ยังมีผู้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับปริมาณการตกค้างของสารพิษเหล่านี้ในสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตอีกหลายท่าน

สุนีย์ (2517) รายงานการตรวจพบสาร DDT ในปลาน้ำจืดในเขตกรุงเทพมหานคร พบปริมาณสาร DDT ตั้งแต่ 0.0004 - 0.17 ppm ซึ่งใกล้เคียงกับการศึกษาในครั้งนี

กัลยาและเปี่ยมศักดิ์ (2519 ยังมีได้ศัพท์) เก็บตัวอย่างของสัตว์น้ำและดินในเขตโรงงานอุตสาหกรรมบริเวณอำเภอพระประแดง จังหวัดสมุทรปราการ เมื่อเดือนมิถุนายน 2519 ซึ่งเป็นบริเวณที่ตรงกับสถานีที่ 4 + 5 และบริเวณใกล้เคียงกับการศึกษาในครั้งนี นำมาวิเคราะห์หาปริมาณสาร PCB's พบว่า PCB's ในดินมีปริมาณเฉลี่ย 0.0093 ppm ในปลา มีปริมาณ 0.0013 - 0.029 ppm ซึ่งใกล้เคียงกับการศึกษาในครั้งนี

วราภรณ์ (2514, 2515) ตรวจหาปริมาณการสะสมของสาร DDT ในน้ำทะเลและหอยนางรมบริเวณหาดกิติลาทิพย์ จังหวัดชลบุรี ปรากฏว่าตรวจไม่พบการตกค้างของสาร

จากรายงานการสำรวจสภาวะทางเคมีบางประการของน้ำเสียในอ่าวไทย (2516) ซึ่งทำการเก็บตัวอย่างดินและน้ำในระยะเดือนเมษายนและตุลาคม พบว่าในตัวอย่างดินบริเวณอ่าวไทยที่ใกล้ ๆ กับปากแม่น้ำต่าง ๆ สามารถตรวจพบ DDT ตกค้างอยู่ในทุกตัวอย่าง สำหรับการตกค้างของ DDT ในตัวอย่างดินที่ใกล้กับปากแม่น้ำเจ้าพระยา พบว่ามีปริมาณ 0.05 ppm ในระยะที่ 1 และ 0.0415 ppm ในระยะที่ 2 ส่วนในน้ำทะเลตรวจไม่พบ

Wedemeyer (1966) รายงานว่า แบคทีเรีย Aerobacter aerogenes ในดิน สามารถที่จะเปลี่ยน DDT ในดินให้เป็น TDE ได้ถึง 80% ส่วน DDE ได้เพียง 2 - 3% เท่านั้น ซึ่งจากการศึกษาในครั้งนี้พบว่าในตัวอย่างดินพบ ปริมาณของ TDE มากกว่า DDE มีรายงานผลจากการศึกษาการสลายตัวของวัช木有พิษ ทางเกษตรในดินในประเทศไทย พบว่า DDT มีพิษตกค้างในดินได้นานถึง 12 อาทิตย์ ภายหลังจากการพ่นและพบว่าดินที่จังหวัดอุดรธานี ซึ่งมี bacteria น้อยที่สุดในการ ทดลองมีพิษตกค้างของ DDT มากที่สุด DDT เปลี่ยนเป็น DDE ภายหลังจากที่พ่นลง บนดิน 8 อาทิตย์ และเมื่อ 16 อาทิตย์พบว่ามี DDE มากขึ้น แต่ไม่พบ DDT (วิไลลักษณ์และสุวิมล, 2513)

Dustman และ Stickel (1969) พบว่ามี physical magnification ระหว่างดินและน้ำ เนื่องจากพวก organochlorine เป็นสารที่มี solubility ในน้ำต่ำมาก ดังนั้นจึงพบปริมาณสารพวกนี้ในดินมากกว่า ในน้ำอาจเป็นล้านเท่า

pesticides ที่ถูก absorbed โดย plankton และ แมลงเล็ก ๆ สามารถที่จะผ่านเข้าสู่ food chain และทำให้มีการเพิ่มปริมาณมากขึ้น ตาม trophic level ที่สูงขึ้นใน food chain ซึ่งขบวนการอันนี้เรียกว่า biological magnification ซึ่งมีชีวิตจะคอย ๆ สะสม DDT จากอากาศ ดิน และน้ำที่อาศัยอยู่ และคอย ๆ ทวีปริมาณมากขึ้นกว่าสิ่งแวดล้อม ตัวอย่างเช่นปริมาณของ DDT ในน้ำที่ทะเลสาบมิชิแกนมีปริมาณน้อยมากอาจเป็น ppt ในขณะที่ปลาที่อาศัยใน ทะเลสาบนี้มีปริมาณสาร DDT 10 - 20 ppm นกที่กินปลาเหล่านี้เป็นอาหารมีปริมาณ สาร DDT 100 ppm ขึ้นไป ซึ่งเป็นการแสดงออกอย่างชัดเจนว่าปริมาณสารเหล่านี้ มีความสัมพันธ์ต่อ trophic level ต่าง ๆ ใน food chain (Wurster, 1969, Anonymous, 1970)

เนื่องจาก PCB's ละลายน้ำได้น้อยมากและยังเป็นสารที่ทนต่อการสลายตัวสูง
 ทนต่อการปฏิกิริยา hydrolysis และ oxidation ใดก็ตาม ดังนั้นเมื่อกระจายลงสู่ในน้ำ
 ก็จะสะสมอยู่ในดินจึงพบปริมาณในดินสูงกว่าในน้ำ และสิ่งมีชีวิตใน trophic level
 ที่สูงกว่าของ food chain ก็จะสะสม PCB's ไว้ในร่างกายมากกว่าสิ่งมีชีวิตใน
 trophic level ที่ต่ำกว่าเช่นเดียวกับ DDT และ chlorinated hydrocarbon
 อื่น ๆ (Gustafson, 1970) และจากคุณสมบัติที่ทนทาน (stable) มากของสาร
 PCB's ย่อมเป็นที่แน่นอนว่าสารนี้จะต้องมีการสะสมใน food chain (Peakall
 และ Lincer, 1970)

สุปราณีและคณะ (2514) รายงานการหาปริมาณพิษตกค้างของวัตถุที่มีพิษใน
 เนื้อเยื่อมนุษย์ โดยเก็บตัวอย่างไขมันหน้าท้อง คับ และโลหิตจากคนไข้ที่เข้ารับการ
 รักษาพยาบาลที่โรงพยาบาลรามธิบดี พบว่าวัตถุที่มีพิษที่ตรวจพบในเนื้อเยื่อมนุษย์ส่วนใหญ่
 ได้แก่ DDT และ DDE โดยเฉพาะอย่างยิ่งจะมีการสะสมอยู่มากในส่วนที่เป็นไขมัน
 ปริมาณสูงสุดของ DDT ที่ตรวจพบในไขมันหน้าท้อง 35.39 ppm ส่วน DDE
 ตรวจพบ 53.08 ppm ในตับปริมาณ DDT สูงสุด 6.67 ppm DDE
 3.33 ppm ในโลหิตไม่พบ ในประเทศสหรัฐอเมริกา ตรวจพบปริมาณ DDT
 ในคนประมาณ 8-10 ppm ส่วนในประเทศอินเดียตรวจพบปริมาณ DDT ในคน
 ประมาณ 26 ppm (Pryde, 1973) แสดงว่าในคนซึ่งอยู่ใน trophic
 level สูงสุดของ food chain มีปริมาณการสะสมของสาร DDT และ
 metabolites มากกว่าสัตว์ใน trophic level ที่ต่ำกว่า

Jensen et al, (1969) รายงานการหาปริมาณของ DDT และ
 PCB's ในสิ่งมีชีวิตจากบริเวณชายฝั่งทะเลบอลติกประเทศสวีเดน พบว่าปริมาณของ
 TDE มีน้อยเมื่อเทียบกับ DDE และปริมาณของ DDE จะเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ ตาม
 trophic level ที่สูงขึ้น ส่วนปริมาณ DDT ไม่แตกต่างกันมากนักระหว่าง
 trophic level โดยให้เหตุผลว่าคงเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของ DDT ภายใน
 organisms สำหรับตัวอย่างของนกทุกตัวอย่างสารตกค้างที่ตรวจพบแทบจะเป็น DDE

ทั้งหมด ซึ่งต่างจากในปลา และให้เหตุผลว่าเนื่องมาจากการที่สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีขบวนการ metabolism ที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งได้ผลตรงกันกับการศึกษาในครั้งนี้ สำหรับปริมาณ PCB's ที่ตรวจพบมีตั้งแต่ 0.017 ppm ในปลาถึง 190 ppm ในนกอินทรี

ไวไลลักษณะและประยุร (2510) ทดลองเก็บ DDT ไว้ที่อุณหภูมิห้อง แล้วนำมาตรวจดู metabolites พบว่าภายใน 4 เดือน DDT จะเปลี่ยนเป็น DDE ได้หมด 100% ดังนั้นในตัวอย่างที่นำมาฉีดเข้าเครื่องแกสโครมาโทกราฟีซึ่งอยู่ในอุณหภูมิห้อง ก็อาจจะมีบางส่วนเปลี่ยนรูปไปเป็น DDE ได้ ทำให้ปริมาณของ DDT ลดลงในขณะที่ปริมาณของ DDE เพิ่มขึ้น

Dustman และ Stickle (1969) รายงานว่าตัวอย่างแมลงที่เก็บในวันที่มีการพ่น DDT พบปริมาณ DDT ถึง 206 ppm อีก 2 วันต่อมาพบ DDT 84 ppm และหลังจาก 1 เดือน พบ DDT เพียง 2 ppm

จากการศึกษาของ Risebrough et al, (1967) พบว่า ทาก (Thais emarginata) มีปริมาณการตกค้างของ DDT และ metabolites เป็น 2 - 5 เท่าของหอยแมลงภู่ (Mytilus californianus) ซึ่งเป็นอาหารของมัน

มีการทดลองกับปลา trout ซึ่งนำมาใส่ในน้ำที่มี DDT ปนอยู่ 0.3 และ 1.0 ppm เป็นเวลา 30 นาที เคียงละ 1 ครั้ง หลังจากทดลอง 6 - 8 ครั้ง ปริมาณ DDT ในปลา trout พบสูงถึง 4 - 6 ppm ซึ่งมีปริมาณมากกว่าในน้ำ 4 - 20 เท่า ปลา croakers ซึ่งอยู่ในน้ำที่มี DDT 0.0001 ppm เป็นเวลา 5 อาทิตย์ พบว่ามี DDT สะสมอยู่ 2 ppm ซึ่งมีปริมาณเป็น 20,000 เท่าของน้ำ ปลา pinfish ที่อยู่ในน้ำที่มี DDT 0.001 ppm เป็นเวลา 2 อาทิตย์ ตรวจพบ DDT สะสมอยู่ 12 ppm ซึ่งมีปริมาณเป็น 12,000 เท่าของน้ำ สรุปได้ว่าความสามารถในการเปลี่ยนรูปของสารจำพวก pesticide ในสิ่งมีชีวิตแต่ละ

ชนิดแตกต่างกัน ทำให้ปริมาณการสะสมของสารพิษเมื่อเทียบกับสิ่งแวดล้อมต่างกันไปด้วย (Dustman และ Stickel, 1969)

Risebrough et al, (1968) รายงานการตรวจพบสาร DDT และ PCB's ในตัวอย่างสัตว์จากระบบนิเวศวิทยาจากที่ต่าง ๆ พบว่าในเหยี่ยวมีปริมาณ DDT ตามอวัยวะต่าง ๆ ตั้งแต่ 0.43 ppm - 5,000 ppm PCB's ตั้งแต่ 0.10 - 1,980 ppm ส่วนในปลาพบปริมาณ DDT ตั้งแต่ 0.26 - 48 ppm และ PCB's ตั้งแต่ 0.02 - 8.1 ppm แสดงว่าปริมาณสารในเหยี่ยวมีมากกว่าในปลาเป็นร้อย ๆ เท่า

Holden (1970) ทำการตรวจหาปริมาณ PCB's ในน้ำทะเลและปลาทะเลบริเวณชายฝั่งทะเลสกอตแลนด์ ผลปรากฏว่าไม่พบ PCB's ในน้ำทะเล ส่วนในปลาทะเลพบโดยเฉลี่ย 2.6 ppm

จะเห็นได้ว่าปริมาณสารพิษที่ตรวจพบในการศึกษาครั้งนี้ได้ค่าใกล้เคียงกับการศึกษาของผู้อื่น ส่วนรายงานบางฉบับและตัวอย่างบางตัวอย่าง เช่น ในน้ำที่ตรวจไม่พบนั้นอาจเป็นเพราะว่ามีปริมาณน้อยมากจนไม่สามารถที่จะตรวจออกมาเป็นค่า ppm ได้ หรืออาจจะเกิดจากวิธีการที่ใช้ให้ผลไม่ดีเท่าที่ควร ดังนั้นจึงเป็นการสมควรอย่างยิ่งที่จะต้องเลือกวิธีการเพื่อให้ได้ผลออกมาอย่างดีที่สุด