

ผลและวิจารณ์

พยาธิสภาพของเนื้อเยื่อ

จากการศึกษาพยาธิสภาพของเนื้อเยื่อตับ ตับอ่อน ไต และม้ามของปลาจากแม่น้ำโขง ในฤดูหนาวและฤดูร้อน โดยการสุ่มเก็บตัวอย่างจาก 5 สถานี คือ อำเภอเชียงแสน จังหวัดเชียงราย อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย อำเภอบึงกาฬ จังหวัดหนองคาย อำเภอเมือง จังหวัดนครพนม และ อำเภอโขงเจียม จังหวัดอุบลราชธานี ได้ตัวอย่างปลารวม 31 ชนิด จำนวน 117 ตัว โดยแบ่งเป็น ตัวอย่างปลาในฤดูหนาว 4 ชนิด จำนวน 7 ตัว และตัวอย่างปลา ในฤดูร้อน 31 ชนิด จำนวน 110 ตัว (ตารางผนวกที่ 1) พบพยาธิสภาพของเนื้อเยื่อทุกชนิดตลอดการศึกษา แบ่งตามระดับความรุนแรงของเนื้อเยื่อจากพยาธิสภาพรุนแรงน้อยที่สุด กำหนดเป็น (+) เนื้อเยื่อที่มีพยาธิสภาพรุนแรงปานกลางเป็น (++) รุนแรงมากเป็น (+++) และเนื้อเยื่อที่มีพยาธิสภาพรุนแรงมากที่สุดเป็น (+++++) ดังนี้

1. ตับ

พยาธิสภาพของเนื้อเยื่อตับที่พบตลอดการศึกษา มีดังนี้

1.1 การเสื่อมของเซลล์ตับแบบมีแวกคิวโอล (vacuolar degeneration) เป็นการเสื่อมของเซลล์ เนื่องจากเกิดแวกคิวโอลขึ้นภายในไซโทพลาซึม ในแวกคิวโอลนี้บรรจุสารใดก็ได้ แบ่งระดับความรุนแรงได้เป็น 4 ระดับ ตามขนาดของแวกคิวโอล ดังนี้

ระดับ + มีแวกคิวโอลขนาดเล็กกระจายอยู่ทั่วไปในไซโทพลาซึม (ภาพที่ 1)

ระดับ ++ แวกคิวโอลมีขนาดใหญ่ขึ้น กระจายหนาแน่นในไซโทพลาซึมจนบีบคั้นนิวเคลียสไปชิดขอบเซลล์ (ภาพที่ 2)

ระดับ +++ แวกคิวโอลมีทั้งขนาดเล็กและใหญ่เกือบเต็มเซลล์บีบคั้นไซโทพลาซึมและนิวเคลียสไปชิดขอบเซลล์ (ภาพที่ 3)

ระดับ ++++ แวกคิวโอลมีขนาดใหญ่เกือบเต็มเซลล์เข้าแทนที่ไซโทพลาซึม (ภาพที่ 4)

1.2 เซลล์ตับตาย (necrosis) เป็นการเปลี่ยนแปลงของเซลล์ที่เกิดขึ้นหลังจากเซลล์ได้รับอันตราย โดยพบการเปลี่ยนแปลงของนิวเคลียสคือ โครมาตินหดตัวแน่นเป็นก้อน เกาะติดที่เยื่อหุ้มนิวเคลียส ต่อมาพบนิวเคลียสหดตัวเล็กจนแตกออกเห็นเป็นก้อนเล็ก ๆ และสลายไป เนื่องจากการย่อยของเอนไซม์ DNAase ที่หลังจาก lysosome แบ่งระดับความรุนแรงได้เป็น 4 ระดับ ดังนี้

ระดับ + เซลล์ดับมีเยื่อหุ้มเซลล์ล้อมรอบ นิวเคลียสมีโครมาตินหดตัวกันแน่น และนิวเคลียสสลาย (ภาพที่ 1)

ระดับ ++ เซลล์ดับที่นิวเคลียสสลายเพิ่มขึ้น เยื่อหุ้มเซลล์สลาย กำลังเข้าสู่การตายของเซลล์แบบ necrosis (ภาพที่ 2 และ 3)

ระดับ +++ เยื่อหุ้มเซลล์ของเซลล์ดับส่วนใหญ่สลาย พบทั้งนิวเคลียสสลาย และโครมาตินหักออกเป็นท่อน (ภาพที่ 4 และ 6)

ระดับ ++++ เยื่อหุ้มเซลล์ของเซลล์ดับส่วนใหญ่สลาย นิวเคลียสสลายเหลือเพียงเศษเซลล์ นิวเคลียสที่ยังปรากฏอยู่ส่วนใหญ่สลาย (ภาพที่ 5)

1.3 แกรนูโลสีน้ำตาลแกมเขียว พบแกรนูโลสีน้ำตาลแกมเขียวถึงเขียวทั้งในไซโทพลาซึมและบริเวณที่เซลล์ดับตาย ซึ่งอาจเป็นแกรนูโลของเกล็ดน้ำดี เนื่องจากพบเซลล์ดับบวมอาจไปเบียด canaliculi หรือท่อน้ำดีอาจถูกทำลาย ส่งผลให้การลำเลียงน้ำดีไปยังถุงน้ำดีไม่เป็นไปตามปกติ เกิดการคั่งของน้ำดีในเนื้อเยื่อตับ รวมกลุ่มกันเป็นตะกอนเกล็ดน้ำดีสะสมอยู่ภายในเซลล์ดับ แบ่งตามความหนาแน่นออกได้เป็น 4 ระดับ ดังนี้

ระดับ + มีแกรนูโลละเอียดสีน้ำตาลแกมเขียวในไซโทพลาซึมของเซลล์ดับบางเซลล์ (ภาพที่ 4)

ระดับ ++ แกรนูโลสีน้ำตาลแกมเขียวมีขนาดใหญ่ขึ้นเพิ่มจำนวนมากขึ้น กระจายในไซโทพลาซึมของเซลล์ดับเกือบทุกเซลล์ (ภาพที่ 2)

ระดับ +++ แกรนูโลสีน้ำตาลแกมเขียวและสีเขียวเป็นก้อนขนาดแตกต่างกัน ทั้งขนาดเล็กมากและขนาดใหญ่จำนวนมากอยู่ในไซโทพลาซึม (ภาพที่ 5)

ระดับ ++++ แกรนูโลสีน้ำตาลแกมเขียวและสีเขียวมีขนาดใหญ่ขึ้น และมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น รวมกันเป็นกลุ่มขนาดเล็กในไซโทพลาซึม (ภาพที่ 6)

1.4 การสร้างหลอดเลือดใหม่ (angiogenesis) เกิดจากกลุ่ม endothelial cell ซึ่งเป็นเซลล์เยื่อผนังหลอดเลือดมีรูปร่างแบนบาง เคลื่อนที่ออกจากผนังหลอดเลือดมาเรียงตัวกันเป็นหลอดเลือดฝอย เพื่อนำสารอาหารและแก๊สไปเลี้ยงเซลล์แสดงถึงการซ่อมแซมเนื้อเยื่อที่เกิดอันตราย (ภาพที่ 7)

1.5 การเกิด granuloma เกิดจากการที่เซลล์ตับเสื่อมสภาพแล้วนำไปสู่การอักเสบแบบเรื้อรัง granuloma ประกอบด้วยกลุ่มของ macrophage ที่ถูกกระตุ้นและเปลี่ยนรูปร่างไปเป็น epithelioid cell ล้อมรอบด้วย lymphocyte (ภาพที่ 8)

ตารางที่ 1 เปอร์เซ็นต์ปลาแม่น้ำโขงที่พบพยาธิสภาพของเนื้อเยื่อตับตามระดับความรุนแรง
ปี 2544-2545

ฤดู	สถานี	อาการที่พบ	ระดับ +		ระดับ ++		ระดับ +++		ระดับ ++++	
			ไม่มี เกล็ด	มีเกล็ด	ไม่มี เกล็ด	มีเกล็ด	ไม่มี เกล็ด	มีเกล็ด	ไม่มี เกล็ด	มีเกล็ด
หนาว	1	bile pigment	100(2)	-	-	-	-	-	-	-
		vacuolar degeneration	-	-	50(2)	-	50(2)	-	-	-
		granuloma	100(2)	-	-	-	-	-	-	-
		cell necrosis	-	-	50(2)	-	50(2)	-	-	-
		angiogenesis	-	-	100(2)	-	-	-	-	-
	2	bile pigment	100(2)	-	-	-	-	-	-	-
		vacuolar degeneration	100(2)	-	-	-	-	-	-	-
		granuloma	100(2)	-	-	-	-	-	-	-
		cell necrosis	100(2)	-	-	-	-	-	-	-
		angiogenesis	-	-	100(2)	-	-	-	-	-
	4	bile pigment	100(2)	-	-	-	-	-	-	-
		vacuolar degeneration	50(2)	-	50(2)	-	-	-	-	-
		granuloma	100(2)	-	-	-	-	-	-	-
		cell necrosis	100(2)	-	-	-	-	-	-	-
		angiogenesis	-	-	100(2)	-	-	-	-	-
ร้อน	1	bile pigment	85(7)	100(1)	15(7)	-	-	-	-	-
		vacuolar degeneration	14(7)	100(1)	42(7)	-	-	-	42(7)	-
		granuloma	100(7)	100(1)	-	-	-	-	-	-
		cell necrosis	29(7)	100(1)	57(7)	-	14(7)	-	-	-
		angiogenesis	-	-	100(7)	100(1)	-	-	-	-
	2	bile pigment	67(9)	68(25)	11(9)	16(25)	22(9)	4(25)	-	12(25)
		vacuolar degeneration	-	8(25)	33(9)	40(25)	33(9)	44(25)	34(9)	8(25)
		granuloma	100(9)	100(25)	-	-	-	-	-	-
		cell necrosis	33(9)	28(25)	45(9)	36(25)	11(9)	36(25)	11(9)	-
		angiogenesis	-	-	100(9)	100(25)	-	-	-	-

ตารางที่ 1 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ปลาแม่น้ำโขงที่พบพยาธิสภาพของเนื้อเยื่อตับตามระดับความรุนแรง
ปี 2544-2545

ฤดู	สถานี	อาการที่พบ	ระดับ +		ระดับ ++		ระดับ +++		ระดับ ++++	
			ไม่มี เกล็ด	มีเกล็ด	ไม่มี เกล็ด	มีเกล็ด	ไม่มี เกล็ด	มีเกล็ด	ไม่มี เกล็ด	มีเกล็ด
ร้อน	3	bile pigment	80(5)	-	-	-	20(5)	-	-	-
		vacuolar degeneration	-	-	40(5)	-	60(5)	-	-	-
		granuloma	100(5)	-	-	-	-	-	-	-
		cell necrosis	20(5)	-	80(5)	-	-	-	-	-
		angiogenesis	-	-	100(5)	-	-	-	-	-
	4	bile pigment	100(23)	100(5)	-	-	-	-	-	-
		vacuolar degeneration	8(23)	-	52(23)	60(5)	34(23)	40(5)	6(23)	-
		granuloma	100(23)	100(5)	-	-	-	-	-	-
		cell necrosis	26(23)	20(5)	65(23)	80(5)	9(23)	-	-	-
		angiogenesis	-	-	100(23)	100(5)	-	-	-	-
	5	bile pigment	93(14)	89(18)	7(14)	11(18)	-	-	-	-
		vacuolar degeneration	36(14)	17(18)	43(14)	44(18)	21(14)	39(18)	-	-
		granuloma	100(14)	100(18)	-	-	-	-	-	-
		cell necrosis	50(14)	39(18)	50(14)	61(18)	-	-	-	-
		angiogenesis	-	-	100(14)	100(18)	-	-	-	-

หมายเหตุ : () จำนวนปลาที่ศึกษา

- ไม่พบความรุนแรงในระดับนั้น

สถานีที่ 1 อำเภอเชียงแสน จังหวัดเชียงราย

สถานีที่ 2 อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย

สถานีที่ 3 อำเภอบึงกาฬ จังหวัดหนองคาย

สถานีที่ 4 อำเภอเมือง จังหวัดนครพนม

สถานีที่ 5 อำเภอโขงเจียม จังหวัดอุบลราชธานี

ระดับ + รุนแรงน้อยที่สุด

ระดับ ++ รุนแรงปานกลาง

ระดับ +++ รุนแรงมาก

ระดับ ++++ รุนแรงมากที่สุด

เมื่อเปรียบเทียบระดับความรุนแรงของตับเฉพาปลาไม่มีเกล็ดที่พบในฤดูหนาวกับฤดูร้อน พบว่าเนื้อเยื่อตับปลาตัวอย่างที่เก็บในฤดูร้อนแสดงพยาธิสภาพรุนแรงกว่าในฤดูหนาว โดยพิจารณาจากการตายของเซลล์แบบ necrosis ซึ่งเป็นลักษณะพยาธิสภาพที่แสดงความรุนแรงมากกว่าลักษณะพยาธิสภาพแบบอื่น และระดับความรุนแรงของพยาธิสภาพแต่ละชนิด เมื่อเปรียบเทียบความรุนแรงของพยาธิสภาพระหว่างปลาไม่มีเกล็ดและปลาที่มีเกล็ดในฤดูร้อน ปลาไม่มีเกล็ดแสดงความรุนแรงมากกว่าปลาที่มีเกล็ด พิจารณาจากการพบพยาธิสภาพในปลาไม่มีเกล็ดได้หลายลักษณะ และมีความรุนแรงอยู่ในระดับ ++++

2. ตับอ่อน

พยาธิสภาพของเนื้อเยื่อตับอ่อนที่พบตลอดการศึกษา มีดังนี้

2.1 เซลล์ตับอ่อน (acinar cell) ฝ่อ เป็นการเปลี่ยนแปลงของเซลล์โดยมีขนาดเล็กลง เนื่องจากสูญเสียสารที่เป็นองค์ประกอบของเซลล์ โครงสร้างภายในเซลล์ลดลง ทำให้อวัยวะนั้นมีขนาดเล็กกว่าปกติ พบระดับความรุนแรง 3 ระดับ ตามขนาดของ acinar cell และการสะสม zymogen granule ดังนี้

ระดับ + acinar cell มีขนาดแตกต่างกัน เซลล์ขนาดใหญ่หลายเซลล์ยังคงพบกลุ่ม zymogen granule ย้อมติดสีแดงของ H&E บรรจุในไซโทพลาซึม ส่วนเซลล์ที่มีขนาดเล็กมี zymogen granule ลดลงและพบแวคิวโอลในไซโทพลาซึมด้วย (ภาพที่ 9)

ระดับ ++ acinar cell มีขนาดแตกต่างกัน มีกลุ่ม zymogen granule สะสมลดน้อยลง พบเซลล์ที่มีแวคิวโอลในไซโทพลาซึมเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 10)

ระดับ +++ acinar cell ขนาดเล็กมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น มีการสะสม zymogen granule น้อยกว่าระดับ ++ ยังคงพบแวคิวโอลในไซโทพลาซึม (ภาพที่ 11)

2.2 การตายของเซลล์ตับอ่อน เกิดการตายของ acinar cell เป็นบริเวณกว้าง โดยพบการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนในนิวเคลียสโดยพบโครมาตินหดตัวเป็นก้อน และแตกออกเป็นท่อน และนิวเคลียสสลาย พบระดับความรุนแรง 3 ระดับ ดังนี้

ระดับ + acinar cell ส่วนใหญ่มีเยื่อหุ้มเซลล์ล้อมรอบ บางเซลล์พบ pyknotic nucleus คือ นิวเคลียสที่หดตัวแน่นเป็นก้อน ย้อมติดสีน้ำเงินเข้ม ไม่เห็นนิวคลีโอลัส บางเซลล์นิวเคลียสสลาย พบกลุ่มของ zymogen granule ติดสีจางลงและพบแวคิวโอลในไซโทพลาซึม (ภาพที่ 12)

ระดับ ++ acinar cell ที่นิวเคลียสสลายมีจำนวนเพิ่มขึ้น เยื่อหุ้มเซลล์สลายทำให้ไม่เห็นขอบเขตของเซลล์ zymogen granule ในไซโทพลาซึมติดสีจางลง และพบแวคิวโอลเพิ่มมากขึ้น (ภาพที่ 10)

ระดับ +++ acinar cell ส่วนใหญ่เยื่อหุ้มเซลล์สลาย และนิวเคลียสส่วนใหญ่สลาย (ภาพที่ 13)

ตารางที่ 2 เปอร์เซ็นต์ปลาแม่ น้ำไขงที่พบพยาธิสภาพของเซลล์ตับอ่อน (acinar cell) ตามระดับ
ความรุนแรง ปี 2544-2545

ฤดู	สถานี	อาการที่พบ	ระดับ +		ระดับ ++		ระดับ +++		ระดับ ++++	
			ไม่มีเกล็ด	มีเกล็ด	ไม่มีเกล็ด	มีเกล็ด	ไม่มีเกล็ด	มีเกล็ด	ไม่มีเกล็ด	มีเกล็ด
หนาว	1	atrophy	100(1)	-	-	-	-	-	-	-
		necrosis	100(1)	-	-	-	-	-	-	-
	2	atrophy	-	-	-	-	-	-	-	-
		necrosis	-	-	-	-	-	-	-	-
	4	atrophy	100(2)	-	-	-	-	-	-	-
		necrosis	100(2)	-	-	-	-	-	-	-
ร้อน	1	atrophy	66(6)	100(1)	17(6)	-	17(6)	-	-	-
		necrosis	67(6)	100(1)	33(6)	-	-	-	-	-
	2	atrophy	74(8)	30(23)	13(8)	52(23)	13(8)	18(23)	-	-
		necrosis	88(8)	35(23)	12(8)	39(23)	-	26(23)	-	-
	3	atrophy	20(5)	-	60(5)	-	20(5)	-	-	-
		necrosis	60(5)	-	20(5)	-	20(5)	-	-	-
	4	atrophy	70(20)	20(5)	20(20)	60(5)	10(20)	20(5)	-	-
		necrosis	80(20)	60(5)	10(20)	20(5)	10(20)	20(5)	-	-
	5	atrophy	69(13)	76(13)	7(13)	7(13)	23(13)	15(13)	-	-
		necrosis	62(13)	84(13)	8(13)	-	30(13)	16(13)	-	-

หมายเหตุ : () จำนวนปลาที่ศึกษา

- ไม่พบความรุนแรงในระดับนั้น

สถานีที่ 1 อำเภอเชียงแสน จังหวัดเชียงราย

สถานีที่ 2 อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย

สถานีที่ 3 อำเภอบึงกาฬ จังหวัดหนองคาย

สถานีที่ 4 อำเภอเมือง จังหวัดนครพนม

สถานีที่ 5 อำเภอโขงเจียม จังหวัดอุบลราชธานี

ระดับ + รุนแรงน้อยที่สุด

ระดับ ++ รุนแรงปานกลาง

ระดับ +++ รุนแรงมาก

ระดับ ++++ รุนแรงมากที่สุด

จากตารางปลาไม่มีเกล็ดที่พบในฤดูร้อน แสดงพยาธิสภาพของเซลล์ตับอ่อนในระดับ ความรุนแรง +++ มากกว่าปลาในฤดูหนาวที่มีระดับความรุนแรง + เมื่อเปรียบเทียบปลาในฤดูร้อนด้วยกัน ปลาไม่มีเกล็ดและปลามีเกล็ด มีลักษณะพยาธิสภาพที่พบเหมือนกัน และมีระดับ ความรุนแรง +++ เหมือนกัน

3. ไต

พยาธิสภาพของเนื้อเยื่อไตที่พบตลอดการศึกษา มีดังนี้

3.1 เลือดออกแทรกในเนื้อเยื่อ (hemorrhage) เป็นภาวะที่มีเลือดออกมานอกหลอดเลือด เกิดจากการเสื่อมของเซลล์เยื่อผนังหลอดเลือด โดยพบเม็ดเลือดแดงจำนวนมากกระจายอยู่ในเนื้อเยื่อ พบระดับความรุนแรง 3 ระดับ ตามขนาด ปริมาณ และการกระจายตัวของหย่อม เลือดออก ดังนี้

ระดับ + มีหย่อมเลือดออกขนาดเล็กกระจายตัวห่างกันแทรกใน hemopoietic tissue และพบหย่อม exudate เป็นเนื้อเดียวกัน ย้อมติดสีชมพูของ H&E จำนวนน้อย และกระจายห่าง ๆ (ภาพที่ 14)

ระดับ ++ หย่อมเลือดออกขนาดกลาง พบหนาแน่นมากขึ้นแทรกระหว่างท่อไต และ hemopoietic tissue และพบ exudate หนาแน่นมากขึ้น (ภาพที่ 15)

ระดับ +++ หย่อมเลือดออกมีขนาดใหญ่ขึ้น กระจายเป็นบริเวณกว้างแทรกแทนที่ท่อไต และ hemopoietic tissue พบหย่อม exudate ขนาดใหญ่ขึ้น และกระจายมากขึ้น (ภาพที่ 16)

3.2 การเพิ่มจำนวนท่อไต (renal tubule hyperplasia) เป็นการเพิ่มจำนวนของเซลล์ เนื่องจากได้รับการกระตุ้นให้เซลล์ทำงานมากขึ้น หรือเป็นการตอบสนองต่อภัยอันตรายที่กระทำต่อเซลล์ที่ไตเต็มที่ พบระดับความรุนแรง 3 ระดับ ดังนี้

ระดับ + เซลล์เยื่อบุท่อไตเพิ่มจำนวนขึ้นเป็นกลุ่ม โดยเปรียบเทียบกับท่อบริเวณข้างเคียง เซลล์เป็นรูปสี่เหลี่ยมลูกบาศก์มีขนาดเล็ก นิวเคลียสกลมมีขนาดใหญ่เกือบเต็มเซลล์ เรียงชิดติดกันย้อมติดสีน้ำเงิน (ภาพที่ 17)

ระดับ ++ พบกลุ่มท่อไตเพิ่มจำนวนขึ้น ท่อที่เพิ่มขึ้นมีขนาดเล็ก เซลล์เยื่อบุมีนิวเคลียสขนาดใหญ่ย้อมติดสีน้ำเงิน (ภาพที่ 18)

ระดับ +++ กลุ่มท่อไตขนาดเล็กที่เพิ่มจำนวนขึ้น กระจายแทรกอยู่ระหว่าง proximal tubule มี lumen แคบ นิวเคลียสย้อมติดสีน้ำเงิน (ภาพที่ 19)

3.3 เซลล์เยื่อบุท่อไตตาย พบการเปลี่ยนแปลงชัดเจนในนิวเคลียสและไซโทพลาซึมของเซลล์เยื่อบุท่อไต โดยที่นิวเคลียสพบการหดตัวแน่น การแตกและการสลาย ไซโทพลาซึมติดสีชมพูมากขึ้น รวมทั้งโครงร่างของท่อเสียรูปร่างไป พบระดับความรุนแรง 3 ระดับ ดังนี้

ระดับ + เซลล์เยื่อบุท่อไตมีเยื่อหุ้มเซลล์ล้อมรอบ แยกขอบเขตของเซลล์ได้ บางเซลล์นิวเคลียสหดตัวแน่น ย้อมติดสีน้ำเงินเข้ม บางเซลล์นิวเคลียสสลาย (ภาพที่ 20)

ระดับ ++ เซลล์เยื่อบุท่อไตมีนิวเคลียสหดตัวแน่น และนิวเคลียสสลายเพิ่มจำนวนขึ้น (ภาพที่ 21)

ระดับ +++ เซลล์เยื่อบุท่อไตตาย เยื่อหุ้มเซลล์สลาย นิวเคลียสสลายหลุดออกจาก basement membrane ยังคงพบนิวเคลียสที่หดตัวแน่นได้ (ภาพที่ 22)

3.4 การสะสมโปรตีนเห็นเป็นเม็ดสีชมพู (hyaline degeneration) พบมากในเซลล์เยื่อบุท่อไตส่วน proximal tubule เนื่องจากความผิดปกติของการกรองสารของ glomerulus ทำให้มีระดับโปรตีนในน้ำปัสสาวะมากกว่าปกติ โปรตีนจะถูกนำกลับเข้าสู่ร่างกาย โดยการดูดซึมของเซลล์เยื่อบุท่อไต โปรตีนจึงเข้าไปสะสมในไซโทพลาซึมของเซลล์เห็นเป็นเม็ดเล็ก ๆ ติดสีชมพู พบระดับความรุนแรง 2 ระดับ ดังนี้

ระดับ + เซลล์เยื่อบุท่อไตส่วน proximal tubule มีการสะสมโปรตีนเห็นเป็นเม็ดสีชมพูกระจายตัวอยู่ทั่วไป (ภาพที่ 23)

ระดับ ++ เซลล์เยื่อบุท่อไตส่วน proximal tubule มีการสะสมโปรตีนเห็นเป็นเม็ดสีชมพูหนาแน่นมากขึ้น (ภาพที่ 24)

3.5 ความผิดปกติของ glomerulus พบหลอดเลือดฝอยใน glomerulus ขยายตัว (ภาพที่ 25) บาง glomerulus มีเซลล์เยื่อบุหลอดเลือดตาย (ภาพที่ 26) บาง glomerulus ที่มีขนาดเล็กเซลล์รวมตัวแน่นเป็นก้อนอยู่ใน Bowman's capsule ที่มีผนังหนา (ภาพที่ 27) บาง glomerulus ตาย โดยพบ visceral layer ตายเหลือเพียงเศษเซลล์ (ภาพที่ 28) เลือดคั่ง (hyperemia) ในบาง glomerulus (ภาพที่ 29) จากการที่ glomerulus เกิดอันตราย การกรองของ glomerulus ลดประสิทธิภาพลงตามไปด้วย

ตารางที่ 3 เปอร์เซ็นต์ปลาจากแม่น้ำโขงที่พบพยาธิสภาพของเนื้อเยื่อไตตามระดับความรุนแรง
ปี 2544-2545

ฤดู	สถานี	อาการที่พบ	ระดับ +		ระดับ ++		ระดับ +++		ระดับ ++++	
			ไม่มี เกล็ด	มีเกล็ด	ไม่มี เกล็ด	มีเกล็ด	ไม่มี เกล็ด	มีเกล็ด	ไม่มี เกล็ด	มีเกล็ด
หนาว	1	hemorrhage	-	-	-	-	100(2)	-	-	-
		tubule hyperplasia	-	-	100(2)	-	-	-	-	-
		hyaline degeneration	-	-	100(2)	-	-	-	-	-
		tubule necrosis	-	-	100(2)	-	-	-	-	-
	2	hemorrhage	-	-	100(2)	-	-	-	-	-
		tubule hyperplasia	-	-	100(2)	-	-	-	-	-
		hyaline degeneration	-	-	100(2)	-	-	-	-	-
		tubule necrosis	-	-	100(2)	-	-	-	-	-
	4	hemorrhage	-	-	100(3)	-	-	-	-	-
		tubule hyperplasia	-	-	100(3)	-	-	-	-	-
		hyaline degeneration	-	-	100(3)	-	-	-	-	-
		tubule necrosis	-	-	100(3)	-	-	-	-	-
ร้อน	1	hemorrhage	50(6)	100(1)	33(6)	-	17(6)	-	-	-
		tubule hyperplasia	33(6)	100(1)	50(6)	-	17(6)	-	-	-
		hyaline degeneration	75(6)	100(1)	25(6)	-	-	-	-	-
		tubule necrosis	16(6)	100(1)	68(6)	-	16(6)	-	-	-
	2	hemorrhage	40(5)	57(21)	40(5)	33(21)	20(5)	10(21)	-	-
		tubule hyperplasia	40(5)	61(21)	60(5)	16(21)	-	23(21)	-	-
		hyaline degeneration	40(5)	90(21)	60(5)	10(21)	-	-	-	-
		tubule necrosis	-	23(21)	80(5)	61(21)	20(5)	16(21)	-	-

ตารางที่ 3 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ปลาจากแม่น้ำโขงที่พบพยาธิสภาพของเนื้อเยื่อไตตามระดับความรุนแรง ปี 2544-2545

ฤดู	สถานี	อาการที่พบ	ระดับ +		ระดับ ++		ระดับ +++		ระดับ ++++	
			ไม่มี เกล็ด	มีเกล็ด	ไม่มี เกล็ด	มีเกล็ด	ไม่มี เกล็ด	มีเกล็ด	ไม่มี เกล็ด	มีเกล็ด
ร้อน	3	hemorrhage	100(5)	-	-	-	-	-	-	-
		tubule hyperplasia	40(5)	-	20(5)	-	40(5)	-	-	-
		hyaline degeneration	100(5)	-	-	-	-	-	-	-
		tubule necrosis	-	-	40(5)	-	60(5)	-	-	-
	4	hemorrhage	52(23)	100(6)	48(23)	-	-	-	-	-
		tubule hyperplasia	4(23)	100(6)	48(23)	-	48(23)	-	-	-
		hyaline degeneration	91(23)	100(6)	9(23)	-	-	-	-	-
		tubule necrosis	34(23)	83(6)	39(23)	17(6)	27(23)	-	-	-
	5	hemorrhage	89(9)	92(12)	11(9)	8(12)	-	-	-	-
		tubule hyperplasia	67(9)	75(12)	22(9)	25(12)	11(9)	-	-	-
		hyaline degeneration	67(9)	92(12)	33(9)	8(12)	-	-	-	-
		tubule necrosis	83(9)	67(12)	17(9)	33(12)	-	-	-	-

หมายเหตุ : () จำนวนปลาที่ศึกษา

- ไม่พบความรุนแรงในระดับนั้น

สถานีที่ 1 อำเภอเชียงแสน จังหวัดเชียงราย

สถานีที่ 2 อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย

สถานีที่ 3 อำเภอบึงกาฬ จังหวัดหนองคาย

สถานีที่ 4 อำเภอเมือง จังหวัดนครพนม

สถานีที่ 5 อำเภอโขงเจียม จังหวัดอุบลราชธานี

ระดับ + รุนแรงน้อยที่สุด

ระดับ ++ รุนแรงปานกลาง

ระดับ +++ รุนแรงมาก

ระดับ ++++ รุนแรงมากที่สุด

จากตารางเนื้อเยื่อไตของปลาไม่มีเกล็ดในฤดูร้อนมีพยาธิสภาพในระดับ ++++ รุนแรงกว่าในฤดูหนาว ซึ่งอยู่ที่ระดับ ++ ในฤดูร้อนปลาไม่มีเกล็ดแสดงพยาธิสภาพรุนแรงกว่าปลาที่มีเกล็ด โดยพิจารณาจากปลาไม่มีเกล็ดส่วนใหญ่มีระดับความรุนแรงของพยาธิสภาพที่ระดับ +++ ปลาที่มีเกล็ดส่วนน้อยที่แสดงพยาธิสภาพที่ระดับ +++

4. ม้าม

พยาธิสภาพของเนื้อเยื่อม้ามที่พบตลอดการศึกษา มีดังนี้

4.1 การเกิด melanomacrophage center เป็นกลุ่มเซลล์ที่มีสีเหลืองน้ำตาลถึงสีดำ melanomacrophage มีคุณสมบัติในการฟาโกไซโทซิส เก็บเศษเซลล์ที่ตาย แอนติเจน และอนุภาคของสารอื่น ความเข้มของสีและจำนวน melanomacrophage ที่พบขึ้นอยู่กับสุขภาพของปลา ปลาที่มีสุขภาพดี melanomacrophage center มีสีเหลืองทอง หรือน้ำตาลทอง แต่ในปลาป่วยจะมีสีน้ำตาลเข้มจนถึงดำ แบ่งระดับความรุนแรงได้เป็น 4 ระดับ ตามขนาดและจำนวนของกลุ่ม melanomacrophage ดังนี้

ระดับ + melanomacrophage center มีขนาดเล็ก เซลล์มีสีน้ำตาลอ่อนกระจายเป็นกลุ่ม ห่าง ๆ อยู่ทั่วไป ทั้งบริเวณ red pulp และ white pulp ซึ่ง red pulp เป็นกลุ่มเม็ดเลือดแดง กระจายอยู่รอบหลอดเลือด ellipsoid ส่วน white pulp เป็นกลุ่มเม็ดเลือดขาวส่วนใหญ่เป็น lymphocyte กระจายเป็นหย่อม รอบหลอดเลือด artery (ภาพที่ 30)

ระดับ ++ melanomacrophage รวมกลุ่มกันเกิดเป็น melanomacrophage center ขนาดแตกต่างกัน เซลล์มีสีน้ำตาลเข้มถึงดำแทรกบริเวณ red pulp และ white pulp (ภาพที่ 31)

ระดับ +++ melanomacrophage center พบหนาแน่นขึ้น มีทั้งกลุ่มขนาดเล็กและใหญ่ และพบเซลล์เดี่ยว ๆ กระจายอยู่ทั่วไปในเนื้อเยื่อ เซลล์มีสีเหลืองน้ำตาลและบางเซลล์มีสีดำ (ภาพที่ 32)

ระดับ ++++ พบ melanomacrophage center ขนาดใหญ่แทรกอยู่ใน hemopoietic tissue ซึ่ง melanomacrophage เหล่านี้มีสีน้ำตาลเข้มถึงดำ พบทั้งกลุ่มที่เซลล์กระจัดกระจาย และกลุ่มที่มีขอบเขตชัดเจนจากการมี fibroblast 1 - 2 ชั้นล้อมรอบ (ภาพที่ 33 และ 34)

4.2 การตายของ hemopoietic cell พบการตายของเซลล์ทั้งในบริเวณ red pulp และ white pulp รวมทั้ง endothelial cell ของ ellipsoid ด้วย การตายของ hemopoietic cell มีผลโดยตรงต่อค่าฮีมาโตคริต ทำให้ค่าฮีมาโตคริตลดต่ำลง บ่งบอกถึงภาวะโลหิตจางได้ แบ่งระดับความรุนแรงได้เป็น 4 ระดับ ดังนี้

ระดับ + เซลล์ของ red pulp และ white pulp ตายเป็นหย่อม หลอดเลือดบริเวณ white pulp มีเซลล์เยื่อผนังเป็นปกติ ไม่พบเซลล์ของหลอดเลือดตาย (ภาพที่ 31 และ 35)

ระดับ ++ หย่อมการตายของ white pulp เพิ่มจำนวนขึ้นและรุนแรงขึ้นจนเห็นช่องว่างใน white pulp เซลล์ของ red pulp ส่วนใหญ่เกิดการเสื่อมแบบมีแวคิวโอล และมีเซลล์ตายทั่วไป (ภาพที่ 36)

ระดับ +++ ทั้ง red pulp และ white pulp เกิดการตายเป็นบริเวณกว้าง (ภาพที่ 37 และ 38)

ระดับ ++++ การตายของเนื้อเยื่อม้ามพบเป็นบริเวณกว้าง หย่อมที่เซลล์ตายเหลือเพียงช่องว่างที่มีเศษเซลล์ (ภาพที่ 32)

4.3 การเกิด granuloma พบ early granuloma ภายในมีหลอดเลือดบรรจุอยู่ ล้อมรอบด้วย epithelioid cell เรียงตัว 4-5 ชั้น ชั้นนอกเป็น fibroblast เพื่อจำกัดขอบเขตการตายของเนื้อเยื่อไม่ให้สิ่งแปลกปลอมแพร่กระจายออกไป (ภาพที่ 39)

ตารางที่ 4 เปอร์เซ็นต์ปลาแม่น้ำโขงที่พบพยาธิสภาพของเนื้อเยื่อม้ามตามระดับความรุนแรง
ปี 2544-2545

ฤดู	สถานี	อาการที่พบ	ระดับ +		ระดับ ++		ระดับ +++		ระดับ ++++	
			ไม่มี เกล็ด	มีเกล็ด	ไม่มี เกล็ด	มีเกล็ด	ไม่มี เกล็ด	มีเกล็ด	ไม่มี เกล็ด	มีเกล็ด
หนาว	1	melanomacrophage center	-	-	-	-	100(1)	-	-	-
		necrosis	-	-	100(1)	-	-	-	-	-
		granuloma	100(1)	-	-	-	-	-	-	-
	2	melanomacrophage center	-	-	-	-	-	-	-	-
		necrosis	-	-	-	-	-	-	-	-
		granuloma	-	-	-	-	-	-	-	-
	4	melanomacrophage center	-	-	-	-	100(3)	-	-	-
		necrosis	-	-	100(3)	-	-	-	-	-
		granuloma	100(3)	-	-	-	-	-	-	-
ร้อน	1	melanomacrophage center	50(6)	-	50(6)	100(1)	-	-	-	-
		necrosis	-	-	33(6)	-	50(6)	-	17(6)	100(1)
		granuloma	100(6)	100(1)	-	-	-	-	-	-
	2	melanomacrophage center	78(9)	50(10)	11(9)	40(10)	11(9)	-	-	10(10)
		necrosis	67(9)	60(10)	33(9)	30(10)	-	-	-	10(10)
		granuloma	100(9)	100(10)	-	-	-	-	-	-
	3	melanomacrophage center	-	-	100(3)	-	-	-	-	-
		necrosis	33(1)	-	33(1)	-	33(1)	-	-	-
		granuloma	100(3)	-	-	-	-	-	-	-
	4	melanomacrophage center	42(24)	-	46(24)	67(3)	12(24)	33(3)	-	-
		necrosis	4(24)	-	63(24)	100(3)	33(24)	-	-	-
		granuloma	100(24)	100(3)	-	-	-	-	-	-
	5	melanomacrophage center	55(9)	43(7)	33(9)	43(7)	12(9)	-	-	14(7)
		necrosis	-	14(7)	12(9)	72(7)	44(9)	-	44(9)	14(7)
		granuloma	100(9)	100(7)	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ : () จำนวนปลาที่ศึกษา

- ไม่พบความรุนแรงในระดับนั้น

สถานที่ 1 อำเภอเชียงแสน จังหวัดเชียงราย

สถานที่ 2 อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย

สถานที่ 3 อำเภอบึงกาฬ จังหวัดหนองคาย

สถานที่ 4 อำเภอเมือง จังหวัดนครพนม

สถานที่ 5 อำเภอโขงเจียม จังหวัดอุบลราชธานี

ระดับ + รุนแรงน้อยที่สุด

ระดับ ++ รุนแรงปานกลาง

ระดับ +++ รุนแรงมาก

ระดับ ++++ รุนแรงมากที่สุด

จากตารางแสดงให้เห็นว่าเนื้อเยื่อ้ามมีพยาธิสภาพเกิดขึ้นเช่นเดียวกัน เนื้อเยื่อ้ามของปลาไม่มีเกล็ดในฤดูร้อนมีความรุนแรงของพยาธิสภาพในระดับ ++++ มากกว่าปลาในฤดูหนาวที่มีความรุนแรงที่ระดับ +++ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างปลาไม่มีเกล็ดและปลาที่มีเกล็ดในฤดูร้อน ปลาทั้งสองชนิดแสดงความรุนแรงของพยาธิสภาพลักษณะเดียวกัน และในระดับความรุนแรง ++++ เหมือนกัน

ผลการศึกษาพยาธิสภาพของเนื้อเยื่อปลาจากแม่น้ำโขงในฤดูหนาวและฤดูร้อน โดยการ สุ่มเก็บตัวอย่างปลาจาก 5 สถานี ในฤดูหนาวได้เฉพาะตัวอย่างปลาไม่มีเกล็ด จาก 3 สถานี คือ สถานีที่ 1 อำเภอเชียงแสน จังหวัดเชียงราย สถานีที่ 2 อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย และสถานีที่ 4 อำเภอเมือง จังหวัดนครพนม ส่วนในฤดูร้อนได้ตัวอย่างทั้งปลาไม่มีเกล็ดและปลามีเกล็ดครบทั้ง 5 สถานี พบพยาธิสภาพของเนื้อเยื่อตับของทุกตัวอย่างปลาทั้งในฤดูหนาวและฤดูร้อนของทุกสถานี ที่ทำการศึกษาดังนี้ พบการเสื่อมของเซลล์ตับแบบมีแวกิวโอล เซลล์ตับตาย พบแกรนูโลซีน้ำตาล แกรมเขียวในไซโทพลาซึม ในบริเวณที่เซลล์ตับเสื่อมและตาย พบกลุ่มเซลล์รูปกระสวยแทรกตัวเข้ามาเรียงตัวกันเกิดเป็นหลอดเลือดฝอย และพบ granuloma ของท่อน้ำดีร่วมด้วย

การเสื่อมแบบมีแวกิวโอล อาจเกิดจากการสะสมไขมันมากเกินไปจนไขมันเบียดออร์แกเนลภายในเซลล์ ทำให้เซลล์เกิดอันตราย การทำงานของเซลล์ตับลดลงจน กระทั่งอาจตายได้ (Cotran *et al.*, 1994) ปลา *Poecilia reticulata* ได้รับสังกะสีที่ความเข้มข้น 2.30 - 80.0 ส่วนในล้านส่วน พบแวกิวโอลขนาดแตกต่างกันเป็นจำนวนมากในไซโทพลาซึมของเซลล์ตับ และนิวเคลียสมีลักษณะรูปร่างแหวน (Uviovov and Beatty, 1978) เช่นเดียวกับปลากะพงขาวที่แช่ในสารละลายแคดเมียม เกิดแวกิวโอลในไซโทพลาซึมของเซลล์ตับและมีการสะสมแกรนูโลซีน้ำตาลเข้มเป็นจำนวนมาก (Thophon *et al.*, 2003) นอกจากนี้ Pacheco and Santos (2002) ทดลองแช่ปลา European eel (*A. anguilla*) ใน benzo[a]pyrene พบแวกิวโอลในไซโทพลาซึมของเซลล์ตับเช่นกัน

จากการศึกษาค้างนี้พบเซลล์ตับตายแบบ necrosis สังเกตจากนิวเคลียสหดตัวแน่นและนิวเคลียสสลาย รวมทั้งเยื่อหุ้มเซลล์ถูกทำลายไม่เห็นขอบเขตของเซลล์เป็นบริเวณกว้าง สอดคล้องกับปลา trahira (*H. malabaricus*) ที่ได้รับสารตะกั่ว พบนิวเคลียสของเซลล์ตับสลาย เซลล์ตับตายเป็นบริเวณกว้าง (Rabitto *et al.*, 2005) ปลา starry flounder (*P. stellatus*) จาก Duwamish River ซึ่งเป็นแม่น้ำที่มีสารปนเปื้อนอยู่จำนวนมาก พบแวกิวโอลขนาดใหญ่ภายในไซโทพลาซึมของเซลล์ตับ เซลล์ตับตายมี fibroblast แทรกในเนื้อเยื่อ (Pierce *et al.*, 1980) เช่นเดียวกับที่พบในปลา brown trout (*S. trutta*) จาก Alte Aare River ซึ่งเป็นแม่น้ำที่ได้รับน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมในประเทศสวิสเซอร์แลนด์ พบเนื้อเยื่อตับตาย นิวเคลียสของเซลล์ตับที่ตายหดตัวแน่นและแตกออก รวมทั้งมี fibroblast แทรกในเนื้อเยื่อ (Bernet *et al.*, 2003) การมี fibroblast แทรกตัวเข้ามาในเนื้อเยื่อตับ การสร้างหลอดเลือดฝอยใหม่ในตับ เพื่อให้เซลล์ตับได้รับอาหารและ

ออกซิเจนเพียงพอ รวมทั้งการเกิด granuloma บ่งบอกถึงภาวะตับอักเสบแบบเรื้อรัง (Ferguson, 1989) พบได้ในการศึกษารังนี้ด้วยเช่นกัน และสอดคล้องกับการศึกษาพิษเรื้อรังของแอนทราซีนในปลาไน พบการเกิด granuloma เพื่อจำกัดไม่ให้สารพิษกระจายไปยังบริเวณอื่น (ศิริลักษณ์, 2548) นอกจากนี้ การมี fibroblastแทรกในเนื้อเยื่อตับ และการสร้างหลอดเลือดใหม่ เป็นการซ่อมแซมเนื้อเยื่อที่เสียหายให้คงรูปร่างเดิม โดยมีการเพิ่มจำนวน fibroblast เข้าแทนที่บริเวณที่เซลล์ตาย ในกระบวนการเพิ่มจำนวนเซลล์นี้ต้องการพลังงานสูง จึงมีการลำเลียงสารอาหารและออกซิเจนผ่านทางหลอดเลือดสร้างใหม่สู่บริเวณที่ต้องการใช้พลังงานสูง (Cotran *et al.*, 1994) ส่วนแกรนูโลสีน้ำตาลแกมมาที่พบในไซโทพลาซึมของเซลล์ตับมีขนาดแตกต่างกัน อาจเป็นผลึกของเกลือน้ำดี แสดงถึงน้ำดีไม่สามารถลำเลียงออกจากเซลล์ตับได้ จึงเกิดการคั่งของน้ำดีในเนื้อเยื่อตับ รวมกลุ่มกันเป็นตะกอนเกลือน้ำดีสะสมอยู่ในเซลล์ตับ (Doull *et al.*, 1980)

ผลการศึกษาพยาธิสภาพของเนื้อเยื่อตับอ่อนของปลาจากแม่น้ำโขงในฤดูหนาวและฤดูร้อน โดยการสุ่มเก็บตัวอย่างปลาจาก 5 สถานี เนื่องจากตับอ่อนของปลาหลายชนิดที่ศึกษาในครั้งนี้นี้ พบแทรกตามเนื้อเยื่อตับ ทำให้สัมผัสกับสารเมแทบอลิไทต์ได้โดยตรง จึงพบพยาธิสภาพของเนื้อเยื่อตับอ่อนของทุกตัวอย่างปลาทั้งในฤดูหนาวและฤดูร้อนของทุกสถานีที่ศึกษา ดังนี้ พบ acinar cell ฝ่อลีบ เซลล์มีรูปร่างผอมยาว ภายในไซโทพลาซึมของเซลล์ที่ฝ่อลีบมี zymogen granule สะสมอยู่ในปริมาณน้อยเมื่อเทียบกับเซลล์ที่ไม่ฝ่อลีบ และพบ acinar cell ตาย สอดคล้องกับการทดลองแช่ปลา European eel (*A. anguilla*) ใน benzo[a]pyrene รวมทั้งการทดลองระยะเฉียบพลันและระยะเรื้อรัง ให้ปลาบริโภคอาหารผสม anthracene พบ acinar cell ฝ่อลีบ ปริมาณ zymogen granule ในไซโทพลาซึมลดลง และเซลล์ตาย (Pacheco and Santos, 2002; นงพิจิตร, 2547; ศิริลักษณ์, 2548) ตับอ่อนมีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการย่อยอาหาร โดย acinar cell ทำหน้าที่สร้างน้ำย่อยหลายชนิด เก็บอยู่ในรูป zymogen granule ในไซโทพลาซึม ตับอ่อนมีท่อขนานน้ำย่อยร่วมกันกับท่อน้ำดีในตับก่อนที่จะส่งน้ำดีไปที่ลำไส้เล็ก ดังนั้นถ้าเกิดพยาธิสภาพที่ตับอ่อน ส่งผลให้กระบวนการย่อยอาหารเกิดได้ไม่ดี (Ferguson, 1989) การเสื่อม การตาย และการอักเสบของตับอ่อน พบได้จากหลายสาเหตุ เช่น ภาวะขาดอาหาร การอุดตันของท่อน้ำดี การเกิดเนื้องอก หรือการอักเสบเรื้อรังของตับอ่อน ซึ่งทุกกรณีทำให้ zymogen granule ใน acinar cell ลดลง (บุญมี, 2547)

ผลการศึกษาพยาธิสภาพของเนื้อเยื่อไตของปลาจากแม่น้ำโขงในฤดูหนาวและฤดูร้อน โดยการสุมเก็บตัวอย่างปลาจาก 5 สถานี พบพยาธิสภาพของเนื้อเยื่อไตของทุกตัวอย่างปลาทั้งในฤดูหนาวและฤดูร้อนของทุกสถานีที่ศึกษา ดังนี้ พบหย่อมเลือดออกแทรกในเนื้อเยื่อไต การเพิ่มจำนวนของเซลล์เยื่อบุท่อไตและกลุ่มท่อที่เกิดจากเซลล์เพิ่มจำนวน การตายของเซลล์เยื่อบุท่อไต และ glomerulus การแทรกตัวของ hemopoietic cell ใน interstitial tissue และการสะสมโปรตีนเห็นเป็นเม็ดสีชมพูเมื่อย้อมด้วย H&E

หย่อมเลือดออกที่พบกระจายอยู่ระหว่างท่อไต และใน hemopoietic tissue อาจเนื่องมาจากหลอดเลือดอักเสบหรือเซลล์เยื่อบุหลอดเลือดเกิดอันตราย ทำให้เม็ดเลือดแดงหลุดลอดออกมานอกหลอดเลือด หรืออาจเกิดจาก hemopoietic cell เปลี่ยนสภาพไปเป็นเม็ดเลือดแดงเพิ่มขึ้น พบท่อไตเพิ่มจำนวนเป็นกลุ่มในบางบริเวณ เช่นเดียวกับรายงานของ US Department of Commerce (2001) ศึกษาในปลาจากแม่น้ำที่มีสารปนเปื้อน จากการศึกษาพบเซลล์เยื่อบุท่อไตตายและหลุดลอกออกจาก basement membrane ซึ่งมีผลต่อการดูดกลืนของสารต่าง ๆ รวมทั้งโปรตีนขนาดเล็กด้วย บ่งบอกถึงการมีสารพิษปะปนอยู่ในของเหลวที่กรองได้ (Ferguson, 1989) สอดคล้องกับการทดลองพิษของคอปเปอร์ซัลเฟตต่อสัตว์น้ำของดวงรัตน์ (2524) พบท่อไตขยายตัว เซลล์เยื่อบุท่อไตและ hemopoietic tissue ถูกทำลาย รวมทั้งการทดลองให้ปลาได้รับทองแดง พบท่อไตเสื่อมเช่นเดียวกัน (Krishnani *et al.*, 2003) แคดเมียมและตะกั่วมีผลต่อท่อไตด้วย ปลากะพงขาวที่ได้รับแคดเมียมและปลา trahira (*H. malabaricus*) ที่ได้รับตะกั่ว เซลล์เยื่อบุท่อไตตายเป็นบริเวณกว้าง โดยเฉพาะส่วน proximal tubule โดยพบทั้งเซลล์ที่มีนิวเคลียสสลาย และหดตัวแน่น ไมโทคอนเดรียบวม (Thophon *et al.*, 2003; Rabitto *et al.*, 2005) จากผลการศึกษาพบ glomerulus บวมและเซลล์เยื่อบุ Bowman's capsule ตาย สอดคล้องกับการทดลองให้ปลานิลกินอาหารผสม anthracene เซลล์เยื่อบุของ Bowman's capsule โดยเฉพาะ visceral layer ตาย ทำให้ glomerulus ฉีกขาด ในปลา brown trout (*S. trutta*) อาศัยในแม่น้ำที่ได้รับน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมในประเทศสวิตเซอร์แลนด์ glomerulus มีการเปลี่ยนแปลงเป็นผลมาจากหลอดเลือดใน glomerulus ขยายตัว ผนังของ Bowman's capsule หนาตัวขึ้น (Bernet *et al.*, 2003) เมื่อหลอดเลือดขยายทำให้ขนาดของ glomerulus ขยายใหญ่ขึ้นด้วย เนื่องจากไตมีหน้าที่รักษาสมดุลของของเหลวในร่างกายกับสภาพแวดล้อม และกำจัดของเสียออกจากเลือด ทำให้ไตได้รับสารต่าง ๆ หมุนเวียนตลอดเวลา

รวมทั้งสารพิษด้วย จากการศึกษาครั้งนี้จึงพบการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับเนื้อเยื่อไตสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับเนื้อเยื่อตับ

ผลการศึกษาเนื้อเยื่อ้ามของปลาจากแม่น้ำโขงในฤดูหนาวและฤดูร้อน โดยการสุ่มเก็บตัวอย่างปลาจาก 5 สถานี พบพยาธิสภาพของเนื้อเยื่อ้ามของทุกตัวอย่างปลาทั้งในฤดูหนาวและฤดูร้อนจากทุกสถานที่ศึกษาดังนี้ พบ melanomacrophage center กระจายเป็นกลุ่มโดยแทรกเข้าไปแทนที่ white pulp ที่มีเซลล์ตาย กลุ่มเซลล์บริเวณ red pulp ตาย และพบ granuloma ที่บรรจุหลอดเลือดอยู่ภายใน

้ามมีหน้าที่หลักในการทำลายเม็ดเลือดแดง และเก็บสะสมธาตุเหล็กเพื่อนำกลับไปสร้างเม็ดเลือดแดงใหม่ เป็นอวัยวะสำคัญในการสร้างแอนติบอดี ทั้งจากพลาสมาเซลล์ที่อยู่ใน้ามเอง หรือ memory B - cell ที่ถูกสร้างและส่งออกปจาก้าม (คมกฤช และอัจฉริยา, 2547) การเปลี่ยนแปลงของ้ามของปลาแม่น้ำโขง พบ melanomacrophage center ขนาดเล็กกระจายอยู่ทั่วไป กลุ่มเซลล์มีสีเหลืองน้ำตาล และน้ำตาลเข้มถึงสีดำ ในปลาปกติ melanomacrophage center จะเป็นสีเหลืองทองหรือสีน้ำตาลทอง แต่ในปลาป่วยจะมีสีเหลืองน้ำตาลจนถึงสีดำ และมีขนาดใหญ่ขึ้น รวมทั้งกระจายหนาแน่นขึ้น (Ferguson, 1989) พบแองเกล็ดออกในเนื้อเยื่อเป็นบริเวณกว้าง เนื่องจากเซลล์เยื่อผนังของหลอดเลือด ellipsoid ถูกทำลาย เซลล์ใน red pulp และ white pulp ตาย สอดคล้องกับ Faust (1994) เกี่ยวกับความเป็นพิษของการรับ acenaphthylene โดยการกินระยะกึ่งเรื้อรัง มีผลทำให้เม็ดเลือดแดง ฮีโมโกลบิน และฮีมาโตคริตลดลง ซึ่งเหมือนกับผลที่ได้จากการทดลองแช่ปลา European eel (*A. anguilla*) ใน benzo[a]pyrene (Pacheco and Santos, 2002) จากการศึกษาพบ granuloma ที่บรรจุหลอดเลือดอยู่ภายใน เช่นเดียวกับการทดลองพิษเรื้อรังของ anthracene ต่อปลานิล เกิด granuloma เป็นหย่อมทั่วทั้งเนื้อเยื่อ้าม (ศิริลักษณ์, 2548) การเกิด granuloma ของหลอดเลือด แสดงถึงเซลล์เยื่อผนังหลอดเลือดได้รับอันตรายอย่างต่อเนื่อง เมื่อไม่สามารถกำจัดสาเหตุของการก่ออันตรายต่อผนังหลอดเลือดได้ จึงมีกระบวนการตอบสนองของร่างกาย โดยการจำกัดบริเวณของสารก่ออันตรายไว้ไม่ให้กระจายออกสู่บริเวณข้างเคียง ซึ่งเป็นการตอบสนองต่อการอักเสบแบบเรื้อรังนั่นเอง

จากการศึกษาพยาธิสภาพของเนื้อเยื่อตับ ตับอ่อน ไต และ้าม จากปลาแม่น้ำโขง เมื่อเปรียบเทียบความรุนแรงของพยาธิสภาพระหว่างฤดูหนาวและฤดูร้อน พบว่า ฤดูร้อนแสดงพยาธิ

สภาพที่รุนแรงกว่าฤดูหนาว เนื่องจากในฤดูร้อนพบพยาธิสภาพในระดับความรุนแรง +++ และ ++++ ขณะที่ในฤดูหนาว พบพยาธิสภาพเพียงในระดับ + และ ++ เท่านั้น ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการมีสารปนเปื้อนปริมาณสูงในช่วงฤดูร้อน จากการวิเคราะห์ปริมาณสาร PAHs รวม และโลหะหนักหลายชนิด ได้แก่ สังกะสี แคดเมียม ทองแดง พรอท โคโรเนียม และพรอทในน้ำและดินตะกอน พบการสะสม PAHs รวม และโลหะหนักสูงมากในดินตะกอนในช่วงฤดูร้อน ทั้งนี้เพราะในฤดูฝนมีการชะล้างและพัดพาดินตะกอนมาสะสมจนทำให้มีปริมาณการสะสมสูง แต่ในน้ำมีค่า PAHs รวม และโลหะหนักสูงในช่วงฤดูหนาวซึ่งมีน้ำปานกลาง อาจกล่าวได้ว่า PAHs และโลหะหนักในแม่น้ำโขงมีการชะล้างจากพื้นดิน และสะสมในดินตะกอนต่อเนื่องจนมีปริมาณสูงสุดในฤดูร้อน ส่วนในน้ำมีความเข้มข้นสูงสุดในช่วงน้ำกำลังลดลงในฤดูหนาว (อรรณพ และคณะ, 2545; อภิสิริฐ และอรรณพ, 2545)

เมื่อเปรียบเทียบความรุนแรงของพยาธิสภาพระหว่างปลาไม่มีเกล็ดและปลามีเกล็ด พบว่าปลาไม่มีเกล็ดแสดงพยาธิสภาพรุนแรงมากกว่าปลามีเกล็ด เนื่องจากปลาไม่มีเกล็ดส่วนใหญ่เป็นปลาที่หากินตามพื้นท้องน้ำซึ่งเป็นดินตะกอน สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ดินตะกอนที่มีการสะสม PAHs รวม และโลหะหนักสูง และสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์การสะสมของ PAHs และโลหะหนักในปริมาณสูง ในเนื้อเยื่อตับ ไต และกล้ามเนื้อของปลาไม่มีเกล็ดจากแม่น้ำโขง (Masawang *et al.*, 2005; Phanwichien *et al.*, 2005)

เมื่อเปรียบเทียบความรุนแรงของพยาธิสภาพในแต่ละสถานที่เก็บตัวอย่าง สถานที่ที่พบความรุนแรงระดับ +++ และ ++++ ใกล้เคียงกันคือที่อำเภอเชียงแสน จังหวัดเชียงราย ซึ่งเป็นท่าเรือขนสินค้าที่มาจากประเทศจีนและนักท่องเที่ยวลงเรือเพื่อชมลำน้ำโขง ที่อำเภอเมือง จังหวัดนครพนม เป็นปลาจากกระชังปลาที่มีท่อปล่อยน้ำทิ้งจากตัวเมืองลงสู่แม่น้ำโขง และที่อำเภอโขงเจียม จังหวัดอุบลราชธานี เป็นสถานที่ที่มีแม่น้ำมูนจากแหล่งชุมชนไหลลงสู่แม่น้ำโขง ซึ่งสอดคล้องกับโลหะหนักปริมาณสูงที่อำเภอเชียงแสน จังหวัดเชียงราย อำเภอเมือง จังหวัดนครพนม และอำเภอโขงเจียม จังหวัดอุบลราชธานี ตามลำดับ (อภิสิริฐ และอรรณพ, 2545) และจากการวิเคราะห์แยกชนิด พบ PAHs 8 ชนิด สถานที่พบ PAHs มากชนิดที่สุด คือ อำเภอโขงเจียม จังหวัดอุบลราชธานี พบ 5 ชนิด รองลงมาคือ อำเภอเชียงแสน จังหวัดเชียงราย และอำเภอเมือง จังหวัดนครพนม อำเภอบึงกาฬ จังหวัดหนองคาย และอำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย ตามลำดับ (อรรณพ และคณะ, 2547) วีระศักดิ์ และพงศกร (2545) ศึกษาธรณีวิทยาของแม่น้ำโขง รายงานว่าแม่น้ำ

โขงมีลักษณะเป็นเกาะแก่ง ง่ายต่อการเกิดกระแสน้ำวน อาจทำให้มีการสะสมสารต่าง ๆ ที่ดิน ตะกอน เมื่อปลากินอาหารที่อยู่ตามผิวหน้าดินจึงอาจได้รับสารพิษเข้าสู่สมในตัวปลาด้วย แม้มี ปริมาณไม่มากแต่เมื่อปลากินสารเหล่านี้เข้าไปตามโซ่อาหารต่อเนื่องกันเป็นเวลานาน ก็สามารถ สะสมเพิ่มขึ้นในร่างกายของปลาจนทำให้เกิดอันตรายได้

ค่าฮีมาโตคริตของปลาจากแม่น้ำโขง

ผลการศึกษาค่าฮีมาโตคริตของปลาจากแม่น้ำโขงในฤดูหนาวและฤดูร้อน โดยการสุ่มเก็บ ตัวอย่างปลาจาก 5 สถานี คือ อำเภอเชียงแสน จังหวัดเชียงราย อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย อำเภอบึงกาฬ จังหวัดหนองคาย อำเภอเมือง จังหวัดนครพนม และอำเภอโขงเจียม จังหวัด อุบลราชธานี ได้ตัวอย่างปลา 31 ชนิด รวมทั้งหมด 117 ตัว แบ่งเป็นปลามีเกล็ด 52 ตัว และปลา ไม่มีเกล็ด 65 ตัว แต่ไม่สามารถหาค่าฮีมาโตคริตได้จากปลาทุกตัว เนื่องจากตัวอย่างเลือดที่เก็บได้ ของปลาบางตัว เกิดภาวะเม็ดเลือดแดงแตก ทำให้ไม่สามารถหาค่าฮีมาโตคริตได้ รวมทั้งปลาบาง ชนิดมีขนาดเล็กทำให้ไม่สามารถเก็บตัวอย่างเลือดได้ ดังนั้นจึงได้ค่าฮีมาโตคริตจากตัวอย่างปลา 12 ชนิด จำนวน 80 ตัว แบ่งเป็นปลาไม่มีเกล็ด 50 ตัว และปลามีเกล็ด 30 ตัว โดยศึกษาในปลาที่ พบตั้งแต่ 2 สถานีขึ้นไป ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ค่าอีมาโตคริต (เปอร์เซ็นต์) ของปลาจากแม่น้ำโขงในฤดูหนาวและฤดูร้อน ปี 2544-2545

สถานีที่	ปลาคัง	ปลากด	ปลาแค้	ปลาเทพา	ปลาสวาย	ปลาเทโพ	ปลายอน	ปลาตะเพียนทอง	ปลาตะเพียน	ปลาไน	ปลากาดำ	ปลาอีสกไทย
1	30.0	27.0	41.5*	-	23.0	-	-	-	-	13.0*	-	-
	-	-	25.0*	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	31.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	39.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	39.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าเฉลี่ย	30.0(1)	27.0(1)	35.2(5)	-	23.0(1)	-	-	-	-	13.0(1)	-	-
2	28.6	-	-	-	40.5	-	-	31.4	37.8	30.2	43.3	46.9
	40.2	-	-	-	40.5	-	-	48.9	58.0	37.4	37.1	47.8
	40.0	-	-	-	-	-	-	52.8	61.1	-	-	47.8
	49.0	-	-	-	-	-	-	-	48.5	-	-	48.8
	49.3	-	-	-	-	-	-	-	49.7	-	-	-
ค่าเฉลี่ย	41.4(5)	-	-	-	40.5(2)	-	-	44.4(3)	51.0(5)	33.8(2)	40.2(2)	47.8(4)
3	40.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าเฉลี่ย	40.2(1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	41.0*	46.0*	-	46.0*	-	43.2	53.4	45.9	52.0	-	50.2	-
	42.0*	-	-	46.0*	-	36.2	37.4	-	46.1	-	-	-
	32.1	-	-	48.0*	-	57.4	40.3	-	49.1	-	-	-
	46.3	-	-	40.8	-	44.3	34.1	-	-	-	-	-
	30.8	-	-	37.9	-	-	35.8	-	-	-	-	-
	38.8	-	-	47.2	-	-	52.1	-	-	-	-	-

ตารางที่ 5 (ต่อ) ค่าฮีมาโตคริต (เปอร์เซ็นต์) ของปลาจากแม่น้ำโขงในฤดูหนาวและฤดูร้อน ปี 2544-2545

สถานีที่	ปลาคัง	ปลากด	ปลาแค้	ปลาเทพา	ปลาสร้อย	ปลาเทโพ	ปลายอน	ปลาตะเพียนทอง	ปลาตะเพียน	ปลาไน	ปลากาดำ	ปลาอีสกไทย
4	40.5	-	-	47.0	-	-	53.2	-	-	-	-	-
ค่าเฉลี่ย	38.8(7)	46.0(1)	-	44.7(7)	-	45.3(4)	43.8(7)	45.9(1)	49.1(3)	-	50.2(1)	-
5	26.3	-	17.5	46.8	-	14.0	51.1	33.2	-	-	-	54.8
	74.0	-	-	65.8	-	-	-	30.1	-	-	-	-
	-	-	-	67.4	-	-	-	82.9	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	46.2	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	41.8	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	58.2	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	58.2	-	-	-	-
ค่าเฉลี่ย	50.2(2)	-	17.5(1)	60.0(3)	-	14.0(1)	51.1(1)	50.1(7)	-	-	-	54.8(1)

หมายเหตุ : * ตัวอย่างปลาในฤดูหนาว

() จำนวนปลาที่ศึกษา

- ไม่มีค่าฮีมาโตคริต

สถานีที่ 1 อำเภอเชียงแสน จังหวัดเชียงราย

สถานีที่ 2 อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย

สถานีที่ 3 อำเภอบึงกาฬ จังหวัดหนองคาย

สถานีที่ 4 อำเภอเมือง จังหวัดนครพนม

สถานีที่ 5 อำเภอโขงเจียม จังหวัดอุบลราชธานี

ค่าฮีมาโตคริตของตัวอย่างปลาทั้ง 12 ชนิด มีค่าอยู่ในช่วงกว้าง ค่าฮีมาโตคริตต่ำสุดเป็นของปลาไน 13.0 เปอร์เซ็นต์ และค่าฮีมาโตคริตสูงสุดเป็นของปลาตะเพียนทอง 82.9 เปอร์เซ็นต์ จากผลการศึกษาค่าฮีมาโตคริตของปลาจากแม่น้ำโขง พบว่าปลาบางชนิดมีค่าสูงมาก ได้แก่ ปลาตะเพียนทอง ปลาคัง และปลาเทพา ซึ่งเป็นตัวอย่างปลาจากอำเภอโขงเจียม จังหวัดอุบลราชธานี มีค่าฮีมาโตคริต 82.9, 74.0 และ 67.4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และในปลาบางชนิดมีค่าฮีมาโตคริตต่ำมาก ได้แก่ ปลาไน ปลาเทโพ และปลาแค้ ซึ่งเป็นตัวอย่างปลาจากอำเภอเชียงแสน จังหวัดเชียงราย และอำเภอโขงเจียม จังหวัดอุบลราชธานี มีค่าฮีมาโตคริต 13.0, 14.0 และ 17.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ค่าฮีมาโตคริตสามารถบ่งบอกถึงการทำงานของม้ามได้ เนื่องจากม้ามมีหน้าที่ทั้งสร้างและทำลายเม็ดเลือดแดง ค่าฮีมาโตคริตที่สูง อาจเกิดจากการเร่งสร้างเม็ดเลือดแดง จึงพบเป็นแอ่งเลือดออกในเนื้อเยื่อม้ามก่อนปล่อยเม็ดเลือดออกสู่กระแสเลือด ส่งผลให้ค่าฮีมาโตคริตเพิ่มสูงขึ้น หรืออาจเกิดจากความเครียดขณะจับปลาและขณะเก็บตัวอย่างเลือด ทำให้เกิดภาวะเม็ดเลือดเกิน (Wedemeyer and Yasutake, 1977) ความเครียดแบบเฉียบพลันทำให้พลาสมาที่มีปริมาตรลดลง เม็ดเลือดมีขนาดใหญ่ขึ้น หรือเม็ดเลือดแดงถูกปล่อยออกสู่กระแสเลือดเพิ่มขึ้น มีผลทำให้ค่าฮีมาโตคริตเพิ่มขึ้น (Benfey and Biron, 2000) เมื่อสัตว์อยู่ในสภาวะเครียด ม้ามจะปล่อยเม็ดเลือดแดงออกสู่กระแสเลือดเพิ่มขึ้น เพื่อเพิ่มการขนส่งออกซิเจนเกิดการขยายตัวของหลอดเลือด ส่งผลให้การขนส่งออกซิเจนและการไหลเวียนของเลือดดีขึ้น สำหรับค่าฮีมาโตคริตที่ต่ำในการศึกษาครั้งนี้ เป็นผลมาจากปริมาตรของเม็ดเลือดแดงลดลง เนื่องมาจากเม็ดเลือดแดงแตกในกระแสเลือด เมื่อปั่นแยกระหว่างเม็ดเลือดแดงและน้ำเลือด พบว่าน้ำเลือดมีสีแดงจาง และปลาหลายตัวที่ไม่สามารถหาค่าฮีมาโตคริตได้ เนื่องมาจากเม็ดเลือดแดงแตกเป็นจำนวนมากจนน้ำเลือดมีสีแดงสด ดังการศึกษาของ Srivastava and Mishra (1979) ที่รายงานว่าค่าฮีมาโตคริตต่ำ เกิดจากเม็ดเลือดแดงเสื่อมและแตก เม็ดเลือดแดงของปลาจากแม่น้ำโขงที่แตกนี้อาจเกิดจากการได้รับสารปนเปื้อนในแม่น้ำตลอดเวลาเป็นเวลานาน เหมือนกับปลาซีกเดียว (olive flounder) ที่กิน acenaphthylene ซึ่งเป็นสารในกลุ่ม PAHs เป็นเวลานาน มีผลทำให้เม็ดเลือดแดง ค่าฮีโมโกลบิน และค่าฮีมาโตคริตลดลง เนื้อเยื่อที่สร้างเซลล์เม็ดเลือดแดงถูกทำลาย (Faust, 1994; Jee *et al.*, 2004) นอกจากนี้ปลาบางตัวมีภาวะเม็ดเลือดแดงแตก (Faust, 1991)

โลหะหนัก ได้แก่ ทองแดง และสังกะสี ก็มีผลทำให้ค่าฮีมาโตคริตลดลงตามผลการทดลอง แช่ปลาไนในทองแดงและสังกะสี ความเข้มข้น 0.84 มิลลิกรัมต่อน้ำ 1 ลิตร หลังจากวันที่ 30 ของ การทดลอง ปลาไนมีค่าฮีมาโตคริตลดลง (Dhanapakiam and Ramasamy, 2001) จากผลการ วิเคราะห์ปริมาณสาร PAHs และโลหะหนักที่สะสมในน้ำและดินตะกอนของแม่น้ำโขง (อภิสิทธิ์ และอรณพ, 2545; อรณพ และคณะ, 2547) และผลการวิเคราะห์ปริมาณสาร PAHs และโลหะ หนัก ได้แก่ แคดเมียม ทองแดง และสังกะสี ที่สะสมในเนื้อเยื่อปลาไม่มีเกล็ดบางชนิดในแม่น้ำโขง (Masawang *et al.*, 2005; Phanwichien *et al.*, 2005) แสดงว่า อย่างน้อยที่สุดปลาไนแม่น้ำโขง ได้รับสารพิษและโลหะหนักอย่างต่อเนื่องส่งผลต่อสุขภาพของปลา โดยค่าฮีมาโตคริตที่ต่ำ พบใน ปลาไนและปลาสวาย จากอำเภอเชียงแสน จังหวัดเชียงราย 13.0 และ 23.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในปลาเทโพ ปลาแค้ และปลาคัง จากอำเภอโขงเจียม จังหวัดอุบลราชธานี มีค่าฮีมาโตคริต 14.0, 17.5 และ 26.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งสถานี่ทั้งสองนี้ เป็นสถานี่ที่พบโลหะหนักและปริมาณ PAHs รวมในปริมาณสูง จากค่าฮีมาโตคริตต่ำนี้ แสดงถึงภาวะเลือดจางของปลา แต่จาก การศึกษาในครั้งนี้ ยังไม่สามารถสรุปได้ว่า ปลาจากสถานี่อำเภอเชียงแสน จังหวัดเชียงราย และ อำเภอโขงเจียม จังหวัดอุบลราชธานี มีภาวะเลือดจาง เนื่องจากตัวอย่างปลาที่ศึกษามีจำนวนน้อย

เอนไซม์ในซีรัมของปลาจากแม่น้ำโขง

การศึกษาค่าเอนไซม์ในซีรัมของปลาจากแม่น้ำโขงในฤดูหนาวและฤดูร้อน โดยการสุ่ม เก็บตัวอย่างปลาจาก 5 สถานี่ คือ อำเภอเชียงแสน จังหวัดเชียงราย อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย อำเภอบึงกาฬ จังหวัดหนองคาย อำเภอเมือง จังหวัดนครพนม และอำเภอโขงเจียม จังหวัดอุบล ราชธานี จากตัวอย่างปลารวม 5 ชนิด จำนวน 30 ตัว แบ่งเป็นปลาไม่มีเกล็ด 2 ชนิด จำนวน 13 ตัว และปลาไม่มีเกล็ด 3 ชนิด จำนวน 17 ตัว ชนิดปลาที่นำมาตรวจวัดเอนไซม์ GOT และ GPT นี้ เลือกเฉพาะปลาที่เก็บตัวอย่างได้น้อย 2 สถานี่ และมีซีรัมใสหรือมีสีเหลือง ส่วน ซีรัมที่มีสีแดงเนื่องจากเม็ดเลือดแดงแตก ไม่นำมาวิเคราะห์ ผลการวิเคราะห์เอนไซม์ของเอนไซม์ GOT และ GPT เป็น unit/litre (U/L) ในซีรัม ดังตารางที่ 6 และ 7 ตามลำดับ

ตารางที่ 6 แอคติวิตีของเอนไซม์ GOT (U/L) ของปลาจากแม่น้ำโขงในฤดูหนาวและฤดูร้อน
ปี 2544-2545

สถานที่	ปลาคัง	ปลาเทพา	ปลาเทโพ	ปลาตะเพียนทอง	ปลาตะเพียน
1	64.36	-	-	-	-
ค่าเฉลี่ย	64.36	-	-	-	-
2	179.30	-	-	84.09	352.10
	-	-	-	349.30	364.90
	-	-	-	-	260.60
	-	-	-	-	349.30
ค่าเฉลี่ย	179.30	-	-	216.70	331.73
4	170.91*	101.84*	168.40	76.12	37.65
	175.37*	71.00*	97.13	-	257.30
	300.20	258.90	-	-	-
	276.50	171.50	-	-	-
	261.80	-	-	-	-
ค่าเฉลี่ย	236.96	120.77	132.77	76.12	147.48
5	-	97.13	123.60	212.00	-
	-	117.20	-	282.70	-
	-	103.20	-	300.20	-
	-	-	-	315.70	-
ค่าเฉลี่ย	-	105.84	123.60	277.65	-

หมายเหตุ : * ตัวอย่างปลาในฤดูหนาว

- ไม่สามารถตรวจวัดแอคติวิตีของเอนไซม์ได้

สถานที่ 1 อำเภอเชียงแสน จังหวัดเชียงราย

สถานที่ 2 อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย

สถานที่ 3 อำเภอบึงกาฬ จังหวัดหนองคาย

สถานที่ 4 อำเภอเมือง จังหวัดนครพนม

สถานที่ 5 อำเภอโขงเจียม จังหวัดอุบลราชธานี

ตารางที่ 7 แอคติวิตีของเอนไซม์ GPT (U/L) ของปลาจากแม่น้ำโขงในฤดูหนาวและฤดูร้อน
ปี 2544-2545

สถานีที่	ปลาคัง	ปลาเทพา	ปลาเทโพ	ปลาตะเพียนทอง	ปลาตะเพียน
1	22.87	-	-	-	-
ค่าเฉลี่ย	22.87	-	-	-	-
2	57.44	-	-	57.44	42.60
	11.34	-	-	37.01	11.87
	-	-	-	-	57.44
	-	-	-	-	37.01
ค่าเฉลี่ย	34.39	-	-	47.23	37.23
3	9.25	-	-	-	-
ค่าเฉลี่ย	9.25	-	-	-	-
4	264.22*	273.53*	8.09	34.97	92.71
	222.90*	388.77*	-	-	202.70
	-	274.12*	-	-	-
ค่าเฉลี่ย	243.56	312.14	8.09	34.97	147.71
5	-	6.63	9.78	-	-
	-	9.08	-	-	-
	-	8.09	-	-	-
ค่าเฉลี่ย	-	7.93	9.78	-	-

หมายเหตุ : * ตัวอย่างปลาในฤดูหนาว

- ไม่สามารถตรวจวัดแอคติวิตีของเอนไซม์ได้

สถานีที่ 1 อำเภอเชียงแสน จังหวัดเชียงราย

สถานีที่ 2 อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย

สถานีที่ 3 อำเภอบึงกาฬ จังหวัดหนองคาย

สถานีที่ 4 อำเภอเมือง จังหวัดนครพนม

สถานีที่ 5 อำเภอโขงเจียม จังหวัดอุบลราชธานี

จากการตรวจวัดระดับเอนไซม์ทั้ง 2 ชนิดในซีรัม พบค่าแอกติวิตีของเอนไซม์ GOT ในตัวอย่างปลาทั้ง 5 ชนิด มีค่าอยู่ระหว่าง 37.65 – 364.90 U/L ค่าแอกติวิตีของเอนไซม์ GPT มีค่าอยู่ระหว่าง 8.09 – 388.77 U/L ซึ่งค่าเฉลี่ยแอกติวิตีของ GOT และ GPT ที่ตรวจวัดได้มีค่าสูงมาก ค่าเฉลี่ยแอกติวิตีของ GOT ของปลาไม่มีเกล็ดสูงที่สุดในปลาคังเป็น 300.20 U/L จากอำเภอเมือง จังหวัดนครพนม และของปลามีเกล็ดในปลาตะเพียนเป็น 364.90 U/L จากอำเภอเชียงแสน จังหวัดเชียงราย ส่วนค่าเฉลี่ยแอกติวิตีของ GPT ของปลาไม่มีเกล็ดสูงที่สุดในปลาเทพาเป็น 388.77 U/L และของปลามีเกล็ดในปลาตะเพียนเป็น 202.70 U/L จากอำเภอเมือง จังหวัดนครพนม เมื่อเปรียบเทียบกับค่า GOT ของปลากดอเมริกัน (channel catfish, *Ictalurus punctatus*) ปกติใช้เป็นตัวแทนของปลาไม่มีเกล็ดมีค่า 97.2 ± 42.8 U/L ค่า GPT เป็น 2.7 ± 1.6 U/L และค่า GOT ของปลาหมอไทย (climbing perch, *Anabas testudineus*) ปกติใช้เป็นตัวแทนของปลามีเกล็ด มีค่า 1.095 – 3.25 U/L ค่า GPT เป็น 2.19 – 4.62 U/L (Catherine and Clem, 1987; Das *et al.*, 2005) แอกติวิตีของ GOT และ GPT ที่เพิ่มสูงขึ้นมากนี้อาจเกี่ยวข้องกับพยาธิสภาพที่พบในตับและไตในระดับ ++ และ +++ ของปลาจากทั้ง 2 สถานี เนื่องจากแอกติวิตีของเอนไซม์ทั้งสองชนิดที่เพิ่มขึ้นนี้ แสดงถึงเซลล์ตับและไตกำลังตายแบบ necrosis เอนไซม์ทั้งสองจึงเข้าสู่กระแสเลือด รวมทั้งเป็นผลจากเม็ดเลือดแดงถูกทำลายอย่างเฉียบพลันด้วย (สุพิศ, 2524; King, 1990) ปลาน้ำจืดและปลาทะเลที่อยู่ในแหล่งน้ำที่มีโลหะหนัก ยาฆ่าแมลง และสารอินทรีย์ปนเปื้อน มีแอกติวิตีของ GOT และ GPT เพิ่มขึ้น (Lenhardt, 1992) ปลาทะเลที่ได้รับปรอทเป็นเวลา 4-8 วัน (Heath, 1990) และปลาไนที่ได้รับแคดเมียมความเข้มข้น 20 มิลลิกรัมต่อน้ำ 1 ลิตร มีแอกติวิตีของทั้ง GOT และ GPT เพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน (Zikic *et al.*, 1997) นอกจากนี้ ปลากดอเมริกันที่ทดลองให้เกิดความเครียด ก็มีระดับ GOT และ GPT เพิ่มขึ้นจาก 97.2 ± 42.8 U/L และ 2.7 ± 1.6 U/L เป็น 158.0 ± 110.9 U/L และ 5.4 ± 5.0 U/L ตามลำดับ จากการศึกษาค่าเฉลี่ยแอกติวิตีของ GOT และ GPT ในครั้งนี้ไม่สามารถระบุได้ว่า ปลาชนิดใดเกิดอันตรายจากสารปนเปื้อนในน้ำมากกว่ากัน เนื่องจากปลาต่างชนิดกัน มีปริมาณเอนไซม์ในเนื้อเยื่อต่าง ๆ ไม่เท่ากัน รวมทั้งเพศ อายุ และช่วงฤดูผสมพันธุ์ ก็มีผลทำให้แอกติวิตีของเอนไซม์เพิ่มขึ้นได้เช่นกัน (Hlavova, 1989) ประกอบกับจำนวนตัวอย่างปลาที่ใช้ในการวิเคราะห์มีจำนวนน้อย