พิษเฉียบพลันและผลของดีลดริน
ต่อการเจริญเติบโตและอัตราการตายของปลาช่อน

พนม ล่อดคุ่ย[1] ชลอ ลิ้มสุวรรณ[2]
และ ลุ่ปราณี ยืนบุตร[3]

Abstract

Acute toxicity of dieldrin to snakehead fish (*Ophicephalus striatus* Bloch) was studied. Fish growth, mortality and dieldrin residues during subacute exposures to 0.002, 0.005 and 0.008 ppm. dieldrin for 80 days were also studied. The 96-hour median lethal concentration (LC_{50}) for dieldrin to snakehead fish, 3.1-4.1 cm. in length, was 0.0074 ppm. Growth, mortality and dieldrin residues were correlated with dieldrin concentration and exposure times. Fish in all concentrations of dieldrin had significantly lower growth than the control at 60 and 80 days. Continuous exposure of snakehead fingerlings to 0.008 ppm. dieldrin caused significant mortality after 60 days. Fish exposed to dieldrin at 0.002, 0.005 and 0.008 ppm. for 80 days could accumulate dieldrin 1.83205, 3.63657 and 5.97587 milligrams per kilogram of fish weight, respectively.

บทคัดย่อ

การศึกษาพิษเฉียบพลันของดีลดรินต่อปลาช่อน (*Ophicephalus striatus* Bloch) และผลกระทบของดีลดรินในระดับที่ต่ำกว่าพิษเฉียบพลันที่มีต่อการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย รวมทั้งปริมาณที่ล่ะล่มในตัวปลา โดยให้สัมผัสกับดีลดริน 3 ระดับความเข้มข้น คือ 0.002, 0.005 และ 0 008 ppm. เป็นเวลา 80 วัน ความเข้มข้นที่ทำให้ปลาช่อนขนาด 3 1 -4.1 เซ็นติเมตร ตาย 50 เปอร์เซ็นต์ ในเวลา 96 ชั่วโมง คือ 0.0074 ppm. ผลต่อการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย และปริมาณของดีลดรินที่ล่ะล่มในตัวปลา มีความสัมพันธ์

---

[1] ล่ถานีประมงน้ำจืด จังหวัดนครล่วรรค์

[2] คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาล่ตร์

[3] ล่ถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ กรมประมง

กับระดับความเข้มข้นของดีลดรินและระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น ปลาย่อนทุกระดับความเข้มข้นมีการเจริญเติบโตแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่เวลา 60 และ 80 วัน หลังจากที่ปลาย่อนสัมผัสกับดีลดรินความเข้มข้น 0.008 ppm. เป็นเวลา 60 วันติดต่อกัน จะทำให้เกิดการตายแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ปลาที่สัมผัสกับดีลดรินความเข้มข้น 0.002, 0.005 และ 0.008 เป็นเวลา 80 วัน สามารถสะสมดีลดรินไว้ในกล้ามเนื้อได้ในปริมาณ 1.83205, 3.63657 และ 5.97587 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักปลา 1 กิโลกรัม ตามลำดับ

คำนำ

ดีลดริน เป็นยาฆ่าแมลงชนิดหนึ่งในกลุ่มคลอริเนทเต็ดไฮโดรคาร์บอน หรือออร์กาโนคลอรีน ซึ่งเป็นกลุ่มของยาฆ่าแมลงที่มีความทนทานสูงและสลายตัวได้ยาก จึงตกค้างอยู่ในธรรมชาติทั้งบนบกและในน้ำได้นาน (Nash and Woolson 1967) สิ่งมีชีวิตจะได้รับสารพิษจำพวกนี้จากการดูดซึมโดยตรงจากน้ำและจากการกินอาหารที่มีสารพิษสะสมอยู่ (Reinert 1972) ซึ่งจะสะสมเพิ่มปริมาณสูงขึ้นตามห่วงโซ่อาหาร (Hamelink et al.1971) ถ้าสัตว์น้ำสัมผัสกับดีลดรินในปริมาณสูงจะก่อให้เกิดความเป็นพิษอย่างเฉียบพลันทำให้สัตว์ตายอย่างรวดเร็ว เนื่องจากระบบประสาทถูกทำลาย (Johnson 1968) แต่ถ้าได้รับดีลดรินในปริมาณน้อยจะไม่ทำให้ตายโดยทันที แต่ปริมาณที่สะสมอยู่ในร่างกายของสัตว์น้ำนั้น จะก่อให้เกิดผลกระทบในระยะยาวได้ เช่น ดีลดรินมีผลทำให้การเจริญเติบโตและการแพร่พันธุ์ลดลง (Lane and Livington 1970) ทำให้เกิดความผิดปกติของเนื้อเยื่อ (Couch 1975; Walsh and Ribelin 1975; วราภรณ์ 2523) ซึ่งอาจจะทำให้เชื้อแบคทีเรียและปรสิตต่าง ๆ เข้าทำอันตรายได้ง่ายขึ้น

จากการศึกษาถึงชนิดและปริมาณสารพิษที่ตกค้างในน้ำและในตัวปลาอันเนื่องมาจากการเกิดโรคระบาดปลาเมื่อปลายปี พ.ศ.2525 จนถึงต้นปี พ.ศ.2526 ปรากฏว่าดีลดรินเป็นยาฆ่าแมลงที่ตรวจพบในตัวอย่างมากที่สุด โดยได้ตรวจพบดีลดรินจากตัวอย่างน้ำในปริมาณ 0.002-4 ppb. (สิทธิ และคณะ 2526) ซึ่งหน่วยงาน EPA (Environmental Protectin Agency) ของประเทศสหรัฐอเมริกา ได้กำหนดปริมาณของดีลดรินให้มีในแหล่งน้ำได้ในปริมาณสูงสุดไม่เกิน 0.005 ppb เท่านั้น (EPA 1973) จากการเกิดโรคระบาดดังกล่าว ผู้เลี้ยงปลาย่อนได้รับความเสียหายมากที่สุด และเนื่องจากปลาย่อนเป็นปลาที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ เกษตรกรส่วนใหญ่นิยมเลี้ยงกันมาก ดังนั้นสมควรทำการศึกษาเพื่อให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับผลของดีลดรินต่อปลาย่อนในแง่ต่าง ๆ โดยการศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นพิษเฉียบพลัน (acute toxicity) ของดีลดรินที่มีต่อปลาย่อน ผลของดีลดรินต่อการเจริญเติบโตและอัตราการตายในระดับที่ต่ำกว่าพิษเฉียบพลัน (subacute toxicity) รวมทั้งศึกษาการสะสมของดีลดรินในกล้ามเนื้อปลาย่อน เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปประกอบการวินิจฉัยเกี่ยวกับสาเหตุของการเกิดโรคระบาดปลาต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาความเป็นพิษเฉียบพลัน

ทำการทดลองตามวิธีของ Sprague (1969) เป็นส่วนใหญ่เพื่อหาความเป็นพิษเฉียบพลันในระดับความเข้มข้นที่ทำให้สัตว์ทดลองตาย 50 เปอร์เซ็นต์ (median lethal concentration LC_{50}) ภายในเวลา 96 ชั่วโมง โดยใช้วิธีชีววิเคราะห์ในน้ำนิ่ง (static bioassay) ซึ่งจะทำการเติมสารทดลองในระดับความเข้มข้นที่ต้องการเมื่อเริ่มต้นการทดลองเพียงครั้งเดียวเท่านั้น

ลูกปลาช่อนขนาด 3.1-4.1 เซ็นติเมตร นำมาพักให้คุ้นเคยกับห้องปฏิบัติการนาน 14 วัน ก่อนที่จะนำมาทดลองในโถแก้วทรงกระบอกบรรจุน้ำบาดาล 10 ลิตร คุณสมบัติของน้ำบาดาลมีดังนี้ ความกระด้าง 140-144 ppm. ในรูปของ $CaCO_3$ ความเป็นด่าง 240-250 ppm. ในรูปของ $CaCO_3$ ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) 7.2-7 5 และอุณหภูมิ 26-27°C นำสารละลายดีลดรินในตัวทำละลายอะซีโตนใส่ลงไปในโถทดลองให้ได้ความเข้มข้นตามที่ต้องการ ก่อนที่จะใส่ลูกปลาช่อนลงไปโถละ 10 ตัว

การทดลองประกอบด้วย 2 ขั้นตอน โดยขั้นแรกจะเป็นการทดลองในช่วงกว้าง เพื่อหาระดับความเข้มข้นต่ำสุดของดีลดรินที่ทำให้ปลาช่อนตาย 100 เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้นจึงนำข้อมูลที่ได้ไปจัดระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในการทดลองอย่างละเอียดได้ 5 ระดับ รวมทั้งกลุ่มควบคุมที่ไม่ใส่ดีลดริน ดังนี้คือ 0.0000, 0.0056, 0.0063, 0.0079 และ 0.0089 ppm. สังเกตและบันทึกอัตราการตาย รวมทั้งพฤติกรรมการว่ายน้ำและอื่น ๆ ในช่วงเวลา 24, 48, 72 และ 96 ชั่วโมง จากข้อมูลที่ได้นำมาคำนวณหาความเป็นพิษเฉียบพลัน ตามวิธีของ Licthfield and Wilcoxon (1949)

การศึกษาผลของดีลดรินต่อการเจริญเติบโตและอัตราการตายของปลาช่อน

น้ำทดลองที่ใช้มีดีลดรินในระดับความเข้มข้นต่ำกว่าพิษเฉียบพลัน 3 ระดับ ได้แก่ 0.002 0.005 และ 0 008 ppm. ระดับละ 2 ซ้ำ โดยเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ใส่ดีลดริน ใช้ปลาช่อนขนาดความยาว 10-12 เซ็นติเมตร น้ำหนัก 11-15 กรัม นำมาเลี้ยงในตู้กระจกขนาด 45 x 100 x 45 ลูกบาศก์เซ็นติเมตร บรรจุน้ำบาดาล 120 ลิตร ตู้ละ 20 ตัว ให้อาหารชนิดเม็ดลอยน้ำวันละ 2 ครั้ง เช้าและเย็น เปลี่ยนน้ำทุก 5 วัน พร้อมกับใส่ดีลดรินลงไปใหม่ให้อากาศ (air pump) ตลอดระยะการทดลอง ทำการชั่งวัดน้ำหนักปลาช่อนในระยะเวลา 0, 20, 40, 60 และ 80 วัน บันทึกจำนวนปลาที่ตายในระหว่างการทดลองทำการวิเคราะห์การเจริญเติบโตและอัตราการตายโดยวิธีทางสถิติ คือ การวิเคราะห์ความผันแปร (Analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของการเจริญเติบโตและอัตราการตายโดยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีของ Steel and Torrie (1960)

การศึกษาการสะสมของดีลดรินในกล้ามเนื้อปลาช่อน

เตรียมการทดลองเช่นเดียวกับในการศึกษาการเจริญเติบโตและระดับความเข้มข้นของดีลดรินที่ใช้ก็เท่ากัน คือ 0.002, 0.005 และ 0.008 ppm. ทำการเก็บตัวอย่างปลาช่อนครั้งละ 3 ตัว ห่อตัวอย่างปลาด้วยอะลูมินั่มฟอยล์ แล้วแช่แข็งไว้เพื่อทำการวิเคราะห์หาปริมาณสารดีลดรินที่สะสมอยู่ในกล้ามเนื้อปลาช่อนตามวิธีของ FAO (1983)

ผลและวิจารณ์

พิษเฉียบพลันของดีลดรินต่อปลาช่อน

เปอร์เซ็นต์การตายสะสมของปลาช่อน แสดงไว้ในตารางที่ 1 เมื่อนำมาหาค่า LC_{50} ที่ 96 ชั่วโมง เท่ากับ 0 0074 ppm. หรือ 7.4 ppm. ซึ่งใกล้เคียงกับการทดลองของ Henderson et al. (1959) ที่ได้ทำลองกับปลา fathead minnow *(Pimephales promelas)* และ Adema and Vink (1981) ทดลองกับปลา guppy *(Lebistes reticulatus)* Sprague (1971) แนะนำให้ใช้ค่า application factor เท่ากับ 0.1 คูณกับค่า 96 ชั่วโมง LC_{50} ก็จะได้ระดับความเข้มข้นสูงสุดของสารพิษที่พอจะอนุโลมให้มีอยู่ในแหล่งน้ำได้ (maximum allowable toxicant concentration, MATC) โดยไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสัตว์น้ำ ดังนั้นจากการทดลองในครั้งนี้จึงได้ค่า MATC ของดีลดรินเท่ากับ 0 74 ppb.ซึ่งใกล้เคียงกับการทดลองของพีระ (2527) ที่ทดลองดีลดรินกับปลาตะเพียนขาวได้ค่า 96 ชั่วโมง LC_{50} เท่ากับ 12.1 ppb. คิดเป็นค่า MATC เท่ากับ 1.21 ppb. แต่จากรายงานของสิทธิและคณะ (2526) ได้ตรวจพบดีลดรินในปริมาณ 0.002-4 ppb. จากตัวอย่างน้ำที่ปลาเป็นโรค และจากการศึกษาของนวลศรีและคณะ (2521) พบว่าตัวอย่างน้ำที่เก็บจากแม่น้ำป่าสักมีดีลดรินปะปนอยู่ถึง 4 62 ppb. แสดงว่าปริมาณของดีลดรินเท่าที่มีการตรวจพบในแหล่งน้ำธรรมชาติของประเทศไทย มีปริมาณสูงกว่าค่า MATC ที่ได้จากการทดลองในครั้งนี้ และสูงกว่าที่หน่วยงาน EPA ของประเทศสหรัฐอเมริกายอมให้มีในแหล่งน้ำ (0.005 ppb.)

ตารางที่ 1 เปอร์เซ็นต์การตายสะสมของปลาช่อนในน้ำที่มีดีลดริน ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน ในช่วงเวลา 96 ชั่วโมง

ระดับความเข้มข้น	จำนวนปลาช่อน	เปอร์เซ็นต์การตายสะสมของปลาช่อน ชั่วโมง			
		24	48	72	96
0.0000	10	0	0	0	0
0.0056	10	0	0	0	0
0.0063	10	10	10	10	10
0.0071	10	10	30	30	30
0.0079	10	40	70	70	70
0.0089	10	90	100	100	100

ผลของดีลดรินต่อการเจริญเติบโตและอัตราการตายของปลาย่อน

จากผลการทดลองและทดสอบข้อมูลทางสถิติ (ตารางที่ 2) พบว่าในเวลา 90 วัน ดีลดรินในระดับความเข้มข้นทั้ง 3 ระดับ คือ 0 002, 0.005 และ 0.008 มีผลทำให้น้ำหนักเฉลี่ยของปลาย่อนแตกต่างจากกลุ่มควบคุม แต่ไม่แตกต่างกันภายในกลุ่มความเข้มข้นทั้ง 3 ระดับ แต่เมื่อเวลาเพิ่มขึ้นเป็น 80 วัน พบว่าดีลดรินที่ระดับความเข้มข้น 0.008 ppm. ทำให้น้ำหนักเฉลี่ยของปลาย่อนลดลงแตกต่างจากระดับความเข้มข้น 0 002 ppm. จึงสรุปได้ว่าดีลดรินที่ระดับความเข้มข้นตั้งแต่ 0.002 ppm. ขึ้นไปจะมีผลทำให้การเจริญเติบโตของปลาย่อนลดลง เมื่อเลี้ยงเป็นเวลาไม่ต่ำกว่า 60 วัน และเมื่อเวลานานขึ้นดีลดรินที่ความเข้มข้นสูงจะมีผลทำให้การเจริญเติบโตลดลงมากขึ้น ซึ่งคล้ายกับการทดลองของ Lane and Livington (1970) ในปลา sailfin molly *(Poecilia latipinna)* ส่วน Argyle et al. (1975) ทดลองให้ปลา channel catfish *(Ictalurus punctatus)* ได้รับดีลดรินในปริมาณ 4.0 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักอาหาร 1 กรัม เป็นเวลา 210 วัน ปลาจะมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นน้อยกว่าปลาที่ไม่ได้รับดีลดริน 17 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 2 น้ำหนักเฉลี่ยของปลาย่อนที่เลี้ยงในระยะเวลา 80 วัน ในน้ำที่มีดีลดรินระดับต่าง ๆ กัน

ระดับความเข้มข้น	ตู้ที่	น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) ในระยะเวลา 80 วัน				
		เริ่มการทดลอง	20^{ns}วัน	40^{ns}วัน	60**วัน	80**วัน
กลุ่มควบคุม	1	14 29	15.45	17.00	18.29	19.76
	2	15.00	16.50	18.18	19 77	20.84
	เฉลี่ย	14 645	15.975	17.59	19 03^{a}	20.30^{a}
0.002 ppm.		14.00	15.50	15.75	16.00	16.62
	2	11.25	13.25	13.68	15.29	16.25
	เฉลี่ย	12 625	14.375	14.715	15.645^{b}	16.46^{b}
0.005 ppm.	1	11.50	13.50	14.00	15.29	15.67
	2	14.50	15.29	15.38	15 83	16.00
	เฉลี่ย	13.00	14.395	14.69	15.56^{b}	15.835^{bc}
0.008 ppm.	1	13.50	13.75	13.93	14 00	14.38
	2	13.50	13.89	14.06	14 55	15.00
	เฉลี่ย	13.50	13 82	13 995	14.275^{b}	14.69^{c}

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

a,b,c ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละคอลัมน์ หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

จากการทดลองในครั้งนี้พบว่ามีปลาย่อนบางส่วนที่เลี้ยงในดีลดรินระดับต่าง ๆ กัน ตายในระหว่างการทดลอง และจากการทดสอบข้อมูลทางสถิติ ผลปรากฏว่าในเวลา 60 วัน และ 80 วัน ดีลดรินที่ระดับความเข้มข้น 0 005 ppm. ขึ้นไป จะมีผลต่อการตายของปลาย่อน (ตารางที่ 3) ซึ่งจากการทดลองของ Lane and Livingston (1970) อีกเช่นกันที่พบว่า ดีลดรินในระดับความเข้มข้น 0.0015 ppm. มีผลทำให้ปลา sailfin molly ตาย 34 เปอร์เซ็นต์ ภายในเวลา 34 สัปดาห์ Matsumura (1975) กล่าวถึงความเป็นพิษของดีลดรินในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมว่าจะทำให้สัตว์ไม่อยากกินอาหาร (anorexia) และมีน้ำหนักลดลง การที่สัตว์มีน้ำหนักลดลงนี้จะเป็นลักษณะเด่นของการเป็นพิษของดีลดรินที่พบทั่วไปในสัตว์หลายชนิด ซึ่งเนื่องจากสัตว์ไม่อยากกินอาหาร จึงเกิดการขาดอาหาร (starvation) ขึ้น และถ้าได้รับดีลดรินนานขึ้นอีก ก็จะทำให้สัตว์ไม่สามารถทนอยู่ได้ และตายในที่สุด ซึ่งจากการทดลองในครั้งนี้พบว่า ปลาย่อนที่ตายส่วนมากมีลักษณะผอมเหมือนกับปลาที่ขาดอาหารหรือไม่กินอาหารมาเป็นเวลานาน

ตารางที่ 3 จำนวนปลาย่อนที่ตายในระดับความเข้มข้นของดีลดรินต่าง ๆ กันในเวลา 80 วัน

ระดับความเข้มข้น	ตู้ที่	จำนวนปลาย่อนที่ตายสะสมในระยะเวลาทำการทดลอง			
		20 ns วัน	40 ns วัน	60 ** วัน	80 ** วัน
กลุ่มควบคุม	1	0	0	0	
	2	0	0	0	0
	เฉลี่ย	0	0	0^{a}	0^{a}
0.002 ppm.	1	0	0	0	
	2	0	1	3	4
	เฉลี่ย	0	0.5	$1\ 5^{ab}$	3^{ab}
0.005 ppm.	1	0	0	3	5
	2	1	4	6	7
	เฉลี่ย	1.5	2	4.5^{b}	6^{b}
0.008 ppm.	1	0	6	10	12
	2	2	4	9	10
	เฉลี่ย	1	5	9.5^{c}	11^{c}

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ
มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ
** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง
a,b,c ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละคอลัมน์ หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

การสะสมของดีลดรินในกล้ามเนื้อปลาช่อน

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณสารดีลดรินที่ตกค้างในกล้ามเนื้อปลาช่อน (ตารางที่ 4) แสดงว่า ปลาช่อนสามารถสะสมดีลดรินไว้ในตัวได้ในปริมาณสูง จากการที่ให้ปลาช่อนสัมผัสกับดีลดรินในความเข้มข้น 0.002 ถึง 0.008 ppm. ในระยะเวลาเพียง 80 วัน ปลาช่อนสามารถสะสมดีลดรินไว้ในกล้ามเนื้อได้สูงถึง 1.83205 ถึง 5.97587 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักเนื้อปลา 1 กิโลกรัม ตามลำดับ และยังพบว่าสารตกค้างดีลดรินจะสะสมเพิ่มปริมาณมากขึ้นตามระดับความเข้มข้น และระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากดีลดรินมีคุณสมบัติละลายได้ดีในไขมัน (Matsumura 1975) จึงทำให้ถูกดูดซึมเข้าสู่ตัวปลาได้ง่าย แต่ถูกกำจัดออกได้ยาก (Khan 1977) จึงพบว่าดีลดรินที่สะสมอยู่ในตัวปลาจะมีปริมาณสูงมาก เมื่อเทียบกับระดับความเข้มข้นที่มีในน้ำที่ปลาสัมผัสอยู่ ซึ่งในบางครั้งอาจพบว่าสารพิษที่สะสมอยู่ในร่างกายปลามีความเข้มข้นสูงกว่าความเข้มข้นสูงสุดที่ปลาจะทนอยู่ได้เสียอีก จากการศึกษาของ Morris and Johnson (1971) พบว่าปลา channel catfish สามารถทนอยู่ในน้ำที่มีดีลดรินในระดับความเข้มข้นไม่เกิน 0.3 ppm. เท่านั้น แต่สามารถสะสมดีลดรินไว้ในกล้ามเนื้อได้สูงถึง 1.6 ppm. Matsumura(1975) กล่าวว่า ดีลดรินไม่พร้อมที่จะถูกเมตาโบไลท์ได้ง่าย ดังนั้น จึงถูกกำจัดออกได้ยาก แต่จะเก็บสะสมไว้ในร่างกายของสัตว์ โดยเฉพาะในส่วนที่เป็นไขมัน ซึ่ง Grenda et al. (1971) พบว่าดีลดรินถูกสะสมไว้ในส่วนกล้ามเนื้อและเลือดน้อยกว่าในส่วนที่เป็นไขมันและอัณฑะของปลาทอง

ตารางที่ 4 ปริมาณของดีลดรินที่สะสมอยู่ในกล้ามเนื้อปลาช่อนที่เลี้ยงในน้ำที่มีดีลดรินระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน

ระดับความเข้มข้น	ปริมาณดีลดรินที่สะสม (มก./กก.) ในระยะเวลาต่าง ๆ กัน		
	20 วัน	10 วัน	80 วัน
0.002 ppm.	0.44987	1.04317	1.83205
0.005 ppm.	1.25428	3.12428	3.63657
0.008 ppm.	2.88239	5 48178	5 97587

เอกสารอ้างอิง

นวลศรี ทยาพัชร, พงศ์ศรี ใบอดุลย์, กึ่งแก้ว คุณเขต และ ประยูร ตีมา. 2521. การศึกษาวิจัยวัตถุมีพิษตกค้างในน้ำและตะกอน. รายงานผลการค้นคว้าทดลองและวิจัย, กรมวิชาการเกษตร. กองกีฏและสัตววิทยา, กรมวิชาการเกษตร 20 หน้า.

ฟีระ อ่าวสมบูรณ์. 2527 พิษเฉียบพลันของดีลดริน เฮปตาคลอร์ และส่วนผสมของยาฆ่าแมลงทั้งสองชนิดที่มีต่อปลาตะเพียนขาว, *Puntius gonionotus* (Bleeker). วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ

วราภรณ์ กิจวิริยะ 2523. ความผิดปกติในเนื้อเยื่อปลาหางนกยูง *(Gambusia affinis)* เนื่องจากการสะสมของสารฆ่าแมลง. วารสารการประมง 33:309-320.

สิทธิ บุณยรัตผลิน, กิจการ คุ้มมาตย์ ไมตรี ดวงสวัสดิ์, อาวารียะห์ เรืองปราชญ์ และ นวลศรี ทยาพัชร 2526. สารพิษที่ตกค้างในแหล่งน้ำกับการเกิดโรคระบาดของสัตว์น้ำ. วารสารการประมง 36:271-280.

Adema, D.M.M., and G.J. Vink. 1981. A comparative study of the toxicity of 1,1, 2-trichloroethane, dieldrin, pentachlorophenol and 3, 4-dichloroaniline for marine and fresh-water organisms. Chemosphere (G.B.) 10:533.

Argyle, R.L., G.C. Williams, and C.B. Daniel. 1975. Dieldrin in the diet of channel catfish (*Ictalurus punctatus)* : uptake and effect on growth. J Fish. Res. Board Can. 32:2197-2204.

Couch, J.A. 1975. Histopathological effects of pesticides and related chemicals on the livers of fishes, p.559-584. In W.E. Ribelin and G. Migaki (ed.). Fish pathology. The University of Wisconsin Press, London.

Environmental Protection Agency (EPA) 1973. Water quality criteria. 1972. A report of the committee on water quality criteria. Environmental studies Board, Washington D.C. 594 p.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 1983. Manual of methods in aquatic environment research part 9:analysis of metals and organochlorines in fish. Fisheries Technical Paper No. 212. 33 p.

Grenda, A.R., W.J. William, and D.F. Paris. 1971. The uptake and distribution of chlorinated residues by goldfish (*Carassius auratus)* fed a 14 C-dieldrin contaminated diet. Trans. Am. Fish. Soc. 100:215-221.

Hamelink, J.L R.C Waybrant, and R.C. Ball. 1971. A proposal : equilibria control the degree chlorinated hydrocarbon are biologically magnific in lentic environments. Trans. Am. Fish. Soc. 100:207-214.

Henderson, C., Q.H. Pickering, and C.M. Tarzwell. 1959. Relative toxicity of ten chlorinated hydrocarbon insecticides to four species of fish. Trans Am. Fish. Soc. 88:23-32.

Johnson, D.W. 1968. Pesticides and fish : a review of selected literature. Trans. Am. Fish. Soc. 97:398-424.

Khan, M.A.Q. 1977. Pesticides in aquatic environments. Plenum Press, New York. 257 p.

Lane, C.E., and R.J. Livingston. 1970. Some acute and chronic effects of dieldrin on the sailfin molly, *Poecilia latipinna*, Trans. Am. Fish. Soc. 99:487-495.

Litchfield, J.T., and F.W. Wilcoxon. 1949. A simplified method of evaluating dose-effect experiments. J. Pharmacol. Exp. Ther. 96: 99-113.

Matsumura, F. 1975. Toxicology of insecticides. Plenum Press, New York. 503 p.

Morris, R.L., and L.G. Johnson 1971 Dieldrin levels in fish from Iowa streams. Pestic. Monit. J. 5:12-16.

Nash, R.C., and E.A. Woolson. 1967. Persistence of chlorinated hydrocarbon insecticides in soil. Science 157:924-927

Reinert, R.E. 1972. Accumulation of dieldrin in an alga *(Scenedesmus obliques)*, *Daphnia magna* and the guppy *(Poecilia reticulata)*. J. Fish. Res. Board Can. 29:1413-1418.

Sprague, J.B. 1969. Measurement of pollutant toxicity to fish. I. Bioassay methods for acute toxicity. Water Res 3:793-821.

_____. 1971. Measurement of pollutant toxicity to fish. III. Sublethal effect and "safe concentration". Water Res. 5:245-266.

Steel, R. G.D., and J.H. Torrie. 1960. Principles and procedures in statistics. McGraw-Hill, New York. 481 p.

Walsh, A.H., and W.E. Ribelin. 1975. The pathology of pesticides poisoning, p.515-557. In W.E. Ribelin and G. Migaki (ed.). Fish pathology. The University of Wisconsin Press, London.