การปนเปื้อนโลหะหนักในน้ำ ดินตะกอน และปลาสลิด ในบ่อเลี้ยงปลาสลิด ตำบลคลองด่าน อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ

Heavy metal contamination in water, sediment and
Snakeskin gourami (*Trichogaster pectoralis*) in fish ponds
at Klongdan Sub-district, Bang Bo District, Samut Prakan Province

สุรีย์พร หอมวิเศษวงศา
เกษม พลายแก้ว
ชัชวาลย์ ช่างทำ
กรรณิการ์ แก้วกิ้ม
อัจจนา ขำทิพย์
นันท์นภัส ลายทิพย์

การวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากมหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ
ปีการศึกษา 2556

ชื่อเรื่อง การปนเปื้อนโลหะหนักในน้ำ ดินตะกอน และปลาสลิด ในบ่อเลี้ยงปลาสลิด ตำบลคลองด่าน อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ
ผู้วิจัย สุรีย์พร หอมวิเศษวงศา เกษม พลายแก้ว ชัชวาลย์ ช่างทำ กรรณิการ์ แก้วกิ้ม อัจจนา ขำทิพย์ นันท์นภัส ลายทิพย์
สถาบัน มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ
ปีที่พิมพ์ 2559
สถานที่พิมพ์ มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ
แหล่งที่เก็บรายงานฉบับสมบูรณ์ มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ
จำนวนหน้ารายงานวิจัย 51 หน้า
คำสำคัญ การปนเปื้อน โลหะหนัก ปลาสลิด
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการการศึกษาหาปริมาณโลหะหนักที่มีความเป็นพิษสูงสามชนิด ได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม และปรอท ในตัวอย่าง น้ำ ดินตะกอน และปลาสลิด โดยวิธีการเลี้ยงปลาสลิดแบบผสมผสานจำนวน 30 ตัวอย่างและวิธีเลี้ยงแบบภูมิปัญญาจำนวน 4 ตัวอย่าง ทำการเก็บตัวอย่างเป็นเวลา 7 เดือนในช่วงเดือนมกราคม 2557 ถึงเดือนกรกฎาคม 2557 โดยสำหรับการตรวจวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วและแคดเมียมใช้เทคนิค Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrometry (GF-AAS) และการตรวจวิเคราะห์ปริมาณปรอทใช้เทคนิค Cold Vapor Atomic Absorption Spectrometry (Cold Vapor AAS) วิเคราะห์ข้อมูลโดยทดสอบสถิติของข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Kruskal-Wallis test และ Mann-Whitney U test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$)

จากผลการวิเคราะห์พบว่าทั้ง 34 ตัวอย่างมีการปนเปื้อนของตะกั่วในน้ำ เครื่องในปลา และดินตะกอนที่ปริมาณการปนเปื้อนสูงสุดที่ 0.0054 ppm 0.1511 ppm และ 0.0173 ppm ตามลำดับ ในส่วนเนื้อปลาสลิดพบการปนเปื้อน 10 ตัวอย่างที่ปริมาณการปนเปื้อนสูงสุดคือ 0.0838 ppm พบการปนเปื้อนของแคดเมียมในน้ำ เครื่องในปลา และดินตะกอน มีปริมาณการปนเปื้อนสูงสุดที่ 0.0085 ppm 0.0124 ppm และ 0.0018 ppm ตามลำดับ ส่วนในเนื้อปลาไม่พบการปนเปื้อนของแคดเมียม สำหรับปรอทไม่พบการปนเปื้อนในทุกตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์ จากผลการศึกษาพบว่าปริมาณของโลหะหนักที่พบใน น้ำ เนื้อปลา และดินตะกอนทั้งบ่อแบบ

ผสมผสานและบ่อแบบภูมิปัญญามีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ แต่ในเครื่องในปลามีปริมาณของตะกั่วเกินค่ามาตรฐาน การเปรียบเทียบปริมาณโลหะหนัก 3 ชนิด จากวิธีการเลี้ยงจากบ่อแบบผสมผสานและบ่อแบบภูมิปัญญา พบว่าในน้ำ เนื้อปลา และเครื่องในปลาที่เลี้ยงแบบผสมผสานกับแบบภูมิปัญญาไม่แตกต่างกัน ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าวิธีการเลี้ยงปลาสลิดจึงไม่มีผลต่อปริมาณการปนเปื้อนของโลหะหนักและคุณภาพของเนื้อปลาสลิด ในตำบลคลองด่าน อำเภอบางบ่อ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่ปลอดภัยสำหรับการบริโภคได้

Research Title	Heavy metal contamination in water, sediment and Snakeskin gourami (*Trichogaster pectoralis*) in fish ponds at Klongdan Sub-district, Bang Bo District, Samut Prakan Province
Researchers	Sureeporn Homvisasevongsa, Kasem Plaikaew Chatchawan Changtam, Kannika Keawkim Achjana Khamthip, Nunnapus Laitip
Institution	Huachiew Chalermprakiet University
Year of Publication	2016
Publisher	Huachiew Chalermprakiet University
Sources	Huachiew Chalermprakiet University
No. of Pages	51 pages
Keywords	Contamination, heavy metal, Snakeskin gourami (*Trichogaster pectoralis*)
Copyright	Huachiew Chalermprakiet University

ABSTRACT

This study aims to quantitatively determine hazardous heavy metals, which are lead (Pb), cadmium (Cd) and mercury (Hg) in 30 samples of Integrated fish farming and 4 indigenous knowledge farming in water, sediment, tissues and gut of snakeskin gourami (*Trichogaster pectoralis*) from Klongdan Sub-district, Bang Bo District, Samut Prakan Province. The sampling were carried out for 7 months between January and July 2014. The amount of Pb and Cd were determined by Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrometry (GF-AAS) technique while the amount of Hg was determined by Cold Vapor Atomic Absorption Spectrometry (Cold Vapor AAS) technique. Statistical analysis was carried out with Kruskal-Wallis test and Mann-Whitney U test and a reliability interval of 95% ($p < 0.05$).

The result found that 34 samples were Lead contamination in water, gut fishes and sediment. The highest Lead concentrations in water, gut fishes and

sediment at 0.0054 ppm, 0.1511 ppm and 0.0173 ppm respectively. The tissues of snakeskin gourami found 10 samples were contamination in the highest concentration at 0.0838 ppm. It was found that Cadmium concentration in water, gut fishes and sediment in the highest concentration at 0.0085 ppm, 0.0124 ppm, 0.0018 ppm respectively. There has no found Cadmium contamination in tissues fishes. Mercury contamination has no found in the entire of samples. The result show that the amount of three heavy metals in water, tissue of fishes and sediment in indigenous knowledge farming and integrated fish farming are lower than the standard level but gut of fishes are higher than the standard level. Comparison of indigenous knowledge farming and integrated fish farming found that the amount of three heavy metals in water, tissues and gut of fishes and sediment in indigenous knowledge farming and integrated fish farming are not differ. Therefore, farming methods not effect to heavy metal contamination and the quality of snake skinned gourami fishes at Klongdan Sub-district, Bang Bo District is safe for consumption.

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของชุดโครงการวิจัยเรื่อง การวิจัยและพัฒนาคุณภาพปลาสลิดตำบลคลองด่าน อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ เพื่อเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันและพัฒนาคุณภาพชีวิตเกษตรกร ได้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีนี้ได้รับได้รับทุนอุดหนุนการทำวิจัยจากมหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณที่ให้ทุนสนับสนุนการทำวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ ในการส่งเสริม และสนับสนุนงานวิจัยขอขอบคุณนายกองค์การบริหารส่วนตำบลคลองด่าน คุณเอนก สุขสำราญ และรองนายกองค์การบริหารส่วนตำบลคลองด่าน คุณณรงค์เดช วงศ์ประเสริฐ ที่อำนวยความสะดวกในการลงพื้นที่เก็บตัวอย่าง ขอขอบคุณคุณปรีชา สมานมิตร สมาชิกสหกรณ์บริการปลาสลิดบางบ่อ ที่ช่วยประสานงานกับเกษตรกรในการเก็บตัวอย่างเป็นอย่างดี ขอขอบคุณคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ ศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยรังสิต และคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้เครื่องมือ ขอขอบคุณอาจารย์ดิเรก พนิตสุภากมล สาขาวิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ ที่ให้คำแนะนำในการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ขอขอบคุณบุคลากรสายสนับสนุน สาขาวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวกในการทำวิจัยครั้งนี้

คณะผู้วิจัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูปภาพ	ช
สัญลักษณ์และคำย่อ	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
ขอบเขตของการวิจัย	2
นิยามศัพท์เฉพาะ	2
สมมติฐานของการวิจัย	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
กรอบแนวคิดการวิจัย	13
บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย	15
อุปกรณ์ และสารเคมี ที่ใช้ในการทดลอง	15
วิธีดำเนินการวิจัย	16
บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล	20
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	33
บรรณานุกรม	35
ภาคผนวก	
ก กราฟมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์โลหะหนัก (Calibration curve)	38
ข ประวัติย่อผู้วิจัย	50

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

4.1 ปริมาณตะกั่ว แคดเมียม และปรอทในน้ำบ่อเลี้ยงปลาสลิดแบบผสมผสาน..... 20
4.2 ปริมาณตะกั่ว แคดเมียม และปรอทในน้ำบ่อเลี้ยงปลาสลิดแบบภูมิปัญญา..... 22
4.3 ปริมาณตะกั่ว แคดเมียม และปรอทในเนื้อปลาสลิด ในบ่อเลี้ยงปลาสลิดแบบ ผสมผสาน..... 22
4.4 ปริมาณตะกั่ว แคดเมียม และปรอทในเนื้อปลาสลิด ในบ่อเลี้ยงปลาสลิดแบบ ภูมิปัญญา..... 24
4.5 ปริมาณตะกั่ว แคดเมียม และปรอทในเครื่องในปลาสลิด ในบ่อเลี้ยงปลาสลิดแบบ ผสมผสาน..... 24
4.6 ปริมาณตะกั่ว แคดเมียม และปรอทในเครื่องในปลาสลิด ในบ่อเลี้ยงปลาสลิดแบบ ภูมิปัญญา..... 26
4.7 ปริมาณตะกั่ว แคดเมียม และปรอทในดินตะกอน ในบ่อเลี้ยงปลาสลิดแบบ ผสมผสาน..... 26
4.8 ปริมาณตะกั่ว แคดเมียม และปรอทในดินตะกอน ในบ่อเลี้ยงปลาสลิดแบบภูมิ ปัญญา..... 28
4.9 มาตรฐานการปนเปื้อนโลหะหนักในน้ำ ตะกอนดิน และเนื้อปลา 30
4.10 เปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักในน้ำ เนื้อปลา เครื่องในปลา และดินตะกอน..... 31
4.11 เปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักระหว่างวิธีการเลี้ยงปลาสลิดแบบผสมผสานและแบบ ภูมิปัญญา..... 32

สารบัญรูปภาพ

รูปภาพที่ **หน้า**

3.1 แผนที่ในตำบลคลองด่าน อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ..... 17

4.1 แผนภาพแสดงปริมาณตะกั่ว (ก) และแคดเมียม (ข) ในน้ำ เนื้อปลา เครื่องในปลา และดินตะกอน..... 29

สัญลักษณ์และคำย่อ

μg	=	ไมโครกรัม (Microgram)
kg	=	กิโลกรัม (Kilogram)
mg	=	มิลลิกรัม (Milligram)
mL	=	มิลลิลิตร (Milliliter)
ppm	=	ส่วนต่อล้านส่วน (Part per million)
ppb	=	ส่วนต่อพันล้านส่วน (Part per billion)
Pb	=	เหล็ก (Lead)
Cd	=	แคดเมียม (Cadmium)
Hg	=	ปรอท (Mercury)
%	=	เปอร์เซ็นต์ (Percent)
Abs	=	ค่าการดูดกลืนแสง (Absorbance)
w/v	=	น้ำหนักต่อปริมาตร (Weight by volumn)
v/v	=	ปริมาตรต่อปริมาตร (Volumn by volumn)

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา
(Statement of Problem and Significance of Research)

การปนเปื้อนของโลหะหนักในแหล่งต่าง ๆ เช่น แหล่งน้ำ ดินตะกอน พืชน้ำ สัตว์น้ำ โดยเฉพาะในจังหวัดพื้นที่อุตสาหกรรมที่มีการปล่อยน้ำทิ้งสู่สิ่งแวดล้อม ที่อาจมีการปนเปื้อนของโลหะหนัก เช่น ตะกั่ว แคดเมียม ปรอท ทองแดง สังกะสี สารหนู เป็นต้น หากโลหะหนักเหล่านี้มีการสะสมในแหล่งต่างๆ เกินค่ามาตรฐานของการปนเปื้อนในระดับที่เป็นอันตรายแล้ว จะส่งผลกระทบที่เป็นอันตรายต่อระบบนิเวศ รวมทั้งสิ่งมีชีวิตในห่วงโซ่อาหาร โดยเฉพาะมนุษย์ ที่รับโลหะหนักเข้าสู่ร่างกายทางน้ำ พืชน้ำ สัตว์น้ำ จากการกินตามห่วงโซ่อาหาร

ตำบลคลองด่าน อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ มีพื้นที่ประมาณ 60 ตารางกิโลเมตร หรือ 37,500 ไร่ ทางด้านทิศใต้ติดต่อกับอ่าวไทย พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นป่าชายเลน ป่าไม้โกงกาง ส่วนทางด้านตรงฝั่งถนนสุขุมวิท เป็นพื้นที่ราบที่เคยเป็นป่าชายเลนมาก่อน มีคลองและทางน้ำไหลผ่านในเขตพื้นที่ตำบลอยู่ 29 สาย ซึ่งชุมชนได้นำมาใช้ประโยชน์ทางเกษตรกรรมและการคมนาคม ในตำบลคลองด่านมีหมู่บ้านทั้งสิ้นจำนวน 14 หมู่บ้าน ประชากรในชุมชนมีอาชีพรับจ้าง 49.10% เกษตรกรรม 35.10% อาชีพประมง 10.94% รับราชการ 3.51% และอื่นๆ 1.33% (1) ตำบลคลองด่านเป็นเขตอุตสาหกรรม ที่ประกอบไปด้วยโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ ที่มีการปล่อยของเสียจากอุตสาหกรรมออกมาสู่สิ่งแวดล้อมอย่างต่อเนื่อง อาจก่อให้เกิดการสะสมของโลหะหนักที่เป็นอันตรายต่อระบบนิเวศ และสิ่งมีชีวิต จากที่ได้มีการรายงานการปนเปื้อนโลหะหนัก ทั้งในน้ำ ดินตะกอน พืชน้ำ และปลาสลิด ในพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการพบว่า มีการปนเปื้อนโลหะหนักที่เป็นอันตราย ในระดับที่น้อยกว่า ใกล้เคียงหรือมากกว่าระดับมาตรฐานที่ควบคุมปริมาณการปนเปื้อนของสารเหล่านี้ ในบางพื้นที่แตกต่างกันในบางช่วงปีที่มีการศึกษา การปนเปื้อนของโลหะหนักที่เกิดขึ้นอาจส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของประชาชนทั้งในด้านความเป็นอยู่ และเศรษฐกิจ ปลาสลิดเป็นสัตว์เศรษฐกิจที่มีชื่อเสียงในเรื่องรสชาติ และทำรายได้ให้กับจังหวัดสมุทรปราการเป็นอันดับต้น ๆ ใน 30-40 ปีที่ผ่านมา โดยเฉพาะปลาสลิดบางบ่อ ตำบลคลองด่าน ที่มีชื่อเสียงเป็นที่รู้จักกันดีในเรื่องรสชาติที่ดีกว่าปลาสลิดที่มีการเลี้ยงจากแหล่งอื่นๆ และทำรายได้ให้กับจังหวัดสมุทรปราการอย่างต่อเนื่อง ซึ่งหากพบว่าปลาสลิดเหล่านี้มีการสะสมของโลหะหนักเกินมาตรฐานก็จะเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค กระทบรายได้ของชุมชนตลอดจนส่งผลเสียต่อการเลี้ยงปลาและ

ระบบนิเวศต่าง ๆ ตามมา ในปัจจุบัน ตำบลคลองด่าน ที่มีชื่อเสียงในรสชาติของปลาสลิดนั้น มีการเลี้ยงปลาสลิดทั้งแบบภูมิปัญญาและแบบผสมผสาน ที่มีลักษณะการเลี้ยงและสภาวะแวดล้อมในการเลี้ยงแตกต่างกัน การสะสมและการปนเปื้อนของโลหะหนักในแต่ละแหล่งอาจแตกต่างได้ ซึ่งยังไม่มีรายงานการศึกษาการปนเปื้อนโลหะหนักโดยเปรียบเทียบวิธีการเลี้ยงแบบภูมิปัญญาและแบบผสมผสานมาก่อน

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย (Objectives)

1. เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักชนิด ตะกั่ว แคดเมียม และปรอท ที่ปนเปื้อนในน้ำ ดิน ตะกอน และปลาสลิด ในตำบลคลองด่าน อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ

2. เพื่อเปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักชนิด ตะกั่ว แคดเมียม และปรอท ที่ปนเปื้อนในน้ำ ดิน ตะกอน และปลาสลิด ในตำบลคลองด่าน อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ จากวิธีการเลี้ยงปลาสลิดในแบบภูมิปัญญาและแบบผสมผสาน

1.3 ขอบเขตของการวิจัย (Scope of the Research)

วิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักชนิด ตะกั่ว แคดเมียม และปรอท ในน้ำ ดินตะกอน และปลาสลิด ในบ่อปลาสลิด ตำบลคลองด่าน อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ โดยเปรียบเทียบวิธีการเลี้ยงปลาสลิดในแบบภูมิปัญญาและแบบผสมผสาน ต่อปริมาณโลหะหนักที่ปนเปื้อน ด้วยเทคนิค Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrometry (GF-AAS) และการตรวจวิเคราะห์ปริมาณปรอทใช้เทคนิค Cold Vapor Atomic Absorption Spectrometry (Cold Vapor AAS) และเปรียบเทียบกับค่าเกณฑ์มาตรฐาน ระยะเวลาในการสำรวจตั้งแต่เดือน มกราคม 2557 ถึงเดือนกรกฎาคม 2557

1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ (Definition of Terms)

ปลาสลิดบางบ่อ มีชื่อเรียกทางวิทยาศาสตร์ว่า *Trichogaster pectoralis* โดยมีแหล่งกำเนิดในแถบภาคพื้นเอเชีย พบตามแม่น้ำ ลำคลองและแหล่งน้ำต่างๆ ตามเขตลุ่มแม่น้ำภาคกลาง มีรูปร่างลักษณะคล้ายปลากระดี่หม้อแต่ขนาดโตกว่า ลำตัวแบนข้างท้องยาวมีครีบเดียว สีลำตัวมีสีเขียวออกเทาหรือมีสีคล้ำเป็นพื้น และมีริ้วดำพาดขวางตามลำตัวจากหัวถึงโคนหาง ปลาสลิดที่มีชื่อเสียงที่สุดคือปลาสลิดบางบ่อ อำเภอบางบ่อ จ.สมุทรปราการ มีรสชาติดีกว่าปลาสลิดในแหล่งอื่น ทำรายได้สูงสุดให้กับจังหวัดสมุทรปราการ อาจเกิดจากสภาพดินและน้ำแหล่งที่อยู่ทำให้รสชาติของปลาสลิดแตกต่างจากแหล่งอื่น

วิธีการเลี้ยงปลาสลิดแบบภูมิปัญญา หมายถึง วิธีการเลี้ยงที่ต้องมีการเตรียมพื้นที่เลี้ยง เตรียมพันธุ์ปลา และมีการใช้น้ำหมักทางชีวภาพใส่ลงในบ่อเพื่อปรับสภาพน้ำในกระบวนการเลี้ยงแต่ละช่วง มีการใช้น้ำหมักทางชีวภาพปรับสภาพน้ำ มีการฟันหญ้า และเติมน้ำหมักทางชีวภาพ

วิธีการเลี้ยงปลาสลิดแบบผสมผสาน หมายถึงวิธีการเลี้ยงแบบสมัยโบราณที่สืบทอดกันมา ไม่คำนึงถึงพันธุ์ปลา มีการฟันหญ้าและให้อาหารเสริมเม็ดบางช่วงตามสภาพผู้เลี้ยงปลา

1.5 สมมติฐานของการวิจัย (Hypothesis)

ปริมาณโลหะหนักชนิด ตะกั่ว แคดเมียม และปรอท ที่ปนเปื้อนในน้ำ ดินตะกอน และปลาสลิด ในตำบลคลองด่าน จังหวัดสมุทรปราการ โดยเปรียบเทียบจากวิธีการเลี้ยงปลาสลิดในแบบภูมิปัญญาและแบบผสมผสานมีปริมาณโลหะหนักชนิด ตะกั่ว แคดเมียม และปรอทแตกต่างกัน

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ (Expected Benefits)

ทราบปริมาณการปนเปื้อนของโลหะหนักชนิด ตะกั่ว แคดเมียม และปรอท ที่ปนเปื้อนในน้ำ ดินตะกอน และปลาสลิดในตำบลคลองด่าน จังหวัดสมุทรปราการ โดยเปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักด้วยวิธีการเลี้ยงแบบภูมิปัญญาและแบบผสมผสาน

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ปลาสลิด

ปลาสลิดมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Trichogaster pectoralis* อยู่ในแฟมิลี่ Anabantidae ชื่อสามัญของปลาสลิดมีชื่อตามท้องถิ่นของแต่ละประเทศ เช่น ประเทศไทย เรียกปลาสลิด (Pla Salid) หรือ ปลาใบไม้ (Pla Baimai) ชื่อภาษาอังกฤษคือ Snake skinned gourami, Damsel fish, Small gourami, Boubel nest builder มีปลาที่อยู่ในวงศ์เดียวกับปลาสลิดได้แก่ ปลาหมอ ปลาหมอตาล ปลาแรด ปลากริม ปลากัด และปลากระดี่ ปลาสลิดมีรูปร่างคล้ายปลากระดี่หม้อ แต่ขนาดโตกว่า เป็นปลาที่มีรูปร่างแบนข้าง ตรงกลางลำตัวจะกว้างและเรียวไปทางหัวและหาง ลำตัวมีความลึก 47-50 เปอร์เซนต์ของความยาวลำตัวมาตรฐาน เกล็ดมีขนาดเล็กเป็นปลายหยัก ลำตัวมีสีเทาออกเขียวหรือมีสีคล้ำเป็นพื้นและมีลายพาดขวางเป็นแถบยาวจากหัวถึงโคนหาง ครีบหลังมีก้านครีบแข็ง 7 อันและมีก้านครีบอ่อน 8 อัน ครีบท้องมีก้านครีบแข็งอันแรกลักษณะเป็นเส้นยาว ครีบก้นมีก้านครีบแข็ง 9-11 อัน และมีก้านครีบอ่อน 36-38 อัน ครีบหูยาวกว่าความยาวของหัวและมีก้านครีบอ่อน 11 อัน จำนวนเกล็ดบนเส้นข้างลำตัวประมาณ 42-47 เกล็ดไม่มีจุดดำที่ข้างตัวหรือโคนหางแต่มีลายพาดขวางตามบริเวณตัว ลำตัวตัดกับลายดำเป็นแถบยาวจากหัวถึงโคนหาง หัวมีขนาดเล็ก มีเกล็ดที่หัว ตาใหญ่ ปากเล็กอยู่ตำแหน่งหน้าสุด ริมฝีปากสามารถยืดหดได้เล็กน้อย ปลาสลิดขนาดใหญ่อาจยาวถึง 25 เซนติเมตร ความยาวโดยทั่วไปประมาณ 10-20 เซนติเมตร (2) ปลาสลิดมีอวัยวะพิเศษที่ช่วยในการหายใจคือลาบิริงค์ คล้ายดอกไม้บานเป็นกลีบซ้อนกันอยู่เหนือเหงือก ทำให้ปลาสลิดสามารถสูดออกซิเจนได้โดยตรง และอาศัยอยู่ในน้ำที่มีออกซิเจนต่ำได้ เป็นปลาที่มีความทนทานและไม่ตายง่าย และปลาสลิดสามารถก่อหวอดโดยเป่าฟองอากาศจากปากให้ติดกันเป็นวงกลมเพื่อใช้สำหรับวางไข่ของปลาสลิดตัวเมียได้ (3) ปลาสลิดเป็นปลาน้ำจืดมีแหล่งกำเนิดอยู่ในที่ลุ่มภาคกลางของไทย และพบในแถบเอเชีย เช่น เวียดนาม กัมพูชา มาเลเซีย อินโดนีเซีย อินเดีย ปากีสถาน ศรีลังกา และฟิลิปปินส์ ซึ่งมีหลักฐานว่าได้รับพันธุ์ปลาสลิดจากประเทศไทยเมื่อประมาณ 100 ปีที่ผ่านมา

ปลาสลิดเป็นปลาที่กินพืชและสัตว์ขนาดเล็กคือแพลงตอนเป็นอาหารจึงไม่ค่อยมีโรค มีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติได้ดี ปลาสลิดชอบอยู่ในบริเวณที่มีน้ำนิ่ง เช่น หนอง บึง ตามบริเวณที่มีพันธุ์ไม้น้ำ เช่น ผักและสาหร่าย เพื่อใช้เป็นที่พักอาศัยกำบังตัว และก่อหวอดวางไข่ เนื่องจากปลาสลิดโตเร็วในแหล่งน้ำธรรมชาติที่มีอาหารพวกพืช ได้แก่ สาหร่าย พืชน้ำ และสัตว์เล็กๆ จึงสามารถนำ ปลาสลิดมาเลี้ยงในบ่อและนาข้าวได้เป็นอย่างดี ปลาสลิดไม่ค่อยจะเป็นโรคร้ายแรง หากน้ำในบ่อเสียจะสังเกตเห็นปลาขึ้นมาหายใจบนผิวน้ำ เพราะออกซิเจนที่ละลายน้ำไม่

เพียงพอ หากไม่ระบายน้ำออกจะเกิดเห็บปลา วิธีแก้ไขก็คือ ต้องถ่ายน้ำเก่าออกและระบายน้ำใหม่เข้าหรือย้ายปลาไปไว้ในบ่ออื่น โดยเฉพาะมักจะเกิดเห็บปลา ซึ่งมีลักษณะต้วแบน สีน้ำตาลใสเกาะติดตามตัวปลามาดูดเลือดของปลากินความเจริญเติบโตของปลาชะงักลง ทำ ให้ปลาผอม การกำจัดโดยระบายน้ำสะอาดเข้าไปในบ่อให้มากๆ ตัวเห็บก็จะหายไปได้ (2)

การกระจายพันธุ์ของปลาสลิดในประเทศไทย เดิมมีอยู่ปริมาณมากอยู่ในแถบภาคกลาง โดยมีแหล่งปลาสลิดชุกชุมที่สุดคือที่ดอนกำยาน จังหวัดสุพรรณบุรี ต่อมาได้แพร่กระจายไปในเขตอำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ และจังหวัดอื่นๆ ทั่วทุกภาคของประเทศ

2.2 รูปแบบการเลี้ยงปลาสลิด

ในปัจจุบันมีการเลี้ยงปลาสลิดในหลายพื้นที่ทั้งในอำเภอเขตจังหวัดสมุทรปราการ และเขตจังหวัดใกล้เคียงเช่น ฉะเชิงเทรา สมุทรสาคร สมุทรสงคราม สุพรรณบุรี เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามปลาสลิดที่มีชื่อเสียงเรื่องรสชาติยังเป็นปลาสลิดจากอำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ ซึ่งเป็นที่นิยมในการบริโภค รูปแบบในการเลี้ยงปลาสลิดสามารถจำแนกได้ 4 รูปแบบดังนี้ (2)

1. การเลี้ยงในบ่อ

ปลาสลิดชอบอยู่ในน้ำนิ่งตามหนองและบึง ชอบอาศัยอยู่ตามบริเวณที่มีสาหร่ายและพืชน้ำเพื่อใช้เป็นที่พักอาศัยกำบังตัว และก่อหวอดวางไข่ ประกอบกับปลาสลิดโตเร็วในแหล่งน้ำธรรมชาติที่มีอาหารพวกพืช สาหร่ายและสัตว์เล็กๆ จึงสามารถนำปลาสลิดมาเลี้ยงในบ่อและในนาข้าวได้เป็นอย่างดี บ่อเลี้ยงปลาสลิดอาจเป็นบ่อเก่าที่ดัดแปลงมาจากบ่อปลาเดิม มีรูปร่างและขนาดไม่แน่นอน ลึกประมาณ 1.5-2.5 เมตร หรือถ้าเป็นบ่อขุดใหม่ควรเป็นบ่อรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าเพื่อสะดวกในการจับ บ่อเลี้ยงปลาสลิดขนาดเล็กสุดควรจะกว้าง 10 เมตร ยาว 20 เมตร ลึก 1.5 เมตร มีการเลี้ยงปลาสลิดอยู่ 2 แบบคือ

1.1 การเลี้ยงแบบเดี่ยว เป็นการเลี้ยงปลาสลิดเพียงอย่างเดียว

1.2 การเลี้ยงแบบรวมหรือแบบผสม เป็นการเลี้ยงปลาสลิดรวมไปกับปลาชนิดอื่นโดยเลือกปลาที่กินอาหารตามความลึกต่างระดับกันหรือกินอาหารคนละประเภทกัน โดยมีผลประโยชน์ร่วมกัน ปลาที่นิยมเลี้ยงด้วยกันกับปลาสลิดเช่นเช่น ปลานิล ปลาตะเพียน ปลาช่อน และปลาไน เป็นต้น

2. การเลี้ยงในนาข้าว

ในนาข้าวที่เลี้ยงปลาสลิดต้องสามารถกักเก็บน้ำไว้ได้ประมาณ 4-6 เดือนและต้องมีน้ำขังอยู่อย่างน้อย 30 เซนติเมตรตลอดฤดูทำนา เหมาะสำหรับผู้ที่มีพื้นที่นาตั้งแต่ 5 ไร่ขึ้นไป เพื่อให้คุ้มกับการลงทุน เพราะจะต้องทำคันนาให้สูงถึง 50 เซนติเมตร ขุดคูแปลงนากว้างประมาณ 80 เซนติเมตร

ลึก 50-80 เซนติเมตร เพื่อใช้เป็นที่อยู่อาศัยของปลา และควรมีบ่อรวมปลาอยู่ที่มุมใดมุมหนึ่งของนา โดยให้มีขนาดกว้าง 3-5 เมตร ยาว 6 เมตร ลึก 1.5 เมตร เมื่อได้ทำการไถคราดและดำนาไปแล้ว 10 วันจึงปล่อยปลาลงไป

3. การเลี้ยงในนาปลา

การเลี้ยงในนาปลาเป็นวิธีการเลี้ยงที่นิยมเลี้ยงโดยทั่วไป เป็นการเลี้ยงที่ดัดแปลงมาจากการเลี้ยงในนาข้าว ซึ่งเดิมทีจะเลี้ยงในนาข้าว แต่เนื่องจากผลผลิตของข้าวไม่ดีเท่าปลา ชาวนาจึงเลิกทำนาแล้วหันมาเลี้ยงปลาอย่างเดียวไม่มีการปลูกข้าว ลักษณะนาปลาจึงเป็นเช่นเดียวกับนาข้าว เพียงแต่เสริมคันนาให้สูงขึ้น ขุดคูรอบผืนนากว้าง 3-4 เมตรขึ้นไปและลึกกว่าผืนนา 60-80 เซนติเมตร ผืนนาปลาสลิดมีพื้นที่ตั้งแต่ 5 ไร่ถึง 50 ไร่ ที่มุมหนึ่งของแปลงนาสร้างเป็นแปลงนาขนาดเล็กสำหรับใช้เลี้ยงพ่อแม่พันธุ์และเป็นที่สำหรับให้ปลาสลิดผสมพันธุ์วางไข่

4. การเลี้ยงในร่องสวน

เป็นการใช้พื้นที่ร่องสวนให้เกิดประโยชน์สูงสุดโดยการเลี้ยงปลาในร่องน้ำที่อยู่ระหว่างแปลงปลูก และร่องน้ำก็มีขนาดแตกต่างกันไปตามความต้องการของผู้เลี้ยง แต่โดยทั่วไปจะมีขนาดกว้าง 2-3 เมตร ลึก 1.5 เมตร ส่วนความยาวไม่จำกัด การเลี้ยงปลาสลิดแบบนี้มีไม่มากนัก ส่วนใหญ่เป็นการหาพันธุ์ปลาสลิดมาปล่อยร่วมกับปลาชนิดอื่นๆ

2.3 วิธีการเลี้ยงปลาสลิด

ในปัจจุบันพบว่าการเลี้ยงปลาสลิดมีวิธีการเลี้ยงที่หลากหลายแยกได้เป็น 2 วิธี คือ

2.3.1 วิธีการเลี้ยงปลาสลิดแบบภูมิปัญญา

มีการศึกษาการเลี้ยงปลาสลิดโดยใช้วิธีภูมิปัญญา ที่ตำบลบางเพรียง เป็นการเลี้ยงแบบนาปลา โดยบ่อเลี้ยงปลาสลิดจะมีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีคูล้อมรอบทุกด้านหรืออย่างน้อยสองด้าน มีการปลูกหญ้าในนาเพื่อใช้เลี้ยงปลาสลิด เช่น หญ้าทรงกระเทียม หญ้าแพรก หญ้าปล้องแห้ว กก และหญ้าชนิดต่างๆ ที่เกิดตามธรรมชาติ เกษตรกรจะฟันหญ้าลงบ่อและกองทับถมไว้บางครั้งใส่ปุ๋ยคอกเพื่อช่วยให้ย่อยสลายหญ้าได้ดีขึ้น เพื่อทำให้เกิดไรน้ำและแพลงตอน และเป็นที่ให้ปลาสลิดตัวผู้ใช้ในการก่อหวอด และใช้กำบังตัวลูกปลาสลิดอีกด้วย นอกจากแหล่งอาหารธรรมชาติเกษตรกรยังให้ รำ ปลายข้าว เศษอาหารในครัวเรือน เป็นครั้งคราว (4) ในตำบลคลองด่าน มีการเลี้ยงแบบภูมิปัญญาอยู่บ้าง โดยในขั้นตอนวิธีการเลี้ยงจะมีการเทน้ำหมักชีวภาพลงไปเพื่อปรับสภาพน้ำให้เหมาะสมในการเลี้ยงปลาสลิด

2.3.2 วิธีการเลี้ยงปลาสลิดแบบผสมผสาน

เป็นวิธีการเลี้ยงแบบที่สืบทอดกันมา พันธุ์ปลามาจากหลายแหล่ง มีการฟันหญ้าและให้อาหารเสริมแบบเม็ดบางช่วงตามสภาพของผู้เลี้ยงปลา

ในส่วนการเลี้ยงปลาสลิดในพื้นที่ตำบลคลองด่าน อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ มีการสืบทอดมาเป็นเวลานานมากกว่า 50 ปี ในปัจจุบันยังมีการเลี้ยงแบบผสมผสานตามความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในปัจจุบัน และมีการเลี้ยงจากการเรียนรู้และปรับวิธีการเลี้ยงโดยใช้ภูมิปัญญาที่สั่งสมกันมา ปัญหาที่เป็นอุปสรรคของพื้นที่ในการเลี้ยงปลาสลิดคือ สภาพพื้นที่เปลี่ยนเป็นพื้นที่อุตสาหกรรม ภาวะน้ำเค็มหรือภาวะแห้งแล้ง ทำให้ผลผลิตลดน้อยลง จึงมีการอพยพหรือขยายการเลี้ยงปลาสลิดไปยังจังหวัดอื่นๆ ทำให้มีการเลี้ยงปลาสลิดลดลง อีกทั้งเขตจังหวัดสมุทรปราการเป็นพื้นที่อุตสาหกรรม จึงมีปัญหาการปล่อยน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมลงสู่แม่น้ำ ลำคลองหลายสายของจังหวัดสมุทรปราการอาจเกิดการปนเปื้อนซึ่งอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้อัตราการรอดของปลาสลิดลดลงและโตช้า ทำให้มีผลผลิตออกมาไม่เพียงพอ และอีกสาเหตุหนึ่งมาจากปัญหาการขาดแคลนแรงงานในท้องถิ่นรวมทั้งไม่มีผู้สืบทอดในการประกอบอาชีพ เนื่องจากคนรุ่นใหม่ได้เปลี่ยนไปสนใจประกอบอาชีพอื่นที่ให้ผลตอบแทนมากกว่า และปัญหาที่สำคัญคือมีนายทุนมากว้านซื้อที่ดินไปทำเป็นโรงงานอุตสาหกรรมเป็นจำนวนมากจึงทำให้พื้นที่ในการเลี้ยงปลาสลิดลดลง และเกษตรกรไม่ได้เป็นเจ้าของพื้นที่อย่างแท้จริง จึงไม่มีความแน่นอนในการประกอบอาชีพและการเลี้ยงปลาสลิดให้ยั่งยืน

การเลี้ยงปลาสลิดในปัจจุบันแม้จะมีพื้นที่ในการเลี้ยงลดลงไปหรือสภาพแวดล้อมที่มีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อน หากมีวิธีการเลี้ยงปลาสลิดที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมและทำให้ปลาสลิดมีคุณภาพ ก็จะช่วยให้เกิดประโยชน์ต่ออาชีพเกษตรกรผู้เลี้ยงปลาสลิด เสริมรายได้ให้กับครอบครัว รักษาอาชีพท้องถิ่น และชื่อเสียงของปลาสลิดบางบ่อ ตลอดจนภูมิปัญญาการเลี้ยงปลาสลิดให้กับคนรุ่นหลังต่อไป

จากการสำรวจและสัมภาษณ์ชาวบ้านที่เป็นเกษตรกรผู้เลี้ยงปลาสลิดพบว่าพื้นที่ตำบลคลองด่าน อำเภอบางบ่อ มีวิธีการเลี้ยงแบ่งเป็น 2 ประเภทคือแบบผสมผสานและแบบภูมิปัญญา ในแบบผสมผสานเป็นวิธีการเลี้ยงแบบสมัยโบราณที่สืบทอดกันมา ไม่คำนึงถึงพันธุ์ปลา มีการฟันหญ้าและให้อาหารเสริมเม็ดบางช่วงตามสภาพผู้เลี้ยงปลา ซึ่งมีเกษตรกรเลี้ยงแบบนี้เป็นจำนวนมากกว่าแบบภูมิปัญญาซึ่งเป็นวิธีการเลี้ยงที่ต้องมีการเตรียมพื้นที่เลี้ยง เตรียมพันธุ์ปลา และมีการใช้น้ำหมักทางชีวภาพใส่ลงในบ่อเพื่อปรับสภาพน้ำในกระบวนการเลี้ยงแต่ละช่วง มีการฟันหญ้า และเติมน้ำหมักทางชีวภาพ อย่างสม่ำเสมอ เกษตรกรที่ยึดวิธีการเลี้ยงแบบภูมิปัญญานี้ยังมีไม่แพร่หลาย แต่การเลี้ยงวิธีการนี้จากการสอบถามเกษตรกร พบว่าได้ผลผลิตปลาสลิดในปริมาณที่มากกว่า และใช้พื้นที่น้อยกว่าในการเลี้ยงปลาสลิดเมื่อเทียบกับการเลี้ยงแบบผสมผสาน

ในงานวิจัยนี้จึงสนใจที่จะหาการปนเปื้อนโลหะหนักทั้งการเลี้ยงแบบผสมผสานและภูมิปัญญา เพื่อเป็นการเสริมความมั่นใจต่อผู้บริโภค และเป็นแนวทางในการพัฒนาการเลี้ยงปลาสลิดที่เป็นชื่อเสียงของอำเภอบางบ่อ ให้มีความยั่งยืนและสร้างความมั่นใจแก่ผู้บริโภค

2.4 โลหะหนัก

โลหะหนัก (heavy metal) เป็นโลหะธาตุที่มีความถ่วงจำเพาะตั้งแต่ 5.0 ขึ้นไป ไม่รวมโลหะที่เป็นโลหะอัลคาไลน์ และโลหะอัลคาไลน์เอิร์ท ส่วนใหญ่เป็นธาตุที่มีเลขอะตอมในช่วง 23-92 อยู่ในคาบที่ 4-7 ตัวอย่างของโลหะหนักเช่น ตะกั่ว ปรอท แคดเมียม ทองแดง โคบอลต์ สารหนู เป็นต้น เมื่อร่างกายได้รับโลหะหนัก การทำงานของเอนไซม์ของเซลล์และเยื้อหุ้มเซลล์จะถูกรบกวน ทำให้การทำงานของเยื้อหุ้มเซลล์ผิดปกติไป ความเป็นพิษของโลหะหนักขึ้นอยู่กับสมบัติทางเคมีของโลหะหนักแต่ละชนิดและเส้นทางการเข้าสู่ร่างกาย ในระบบทางเดินหายใจ ทางเดินอาหาร ผิวหนัง เป็นต้น ซึ่งเมื่อสะสมอยู่ในร่างกายระดับหนึ่งจะแสดงออกมาตั้งแต่ระดับผดผื่นคัน จนเป็นโรคเนื้องอกหรือมะเร็งหรืออันตรายถึงชีวิต

แหล่งของโลหะที่สะสมในดินมีได้หลายแหล่ง เช่น จากสารเคมีในการเกษตร ของทิ้งจากชุมชน การเผาไหม้น้ำมัน ของเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ ปัจจุบันประเทศไทยมีโรงงานอุตสาหกรรมหลายประเภทที่ในน้ำทิ้งมีปริมาณโลหะหนักปนเปื้อนเช่น โรงงานผลิตแผ่นกั้นแบตเตอรี่ โรงงานชุบโลหะ โรงงานทำสี โรงงานผลิตสารเคมี โรงงานผลิตเยื่อกระดาษ โรงงานไฟฉาย เป็นต้น โลหะหนักมีหลายชนิดแต่ชนิดที่เป็นอันตรายมากและถูกกำหนดไว้ในมาตรฐานอาหารส่วนใหญ่มี 3 ชนิด ได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม และปรอท (5)

2.4.1 ตะกั่ว

ตะกั่วมีสมบัติที่ง่ายต่อการใช้ มีจุดหลอมเหลวเท่ากับ 327 $^{\circ}$C ง่ายต่อการหลอมเหลว โลหะชนิดนี้มีลักษณะอ่อนมาก ง่ายต่อการขึ้นรูป จึงถูกนำมาใช้เป็นแผ่นหรือท่อ ตะกั่วเป็นโลหะหนักที่มีสภาพการเคลื่อนที่ได้น้อยที่สุด สภาพละลายได้จะลดลงเมื่อใส่ปูน ในดินที่มีพีเอชสูงตะกั่วจะตกตะกอนในรูปไฮดรอกไซด์ ฟอสเฟต หรือคาร์บอเนต สามารถเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนกับสารอินทรีย์และมีความเสถียรค่อนข้างมาก การเพิ่มความเป็นกรดแก่ดินทำให้การละลายของตะกั่วเพิ่มขึ้น ปริมาณการสะสมของตะกั่วในดินสัมพันธ์กับปริมาณอินทรียวัตถุในดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งดินที่ไม่มีการไถพรวน ดังนั้นอินทรียวัตถุในดินที่ปนเปื้อนตะกั่วจึงเป็นแหล่งสะสมตะกั่วที่สำคัญ

การปนเปื้อนของตะกั่วในสภาพแวดล้อมจากธรรมชาติเช่น จากภูเขาไฟระเบิด จากการกระทำของมนุษย์ เช่นการถลุงแร่ น้ำทิ้งในโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ และจากไอเสียรถยนต์ ควันเป็นแหล่งแพร่กระจายตะกั่วที่สำคัญ ตะกั่วที่เป็นมลพิษจากควันโรงงานส่วนใหญ่อยู่ในรูปแร่ตะกั่ว เช่น

PbS, PbO, $PbSO_4$ และ $PbO.PbSO_4$ ขณะที่ตะกั่วที่อยู่ในควันรถยนต์อยู่ในรูปเกลือเฮไลด์ เช่น PbBr, PbBrCl, Pb(OH)Br และ $(PbO)_2PbBr_2$ ละอองตะกั่วเหล่านี้ไม่เสถียรเปลี่ยนเป็นรูปออกไซด์ คาร์บอเนต และซัลเฟต ในส่วนการปนเปื้อนในดินเกิดจากการใช้ดินเป็นแหล่งทิ้งกากตะกอนและอินทรียวัสดุต่างๆ เช่น มูลสัตว์ สารประกอบทางเคมีเช่น ปุ๋ย สารกำจัดศัตรูพืช และวัสดุเหลือใช้ในครัวเรือน ภายหลังการปนเปื้อนหากเป็นดินที่อยู่ในที่ลุ่มจะฟื้นตัวจากการปนเปื้อนด้วยการทับทมของตะกอนดินใหม่ ทำให้ชั้นดินที่มีการปนเปื้อนอยู่ลึกลงไป กระบวนการทับถมนี้จะใช้เวลานับร้อยปี ในการปนเปื้อนในพื้นที่ราบสูง การเคลื่อนย้ายของตะกั่วเป็นไปได้ช้านับศตวรรษ เนื่องจากสารประกอบของตะกั่วจะสะสมในดินชั้นบน สารเหล่านี้มีสภาพละลายต่ำมาก และคงทนต่อการสลายตัว จึงยังอยู่ในดินได้นาน พิษของตะกั่วจากดินสู่คนมีได้น้อยมาก ส่วนใหญ่แล้วเป็นพิษที่เกิดจากการปนเปื้อนของตะกั่วออกสู่สิ่งแวดล้อมจากโรงงานอุตสาหกรรม

ตะกั่วเป็นอันตรายต่อมนุษย์และสัตว์โดยการแพร่กระจายที่สำคัญ 2 ทางคือ ทางโซ่อาหารและการสูดละอองตะกั่วเข้าไป ตัวอย่างของพิษตะกั่วในมนุษย์มีดังนี้

1. ตะกั่วจะยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ในการสร้างเม็ดเลือดแดงที่ไขกระดูก ทำให้ร่างกายมีเม็ดเลือดแดงน้อย เม็ดเลือดแดงผิดปกติและแตกง่าย เลือดจางผู้ป่วยจะมีอาการซีด เป็นลมง่าย
2. ตะกั่วเป็นพิษต่อเซลล์ประสาท ทำให้เนื้อสมองบวม ทำลายเยื่อหุ้มปลายประสาท ทำให้ผู้ป่วยมีอาการปวดศรีษะ คลื่นไส้ อาเจียน อาจมีอาการชัก ควบคุมการทรงตัวไม่ได้ นอนไม่หลับ ปวดศรีษะเรื้อรัง อารมณ์แปรปรวน ความจำเสื่อม ในเด็กเล็กมีผลทำให้พัฒนาการทางสมองช้ากว่าเด็กปกติ
3. รายที่มีอาการรุนแรงเฉียบพลันท่อไตส่วนต้นจะถูกทำลาย ในรายที่เป็นเรื้อรังอาจเกิดภาวะไตวายและไตพิการ
4. มีผลต่อระบบสืบพันธุ์ ทำให้อสุจิของเพศชายและไข่ของเพศหญิงผิดปกติ เป็นหมัน หรือมีความผิดปกติของประจำเดือน รวมถึงอาการอื่นๆ ของระบบสืบพันธุ์

2.4.2 แคดเมียม

แคดเมียมเป็นโลหะอ่อนมีสีเงิน มีจุดหลอมเหลว 320.9 $^{\circ}C$ จุดเดือด 769 $^{\circ}C$ และมีความถ่วงจำเพาะ 8.65 (ที่อุณหภูมิ 20 $^{\circ}C$) มีลักษณะทางฟิสิกส์และทางเคมีคล้ายคลึงกับสังกะสี แต่แคดเมียมมีความเป็นพิษสูงมาก ในธรรมชาติพบแคดเมียมในรูปของซัลไฟต์ (CdS) แต่แหล่งแร่นี้มีน้อยมากแคดเมียมส่วนใหญ่พบปะปนในปริมาณเล็กน้อยกับสังกะสีทุกชนิด ซึ่งโลหะ CdS ส่วนใหญ่ได้จากการถลุงสินแร่สังกะสี ในทางอุตสาหกรรมแคดเมียมถูกใช้ร่วมกับโลหะนิกเกิลเพื่อทำแบตเตอรี่ที่สามารถบรรจุไฟใหม่ได้ มีการนำแคดเมียมมาใช้ทำโลหะเจือ Cd-Au ให้สีเขียวแวววาว จึงนิยมใช้เป็นเครื่องประดับ ใช้ในภาชนะเครื่องดื่ม ขันน้ำ แคดเมียมยังถูกนำมาใช้ในการผสมสี ผสมน้ำมันเครื่อง ยาง พลาสติก ใช้ในอุตสาหกรรมเคลือบผิวหรือชุบโลหะ เป็นสารหล่อลื่น สารกันสนิม ผู้ที่ได้รับ

แคดเมียมมากเกิน 15 ppm จะเกิดภาวะปัสสาวะมีโปรตีน เนื่องจากมีโปรตีนยูเรียในไตสูงอันเนื่องมาจากท่อไตชำรุดและไตบาดเจ็บ ในหญิงสูงอายุจะมีการเปลี่ยนแปลงของกระดูกผิดรูปที่เรียกว่าโรคอิไต-อิไต ผู้เป็นโรคเรื้อรังจากแคดเมียมจะเป็นโรคทางเดินหายใจ โรคหัวใจ และความดันโลหิตสูง และแคดเมียมเป็นสารก่อมะเร็ง โดยทำให้เกิดมะเร็งของเนื้อเยื่อที่อยู่ลึก เช่น กล้ามเนื้อและกระดูกในหนูทดลอง แคดเมียมเป็นธาตุที่เป็นพิษมากที่สุดธาตุหนึ่ง ในพืชไม่แสดงอาการเป็นพิษ แต่เป็นอันตรายและแสดงอาการต่อสัตว์ โดยแคดเมียมจะยับยั้งการทำงานของระบบเอ็นไซม์ โดยก่อกวนการทำงานของเอ็นไซม์และโปรตีนที่มีโลหะประกอบ และฟอสโฟไลปิด สำหรับมนุษย์อวัยวะที่เป็นอันตรายที่สำคัญมี 2 ส่วนคือ 1) ระบบย่อยอาหารหากกินแคดเมียมเข้าไปและ 2) มีผลต่อปอดหากสูดดมเข้าไป นอกจากนี้หากได้รับแคดเมียมในระยะยาวจะส่งผลต่อไตด้วย

2.4.3 ปรอท

แหล่งปนเปื้อนของปรอทอยู่ในอุตสาหกรรมโลหะและสารเคมี กากตะกอนน้ำโสโครกและของเหลือใช้อื่นๆ ปรอทเมื่อเกิดการปนเปื้อนในดินจะสะสมในดินชั้นบน การระเหยของปรอทจากดินสามารถเกิดขึ้นได้ โดยเฉพาะสภาพดินที่เป็นด่างสูง ในสภาพดินที่มีพีเอชต่ำลง ปรอทชอบจับตัวกับสารอินทรีย์และถูกตรึง ดังนั้นหากต้องการชะปรอทออกจากดินในสภาพดินที่เป็นกรดจะทำได้โดยการชะละลายสารอินทรีย์นี้ไปจากดินเท่านั้น ส่วนการชะละลายในสภาพดินเป็นกลางถึงด่าง สามารถชะปรอทในรูปปรอทอนินทรีย์ที่ถูกตรึงได้บ้าง การลดการดูดซึมปรอทของพืชทำได้โดยการเพิ่มพีเอชของดินโดยการใส่ปูน แต่ก็มีรายงานว่าการใส่ปูนจำนวนมาก อาจไม่ลดการดูดซับปรอทของรากพืชได้ การใช้กำมะถันและหินฟอสเฟตร่วมกับการใส่ปูน อาจช่วยลดพิษของปรอทในดินลงได้ ปรอทจะละลายได้มากขึ้นในสภาพกรด ปรอทเมื่ออยู่ในดินสามารถกลายเป็นไอได้มากกว่าครึ่ง หากพืชดูดซับปรอทในระดับความเข้มข้นไม่สูงมากจะไม่แสดงความเป็นพิษ โดยปกติแล้วสารอินทรีย์ของปรอทไม่พบในธรรมชาติ แต่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนสารอนินทรีย์ของปรอทไปเป็นสารอินทรีย์ ดังเช่นเหตุการณ์ที่อุตสาหกรรมการผลิตโซดาไฟ และแก๊สคลอรีนได้เท $HgCl_2$ ลงในอ่าวหรือในทะเลเพราะเข้าใจว่าสารนี้มีความถ่วงจำเพาะสูง (เท่ากับ 5.5 ที่ 25 $^{\circ}C$) จึงควรจมอยู่ใต้น้ำโดยไม่มีโอกาสเข้าสู่ระบบนิเวศ ปรากฏว่า $HgCl_2$ สามารถเปลี่ยนไปเป็นสารอินทรีย์ของปรอทได้ เช่น CH_3HgCH_3 โดยจุลินทรีย์ที่อยู่ใต้น้ำ และต่อมาก็เข้าสะสมในตัวปลาและเข้าสู่ร่างกายของคน สารอินทรีย์ของปรอทละลายได้ดีมากในไขมัน ดังนั้นเมื่อเข้าสู่ร่างกายจึงไปสะสมตามเนื้อเยื่อของร่างกายที่มีความเข้มข้นไขมันสูง เช่นที่สมอง และไปขัดขวางการทำงานของระบบประสาททำให้ระบบประสาทเกิดความผิดปกติ เกิดเป็นโรคมินามาตะ ดังเคยเกิดที่ญี่ปุ่นในปี ค.ศ.1950 พิษจากสารปรอทมีความเป็นพิษเช่นเดียวกับโลหะหนักเช่น ตะกั่ว และแคดเมียม ที่เมื่อเข้าสู่ร่างกายจะเกิดการสะสมในร่างกายและสามารถคงอยู่ใน

ร่างกายโดยใช้เวลานาน ระยะเวลาที่โลหะหนักจะคงอยู่ในร่างกายได้ในระยะเวลายาวหรือสั้นเพียงใดขึ้นกับชนิดของโลหะหนักด้วย (6)

2.5 การปนเปื้อนโลหะหนักของปลาสลิดบางบ่อ

ปลาสลิด ตำบลคลองด่าน อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ เป็นปลาสลิดที่มีชื่อเสียงของชาวจังหวัดสมุทรปราการมาอย่างยาวนานเนื่องจากเป็นปลาที่มีคุณภาพและรสชาติดี โดยส่วนใหญ่ผู้บริโภคมักจะซื้อปลาสลิดแดดเดียวหรือปลาสลิดหอมมารับประทาน แต่ในปัจจุบันแหล่งพื้นที่เพาะเลี้ยงปลาของตำบลคลองด่านอยู่ใกล้สถานประกอบการที่เป็นโรงงานอุตสาหกรรม ที่ประกอบไปด้วยโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ หลายประเภทได้แก่ โรงงานชุบเคลือบโลหะ โรงงานประกอบรถยนต์ โรงงานซ่อมหม้อแปลงไฟฟ้า โรงไฟฟ้าพลังงานความร้อน โรงงานสี โรงงานพลาสติก สถานีบริการน้ำมันต่างๆ ที่มีโอกาสในการปล่อยของเสียจากกระบวนการผลิตออกสู่สิ่งแวดล้อมอย่างต่อเนื่องก่อให้เกิดการปนเปื้อนของโลหะหนักเช่น ตะกั่ว แคดเมียม ปรอท ทองแดง สังกะสี ในแหล่งต่างๆ เช่นในน้ำ ดิน พืช และในอากาศ ซึ่งอาจส่งผลกระทบที่เป็นอันตรายต่อระบบนิเวศในห่วงโซ่อาหารต่างๆ ตามมา หากมีการปนเปื้อนและสะสมของโลหะหนักในปลาสลิดเกินค่ามาตรฐาน ก็จะเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค มีผลกระทบต่อรายได้ของชุมชนตลอดจนส่งผลเสียต่อการเลี้ยงปลาและระบบนิเวศต่าง ๆ ตามมาอีกด้วย โดยเฉพาะมนุษย์ที่รับโลหะหนักจากน้ำ พืชน้ำ และสัตว์น้ำ เข้าสู่ร่างกายจากการกินตามห่วงโซ่อาหาร

การปนเปื้อนของโลหะหนักในแหล่งต่างๆ เช่น แหล่งน้ำ ดินตะกอน พืชน้ำ สัตว์น้ำ นั้นได้มีการศึกษากันมาพอสมควร โดยเฉพาะในเขตจังหวัดที่มีการปล่อยน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ ที่อาจมีความเสี่ยงในการปนเปื้อนโลหะหนักที่เป็นอันตราย เช่น ตะกั่ว แคดเมียม ปรอท ทองแดง สังกะสี เป็นต้น หากโลหะหนักเหล่านี้มีการสะสมในแหล่งต่างๆ เกินค่ามาตรฐานของการปนเปื้อนในระดับที่เป็นอันตรายแล้ว จะส่งผลให้เป็นอันตรายต่อระบบนิเวศ และสิ่งมีชีวิตในห่วงโซ่อาหาร

ได้มีการศึกษาการปนเปื้อนของโลหะหนักในปลาสลิด ในปี พ.ศ 2546 ในแหล่งน้ำธรรมชาติบริเวณที่จับปลา และจากบ่อเลี้ยง ในตำบลบางปูใหม่ แพรกษา บางบ่อ และคลองด่าน จังหวัดสมุทรปราการระหว่างเดือนตุลาคม 2544 – เดือนกุมภาพันธ์ 2545 พบว่าปริมาณปรอทในเนื้อเยื่อปลาสลิดในแต่ละตำบลทั้งบ่อเลี้ยงและบ่อธรรมชาติ มีปริมาณไม่แตกต่างกันมากนัก โดยมีค่าเฉลี่ยการปนเปื้อนที่ 0.0010 - 0.0023 ppm แคดเมียมมีปริมาณปนเปื้อนแตกต่างกันในแต่ละแหล่งอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยมีค่าปนเปื้อนโดยเฉลี่ยเท่ากับ 0.0007 - 0.0593 ppm ตำบลแพรกษาและตำบลคลองด่านมีปริมาณแคดเมียมอยู่ในระดับที่สูง แต่ไม่เกินค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ตามประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมปี 2537 ที่กำหนดว่าปรอทไม่เกิน 0.002 ppm แคดเมียมไม่เกิน 0.005 ppm ไม่ตรวจพบปริมาณปนเปื้อนของตะกั่วในเนื้อเยื่อปลา

สลิดจากบ่อเลี้ยง แต่พบในตัวอย่างปลาที่จับจากธรรมชาติที่มีค่าระดับการปนเปื้อนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญโดยเฉลี่ย 0.0450 - 0.0795 ppm (p<0.05) ซึ่งพบว่าตำบลบางบ่อมีปริมาณตะกั่วปนเปื้อนอยู่ในแหล่งน้ำเกินค่ามาตรฐานเล็กน้อยที่กำหนดว่าปริมาณตะกั่วไม่เกิน 0.05 ppm (7)

ในปี พ.ศ 2549 มีการรายงานการสะสมของโลหะหนักในน้ำ ดินตะกอน และพืชน้ำในบ่อเลี้ยงปลาสลิด อำเภออัมพวา จังหวัดสมุทรสงครามโดยใช้เครื่อง microwave digestion ในการย่อยตัวอย่างและวิเคราะห์ปริมาณด้วยเครื่อง flame และ graphite atomic absorption spectrometer ได้ทำการเปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักจำพวก ทองแดง สังกะสี เหล็ก ตะกั่ว และแคดมียม ที่สะสมในน้ำ ดินตะกอน รากและยอดพืช ระยะเวลาการเก็บตัวอย่างตั้งแต่เดือนมิถุนายนถึงเดือนพฤศจิกายน 2547 พบว่าปริมาณโลหะหนักที่สะสมในน้ำเรียงจากมากไปน้อยได้แก่ ทองแดง สังกะสี เหล็ก ตะกั่วและแคดเมียม ตามลำดับ ในดินตะกอน ได้แก่เหล็ก สังกะสี ทองแดง ตะกั่วและแคดเมียม ตามลำดับ ในรากและยอดของพืชน้ำ ได้แก่ เหล็ก สังกะสี ทองแดง ตะกั่วและแคดเมียม ตามลำดับการเปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักที่สะสมในน้ำ ดินตะกอน รากและยอดพืช มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในแต่ละจุดที่ศึกษา แต่การเปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักที่สะสมในน้ำ ดินตะกอน ราก และยอดพืช มีค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในแต่ละเดือนที่ทำการศึกษา นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณโลหะหนักในพืชน้ำจะสะสมในรากมากกว่าในยอด และพบปริมาณทองแดงในน้ำมีค่าเกินมาตรฐานของ WHO (1995) ในดินตะกอนมีปริมาณของแคดเมียมและตะกั่วไม่เกินมาตรฐานคุณภาพดินของประเทศไทย และพบว่ามีปริมาณของเหล็กสะสมในรากของพืชน้ำเกินมาตรฐานของพืชปกติ (8)

ในปี พ.ศ. 2549 ได้ศึกษาการสะสมและการแพร่กระจายของโลหะหนักในน้ำ ดินตะกอน และปลาสลิด ที่เก็บจากจุดศึกษา 4 จุดในบ่อเลี้ยงปลา ตำบลแพรกหนามแดง อำเภออัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม ระยะเวลาเก็บตัวอย่าง 6 เดือน ตั้งแต่เดือนมิถุนายน ถึง เดือนพฤศจิกายน 2547 พบว่าปริมาณโลหะหนักที่สะสมในน้ำเรียงจากมากไปน้อยได้แก่ ตะกั่ว ทองแดง สังกะสี เหล็ก และแคดเมียม ในเนื้อปลาได้แก่เหล็ก สังกะสี ทองแดง ตะกั่วและแคดเมียม ในอวัยวะภายในปลาได้แก่ เหล็ก สังกะสี ทองแดง ตะกั่ว และแคดเมียม การเปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักที่สะสมในน้ำและในดินตะกอน มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในแต่ละจุดที่ศึกษา (p<0.05) และพบว่าปริมาณโลหะหนักเกือบทุกชนิดจะสะสมที่อวัยวะภายในมากกว่าในเนื้อปลาสลิดในทุกเดือน ยกเว้นตะกั่วในเดือนกันยายนและตุลาคมจะพบในเนื้อมากกว่าอวัยวะภายในของปลาสลิด (9)

ในปี พ.ศ 2552 มีการศึกษาปริมาณตะกั่วในบ่อปลาสลิด ในจังหวัดสมุทรสงคราม โดยใช้วิธี mass flow analysis ศึกษากระบวนการของตะกั่วที่ไหลเข้าสู่ระบบการเลี้ยงปลาสลิด ในตำบลแพรกหนามแดง จังหวัดสมุทรสงคราม พบว่าแหล่งที่มาของสารตะกั่วเรียงจากมากไปหาน้อย ได้แก่ อาหารเม็ด มีค่าเท่ากับ 0.7682 กิโลกรัมต่อรอบ ตะกอนดินจากคลองผีหลอก 0.0985 กิโลกรัมต่อ

รอบ ปุ๋ยคอก 0.0774 กิโลกรัมต่อรอบ น้ำจากคลองผีหลอก 0.0618 กิโลกรัมต่อรอบ และปุ๋ยน้ำ 0.0031 กิโลกรัมต่อรอบ แสดงให้เห็นว่าสารตะกั่วส่วนใหญ่มาจากอาหารเม็ดที่ใช้ในการเลี้ยงปลาสลิด ระดับของสารตะกั่วที่สะสมอยู่ในปลาสลิดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ และปลอดภัยต่อการบริโภค แต่มีสารตะกั่วปนเปื้อนอยู่ในน้ำและตะกอนดิน ที่เกิดจากอาหารเม็ดที่ใช้เลี้ยงปลาสลิดที่อาจส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศได้ (10)

ตำบลคลองด่าน อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ ตั้งอยู่ในทำเลที่รายรอบทั้งโรงงานอุตสาหกรรมหลายชนิด โรงไฟฟ้า จึงมีโอกาสที่จะเกิดการปนเปื้อนและการสะสมของโลหะหนักชนิดต่าง ๆ มากขึ้น ทั้งการเลี้ยงปลาสลิดก็อาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่จะทำให้เกิดการปนเปื้อนโลหะหนักที่เกิดจากอาหารเลี้ยงปลาสลิด สารเคมีทางการเกษตร ตำแหน่งที่ตั้งบ่อปลาสลิด การเลี้ยงปลาสลิดของท้องถิ่นนี้มีวิธีการเลี้ยงสองวิธีคือการเลี้ยงปลาสลิดแบบภูมิปัญญา ที่ต้องมีการเตรียมพื้นที่เลี้ยง เตรียมพันธุ์ปลา และมีการใช้น้ำหมักทางชีวภาพใส่ลงบ่อในกระบวนการเลี้ยงแต่ละช่วง มีการใช้น้ำหมักทางชีวภาพปรับสภาพน้ำ มีการฟันหญ้าแล้วใช้น้ำหมักทางชีวภาพเติมลงไปช่วยให้หญ้าถูกย่อยได้ง่ายขึ้น และวิธีการเลี้ยงปลาสลิดแบบผสมผสาน ที่เป็นการเลี้ยงแบบสมัยโบราณที่สืบทอดกันมาโดยไม่มีการเตรียมพื้นที่ให้เหมาะสม ไม่คำนึงถึงพันธุ์ปลา มีการฟันหญ้าและให้อาหารเสริม อาจเป็นอาหารเม็ด ปลาบด ข้าวสุกบางช่วง ตามสภาพผู้เลี้ยงปลา

ยังไม่มีผลวิจัยในการหาปริมาณโลหะหนักของปลาสลิดและสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับการเลี้ยงปลาสลิดเช่น น้ำ ดินตะกอน พืชน้ำ โดยวิธีการเลี้ยงแบบภูมิปัญญาและแบบผสมผสาน ที่อาจมีผลต่อปริมาณการปนเปื้อนของโลหะหนักอันอาจเกิดจากปัจจัยการเลี้ยงที่แตกต่างกัน อาจมีผลต่อปริมาณการปนเปื้อนของโลหะหนักที่แตกต่างกัน

ดังนั้นกลุ่มวิจัยจึงสนใจที่จะทำการหาปริมาณการปนเปื้อนของโลหะหนักในบ่อปลาสลิดของเกษตรกร ตำบลคลองด่าน จังหวัดสมุทรปราการ โดยเปรียบเทียบทั้งวิธีการเลี้ยงแบบภูมิปัญญาและแบบผสมผสาน เนื่องจากตำบลคลองด่าน อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ เป็นแหล่งปลาสลิดบางบ่อที่มีชื่อเสียง เพื่อคงไว้ซึ่งคุณภาพความมีชื่อเสียงของปลาสลิด ความปลอดภัย ความไว้ใจของผู้บริโภค การรักษามาตรฐานและชื่อเสียงตลอดจนเพื่อเป็นแนวทางในการจัดการคุณภาพน้ำจากแหล่งน้ำทิ้งและควบคุมมาตรฐานความปลอดภัยของแหล่งชุมชนอีกด้วย

2.6 กรอบแนวคิดในการวิจัย (Conceptual Framework)

ชุมชน ตำบลคลองด่าน อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ มีอาชีพส่วนใหญ่คือรับจ้าง เนื่องจากเป็นพื้นที่เขตอุตสาหกรรม และอาชีพรองลงมาคือเกษตรกรรมโดยเฉพาะการเลี้ยงปลาสลิดที่มีชื่อเสียงของจังหวัด และพื้นที่แห่งนี้กำลังจัดตั้งเป็นศูนย์เรียนรู้การแปรรูปปลาสลิดของกลุ่มจังหวัดภาคกลางตอนกลางเพื่อส่งเสริมให้สินค้าธุรกิจประกอบการท้องถิ่น (One Tambon One Product;

OTOP) ได้มาตรฐานและส่งเสริมการส่งออก และยังเป็นศูนย์แสดงสินค้าและกระจายสินค้า เป็นธุรกิจสู่มาตรฐานสากล ดังนั้นโครงการวิจัยนี้จึงได้มุ่งเน้นที่จะศึกษาคุณภาพของการเลี้ยงปลาสลิด ให้ได้มาตรฐานโดยการวิเคราะห์หาการปนเปื้อนโลหะหนักในน้ำ ดินตะกอน และปลาสลิดในบ่อเลี้ยงปลาสลิดที่มีวิธีการเลี้ยงทั้งแบบภูมิปัญญาและแบบผสมผสาน โดยใช้เทคนิค Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrometry (GF-AAS) และการตรวจวิเคราะห์ปริมาณปรอทใช้เทคนิค Cold Vapor Atomic Absorption Spectrometry (Cold Vapor AAS) และเปรียบเทียบกับค่าเกณฑ์มาตรฐาน และหาแนวทางแก้ไขต่อไป นอกจากนี้ยังสามารถนำผลงานวิจัยไปเป็นข้อมูลอ้างอิงในผลิตภัณฑ์ของชุมชนเพื่อเพิ่มมูลค่าสินค้าได้

บทที่ 3
ระเบียบวิธีวิจัย

3.1 อุปกรณ์ และสารเคมี ที่ใช้ในการทดลอง

3.1.1 อุปกรณ์

1. เครื่องวัดการดูดกลืนแสงของอะตอม (Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrometry (GF-AAS) ยี่ห้อ Thermo Scientific รุ่น iCE 3000 series AA Spectrometer
2. เครื่อง Hydride Generation Atomic Absorption Spectroscopy (HGAAS) ยี่ห้อ Varience model VGA77
3. เครื่องย่อยตัวอย่างอัตโนมัติ (Microwave digestion) ยี่ห้อ CEM รุ่น MAR 6
4. เครื่องชั่งไฟฟ้า (electronic digital balance); METTLIP รุ่น PJ 3000
5. ไมโครปิเปตต์ขนาด 1,000 μL
6. ไมโครปิเปตต์ขนาด 100 μL
7. ขวดวัดปริมาตรขนาด 25 mL
8. ขวดน้ำกลั่น
9. ปิเปตต์ขนาด 10 mL
10. บีกเกอร์ขนาด 100 mL
11. บีกเกอร์ขนาด 250 mL
12. กรวยแก้ว
13. ขวดรูปชมพู่ ขนาด 125 mL
14. ขวดใส่สารขนาด 500 mL
15. ขวดใส่สารขนาด 1000 mL
16. ขวดพลาสติกเตรียมสารสำหรับวิเคราะห์ ขนาด 30 mL
17. ตะแกรงร่อนขนาด 60 mesh เส้นผ่าศูนย์กลาง 20 cm
18. กระดาษกรอง (filter paper)
19. ขวดเก็บสารตัวอย่าง
20. ถุงซิบเก็บสารตัวอย่าง
21. กล่องโฟม
22. กล่องพลาสติก

23. ตะกร้าใส่ตัวอย่าง
24. ถุงมือยาง
25. ผ้าปิดจมูก (มีสารกรองอากาศ)
26. ปากกาเคมี
27. หนังยาง
28. สติ๊กเกอร์ติดชื่อตัวอย่าง
29. มีดขอดเกล็ดปลา

3.1.2 สารเคมี

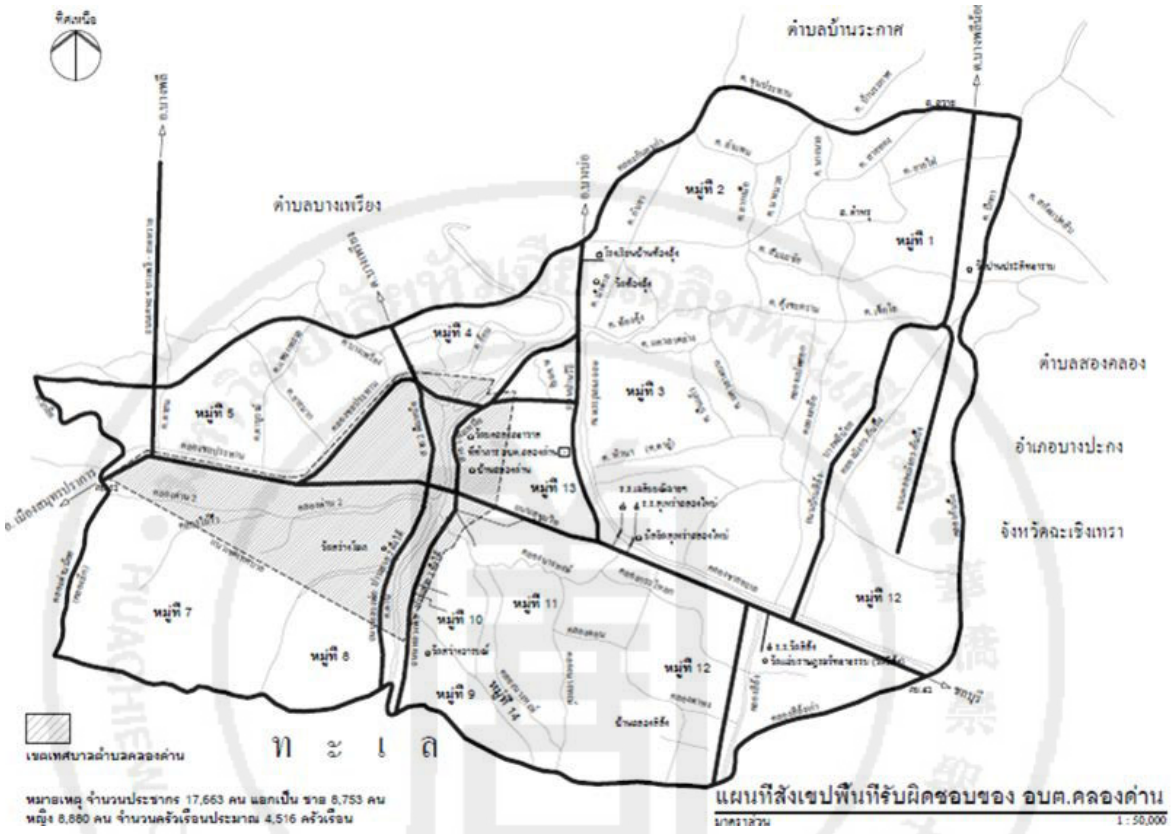
1. สารละลายมาตรฐาน $Hg(NO_3)_2$ (AAS grade, Merck) เข้มข้น 1,000 ppm
2. สารละลายมาตรฐาน $Cd(NO_3)_2$ (AAS grade, Merck) เข้มข้น 1,000 ppm
3. สารละลายมาตรฐาน $Pb(NO_3)_2$ (AAS grade, Merck) เข้มข้น 1,000 ppm
4. โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต (Potassium Permanganate; $KMnO_4$)
5. ไฮดรอกซิลามีนไฮโดรคลอไรด์ (Hydroxylammonium hydrochloride; $NH_2OH.HCl$)
6. โซเดียมโบโรไฮไดรด์ (Sodium borohydride; $NaBH_4$)
7. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide; NaOH)
8. กรดไฮโดรคลอริก (Hydrochloric acid; HCl)
9. กรดซัลฟุริก (Sulfuric acid; H_2SO_4)
10. กรดไนตริก (Nitric acid; HNO_3)
11. น้ำปราศจากไอออน (Deionized water; DI)

3.2 วิธีดำเนินการวิจัย

3.2.1 การเก็บตัวอย่าง

ทำการสุ่มเลือกแบบไม่เจาะจงสำหรับบ่อเลี้ยงปลาสลิดของเกษตรกรผู้เลี้ยงปลาสลิดแบบผสมผสาน และแบบภูมิปัญญาจากรายชื่อเกษตรกรที่ขึ้นทะเบียนผู้เลี้ยงปลาสลิดของประมงอำเภอบางบ่อ ในพื้นที่ที่เลี้ยงบ่อปลาสลิดที่ดำเนินการเลี้ยงอยู่จากบ่อในหมู่ที่ 1 หมู่ที่ 3 หมู่ที่ 11 และหมู่ที่ 12 ดังแสดงรูปที่ 3.1 แผนที่ในเขตตำบลคลองด่าน อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ (11) จำนวน 30 บ่อ โดยดำเนินการเก็บตัวอย่างจากบ่อเลี้ยงปลาสลิดที่เลี้ยงแบบวิธีผสมผสานจำนวน 30 บ่อ และดำเนินการเก็บตัวอย่างจากบ่อเลี้ยงปลาสลิดที่เลี้ยงแบบวิธีภูมิปัญญาจำนวน 4 บ่อ (ปัจจุบันมีเกษตรกรเลี้ยงปลาสลิดแบบภูมิปัญญาจำนวน 4 ราย) โดยเก็บตัวอย่างทั้ง

ตัวอย่างน้ำ ปลาและดินตะกอน จากบ่อที่มีการเลี้ยงทั้งสองแบบมาวิเคราะห์ปริมาณตะกั่ว แคดเมียม และปรอทเปรียบเทียบกัน



รูปที่ 3.1 แผนที่ในตำบลคลองด่าน อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ

ที่มา: http://klongdanlocal.go.th/public/person/data/box/structure_id/5/menu/87

3.2.1.1 การเก็บตัวอย่างน้ำ

การเก็บตัวอย่างน้ำในบ่อเลี้ยงปลาสลิดซึ่งถือว่าน้ำมีคุณภาพค่อนข้างคงที่ มีการเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก จะใช้วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำแบบจ้วงตัก (Grab Sample) (12) โดยแบ่งสถานีการเก็บน้ำในบ่อเป็น 3 สถานี คือ สถานีแรกเป็นสถานี ณ จุดกึ่งกลางของบ่อ สถานีที่สองเป็นสถานี ณ จุดกึ่งกลางของริมตลิ่งด้านซ้ายกับจุดกึ่งกลางของบ่อ และสถานีที่สามเป็นสถานี ณ จุดกึ่งกลางของริมตลิ่งด้านขวากับจุดกึ่งกลางของบ่อ โดยเก็บตัวอย่างน้ำสถานีละ 300 มิลลิลิตร จากนั้นนำตัวอย่างน้ำที่เก็บจากทั้งสามสถานีมาผสมรวมกันและสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำที่เป็นตัวแทนของน้ำจากทั้งสามสถานีซึ่งถือว่าเป็นตัวอย่างน้ำจากบ่อเลี้ยงปลาสลิดแต่ละบ่อจำนวน 300 มิลลิลิตร

และเก็บรักษาตัวอย่างน้ำด้วยการเติมกรดไนตริกเข้มข้น 6 โมลต่อลิตรจำนวน 0.2 มิลลิลิตร (เพื่อให้น้ำมี pH ต่ำกว่า 2) และเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 4 ^{O}C

3.2.1.2 การเก็บตัวอย่างปลา

ใช้วิธีการเก็บตัวอย่างตอนที่เกษตรกรดำเนินการจับปลาสลิดโดยใช้ระหัดวิดปลา (เครื่องมือสำหรับวิดปลามีสายพานลำเลียงปลาขึ้นจากบ่อ) ซึ่งจะเก็บตัวอย่างจากช่วงระยะเวลาของการวิดปลาจำนวน 3 ช่วงระยะเวลา โดยช่วงระยะเวลาเริ่มต้นของการวิดเก็บตัวอย่างปลาจำนวน 15 ตัว ช่วงระยะกลางของการวิดเก็บตัวอย่างปลาจำนวน 15 ตัว และช่วงระยะสุดท้ายของการวิดเก็บตัวอย่างปลาจำนวน 15 ตัว (เก็บตัวอย่างปลาจำนวน 45 ตัวต่อบ่อ) แล้วนำตัวอย่างปลาใส่ในถุงพลาสติกแล้วนำไปแช่แข็งเก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิ -20 ^{O}C

3.2.1.3 การเก็บตัวอย่างดิน

เก็บตัวอย่างดินจากบ่อเลี้ยงปลาสลิดที่เลี้ยงด้วยวิธีแบบผสมผสานทั้ง 30 บ่อ และบ่อเลี้ยงปลาสลิดที่เลี้ยงด้วยวิธีแบบภูมิปัญญาจำนวน 4 บ่อ ใช้วิธีการเก็บตัวอย่างดินด้วยเกรียง (13) โดยกำหนดจุดเก็บตัวอย่างในบ่อเลี้ยงปลาแต่ละบ่อจำนวน 5 จุด ประกอบด้วย จุดแรกคือจุดกึ่งกลางของบ่อ จุดที่สองเป็นบริเวณ ณ จุดกึ่งกลางของริมตลิ่งด้านซ้ายกับจุดกึ่งกลางของบ่อ และจุดที่สามเป็นจุด ณ จุดกึ่งกลางของริมตลิ่งด้านขวากับจุดกึ่งกลางของบ่อ จุดที่สี่เป็นจุดริมตลิ่งด้านซ้าย และจุดที่ห้าเป็นจุดริมตลิ่งด้านขวาของบ่อ โดยเก็บตัวอย่างดินจุดละประมาณ 1,000 กรัม จากนั้นนำตัวอย่างดินที่เก็บจากแต่ละจุดมาคลุกผสมรวมกันและทำการสุ่มเก็บตัวอย่างดินที่คลุกผสมรวมกันมาจำนวน 1,000 กรัม เป็นตัวอย่างตัวแทนของดินของแต่ละบ่อใส่ลงในภาชนะและนำไปเก็บรักษาเพื่อวิเคราะห์โลหะหนัก

3.2.2 การเตรียมตัวอย่างเพื่อการวิเคราะห์

3.2.2.1 การเตรียมตัวอย่างน้ำ

กรองตัวอย่างน้ำด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 จากนั้นนำตัวอย่างน้ำปริมาตร 10 มิลลิลิตร ย่อยด้วยกรดไนตริกเข้มข้น 7 มิลลิลิตร โดยใช้เครื่อง microwave digestion เป็นเวลา 20 นาทีหลังจากย่อยเสร็จเจือจางตัวอย่างด้วยน้ำปราศจากไอออน (deionized water; DI) จนมีปริมาตรเป็น 25 มิลลิลิตร (14)

3.2.2.2 การเตรียมตัวอย่างเนื้อปลา และเครื่องในปลา

ล้างตัวปลาแล่เอาเฉพาะเนื้อปลา และแยกส่วนเครื่องในปลา แล้วนำไปอบจนแห้งบดให้ละเอียดจากนั้นนำตัวอย่างเนื้อปลาและเครื่องในปลา ชั่งน้ำหนัก 0.30 กรัม นำมาย่อยต่อด้วยกรดไนตริกเข้มข้นปริมาตร 7 มิลลิลิตร โดยใช้เครื่อง microwave digestion เป็นเวลา 30 นาที หลังจากย่อยเสร็จนำมากรองจากนั้นนำสารละลายที่กรองได้ มาเจือจางด้วยน้ำปราศจากไอออน (deionized water; DI) จนมีปริมาตรเป็น 25 มิลลิลิตร (15)

3.2.2.3 การเตรียมตัวอย่างดิน

บดดินแล้วร่อนด้วยตะแกรงขนาด 60 mesh เพื่อกำจัดอนุภาคที่มีขนาดใหญ่ จากนั้นนำตัวอย่างดิน 0.5 กรัม ย่อยด้วยกรดไนตริกเข้มข้น 3 มิลลิลิตร และกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 9 มิลลิลิตร โดยใช้เครื่อง microwave digestion เป็นเวลา 30 นาที หลังจากย่อยเสร็จทำการกรองด้วยกระดาษกรองแล้วนำไปเจือจางตัวอย่างด้วยน้ำกลั่น จนมีปริมาตรเป็น 25 มิลลิลิตร (15)

3.2.3 วิธีการวิเคราะห์ตัวอย่าง

ใช้เทคนิค Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrometry (GF-AAS) สำหรับการตรวจวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วและแคดเมียม

ใช้เทคนิค Cold Vapor Atomic Absorption Spectrometry (Cold Vapor AAS) สำหรับการตรวจวิเคราะห์ปริมาณปรอท ก่อนทำการวิเคราะห์เติมสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต เข้มข้น 50 กรัม/ลิตร ปริมาตร 3.75 มิลลิลิตรลงในสารตัวอย่างที่ย่อยแล้ว จากนั้นเติมสารไฮดรอกซิลามีนไฮโดรคลอไรด์เข้มข้น 100 กรัม/ลิตร ปริมาตร 1.25 มิลลิลิตร ใช้สารละลายโซเดียมโบโรไฮไดรด์เข้มข้น 0.2% (w/v) ในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 0.05% (w/v) เป็นตัวรีดิวซ์ และโดยใช้ สารละลายไฮโดรคลอริกเข้มข้น 3% (v/v) เป็นตัวพาสารตัวอย่างเข้าสู่ระบบ (15)

3.2.4 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ Kruskal-Wallis test และ Mann-Whitney U test และสถิติเชิงพรรณา ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ความถี่ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ โดยทำการทดลอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

บทที่ 4
ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

ผลการวิเคราะห์โลหะหนักคือ ตะกั่ว แคดเมียม และปรอท จากตัวอย่างน้ำ เนื้อปลาสลิด เครื่องในปลาสลิด และดินตะกอนในบ่อเลี้ยงปลาสลิด ที่มีการเลี้ยงปลาสลิดทั้ง 2 แบบ คือแบบผสมผสาน ที่มีการเลี้ยงแบบสมัยโบราณที่สืบทอดกันมาโดยไม่มีการเตรียมพื้นที่ให้เหมาะสม ไม่คำนึงถึงพันธุ์ปลา มีการฟันหญ้าและให้อาหารเสริมบางช่วง ตามสภาพผู้เลี้ยงปลา มีจำนวน 30 ตัวอย่าง คือตัวอย่างเลขที่ 001-030 และแบบภูมิปัญญาที่มีการเลี้ยงแบบมีการเตรียมพื้นที่เลี้ยง เตรียมพันธุ์ปลา และมีการใช้น้ำหมักทางชีวภาพในกระบวนการเลี้ยงแต่ละช่วง เช่น ช่วงปลาฟักไข่ จะใช้น้ำหมักทางชีวภาพปรับสภาพน้ำ และช่วงปลาเจริญเติบโตจะฟันหญ้าแล้วใช้น้ำหมักทางชีวภาพราดลงไป เพื่อย่อยสลายหญ้าให้เป็นอาหารของปลา มีจำนวน 4 ตัวอย่าง ในตัวอย่างเลขที่ 031-034 โดยทำการวิเคราะห์ซ้ำตัวอย่างละ 3 ครั้ง

ตารางที่ 4.1 ปริมาณตะกั่ว แคดเมียม และปรอทในน้ำบ่อเลี้ยงปลาสลิดแบบผสมผสาน

เลขที่ตัวอย่าง	ปริมาณโลหะหนักในน้ำบ่อเลี้ยงปลาสลิด (x 10^{-3} ppm)		
	ตะกั่ว (Pb)	แคดเมียม (Cd)	ปรอท (Hg)
001	1.11 ± 0.30	ND	ND
002	1.07 ± 0.48	ND	ND
003	1.30 ± 0.12	ND	ND
004	0.53 ± 0.42	ND	ND
005	1.43 ± 0.05	ND	ND
006	1.13 ± 0.11	ND	ND
007	0.70 ± 0.17	ND	ND
008	1.01 ± 0.56	ND	ND
009	0.20 ± 0.05	ND	ND
010	5.39 ± 2.38	2.82±0.44	ND
011	1.53 ± 0.13	ND	ND
012	2.14 ± 0.85	ND	ND
013	0.41 ± 0.04	0.48±0.36	ND

ตารางที่ 4.1 ปริมาณตะกั่ว แคดเมียม และปรอทในน้ำบ่อเลี้ยงปลาสลิดแบบผสมผสาน (ต่อ)

เลขที่ตัวอย่าง	ปริมาณโลหะหนักในน้ำบ่อเลี้ยงปลาสลิด (x 10^{-3} ppm)		
	ตะกั่ว (Pb)	แคดเมียม (Cd)	ปรอท (Hg)
014	0.49 ± 0.11	ND	ND
015	0.19 ± 0.13	ND	ND
016	6.29 ± 1.13	ND	ND
017	1.12 ± 0.06	ND	ND
018	0.10 ± 0.06	ND	ND
019	0.60 ± 0.28	ND	ND
020	0.81 ± 0.49	ND	ND
021	0.56 ± 0.24	ND	ND
022	0.25 ± 0.25	ND	ND
023	0.71 ± 0.19	ND	ND
024	0.54 ± 0.08	ND	ND
025	0.45 ± 0.04	ND	ND
026	0.24 ± 0.09	ND	ND
027	0.51 ± 0.24	0.46 ± 0.27	ND
028	0.52 ± 0.18	ND	ND
029	0.12 ± 0.03	ND	ND
030	0.29 ± 0.08	ND	ND

หมายเหตุ; ปริมาณโลหะหนัก Mean ± SD ทำการทดลองซ้ำตัวอย่างละ 3 ครั้ง

ND (Not Detected) คือไม่สามารถตรวจวัดค่าได้

ค่าที่ไม่สามารถตรวจวัดได้ของตะกั่ว (ND) คือน้อยกว่า 0.0001 ppm

ค่าที่ไม่สามารถตรวจวัดได้ของแคดเมียม (ND) คือน้อยกว่า 0.0001 ppm

ค่าที่ไม่สามารถตรวจวัดได้ของปรอท (ND) คือน้อยกว่า 0.001 ppm

(ปรอทวัดโดยเครื่อง Hydride Generation Atomic Absorption Spectroscopy)

ตารางที่ 4.2 ปริมาณตะกั่ว แคดเมียม และปรอทในน้ำบ่อเลี้ยงปลาสลิดแบบภูมิปัญญา

เลขที่ตัวอย่าง	ปริมาณโลหะหนักในน้ำบ่อเลี้ยงปลาสลิด (x 10^{-3} ppm)		
	ตะกั่ว (Pb)	แคดเมียม (Cd)	ปรอท (Hg)
031	0.07 ± 0.07	ND	ND
032	3.62 ± 0.94	8.48 ± 0.81	ND
033	0.15 ± 0.03	ND	ND
034	0.33 ± 0.17	ND	ND

หมายเหตุ; ปริมาณโลหะหนัก Mean ± SD ทำการทดลองซ้ำตัวอย่างละ 3 ครั้ง
ND (Not Detected) คือไม่สามารถตรวจวัดค่าได้
ค่าที่ไม่สามารถตรวจวัดได้ของตะกั่ว (ND) คือน้อยกว่า 0.0001 ppm
ค่าที่ไม่สามารถตรวจวัดได้ของแคดเมียม (ND) คือน้อยกว่า 0.0001 ppm
ค่าที่ไม่สามารถตรวจวัดได้ของปรอท (ND) คือน้อยกว่า 0.001 ppm
(ปรอทวัดโดยเครื่อง Hydride Generation Atomic Absorption Spectroscopy)

ตารางที่ 4.3 ปริมาณตะกั่ว แคดเมียม และปรอทในเนื้อปลาสลิด ในบ่อเลี้ยงปลาสลิดแบบผสมผสาน

เลขที่ตัวอย่าง	ปริมาณโลหะหนักในเนื้อปลาสลิด (x 10^{-3} ppm)		
	ตะกั่ว (Pb)	แคดเมียม (Cd)	ปรอท (Hg)
001	ND	ND	ND
002	ND	ND	ND
003	ND	ND	ND
004	5.44 ± 4.05	ND	ND
005	ND	ND	ND
006	ND	ND	ND
007	ND	ND	ND
008	ND	ND	ND
009	0.55 ± 0.22	ND	ND
010	ND	ND	ND
011	ND	ND	ND

ตารางที่ 4.3 ปริมาณตะกั่ว แคดเมียม และปรอทในเนื้อปลาสลิด ในบ่อเลี้ยงปลาสลิดแบบผสมผสาน (ต่อ)

เลขที่ตัวอย่าง	ปริมาณโลหะหนักในเนื้อปลาสลิด (x 10^{-3} ppm)		
	ตะกั่ว (Pb)	แคดเมียม (Cd)	ปรอท (Hg)
012	ND	ND	ND
013	ND	ND	ND
014	ND	ND	ND
015	28.58 ± 4.11	ND	ND
016	83.84 ± 5.74	ND	ND
017	ND	ND	ND
018	1.02 ± 1.18	ND	ND
019	ND	ND	ND
020	ND	ND	ND
021	ND	ND	ND
022	75.73 ± 0.00	ND	ND
023	9.31 ± 0.72	ND	ND
024	16.91 ± 8.61	ND	ND
025	ND	ND	ND
026	ND	ND	ND
027	ND	ND	ND
028	ND	ND	ND
029	ND	ND	ND
030	4.39 ± 2.76	ND	ND

หมายเหตุ; ปริมาณโลหะหนัก Mean ± SD ทำการทดลองซ้ำตัวอย่างละ 3 ครั้ง

ND (Not Detected) คือไม่สามารถตรวจวัดค่าได้

ค่าที่ไม่สามารถตรวจวัดได้ของตะกั่ว (ND) คือน้อยกว่า 0.0001 ppm

ค่าที่ไม่สามารถตรวจวัดได้ของแคดเมียม (ND) คือน้อยกว่า 0.0001 ppm

ค่าที่ไม่สามารถตรวจวัดได้ของปรอท (ND) คือน้อยกว่า 0.001 ppm

(ปรอทวัดโดยเครื่อง Hydride Generation Atomic Absorption Spectroscopy)

ตารางที่ 4.4 ปริมาณตะกั่ว แคดเมียม และปรอทในเนื้อปลาสลิดในบ่อเลี้ยงปลาสลิดแบบภูมิปัญญา

เลขที่ตัวอย่าง	ปริมาณโลหะหนักในเนื้อปลาสลิด (x 10^{-3} ppm)		
	ตะกั่ว (Pb)	แคดเมียม (Cd)	ปรอท (Hg)
031	ND	ND	ND
032	3.53 ± 2.19	ND	ND
033	ND	ND	ND
034	ND	ND	ND

หมายเหตุ; ปริมาณโลหะหนัก Mean ± SD ทำการทดลองซ้ำตัวอย่างละ 3 ครั้ง
ND (Not Detected) คือไม่สามารถตรวจวัดค่าได้
ค่าที่ไม่สามารถตรวจวัดได้ของตะกั่ว (ND) คือน้อยกว่า 0.0001 ppm
ค่าที่ไม่สามารถตรวจวัดได้ของแคดเมียม (ND) คือน้อยกว่า 0.0001 ppm
ค่าที่ไม่สามารถตรวจวัดได้ของปรอท (ND) คือน้อยกว่า 0.001 ppm
(ปรอทวัดโดยเครื่อง Hydride Generation Atomic Absorption Spectroscopy)

ตารางที่ 4.5 ปริมาณตะกั่ว แคดเมียม และปรอทในเครื่องในปลาสลิด ในบ่อเลี้ยงปลาสลิดแบบผสมผสาน

เลขที่ตัวอย่าง	ปริมาณโลหะหนักในเครื่องในปลาสลิด (x 10^{-3} ppm)		
	ปริมาณตะกั่ว (Pb)	ปริมาณแคดเมียม (Cd)	ปริมาณปรอท (Hg)
001	122.38 ± 16.49	6.17 ± 0.00	ND
002	84.18 ± 14.04	ND	ND
003	93.75 ± 54.14	ND	ND
004	25.98 ± 9.68	ND	ND
005	62.27 ± 11.68	4.81 ± 1.35	ND
006	59.00 ± 29.92	ND	ND
007	81.81 ± 15.06	3.26 ± 1.51	ND
008	67.79 ± 7.10	ND	ND
009	14.38 ± 2.62	ND	ND
010	79.29 ± 2.91	5.39 ± 0.00	ND

ตารางที่ 4.5 ปริมาณตะกั่ว แคดเมียม และปรอทในเครื่องในปลาสลิด ในบ่อเลี้ยงปลาสลิดแบบผสมผสาน (ต่อ)

เลขที่ตัวอย่าง	ปริมาณโลหะหนักในเครื่องในปลาสลิด (x 10^{-3} ppm)		
	ปริมาณตะกั่ว (Pb)	ปริมาณแคดเมียม (Cd)	ปริมาณปรอท (Hg)
011	120.35 ± 4.30	3.46 ± 0.00	ND
012	93.98 ± 17.93	6.75 ± 1.23	ND
013	76.74 ± 8.61	12.36 ± 0.00	ND
014	55.43 ± 0.46	ND	ND
015	96.52 ± 9.32	ND	ND
016	96.52 ± 14.44	ND	ND
017	91.21 ± 3.94	ND	ND
018	29.31 ± 14.75	ND	ND
019	49.36 ± 14.34	ND	ND
020	53.93 ± 32.99	ND	ND
021	69.65 ± 25.10	ND	ND
022	89.39 ± 7.97	ND	ND
023	83.00 ± 14.96	2.32 ± 0.00	ND
024	151.11 ± 20.92	ND	ND
025	76.58 ± 30.16	ND	ND
026	60.69 ± 9.85	ND	ND
027	82.49 ± 23.08	ND	ND
028	55.62 ± 18.02	ND	ND
029	65.84 ± 7.53	ND	ND
030	31.53 ± 5.01	ND	ND

หมายเหตุ; ปริมาณโลหะหนัก Mean ± SD ทำการทดลองซ้ำตัวอย่างละ 3 ครั้ง

ND (Not Detected) คือไม่สามารถตรวจวัดค่าได้

ค่าที่ไม่สามารถตรวจวัดได้ของตะกั่ว (ND) คือน้อยกว่า 0.0001 ppm

ค่าที่ไม่สามารถตรวจวัดได้ของแคดเมียม (ND) คือน้อยกว่า 0.0001 ppm

ค่าที่ไม่สามารถตรวจวัดได้ของปรอท (ND) คือน้อยกว่า 0.001 ppm (ปรอทวัดโดยเครื่อง Hydride Generation Atomic Absorption Spectroscopy)

ตารางที่ 4.6 ปริมาณตะกั่ว แคดเมียม และปรอทในเครื่องในปลาสลิด ในบ่อเลี้ยงปลาสลิดแบบภูมิปัญญา

เลขที่ตัวอย่าง	ปริมาณโลหะหนักในเครื่องในปลาสลิด (x 10^{-3} ppm)		
	ตะกั่ว (Pb)	แคดเมียม (Cd)	ปรอท (Hg)
031	134.04 ± 45.89	ND	ND
032	22.28 ± 4.21	ND	ND
033	10.57 ± 0.39	ND	ND
034	104.29 ± 32.23	3.80 ± 2.53	ND

หมายเหตุ; ปริมาณโลหะหนัก Mean ± SD ทำการทดลองซ้ำตัวอย่างละ 3 ครั้ง
ND (Not Detected) คือไม่สามารถตรวจวัดค่าได้
ค่าที่ไม่สามารถตรวจวัดได้ของตะกั่ว (ND) คือน้อยกว่า 0.0001 ppm
ค่าที่ไม่สามารถตรวจวัดได้ของแคดเมียม (ND) คือน้อยกว่า 0.0001 ppm
ค่าที่ไม่สามารถตรวจวัดได้ของปรอท (ND) คือน้อยกว่า 0.001 ppm
(ปรอทวัดโดยเครื่อง Hydride Generation Atomic Absorption Spectroscopy)

ตารางที่ 4.7 ปริมาณตะกั่ว แคดเมียม และปรอทในดินตะกอนบ่อปลาสลิดในบ่อเลี้ยงปลาสลิดแบบผสมผสาน

เลขที่ตัวอย่าง	ปริมาณโลหะหนักในดินตะกอนบ่อปลาสลิด (x 10^{-3} ppm)		
	ตะกั่ว (Pb)	แคดเมียม (Cd)	ปรอท (Hg)
001	0.14 ± 0.01	ND	ND
002	5.60 ± 0.69	ND	ND
003	11.71 ± 8.30	ND	ND
004	2.11 ± 0.49	ND	ND
005	14.40 ± 3.03	ND	ND
006	0.17 ± 0.03	ND	ND

ตารางที่ 4.7 ปริมาณตะกั่ว แคดเมียม และปรอทในดินตะกอนบ่อปลาสลิด ในบ่อเลี้ยงปลาสลิดแบบผสมผสาน (ต่อ)

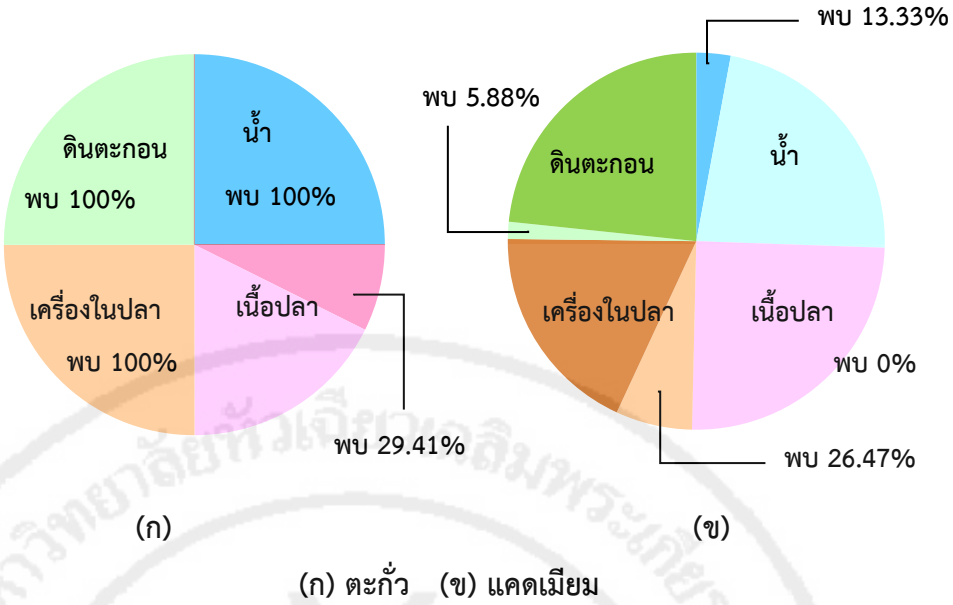
เลขที่ตัวอย่าง	ปริมาณโลหะหนักในดินตะกอนบ่อปลาสลิด (x 10^{-3} ppm)		
	ตะกั่ว (Pb)	แคดเมียม (Cd)	ปรอท (Hg)
007	11.68 ± 0.38	ND	ND
008	9.52 ± 6.67	ND	ND
009	17.33 ± 7.55	ND	ND
010	4.95 ± 0.61	ND	ND
011	0.10 ± 0.01	ND	ND
012	0.19 ± 0.01	ND	ND
013	3.08 ± 0.92	ND	ND
014	1.63 ± 0.36	1.81 ± 1.18	ND
015	2.73 ± 0.70	ND	ND
016	0.18 ± 0.01	ND	ND
017	0.14 ± 0.02	ND	ND
018	1.61 ± 0.36	1.46 ± 0.69	ND
019	4.24 ± 0.24	ND	ND
020	2.42 ± 0.49	ND	ND
021	5.17 ± 5.90	ND	ND
022	0.10 ± 0.01	ND	ND
023	2.86 ± 0.83	ND	ND
024	0.16 ± 0.00	ND	ND
025	0.14 ± 0.02	ND	ND
026	0.10 ± 0.00	ND	ND
027	0.16 ± 0.01	ND	ND
028	0.13 ± 0.01	ND	ND
029	0.17 ± 0.01	ND	ND
030	6.03 ± 2.96	ND	ND

หมายเหตุ; ปริมาณโลหะหนัก Mean ± SD ทำการทดลองซ้ำตัวอย่างละ 3 ครั้ง
ND (Not Detected) คือไม่สามารถตรวจวัดค่าได้
ค่าที่ไม่สามารถตรวจวัดได้ของตะกั่ว (ND) คือน้อยกว่า 0.0001 ppm
ค่าที่ไม่สามารถตรวจวัดได้ของแคดเมียม (ND) คือน้อยกว่า 0.0001 ppm
ค่าที่ไม่สามารถตรวจวัดได้ของปรอท (ND) คือน้อยกว่า 0.001 ppm
(ปรอทวัดโดยเครื่อง Hydride Generation Atomic Absorption Spectroscopy)

ตารางที่ 4.8 ปริมาณตะกั่ว แคดเมียม และปรอทในดินตะกอนบ่อปลาสลิด ในบ่อเลี้ยงปลาสลิดแบบภูมิปัญญา

เลขที่ตัวอย่าง	ปริมาณโลหะหนักในดินตะกอนบ่อปลาสลิด (x 10^{-3} ppm)		
	ตะกั่ว (Pb)	แคดเมียม (Cd)	ปรอท (Hg)
031	5.33 ± 0.12	ND	ND
032	7.12 ± 0.58	ND	ND
033	2.42 ± 0.57	ND	ND
034	5.90 ± 0.26	ND	ND

หมายเหตุ; ปริมาณโลหะหนัก Mean ± SD ทำการทดลองซ้ำตัวอย่างละ 3 ครั้ง
ND (Not Detected) คือไม่สามารถตรวจวัดค่าได้
ค่าที่ไม่สามารถตรวจวัดได้ของตะกั่ว (ND) คือน้อยกว่า 0.0001 ppm
ค่าที่ไม่สามารถตรวจวัดได้ของแคดเมียม (ND) คือน้อยกว่า 0.0001 ppm
ค่าที่ไม่สามารถตรวจวัดได้ของปรอท (ND) คือน้อยกว่า 0.001 ppm
(ปรอทวัดโดยเครื่อง Hydride Generation Atomic Absorption Spectroscopy)



(ก) ตะกั่ว (ข) แคดเมียม

รูปที่ 4.1 แผนภาพแสดงปริมาณตะกั่ว (ก) และแคดเมียม (ข) ในน้ำ เนื้อปลา เครื่องในปลา และดินตะกอน

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนัก 3 ชนิดคือ ตะกั่ว แคดเมียม และปรอท ดังรูปที่ 4.1 พบการปนเปื้อนของตะกั่วในน้ำ เครื่องในปลา และดินตะกอน ทุกบ่อ โดยพบปริมาณการปนเปื้อนสูงสุดในน้ำ 0.0054 ppm ในเครื่องใน 0.1511 ppm และในดินตะกอน 0.0173 ppm ส่วนในเนื้อปลาตรวจพบตะกั่วจำนวน 10 บ่อ จาก 34 บ่อ คิดเป็น 29.41% โดยพบปริมาณการปนเปื้อนสูงสุด 0.0838 ppm พบการปนเปื้อนของแคดเมียมในน้ำ เครื่องในปลา และดินตะกอน โดยในน้ำพบแคดเมียมจำนวน 4 บ่อ จาก 34 บ่อ คิดเป็น 13.31% ซึ่งปริมาณการปนเปื้อนสูงสุด 0.0085 ppm ในเครื่องในปลาพบแคดเมียมจำนวน 9 บ่อ จาก 34 บ่อ คิดเป็น 26.47% โดยพบปริมาณการปนเปื้อนสูงสุด 0.0124 ppm และในดินตะกอนพบแคดเมียมจำนวน 2 บ่อ จาก 34 บ่อ คิดเป็น 5.88% โดยพบปริมาณการปนเปื้อนสูงสุด 0.0018 ppm ส่วนในเนื้อปลาไม่พบการปนเปื้อนของแคดเมียม สำหรับปรอทไม่พบการปนเปื้อนในตัวอย่างน้ำ เนื้อปลา เครื่องในปลา และดินตะกอน ทุกตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์

จากข้อมูลที่วิเคราะห์พบว่าปริมาณปนเปื้อนของตะกั่วในน้ำ เนื้อปลา เครื่องในปลา และดินตะกอน มีปริมาณมากที่สุด รองลงมาคือแคดเมียม และไม่พบการปนเปื้อนของปรอท อาจเนื่องมาจากบริเวณโดยรอบแหล่งเลี้ยงปลาสลิดมีโรงงานหลายแห่งที่ใช้ตะกั่ว แคดเมียม เป็นองค์ประกอบในการผลิต ซึ่งโรงงานอาจมีการปล่อยน้ำทิ้งหรือวัสดุเหลือใช้ลงสู่สิ่งแวดล้อม นอกจากนี้

พื้นที่บ่อเลี้ยงปลาสลิดที่ตำบลคลองด่านเป็นพื้นที่ปลายน้ำที่รองรับน้ำจากทุกที่ก่อนปล่อยลงสู่ทะเล จึงอาจมีการสะสมของโลหะหนักที่มาจากต้นน้ำได้ จากประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม พ.ศ. 2548 เรื่อง การกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว ได้กำหนดค่าเข้มข้นทั้งหมดของสิ่งเจือปน หรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว กำหนดไว้ดังต่อไปนี้ ตะกั่วไม่เกิน 1,000 ppm แคดเมียมไม่เกิน 100 ppm และปรอทไม่เกิน 20 ppm ซึ่งจากค่าที่ทางกระทรวงอุตสาหกรรมได้กำหนดไว้นั้น ปริมาณของตะกั่วที่ปล่อยลงสู่สิ่งแวดล้อมได้มีปริมาณที่สูง จึงทำให้พบตะกั่วในน้ำ และดินตะกอน และเมื่อตะกั่วปนเปื้อนในแหล่งน้ำในปริมาณที่สูง จึงมีโอกาสเข้าสู่ปลา และสะสมในเครื่องในปลาได้ ดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 มาตรฐานการปนเปื้อนของโลหะหนักในน้ำ ตะกอนดินและเนื้อปลา

มาตรฐาน	Pb	Cd	Hg	แหล่งอ้างอิง
ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 เรื่องกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 111 ตอนที่ 16 ง ลงวันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2537 (ภาคผนวก ฐ)	0.05 ppm	0.005 ppm	0.002 ppm	มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน (16)
มาตรฐานโลหะหนักในดิน (จากเอกสารวิชาการโลหะหนักในแม่น้ำบางปะกง ของสำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์) (17)	ไม่เกิน 420 ppm	ไม่เกิน 85 ppm	ไม่เกิน 840 ppm	USDA NRCS; 2000
มาตรฐานโลหะหนักในเนื้อปลา (จากเอกสารวิชาการโลหะหนักในแม่น้ำบางปะกง ของสำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์) (17)	ไม่เกิน 0.12 ppm	ไม่เกิน 0.189 ppm	ไม่เกิน 0.222 ppm	IAEA; 2003 (18)

จากตารางที่ 4.9 พบว่าอย่างไรก็ตามปริมาณการปนเปื้อนของตะกั่ว และแคดเมียม ที่พบในน้ำ เนื้อปลา และดินตะกอนมีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ แต่ในเครื่องในปลามีปริมาณของตะกั่วเกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ทั้งบ่อแบบผสมผสานและบ่อแบบภูมิปัญญา เนื่องจากปลาสลิดเป็นปลากินพืชและแพลงตอนเป็นอาหารในแพลงตอนทั้งพืชและสัตว์เป็นแหล่งหนึ่งที่มีการสะสมโลหะหนัก (18) เมื่อปลากินพืชหรือแพลงตอนเหล่านี้เข้าไปทำให้เกิดการสะสมของโลหะหนัก และสารพิษไว้ในเครื่องในของปลา เช่น กระเพาะอาหาร ลำไส้หรือตับของปลาจากผลการวิเคราะห์พบว่าการปนเปื้อนของโลหะหนักในเครื่องในปลามีมากกว่าในเนื้อปลา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Edward และคณะ ที่เคยมีรายงานไว้ (19) มีการนำเครื่องในปลาสลิดไปใช้ประโยชน์ด้านอื่นๆ เช่น การนำไปเป็นอาหารปลาชนิดอื่นๆ บดผสมในอาหารเลี้ยงเป็ด เป็นต้น อย่างไรก็ตามจากการสำรวจชุมชนพบว่ายังไม่มีการนำเครื่องในปลาสลิดมาบริโภคโดยตรง จึงไม่ส่งผลกระทบต่อผู้บริโภค

ตาราง 4.10 เปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักใน น้ำ เนื้อปลา เครื่องในปลา และดินตะกอน

การเปรียบเทียบ	สถิติที่ใช้	P-value	แปลผล
ปริมาณ Pb	Kruskal-Wallis test	<0.001	แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P-value < 0.001
ปริมาณ Cd	Kruskal-Wallis test	0.008	แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P-value = 0.008
ปริมาณ Hg	Kruskal-Wallis test	1.000	ไม่แตกต่าง

เมื่อนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้ Kruskal-Wallis test แสดงดังตารางที่ 4.10 เพื่อเปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักทั้ง 3 ชนิด จากแหล่งต่างๆ คือน้ำ เนื้อปลา เครื่องในปลา และดินตะกอน พบว่าปริมาณตะกั่วและแคดเมียมจากแหล่งต่างๆ ที่นำมาวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักมีความแตกต่างกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P-value < 0.001 และ P-value = 0.008 ตามลำดับ แต่ปริมาณปรอทไม่แตกต่างกัน โดยมีการปนเปื้อนของตะกั่วและแคดเมียมในตะกอนดินมากที่สุด ซึ่งอาจเกิดจากการชะล้างโลหะหนักมาจากแหล่งต่างๆ ลงสู่แหล่งน้ำและเกิดการสะสมในดินตะกอน ส่วนปริมาณโลหะหนักที่พบในเครื่องในปลามากกว่าเนื้อปลา

ตาราง 4.11 เปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักระหว่างการเลี้ยงปลาสลิดแบบผสมผสานกับแบบภูมิปัญญา

การเปรียบเทียบ	สถิติที่ใช้	P-value	แปลผล
Pb ในน้ำ	Mann-Whitney U test	0.219	ไม่แตกต่าง
Pb ในเนื้อปลา	Mann-Whitney U test	0.715	ไม่แตกต่าง
Pb ในเครื่องในปลา	Mann-Whitney U test	0.873	ไม่แตกต่าง
Pb ในดินตะกอน	Mann-Whitney U test	0.121	ไม่แตกต่าง
Cd ในน้ำ	Mann-Whitney U test	0.316	ไม่แตกต่าง
Cd ในเนื้อปลา	Mann-Whitney U test	1.000	ไม่แตกต่าง
Cd ในเครื่องในปลา	Mann-Whitney U test	0.250	ไม่แตกต่าง
Cd ในดินตะกอน	Mann-Whitney U test	0.600	ไม่แตกต่าง
Hg ในน้ำ	Mann-Whitney U test	1.000	ไม่แตกต่าง
Hg ในเนื้อปลา	Mann-Whitney U test	1.000	ไม่แตกต่าง
Hg ในเครื่องในปลา	Mann-Whitney U test	1.000	ไม่แตกต่าง

เมื่อนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้ Mann-Whitney U test แสดงดังตารางที่ 4.11 เพื่อเปรียบเทียบปริมาณโลหะหนัก 3 ชนิด จากวิธีการเลี้ยงที่แตกต่างกัน พบว่าปริมาณตะกั่ว แคดเมียม และปรอท ในน้ำ เนื้อปลา และเครื่องในปลาที่เลี้ยงแบบผสมผสานกับแบบภูมิปัญญาไม่แตกต่างกัน เนื่องจากน้ำที่ใช้เลี้ยงปลาสลิดมาจากแหล่งน้ำเดียวกัน ดังนั้นวิธีการเลี้ยงปลาไม่มีผลต่อปริมาณของโลหะหนัก

บทที่ 5
สรุปผล และข้อเสนอแนะ

ปลาสลิด จากตำบลคลองด่าน อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ มีชื่อเสียงมากในรสชาติความอร่อย ปลาสลิดในพื้นที่นี้มีการเลี้ยงแตกต่างกันแบ่งได้เป็น 2 แบบ คือการเลี้ยงปลาสลิดแบบภูมิปัญญาและแบบผสมผสาน โดยมีลักษณะการเลี้ยงและการให้อาหารที่แตกต่างกัน เนื่องจากตำบลคลองด่าน อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ เป็นพื้นที่เขตอุตสาหกรรม บริเวณใกล้เคียงแหล่งเลี้ยงปลาจึงรายล้อมด้วยโรงงานอุตสาหกรรมหลายแห่ง และมีคลองหลายสายผ่านในแหล่งชุมชนนี้ อาจมีการสะสมและการปนเปื้อนของโลหะหนักในแหล่งน้ำ ดินตะกอน และอาจตกค้างในปลาสลิดได้ หากพบว่าปลาสลิดเหล่านี้มีการสะสมของโลหะหนักเกินมาตรฐานก็จะเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค กระทบต่อรายได้ของชุมชนตลอดจนส่งผลเสียต่อการเลี้ยงปลาสลิดและระบบนิเวศต่าง ๆ ตามมา

ผู้วิจัยจึงได้วิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนัก 3 ชนิด คือ ตะกั่ว แคดเมียม และปรอท จากตัวอย่างน้ำ ปลาสลิด และดินตะกอน ในตำบลคลองด่าน อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ และเปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักจากวิธีการเลี้ยงปลาสลิดที่แตกต่างกัน 2 แบบ คือ แบบภูมิปัญญาและแบบผสมผสาน โดยเก็บตัวอย่างน้ำ ตัวอย่างดินตะกอน และตัวอย่างปลาจากบ่อเลี้ยงปลาสลิด ที่มีวิธีการเลี้ยงแบบภูมิปัญญาและแบบผสมผสาน วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำจะทำการเก็บบ่อละ 3 จุด เพื่อสุ่มมาเป็นตัวแทนของตัวอย่างในแต่ละบ่อ ทำการวิเคราะห์ 3 ซ้ำในแต่ละตัวอย่าง การเก็บตัวอย่างดินบ่อละ 5 จุด เพื่อสุ่มมาเป็นตัวแทนของตัวอย่างในแต่ละบ่อ ทำการวิเคราะห์ 3 ซ้ำในแต่ละตัวอย่าง และการเก็บตัวอย่างปลาจากช่วงระยะเวลาของการวิดปลาจำนวน 3 ช่วงระยะเวลา จากนั้นนำตัวอย่างมาวิเคราะห์ปริมาณตะกั่ว และแคดเมียมด้วยเทคนิคอะตอมมิกแอบซอร์พชัน สเปกโทรสโกปี (Atomic Absorption Spectroscopy; AAS) และวิเคราะห์ปริมาณปรอทใช้เทคนิค Cold Vapor Atomic Absorption Spectrometry (Cold Vapor AAS) จากนั้นเปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักที่วิเคราะห์กับค่าเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งระยะเวลาในการสำรวจคือเดือนมกราคม - เดือนกรกฎาคม 2557

ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักชนิด ตะกั่ว แคดเมียม และปรอท จากตัวอย่างต่างๆ พบว่าการปนเปื้อนของตะกั่วในน้ำ เนื้อปลา เครื่องในปลา และดินตะกอนสูงที่สุด รองลงมาคือแคดเมียม ส่วนปรอทไม่พบการปนเปื้อนทุกตัวอย่าง อย่างไรก็ตามปริมาณการปนเปื้อนของตะกั่วและแคดเมียม ที่พบใน น้ำ เนื้อปลา และดินตะกอน มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้แต่ในเครื่องในปลามีปริมาณของตะกั่วเกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ทั้งบ่อแบบ

ผสมผสาน และบ่อแบบภูมิปัญญา และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักทั้ง 3 ชนิดจากวิธีการเลี้ยงปลาสลิดที่แตกต่างกัน 2 แบบ คือ แบบภูมิปัญญาและแบบผสมผสาน พบว่าปริมาณตะกั่ว แคดเมียม และปรอท ในน้ำ เนื้อปลา เครื่องในปลา และดินตะกอนที่เลี้ยงแบบผสมผสานกับแบบภูมิปัญญาไม่แตกต่างกัน อาจเป็นไปได้ว่าน้ำที่ใช้เลี้ยงปลาสลิดมาจากแหล่งน้ำเดียวกัน ดังนั้นวิธีการเลี้ยงปลาจึงไม่มีผลต่อปริมาณการปนเปื้อนของโลหะหนัก

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักในปลาสลิด ทำให้ทราบว่าปลาสลิดที่เลี้ยงในตำบลคลองด่าน อำเภอบ่างบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ ปลอดภัยต่อผู้บริโภค แต่ในการบริโภคนั้นควรหลีกเลี่ยงการบริโภคเครื่องในปลาเพราะเครื่องในปลาสลิดเป็นแหล่งหนึ่งในการสะสมของโลหะหนัก และจากผลการทดลองพบว่าในดินตะกอนมีปริมาณโลหะหนักสะสมมากกว่าในน้ำ ดังนั้นการลอกบ่อเลี้ยงปลาสลิดอาจสามารถลดปริมาณโลหะหนักที่สะสมได้

ข้อเสนอแนะ

1. งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาปริมาณโลหะหนักใน น้ำ ดินตะกอน และปลาสลิดสด สำหรับปลาสลิดแปรรูป กระบวนการแปรรูปต่างๆ อาจจะส่งผลให้มีการปนเปื้อนโลหะหนัก จึงควรมีการศึกษาปริมาณโลหะหนักในปลาสลิดแปรรูป
2. ในการเลี้ยงปลาสลิดในตำบลคลองด่านใช้น้ำจากแหล่งน้ำเดียวกัน จึงควรศึกษาปริมาณโลหะหนักในแหล่งน้ำแต่ละจุด และศึกษาการดูดซับโลหะหนักของพืชน้ำในบ่อเลี้ยงปลาสลิด
3. ควรศึกษาและเปรียบเทียบการปนเปื้อนของโลหะหนักจากการเลี้ยงปลาสลิดในพื้นที่อื่น เช่น ตำบลบางเพรียง ตำบลบางบ่อ เป็นต้น
4. ควรมีการศึกษากระบวนการเลี้ยงปลาสลิดแบบภูมิปัญญาและแบบผสมผสานที่มีผลต่อการปนเปื้อนของปริมาณโลหะหนัก

บรรณานุกรม

1. องค์การบริหารส่วนตำบลคลองด่าน. ข้อมูลสภาพทั่วไป [โฮมเพจบนอินเตอร์เน็ต]. 2555 [เข้าถึงเมื่อ 12 พฤศจิกายน 2557]. เข้าถึงจาก: http://klongdanlocal.go.th/public/location/data/index/menu/24

2. กรมประมง. การเพาะเลี้ยงปลาสลิด. กรุงเทพมหานคร: กรม กระทรวง; 2548.

3. พฤกษ์ อำไพ. ปลาสลิด. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: เอเชีย แปซิฟิค พริ้นติ้ง; 2542.

4. กชพร ขุนรัตน์. ภูมิปัญญาการเลี้ยงปลาสลิดเพื่อเสริมสร้างความเข้มแข็งของเศรษฐกิจชุมชน. [วิทยานิพนธ์]. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม; 2553.

5. พิมล เรียนวัฒนา, ชัยวัฒน์ เจนวานิชย์. เคมีสภาวะแวดล้อม. กรุงเทพมหานคร: โอเดียนสโตร์; 2539.

6. ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา. ภาวะมลพิษของดินจากการใช้สารเคมี. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2545.

7. เรืองวิชญ์ ยุ้นพันธ์, พงศ์เชฏฐ์ พิชิตกุล, ชุมพล ศรีทอง. (2544). การปนเปื้อนโลหะหนักในปลาสลิด จังหวัดสมุทรปราการ. ใน: เอกสารการประชุมทางสัมมนาวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ครั้งที่ 4 สาขาประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2544. หน้า 254-60.

8. ศุภณัฐ เฉลิมศุภนิมิต. การสะสมของโลหะหนักในน้ำ ดินตะกอน และพืชน้ำในบ่อเลี้ยงปลาสลิด อำเภออัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม. [วิทยานิพนธ์]. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยมหิดล; 2549.

9. เฉลิมพล สิริโชติวงศ์. การสะสมและการแพร่กระจายของโลหะหนักในน้ำ ดินตะกอน และปลาสลิดในบ่อเลี้ยงปลา อำเภออัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม. [วิทยานิพนธ์]. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยมหิดล; 2549.

10. ทินวัฒน์ แก้วสวี. การคาดการณ์ปริมาณตะกั่วในบ่อปลาสลิดในจังหวัดสมุทรสงคราม. [วิทยานิพนธ์]. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยมหิดล; 2552.

11. องค์การบริหารส่วนตำบลคลองด่าน. แผนที่สังเขปพื้นที่รับผิดชอบขององค์การบริหารส่วนตำบลคลองด่าน [โฮมเพจบนอินเตอร์เน็ต]. 2555 [เข้าถึงเมื่อ 12 มกราคม 2557]. เข้าถึงจาก: http://klongdanlocal.go.th/public/person/data/box/structure_id/5/menu/87

12. สิทธิชัย ตันธนะสฤษดิ์. เทคนิคการเก็บตัวอย่างน้ำ. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2549.

13. สำนักจัดการกากของเสียและสารอันตราย กรมควบคุมมลพิษ. คู่มือการเก็บตัวอย่างตะกอนดิน. กรุงเทพมหานคร: ส่วนปฏิบัติการฉุกเฉินและฟื้นฟู สำนัก ; 2553.

14. Harzdorf C, Janser G, Rinne D, Rogge M. Application of microwave digestion to trace organic element determination in water sample. Anal Chim Acta. 1998;374:209-14.

15. Karadede H, UniU E. Concentration of some heavy metals in water, sediment and fish species from the Ataturk Dam Lake (Euphrates), Turkey. Chemosphere. 2000;41:1371-76.

16. พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535. ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2537) กำหนดคุณภาพน้ำในแหล่งผิวดิน. กองจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม. 2537. กรุงเทพมหานคร: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

17. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด. โลหะหนักในแม่น้ำบางปะกง. กรุงเทพมหานคร: กรมกระทรวง; 2555.

18. Atici T, Ahiska S, Altinda A, Aydin D. Ecological effects of some heavy metals (Cd, Pb, Hg, Cr) pollution of phytoplanktonic algae and zooplankton organisms in Sarıyar Dam reservoir in Turkey. Afr J Biotechnol. 2008;7:1972-77.

19. Edward JB, Idowu EO, Oso JA, Ibidapo OR. Determination of heavy metal concentration in fish samples, sediment and water from Odo-Ayo River in Ado-Ekiti, Ekiti-State, Nigeria. IJEMA. 2013;1:27-33.

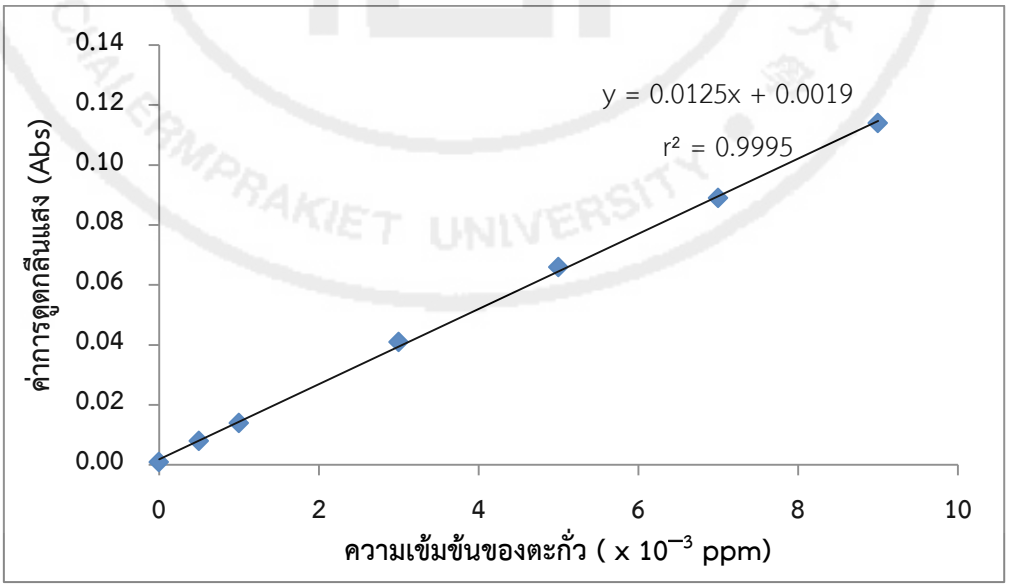
ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

กราฟมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์โลหะหนัก (Calibration curve)

ตารางที่ 1 การหาปริมาณตะกั่วในตัวอย่างน้ำ

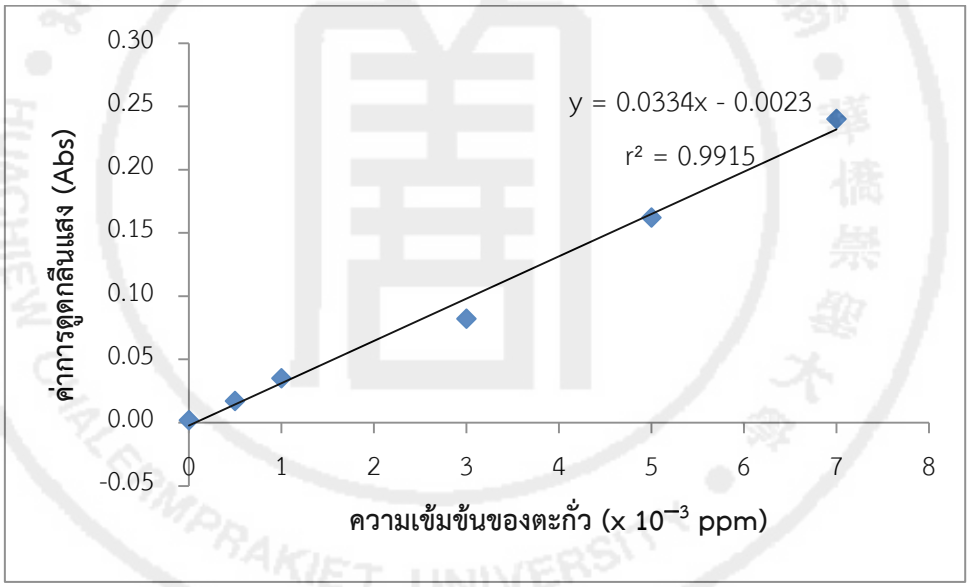
ความเข้มข้นของตะกั่ว (x 10^{-3} ppm)	ค่าการดูดกลืนแสง (Abs)
0.00	0.001
0.50	0.008
1.00	0.014
3.00	0.041
5.00	0.066
7.00	0.089
9.00	0.114



รูปที่ 1 แสดงกราฟมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในตัวอย่างน้ำ

ตารางที่ 2 การหาปริมาณตะกั่วในตัวอย่างเนื้อปลาสลิด

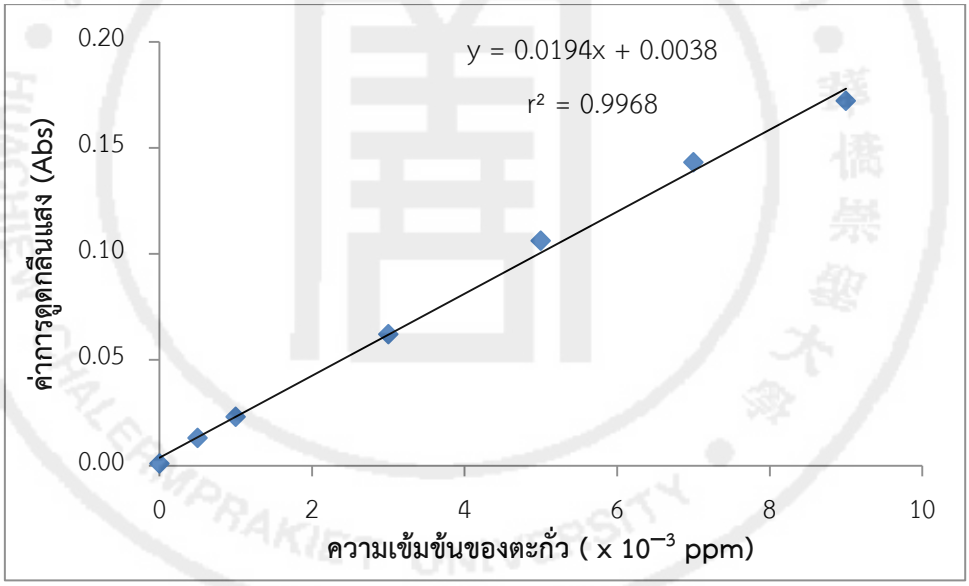
ความเข้มข้นของตะกั่ว (x 10^{-3} ppm)	ค่าการดูดกลืนแสง (Abs)
0.00	0.002
0.50	0.017
1.00	0.035
3.00	0.082
5.00	0.162
7.00	0.240



รูปที่ 2 แสดงกราฟมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในตัวอย่างเนื้อปลาสลิด

ตารางที่ 3 การหาปริมาณตะกั่วในตัวอย่างเครื่องในปลาสลิด

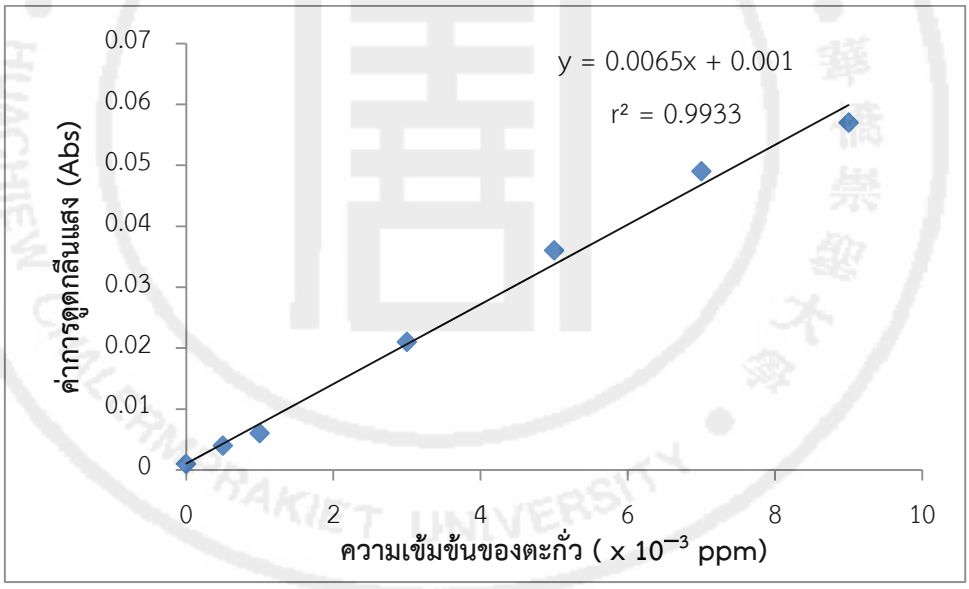
ความเข้มข้นของตะกั่ว (x 10^{-3} ppm)	ค่าการดูดกลืนแสง (Abs)
0.00	0.001
0.50	0.013
1.00	0.023
3.00	0.062
5.00	0.106
7.00	0.143
9.00	0.172



รูปที่ 3 แสดงกราฟมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในตัวอย่างเครื่องในปลาสลิด

ตารางที่ 4 การหาปริมาณตะกั่วในตัวอย่างดินตะกอนบ่อปลาสลิด

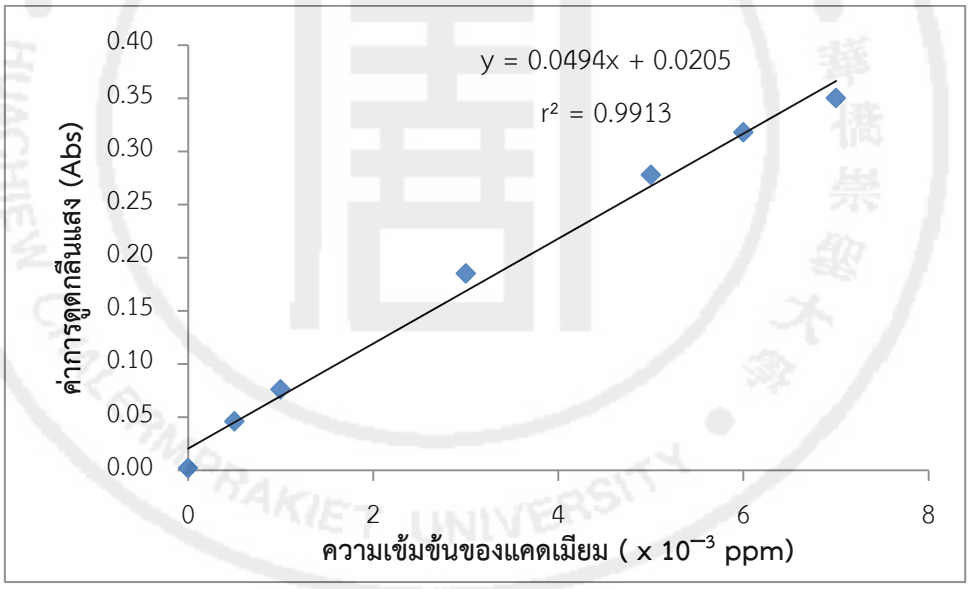
ความเข้มข้นของตะกั่ว (x 10^{-3} ppm)	ค่าการดูดกลืนแสง (Abs)
0.00	0.001
0.50	0.013
1.00	0.023
3.00	0.062
5.00	0.106
7.00	0.143
9.00	0.172



รูปที่ 4 แสดงกราฟมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในตัวอย่างดินตะกอนบ่อปลาสลิด

ตารางที่ 5 การหาปริมาณแคดเมียมในตัวอย่างน้ำ

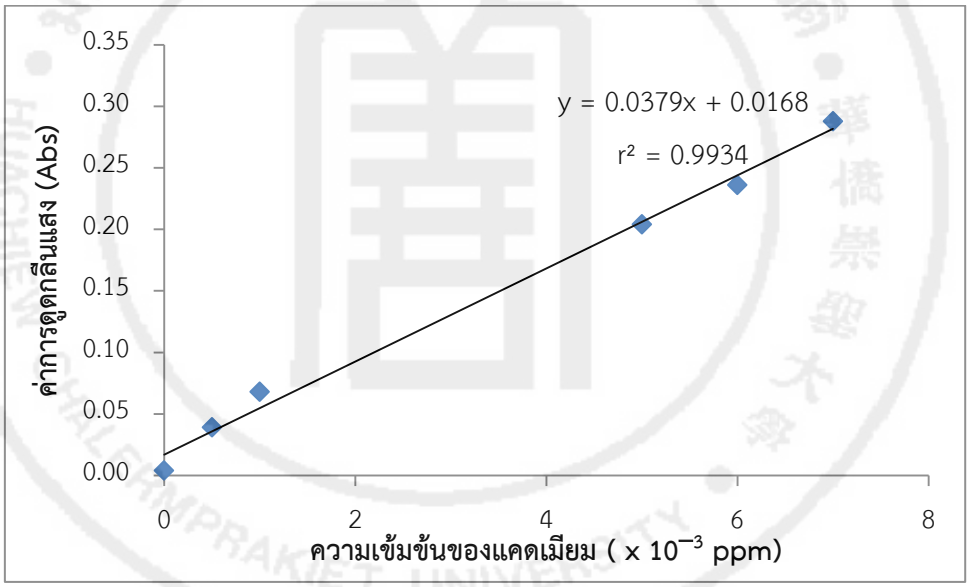
ความเข้มข้นของแคดเมียม (x 10^{-3} ppm)	ค่าการดูดกลืนแสง (Abs)
0.00	0.002
0.50	0.046
1.00	0.076
3.00	0.185
5.00	0.278
6.00	0.318
7.00	0.350



รูปที่ 5 แสดงกราฟมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณแคดเมียมในตัวอย่างน้ำ

ตารางที่ 6 การหาปริมาณแคดเมียมในตัวอย่างเนื้อปลาสลิด

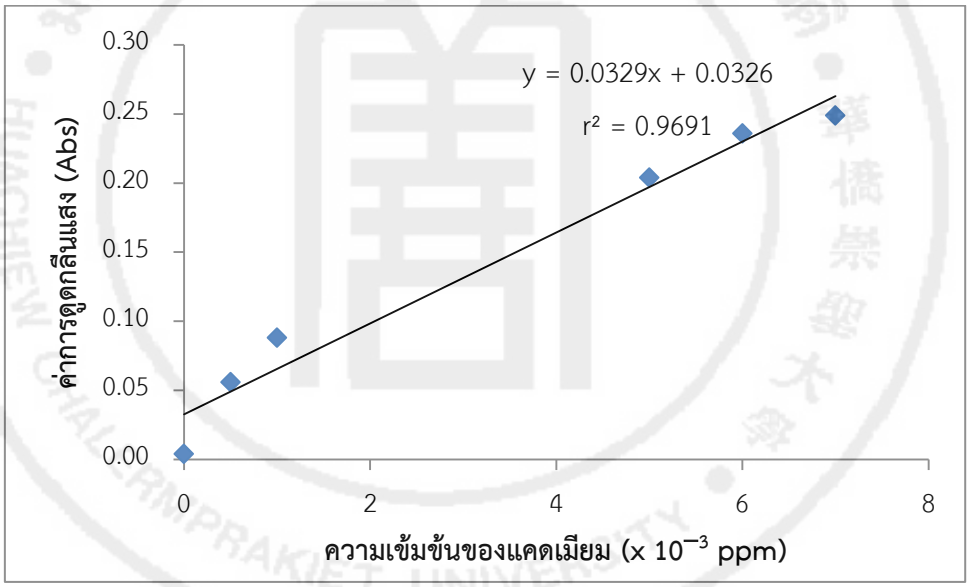
ความเข้มข้นของแคดเมียม (x 10^{-3} ppm)	ค่าการดูดกลืนแสง (Abs)
0.00	0.004
0.50	0.039
1.00	0.068
5.00	0.204
6.00	0.236
7.00	0.288



รูปที่ 6 แสดงกราฟมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณแคดเมียมในตัวอย่างเนื้อปลาสลิด

ตารางที่ 7 การหาปริมาณแคดเมียมในตัวอย่างเครื่องในปลาสลิด

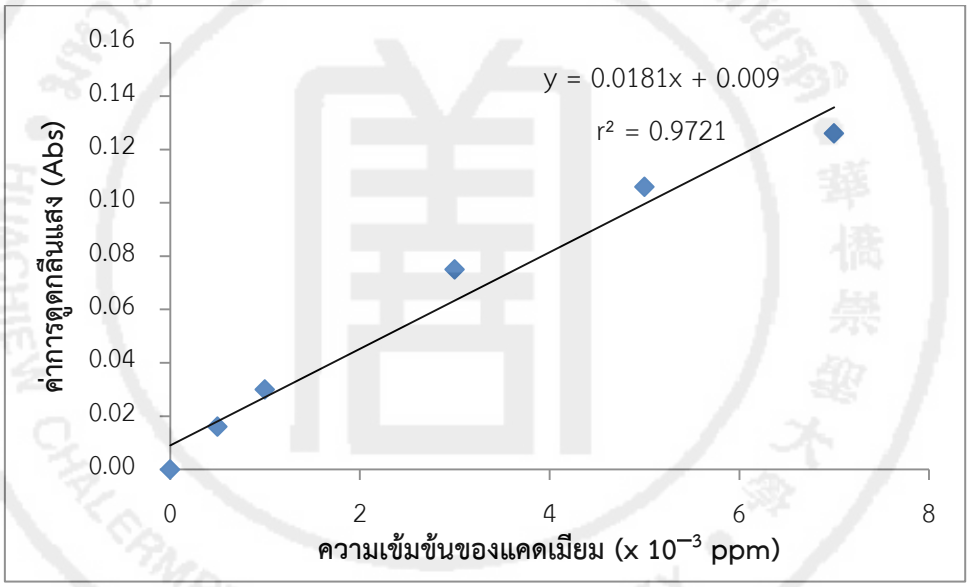
ความเข้มข้นของแคดเมียม (x 10^{-3} ppm)	ค่าการดูดกลืนแสง (Abs)
0.00	0.004
0.50	0.039
1.00	0.068
5.00	0.204
6.00	0.236
7.00	0.288



รูปที่ 7 แสดงกราฟมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณแคดเมียมในตัวอย่างเครื่องในปลาสลิด

ตารางที่ 8 การหาปริมาณแคดเมียมในตัวอย่างดินตะกอนบ่อปลาสลิด

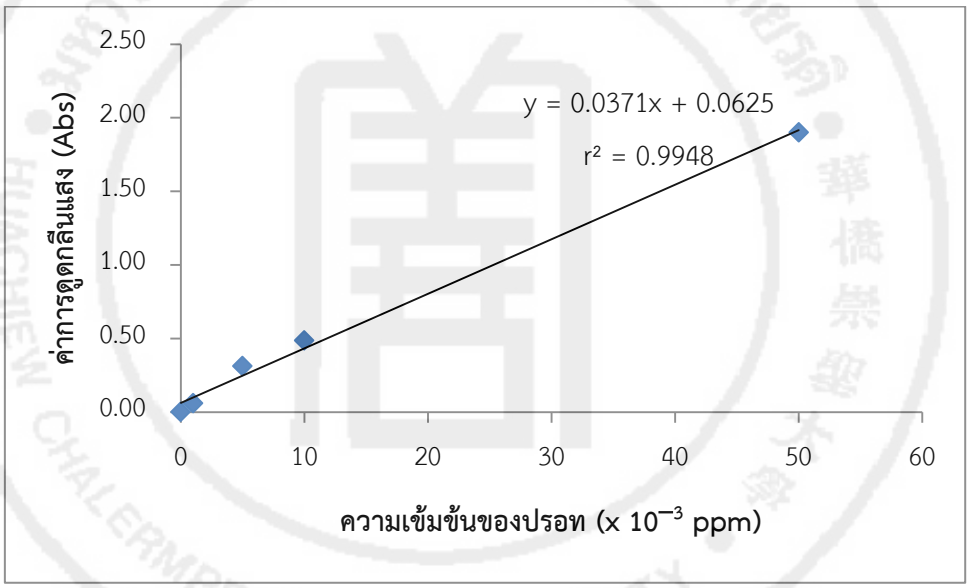
ความเข้มข้นของแคดเมียม (x 10^{-3} ppm)	ค่าการดูดกลืนแสง (Abs)
0.00	0.004
0.50	0.039
1.00	0.068
5.00	0.204
6.00	0.236
7.00	0.288



รูปที่ 8 แสดงกราฟมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณแคดเมียมในตัวอย่างดินตะกอนบ่อปลาสลิด

ตารางที่ 9 การหาปริมาณปรอทในตัวอย่างน้ำ

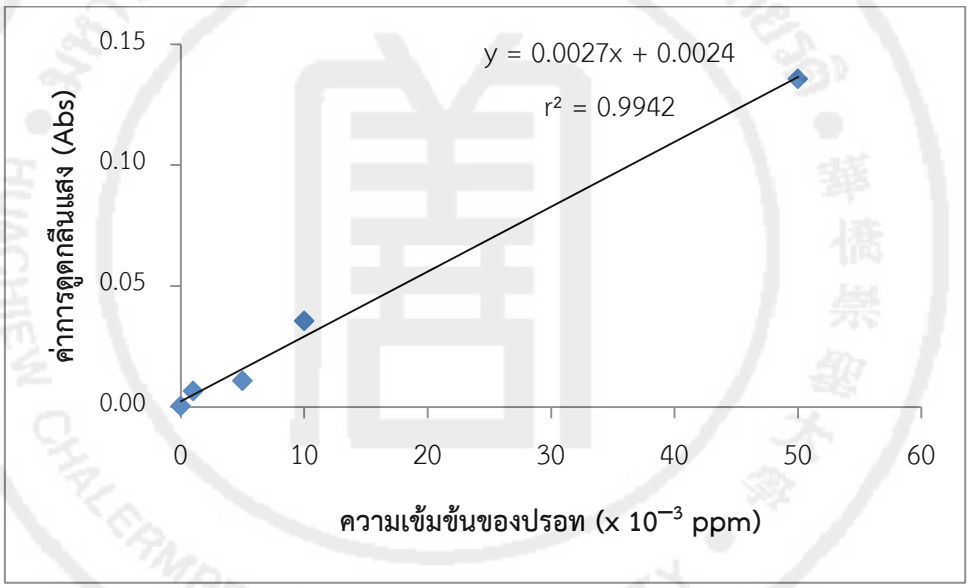
ความเข้มข้นของปรอท (x 10^{-3} ppm)	ค่าการดูดกลืนแสง (Abs)
0	0.0012
1	0.0596
5	0.3113
10	0.4872
50	1.8989



รูปที่ 9 แสดงกราฟมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณปรอทในตัวอย่างน้ำ

ตารางที่ 10 การหาปริมาณปรอทในตัวอย่างเนื้อปลาสลิด

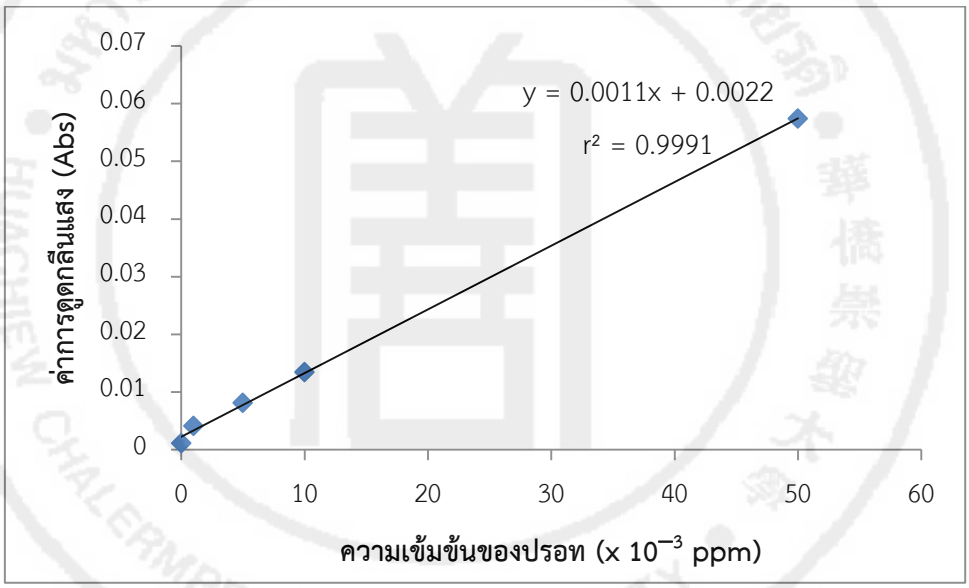
ความเข้มข้นของปรอท (x 10^{-3} ppm)	ค่าการดูดกลืนแสง (Abs)
0	0.0012
1	0.0596
5	0.3113
10	0.4872
50	1.8989



รูปที่ 10 แสดงกราฟมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณปรอทในตัวอย่างเนื้อปลาสลิด

ตารางที่ 11 การหาปริมาณปรอทในตัวอย่างเครื่องในปลาสลิด

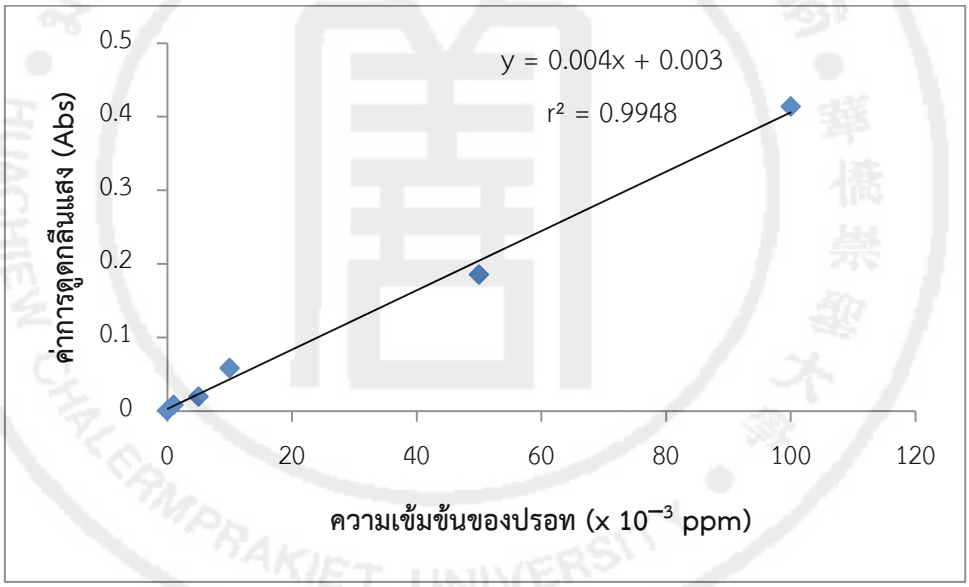
ความเข้มข้นของปรอท (x 10^{-3} ppm)	ค่าการดูดกลืนแสง (Abs)
0	0.0011
1	0.0041
5	0.0081
10	0.0134
50	0.0574



รูปที่ 11 แสดงกราฟมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณปรอทในตัวอย่างเครื่องในปลาสลิด

ตารางที่ 12 การหาปริมาณปรอทในตัวอย่างดินตะกอนบ่อปลาสลิด

ความเข้มข้นของปรอท (x 10^{-3} ppm)	ค่าการดูดกลืนแสง (Abs)
0	0.0005
1	0.0084
5	0.0198
10	0.0587
50	0.1854
100	0.4141



รูปที่ 12 แสดงกราฟมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณปรอทในตัวอย่างดินตะกอนบ่อปลาสลิด

ภาคผนวก ข

ประวัติย่อผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวสุรีย์พร หอมวิเศษวงศา
ประวัติการศึกษา	ปร.ด. (เคมีประยุกต์) มหาวิทยาลัยรามคำแหง
สถานที่ติดต่อ	สาขาวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ

ผู้ร่วมวิจัย

ชื่อ-นามสกุล	นายเกษม พลายแก้ว
ประวัติการศึกษา	วท.ม (เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม) มหาวิทยาลัยมหิดล
สถานที่ติดต่อ	สาขาวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ

ชื่อ-นามสกุล	นายชัชวาลย์ ช่างทำ
ประวัติการศึกษา	ปร.ด. (เคมีประยุกต์) มหาวิทยาลัยรามคำแหง
สถานที่ติดต่อ	สาขาวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวกรรณิการ์ แก้วกิ้ม
ประวัติการศึกษา	วท.ม (เคมี) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
สถานที่ติดต่อ	สาขาวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวอัจจนา ขำทิพย์
ประวัติการศึกษา	วท.ม (เคมีวิเคราะห์และเคมีอินทรีย์ประยุกต์) มหาวิทยาลัยมหิดล
สถานที่ติดต่อ	สาขาวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวนันท์นภัส ลายทิพย์
ประวัติการศึกษา	วท.ม (เคมีวิเคราะห์และเคมีอินทรีย์ประยุกต์) มหาวิทยาลัยมหิดล
สถานที่ติดต่อ	สาขาวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ