



คุณภาพน้ำในบ่อเต่าบริเวณวัดโพสพผลเจริญและวัดใหญ่ชัยมงคล

เบญจพร อินแก้ว

สุวิษา หงษ์ทอง

โครงการวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

ปีการศึกษา 2563

คุณภาพน้ำในบ่อเต่าบริเวณวัดโพสพผลเจริญและวัดใหญ่ชัยมงคล

เบญจพร อินแก้ว

สุวิษา หงษ์ทอง

โครงการวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

ปีการศึกษา 2563

หัวข้อโครงการ	คุณภาพน้ำในบ่อเตาบริเวณวัดโพสพผลเจริญและวัดใหญ่ชัยมงคล	
โดย	นางสาวเบญจพร	อินแก้ว
	นางสาวสุวิชา	หงษ์ทอง
ระดับการศึกษา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา	
ปีการศึกษา	2563	

สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
อนุมัติให้โครงการศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉาไลศา เนียมมณี)
หัวหน้าสาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

คณะกรรมการสอบโครงการ

.....
(รองศาสตราจารย์ ศิวพันธุ์ ชูอินทร์)

ประธานกรรมการ

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทัศนาวลัย อุฑารสกุล)

กรรมการ

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศรีสุวรรณ เกษมสวัสดิ์)

กรรมการ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่อง “คุณภาพน้ำในบ่อเตาบริเวณวัดโพสพผลเจริญและวัดใหญ่ชัยมงคล” สำเร็จลุล่วงได้เนื่องจากบุคคลหลายๆท่าน ได้ให้ความช่วยเหลือให้ข้อมูล คำปรึกษา คำแนะนำและสนับสนุน พร้อมทั้งช่วยออกความคิดเห็น

ผู้จัดทำต้องกราบขอบพระคุณบุคคลดังนี้ ได้รับความอนุเคราะห์ทางด้านสถานที่ ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้จากสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม และได้รับความรู้และคำแนะนำตลอดจนให้ความช่วยเหลือในกาตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆแก่งานวิจัยเรื่องนี้ ซึ่งทำให้การศึกษาวิจัยสำเร็จลงได้จากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทัศนาวลัย อุฑารสกุล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศรีสุวรรณ เกษมสวัสดิ์ รองศาสตราจารย์ ศิวพันธุ์ ชูอินทร์ และคณะอาจารย์สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมทุกท่านที่ให้คำแนะนำเป็นอย่างดี

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดาและมารดาที่อยู่เบื้องหลังในความสำเร็จและได้ให้ความช่วยเหลือสนับสนุนพร้อมทั้งให้กำลังใจตลอดมา

คณะผู้จัดทำ

ตุลาคม 2563

หัวข้อโครงการวิจัย	คุณภาพน้ำในบ่อเต่าบริเวณวัดโพสพผลเจริญและวัดใหญ่ชัยมงคล	
โดย	นางสาวเบญจพร	อินแก้ว
	นางสาวสุริษา	หงษ์ทอง
ระดับการศึกษา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม	
	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา	
ปีการศึกษา	2563	

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์คุณภาพน้ำบริเวณบ่อเต่า ในบริเวณวัดโพสพผลเจริญ จังหวัดปทุมธานี และ วัดใหญ่ชัยมงคล จังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยเก็บตัวอย่างน้ำในช่วงเดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2563 และนำมาวิเคราะห์คุณภาพน้ำ โดยมีพารามิเตอร์ที่ศึกษาประกอบด้วย อุณหภูมิ, กรด-ด่าง, ออกซิเจนละลายน้ำ, แอมโมเนีย และสารโลหะหนัก ได้แก่ ทองแดง สังกะสี ตะกั่ว และ แคดเมียม ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำพบว่า วัดใหญ่ชัยมงคลมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ 3.25 มิลลิกรัมต่อลิตร และแอมโมเนีย 5.16 มิลลิกรัมต่อลิตร และวัดโพสพผลเจริญมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ 7.78 มิลลิกรัมต่อลิตร และแอมโมเนีย 3.53 มิลลิกรัมต่อลิตร ทั้งสองพื้นที่ศึกษามีคุณภาพน้ำที่ยังไม่เป็นไปตามมาตรฐานคุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการคุ้มครองทรัพยากรสัตว์น้ำจืด, สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง (2530) ที่กำหนดค่ามาตรฐานปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ >4 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่ามาตรฐานปริมาณแอมโมเนีย <0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร ผลการวิเคราะห์โลหะหนักในน้ำเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานของการคุ้มครองทรัพยากรสัตว์น้ำจืด, สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง (2530) วัดโพสพผลเจริญพบปริมาณตะกั่ว 0.6 ± 0.89 มิลลิกรัมต่อลิตร สังกะสี 0.57 ± 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร และทองแดง 0.17 ± 0.13 มิลลิกรัมต่อลิตร พบปริมาณแคดเมียมอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน และวัดใหญ่ชัยมงคลพบปริมาณตะกั่ว 0.73 ± 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร และทองแดง 0.03 ± 0.006 มิลลิกรัมต่อลิตร พบปริมาณสังกะสีและแคดเมียมอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ทำให้แหล่งน้ำเน่าเสียและเกิดการปนเปื้อนของสารโลหะหนักเกินเกณฑ์มาตรฐาน จึงควรมีการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำอย่างต่อเนื่องตลอดจนวิเคราะห์การปนเปื้อนของสารโลหะหนักหรือสารกำจัดศัตรูพืชในอาหารของเต่า รวมทั้งเพิ่มการล้างทำความสะอาดบ่อเต่า และอาหารที่นำมาให้เต่าควรล้างให้สะอาด ปลอดภัยและมีความหลากหลายเพื่อให้เต่ามีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น

คำสำคัญ : เต่า, โลหะหนัก, คุณภาพน้ำบริเวณบ่อเต่า

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญรูปภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	2
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
สมมติฐานการวิจัย	2
ขอบเขตการวิจัย	2
ข้อจำกัดด้านระยะเวลา	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
แผนการดำเนินงานวิจัย	3
นิยามศัพท์	3
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	4
ความรู้เกี่ยวกับเต่าในประเทศไทย	4
กฎหมายคุ้มครอง	20
ข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญของพื้นที่	23
โลหะหนัก	25
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	32
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	36
พื้นที่ทำการวิจัย	36
เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย	36
การเก็บรวบรวมข้อมูล	37
การเก็บตัวอย่างน้ำ	37

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย	38
การวิเคราะห์ข้อมูล	38
บทที่ 4 ผลการวิจัย	39
การวิเคราะห์คุณภาพน้ำบริเวณบ่อเต่า	39
ผลการสำรวจสภาพแวดล้อมบริเวณบ่อเต่า	42
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	49
สรุปผลการวิจัย	49
ข้อเสนอแนะ	50
บรรณานุกรม	52
ภาคผนวก	56
ภาคผนวก ก ภาพลงพื้นที่เก็บตัวอย่างวิจัย	57
ภาคผนวก ข ภาพดำเนินงานวิจัยห้องปฏิบัติการ	65

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 แผนการดำเนินงานวิจัย	3
2.1 ความแตกต่างแต่น้ำและเต่าบกในประเทศไทย	8
2.2 เกณฑ์คุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ	16
2.3 ระดับความเข้มข้นสูงสุด (maximum allowance concentration) ของสารพิษ ประเภทโลหะหนัก (heavy metals) ที่ยินยอมให้มีอยู่ในน้ำได้ โดยไม่เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ	27
4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในบ่อเต่า	39
4.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ การปนเปื้อนของโลหะหนักที่ตกค้างในน้ำซึ่งประกอบด้วยตะกั่ว สังกะสี ทองแดง และแคดเมียม	41
4.3 ผลการสำรวจคุณภาพสิ่งแวดล้อมบริเวณที่อยู่อาศัยในพื้นที่ศึกษา	42

สารบัญรูปภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 เต่าหัว <i>Cuora amboinensis</i>	8
2.2 เต่าบัว <i>Hieremys annandalii</i>	10
2.3 เต่านา <i>Malayemys subtrijuga</i>	11
2.4 เต่าห้วย <i>Heosemys grandis</i>	11
2.5 เต่าดำ <i>Siebenrockiella crassicollis</i>	12
2.6 เต่าแก้มแดง <i>Trachemys scripta</i>	13
2.7 ตะพาบน้ำ <i>Amydacartilagea</i>	14
2.8 จุดจำหน่ายอาหาร ณ วัดโพสพผลเจริญ	23
2.9 จุดจำหน่ายอาหารให้แก่เต่า ณ วัดใหญ่ชัยมงคล	24
4.1 อาหารที่พบในวัดโพสพผลเจริญ (แตงกวา)	43
4.2 อาหารที่พบในวัดโพสพผลเจริญ (ขนมครก)	44
4.3 อาหารที่พบในวัดใหญ่ชัยมงคล (กล้วย)	44
4.4 อาหารที่พบในวัดใหญ่ชัยมงคล (ผักบุ้ง)	45
4.5 เครื่องเติมอากาศ วัดโพสพผลเจริญ	45
4.6 เครื่องเติมอากาศ วัดใหญ่ชัยมงคล	46
4.7 พื้นที่วางไข่ วัดโพสพผลเจริญ	47
4.8 พื้นที่ฝั่งแดด วัดโพสพผลเจริญ	47
4.9 พื้นที่ฝั่งแดด วัดใหญ่ชัยมงคล	48
ก-1 วัดโพสพผลเจริญ	58
ก-2 วัดโพสพผลเจริญ	58
ก-3 วัดโพสพผลเจริญ	59
ก-4 วัดโพสพผลเจริญ	59
ก-5 วัดโพสพผลเจริญ	60

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

	หน้า
ก-6 วัดโพสพผลเจริญ	60
ก-7 วัดโพสพผลเจริญ	61
ก-8 วัดโพสพผลเจริญ	61
ก-9 วัดใหญ่ชัยมงคล	62
ก-10 วัดใหญ่ชัยมงคล	62
ก-11 วัดใหญ่ชัยมงคล	63
ก-12 วัดใหญ่ชัยมงคล	63
ก-13 วัดใหญ่ชัยมงคล	64
ก-14 วัดใหญ่ชัยมงคล	64
ข-1 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำตัวอย่างแอมโมเนีย	66
ข-2 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำตัวอย่างแอมโมเนีย	66
ข-3 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำตัวอย่างแอมโมเนีย	67
ข-4 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำตัวอย่างแอมโมเนีย	67
ข-5 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำตัวอย่างแอมโมเนีย	68
ข-6 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำตัวอย่างโลหะหนัก	68
ข-7 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำตัวอย่างโลหะหนัก	69
ข-8 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำตัวอย่างโลหะหนัก	69
ข-9 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำตัวอย่างโลหะหนัก	70
ข-10 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำตัวอย่างโลหะหนัก	70

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เต่าเป็นสัตว์ที่มีวิวัฒนาการมานานกว่าสองร้อยล้านปีมาแล้วปัจจุบันทั่วโลกมีเต่าหลากหลายมากกว่า 320 ชนิด 12 วงศ์ ในประเทศไทยพบ 6 วงศ์ เต่าพบได้ในสถานที่อยู่อาศัยหลายแบบ ตั้งแต่ในทะเลปากแม่น้ำ แม่น้ำ หนอง บึง ลำธาร ป่าเขาที่สูง ตลอดจนในทะเลทราย (กำธร ชีรคุปต์และคณะ, 2554) ในประเทศไทยพบพันธุ์เต่าในแหล่งน้ำธรรมชาติคาดว่ามีความจำนวได้ถึง 32 ชนิดหรือประมาณ 10% ของพันธุ์เต่าทั้งหมด โดยเป็นพันธุ์พื้นเมืองของไทยประมาณ 25 ชนิดเต่าเป็นสัตว์เลื้อยคลานใน Class Reptilia ถูกจัดอยู่ใน Order Testudines (หรือ Order Chelonia) เต่าจัดว่ามีความสำคัญต่อการรักษาสมดุลของระบบนิเวศ เนื่องจากเป็นส่วนหนึ่งของห่วงโซ่อาหารช่วยควบคุมจำนวนประชากรของพืชน้ำและสัตว์ที่ไม่มีกระดูกสันหลังและปลาอีกหลายชนิด ตลอดจนช่วยรักษาความสมบูรณ์ของแหล่งน้ำนั้นๆ ปัจจุบันเต่าของประเทศไทยกำลังถูกคุกคามอย่างหนัก จากการสำรวจสถานภาพของเต่าชนิดต่างๆ พบว่าแทบทุกชนิดมีจำนวนลดลงอย่างรวดเร็วเนื่องจากหลายสาเหตุ รวมทั้งแหล่งที่อยู่ตามธรรมชาติมีการปนเปื้อนของกลุ่มโลหะหนักที่ถือว่าเป็นภาวะมลพิษทางน้ำมากที่สุด เช่น พรอท ตะกั่วและแคดเมียม ที่หากมีมากเกิดขีดจำกัดจะทำให้เป็นพิษต่อร่างกาย และอีกประการหนึ่งคือเต่าที่ปล่อยและพบในบ่อเต่าบริเวณวัดต่างๆในประเทศไทย มีการให้อาหารประเภท ผักสด เช่น ผักบุ้งและแตงกวาที่อาจมีการปนเปื้อนของโลหะหนัก เช่น ตะกั่ว ทองแดง สังกะสี และแคดเมียมซึ่งเป็นสารที่คงตัวไม่สามารถสลายตัวได้โดยกระบวนการธรรมชาติ เป็นสารพิษที่ตกค้างยาวนานในสิ่งแวดล้อม บางส่วนละลายอยู่ในน้ำตกตะกอนสะสมอยู่ในดินตะกอนท้องน้ำ และสามารถสะสมในเนื้อเยื่อของสัตว์น้ำที่อาศัยอยู่ในบริเวณนั้นๆ ซึ่งการสะสมดังกล่าวมีแนวทางเพิ่มสูงขึ้นตามห่วงโซ่อาหาร และส่งผลกระทบต่อเต่าและสิ่งมีชีวิตต่างๆ ที่อาศัยในแหล่งน้ำ

ดังนั้น การให้อาหารเต่าที่ไม่เหมาะสมและมีการปนเปื้อนของสารโลหะหนักนอกจากจะทำให้เกิดสารตกค้างในแหล่งน้ำแล้ว และส่งผลในระยะยาวต่อเต่า ดังนั้น การวิจัยครั้งนี้จึงสนใจศึกษาคุณภาพน้ำและปริมาณการปนเปื้อนของโลหะหนักที่อยู่ในแหล่งน้ำซึ่งเป็นที่อยู่อาศัยของเต่า เพื่อให้เป็นแนวทางในการอนุรักษ์เต่าในประเทศไทย การมีความตระหนัก และเผยแพร่ ความรู้การให้อาหารเต่าถูกลักษณะและเหมาะสมกับการดำรงชีวิตของเต่าเพื่อเป็นการช่วยชีวิตเต่าอย่างแท้จริง

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- (1) เพื่อวิเคราะห์คุณภาพน้ำบริเวณบ่อเต่า
- (2) เพื่อศึกษาสภาพแวดล้อมบริเวณบ่อเต่า

ขอบเขตของการวิจัย

1. ขอบเขตด้านเนื้อหา

ศึกษาคุณภาพน้ำของบ่อเต่า โดยมีพารามิเตอร์ที่สำคัญดังต่อไปนี้

- (1) ศึกษาคุณภาพน้ำ ภาควิชาเคมีโดยมีพารามิเตอร์ที่วิเคราะห์ คือ ออกซิเจนละลายน้ำ กรด-ด่าง อุณหภูมิ
- (2) ศึกษาคุณภาพน้ำ ในห้องปฏิบัติการ คือ แอมโมเนีย และสารโลหะหนักที่ตกค้างในแหล่งน้ำ โดยมีพารามิเตอร์ที่วิเคราะห์ คือ ทองแดง สังกะสี ตะกั่ว และแคดเมียม

2. ขอบเขตด้านพื้นที่

การวิจัยครั้งนี้มีสถานที่ที่ใช้ในการวิจัยทั้งหมด 2 สถานที่ ได้แก่

- (1) วัดโพสพผลเจริญ ถนนพหลโยธิน ตำบลคูคต อำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี
- (2) วัดใหญ่ชัยมงคล ตำบลคลองสวนพูล อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

3. ขอบเขตด้านระยะเวลา

ระยะเวลาในการวิจัย 7 เดือน เริ่มตั้งแต่เดือน กุมภาพันธ์ 2563 ถึง เดือนตุลาคม 2563

ข้อจำกัดด้านระยะเวลา

เนื่องจากสถานการณ์ Covid-19 ที่เกิดขึ้นทำให้ไม่สะดวกต่อการลงพื้นที่ในการเก็บตัวอย่างน้ำ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย

- (1) เผยแพร่ความรู้ความเข้าใจให้ประชาชนได้ทราบเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมของประชากรเต่าในวัดใหญ่ชัยมงคลและวัดโพสพผลเจริญ
- (2) เป็นแนวทางในการฟื้นฟูสภาพแวดล้อมของเต่า และการนำอาหารที่เหมาะสมให้กับเต่าที่อาศัยอยู่ในวัดให้มีคุณภาพชีวิตที่เหมาะสม

แผนการดำเนินงานวิจัย

ในการศึกษาคุณภาพน้ำและการปนเปื้อนของโลหะหนักของน้ำในบ่อเตา ณ วัดใหญ่ชัยมงคลและวัดโพสพผลเจริญ ได้วางแผนการดำเนินงาน ดังตารางที่ 1.1 โดยใช้ระยะเวลาในการดำเนินงานศึกษาวิจัยทั้งหมดประมาณ 7 เดือน โดยเริ่มตั้งแต่ เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563 ถึง เดือนตุลาคม พ.ศ. 2563

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอน	ระยะเวลา (เดือน)					
	ก.พ.	มี.ค.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.
	63	63	63	63	63	63
1. ศึกษาหัวข้อโครงการวิจัย	←→					
2. วางแผนการดำเนินงาน		←→				
3. ศึกษาพื้นที่ที่ทำการศึกษาวิจัย			←→			
4. เก็บข้อมูลในพื้นที่				←→		
5. วิเคราะห์ข้อมูล				←→		
6. สรุปผลการศึกษาวิจัย					←→	
7. นำเสนอโครงการวิจัย						←→
8. จัดทำรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์						←→

นิยามศัพท์

(1) โลหะหนัก หมายถึง “เป็นธาตุที่พบได้ตามธรรมชาติ ทั้งบริเวณผิวของเปลือกโลก น้ำ และอากาศ บางธาตุมีประโยชน์ต่อกระบวนการเผาผลาญอาหารในร่างกายมนุษย์ เช่น ทองแดง (Copper) ซีลีเนียม (Selenium) เหล็ก (Iron) และสังกะสี (Zinc) แต่ในทางกลับกัน บางธาตุทำให้เกิดภาวะเป็นพิษได้ เมื่อร่างกายมนุษย์ได้รับในปริมาณที่สูง เช่น สารตะกั่ว (Lead) โครเมียม (Chromium) นิกเกิล (Nickel) สารหนู (Arsenic) สารปรอท (Mercury) และโคบอลต์ (Cobalt)” (ดวงกมล วิรุฬห์อุดมผล และรัชนิกร มิ่งขวัญ, 2548)

(2) การสะสมของโลหะหนัก หมายถึง “สารพิษจากโลหะหนักเมื่ออยู่ในแหล่งน้ำจะสะสมอยู่กับตัวกลาง เช่น ดินตะกอนพืชน้ำ สัตว์น้ำ หรือแขวนลอยอยู่ในน้ำอย่างอิสระได้ในปริมาณต่างกัน ซึ่งปริมาณโลหะหนักที่ปะปนหรือสะสมอยู่ในตัวกลางเหล่านี้สามารถที่จะเปลี่ยนรูปหรือเคลื่อนย้ายไปตามห่วงโซ่อาหารได้ (เกษมจันทร์แก้ว, 2541)

(3) คุณภาพน้ำ หมายถึง ลักษณะสมบัติของน้ำในทางกายภาพเคมีและชีวภาพ ลักษณะสมบัติทางกายภาพ ยกตัวอย่างเช่น อุณหภูมิ น้ำ สีของน้ำ ลักษณะสมบัติทางเคมี เช่น อีออนต่างๆ ในน้ำ สารแขวนลอยต่างๆ ตลอดจนสารที่เป็นพิษต่อมนุษย์หรือสิ่งมีชีวิตแม้ว่าจะมีอยู่ในปริมาณน้อยก็ตาม ลักษณะสมบัติทางชีววิทยา เช่น เชื้อแบคทีเรียและไวรัสที่อาศัยอยู่ในน้ำ ตลอดจนสาหร่ายหรือสิ่งมีชีวิตในน้ำอื่นๆ ซึ่งปัจจัยต่างๆ ส่งผลต่อคุณภาพน้ำเหล่านี้รวมๆ กันว่ารายการวิเคราะห์หรือพารามิเตอร์ (คู่มือแนวทางและวิธีการเฝ้าระวังและติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำ โดยภาคประชาชน, กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม)

(4) แอมโมเนีย เป็นแก๊สไม่มีสีมีกลิ่นฉุน สามารถละลายน้ำได้ดี แอมโมเนียที่พบในบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจะเกิดจากการย่อยสลายอินทรีย์ไนโตรเจน การขับถ่ายของสิ่งมีชีวิต ซากของสิ่งมีชีวิตที่ตายแล้วปฏิก และอาหารสัตว์น้ำที่เหลือตกค้าง

บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่อง คุณภาพน้ำในบ่อเต่าในบริเวณวัดโพสพผลเจริญและวัดใหญ่ชัยมงคล โดยมีวัตถุประสงค์ (1) เพื่อสำรวจคุณภาพน้ำบริเวณบ่อเต่า (2) เพื่อศึกษาสภาพแวดล้อมบริเวณบ่อเต่า ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ โดยมีหัวข้อดังต่อไปนี้

- (1) ความรู้เกี่ยวกับเต่าในประเทศไทย
- (2) กฎหมายคุ้มครอง
- (3) ข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญของพื้นที่
- (4) โลหะหนัก
- (5) งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความรู้เกี่ยวกับเต่าบกในประเทศไทย

1. ความหมายของเต่า

เต่า คือ สัตว์ในอันดับ Testudines จัดอยู่ในจำพวกสัตว์เลื้อยคลาน ในชั้นสัตว์เลื้อยคลาน เป็นสัตว์ที่มีวิวัฒนาการมาแล้วกว่า 200 ล้านปี ซึ่งเต่านั้นถือเป็นสัตว์ที่มีอายุยืนมากที่สุดชนิดหนึ่ง โดยเต่าจะมีกระดูกที่แข็งแรงบริเวณหลังที่เรียกว่า "กระดอง" ซึ่งประกอบด้วยแคลเซียมเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งส่วนใหญ่จะสามารถหดหัว ขา และหางเข้าในกระดองเพื่อป้องกันตัวได้ แต่เต่าบางชนิดก็ไม่อาจทำได้ เต่าเป็นสัตว์ที่ไม่มีฟัน แต่มีริมฝีปากที่แข็งแรงและคมใช้ขบกัดอาหารแทนฟัน โดยส่วนมากแล้วเต่า เป็นสัตว์ที่เคลื่อนที่ได้ช้า ซึ่งมีถิ่นอาศัยทั้งน้ำจืดและทะเล แต่เต่าบางจำพวกอาศัยอยู่บนบก เรียกว่า "เต่าบก" (Tortoise)

เต่าและตะพาบเป็นสัตว์เลื้อยคลานที่มีวิวัฒนาการตั้งแต่ช่วงยุค Triassic หรือประมาณสองร้อยล้านปีมาแล้ว (Gaffney, 1986; Ernst, 1994) โดยปี ค.ศ. 1932 มีผู้ค้นพบฟอสซิลของเต่า Genus *Proganochelys* ในหินยุค Triassic ที่ประเทศเยอรมนี (Gaffney, 1986) ในปี ค.ศ. 1982 De Broin และคณะรายงานว่า ค้นพบชิ้นส่วนของเต่าน้ำจืดในหินรูปแบบห้วยหินลาด (Huai Hin Lat formation) ซึ่งเป็นหินในช่วงยุค Triassic ที่บริเวณใกล้กับเขื่อนจุฬาภรณ์ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย (De Broin, 1984) Gaffney (1986) รายงานว่าชิ้นส่วนของเต่าน้ำจืด *Proganochelys ruchae*

(De Broin, 1984) ที่พบในประเทศไทยจัดเป็นชนิดที่เก่าแก่ที่สุดในเอเชียและน่าจะมีอายุในรุ่นเดียวกับเต่า Genus *Proganochelys* ที่ประเทศเยอรมนี

2. วงศ์และชนิดของเต่าในประเทศไทย

เต่าพบได้ในสถานที่อยู่อาศัยหลายแบบ ตั้งแต่ใน ทะเล ปากแม่น้ำ แม่น้ำ หนอง บึง ลำธาร ป่าเขาที่สูง ตลอดจนในทะเลทราย ปัจจุบันทั่วโลกมีเต่าหลากหลายอยู่มากกว่า 320 ชนิด ในประเทศไทย คาดว่ามีจำนวนได้ถึง 31 ชนิด หรือประมาณ 10% ของเต่าที่มีในโลกและยังเป็นหนึ่งในไม่กี่ประเทศของโลกที่มีพันธุ์เต่ามากกว่า 25 ชนิดด้วย เต่าเป็นสัตว์เลื้อยคลานใน Class Reptilia ถูกจัดอยู่ใน Order Testudines (หรือ Order Chelonia) เต่าแต่ละวงศ์จะมีลักษณะเด่นที่บอกความแตกต่างได้อย่างชัดเจน เช่น เต่าบก มีขาที่ไม่พังผืดระหว่างนิ้ว ขาหลังลักษณะเหมือนขาข้าง เหมาะกับการดำรงชีพบนบก ส่วนรูปร่างของกระดองบนส่วนใหญ่จะมีลักษณะโค้งนูน ส่วนเต่าน้ำมีขาข้อข้างจะแบนกว่าเต่าบก มีพังผืดระหว่างนิ้วและรูปร่างของกระดองจะแบนกว่าเต่าบก เหมาะกับการดำรงชีพอยู่ในน้ำและบนบกกำลังกัน สำหรับเต่าทะเลจะอาศัยอยู่ในน้ำเกือบตลอดเวลา เต่าแต่ละชนิดในแต่ละวงศ์จึงมักมีแหล่งที่อยู่อาศัยเฉพาะที่ ปัจจุบันมีเต่าทั้งหมด 12 วงศ์ในประเทศไทยพบ 7 วงศ์ (กำธร อธิคุปต์ และคณะ, 2554) คือ

2.1 Family Testudinidae ได้แก่ พวกเต่าบก (Tortoise) มี 3 ชนิด คือ เต่าเหลือง (*Indotestudo elongate*) เต่าเตี๋ย (*Manouria impressa*) และเต่าหก (*Manouria emys*) เต่าหกมี 2 ชนิดย่อย เต่าหกเหลือง (*Manouria emys emys*) และเต่าหกดำ (*Manouria emys phayrei*)

2.2 Family platysternidae ได้แก่ เต่าปูลู (Big-headed turtle) ในประเทศไทยคาดว่า มีอย่างน้อย 2 ชนิดย่อย คือ เต่าปูลูเหนือ หรือ เต่าปูลูจีน (*Platysternon megacephalum megacephalum*) และเต่าปูลูใต้ (*Platysternon megacephalum vogeli*)

2.3 Family Geoemydidae (ชื่อเดิมคือ Bataguridae และ Emydidae) ได้แก่ กลุ่มของเต่าน้ำ (Freshwater Brackishwater turtle) ในประเทศไทยคาดว่า มีประมาณ 16 ชนิด คือ (1) เต่ากระอัน (*Batagur baskar*) (2) เต่าลายตีนเป็ดหรือเต่าหัวแดง (*Batagur borneoensis*) (3) เต่าหับ (*Cuora amboinensis*) (4) เต่าแดงหรือเต่าใบไม้ (*Cyclemys* spp.) คาดว่าอาจมีได้ถึง 3 ชนิดในประเทศไทย (5) เต่าหวาย (*Heosemys grandis*) (6) เต่าจักร (*Heosemys spinosa*) (7) เต่าบัว (*Heosemys annandalii*) (8) เต่านา (*Malayemys macrocephala*) (ปัจจุบันแบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ (*Malayemys macrocephala*, *Malayemys subtrijuga*, *Malayemys khoratensis*) เต่าปากเหลือง (*Melanochelys trijuga*) (เคยมีรายงานการพบทางภาคตะวันตกแนวชายแดนไทย-พม่า แต่ไม่ได้รับบุตำแหน่งที่พบ) เต่าทับทิม (*Notochelys platynota*) เต่าจัน (*Cuora mouhoti*) (มีรายงานว่าเคยพบ

และมีจำนวนน้อยมากในบริเวณภาคเหนือเขตแดนไทย-ลาว) และเต่าดำ (*Siebenrockiella crassicollis*) Family Emydidae 1 ชนิดและเต่าแก้มแดง (*Trachemys scripta elegans*) (เป็นเต่าที่นำเข้ามาในประเทศไทย ซึ่งปัจจุบันพบว่าสามารถสืบพันธุ์ได้และแพร่กระจายในแหล่งน้ำหลายแห่งของไทย)

2.4 Family Trionychidae ได้แก่ พวกตะพาบ (Softshell turtle) คาดว่ามีอยู่ 7 ชนิด คือ ตะพาน้ำ (*Amyda cartilaginea*) ตะพานมลายไทย (*Chitra chitra*) ตะพานมลายพม่า (*Chitra vandijki*) ตะพาบแก้มแดง (*Dogania subplana*) ตะพาบหับ (*Lissemys scutata*) (อาจพบในประเทศไทยทางภาคตะวันตกของเขตชายแดนไทย-พม่า) ตะพาบหัวกบ (*Pelochelys cantorii*) และตะพาบไต้หวัน (*Pelodiscus sinensis*) (เป็นตะพาบที่นำมาเลี้ยงในประเทศไทย ปัจจุบันพบว่าสามารถสืบพันธุ์ได้และแพร่กระจายในแหล่งน้ำบางแห่งของประเทศไทย)

2.5 Family Cheloniidae ได้แก่ เต่าทะเล (Sea turtle) คาดว่ามีจำนวน 4 ชนิด คือ เต่าตะนุ (*Chelonia mydas*) เต่ากระ (*Eretmochelys imbricate*) เต่าหญ้า (*Lepidochelys olivacea*) และ เต่าหัวค้อน (*Caretta caretta*) (มีรายงานว่าพบนานๆ ครั้งในน่านน้ำไทยแต่ไม่ขึ้นวางไข่บนเกาะหรือชายฝั่งทะเลของไทย)

2.6 Family Dermochelyidae ได้แก่ เต่ามะเฟือง (Leatherback turtle) มีอยู่ 1 ชนิด คือ เต่ามะเฟืองหรือเต่าเหลียม (*Dermochelys coriacea*)

3. ความแตกต่างเต่าน้ำและเต่าบกในประเทศไทย

เต่าบก (Tortoise) คือ เต่าที่ไม่สามารถใช้ชีวิตอยู่ในน้ำได้ เนื่องจากเต่าบกจะมีกระดอง เป็นโดมสูง มีน้ำหนักมาก ส่วนขามีลักษณะกลม ผิวหนังเป็นเกล็ดหยาบ มีเล็บที่แข็งแรงเพื่อใช้ขุดดินหาอาหาร และป้องกันตัวเองจากนักล่า ลักษณะเหล่านี้ทำให้เต่าบกไม่สามารถว่ายน้ำได้พฤติกรรมของเต่าบกส่วนใหญ่จะอยู่บนบกหรือบนพื้นดินตลอด เวลาเดินจะยกตัวสูงเพื่อไม่ให้ท้องติดกับพื้นดินและกินพืชเป็นอาหาร แต่มีบางสายพันธุ์ที่กินทั้งพืช สัตว์และแมลง

เต่าน้ำ / เต่าน้ำจืด (Terrapin) ใช้ชีวิตส่วนใหญ่อยู่ในน้ำจืด จะขึ้นบกมาเมื่อต้องการวางไข่หรืออาบแดดบ้างในบางครั้งเท่านั้น มีกระดองเรียบค่อนข้างแบน นูนต่ำและมีน้ำหนักเบาว่าเต่าบก เพื่อช่วยในการลอยตัวเวลาอยู่ในน้ำ ผิวหนังชุ่มชื้นและค่อนข้างยืดหยุ่น เท้าแบนและมีพังผืดระหว่างนิ้วเท้า เพื่อใช้ในการว่ายน้ำมีเล็บขนาดเล็ก กินสิ่งมีชีวิตเล็กๆ ในน้ำบางชนิดกินพืชเป็นอาหารด้วย

ทั้งนี้ เต่าน้ำและเต่าบกมีลักษณะที่แตกต่างกัน สรุปได้ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ความแตกต่างเต้าน้ำและเต่าบกในประเทศไทย

ข้อเปรียบเทียบ	เต่าบก	เต้าน้ำ
1. กระดอง	รูปทรงกระดองส่วนมากมักเป็นโดม หนุนสูง ขอบมีความหนาแน่นมากกว่า	กระดองรูปทรงค่อนข้างแบน หนุนต่ำ ขอบกระดองบาง มีน้ำหนักเบากว่าเต่าบก
2. ขาและเท้า	ขามีเกร็ดขนาดใหญ่เพื่อใช้ขุดดินและป้องกันตัวเองจากนักล่าในธรรมชาติ เท้ามีลักษณะกลมและมีเล็บที่แข็งแรงไว้ใช้ขุดดินและฉีกอาหาร	มีผิวหนังค่อนข้างยืดหยุ่น เท้ามีลักษณะแบน มีพังผืดระหว่างนิ้วเพื่อใช้ว่ายน้ำ และมีเล็บขนาดเล็ก
3. อาหาร	โดยมากแล้วกินพืชเป็นอาหารหลัก บางสายพันธุ์กินเนื้อสัตว์และแมลงเป็นอาหารเสริม	กินสิ่งมีชีวิตเล็กๆในน้ำเป็นอาหารหลัก บางชนิดกินพืชผักในแหล่งน้ำด้วย
4. พฤติกรรม	อยู่บนผิวดินตลอดเวลา เวลาเดินจะยกตัวสูงเพื่อไม่ให้ท้องชูดกับพื้นดิน	ใช้เวลาอยู่ในน้ำเป็นส่วนใหญ่ และจะขึ้นมาอาบแดดไม่นาน วิธีเคลื่อนไหวบนพื้นดินจะดูเหมือนคลานมากกว่าเดิน เพราะเต้าน้ำ จะเคลื่อนที่บนบกได้ไม่คล่องแคล่ว

ที่มา : สุขสันต์ พนาวิชัยกุล (2556)

4. ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเต่าที่พบในประเทศไทย

ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเต่าที่พบมากในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ลักษณะสัณฐานวิทยาและนิเวศธรรมชาติวิทยาของเต่าในประเทศไทย (ไม่รวมเต่าทะเล) มีดังต่อไปนี้

4.1 Family Geoemydidae (วงศ์เต้าน้ำ) ประกอบด้วยเต่าชนิดต่างๆ ได้แก่

(1) เต่าหับ (*Cuora amboinensis*) ดังภาพที่ 2.1 ตัวโตเต็มวัยมีกระดองหลังยาวประมาณ 22 เซนติเมตร น้ำหนักประมาณ 1.5 กิโลกรัม กระดองหลังโค้งนูนสูงเหมือนเต่าบกสีน้ำตาลลอมดำมีสัน ที่กึ่งกลางกระดองส่วนท้ายกระดองเรียบไม่เป็นแฉกกระดองท้องสีขาวนวลและอาจมีรอยแถมสีดำที่แผ่นเกล็ดแต่ละแผ่นมีรอยแยกลักษณะเป็นบานพับที่บริเวณส่วนต่อ ระหว่างแผ่นเกล็ดดอกและแผ่นเกล็ดท้อง กระดองหลังและกระดองท้องเชื่อมต่อกันด้วยเนื้อเยื่อ สามารถเก็บหัว ขาและหางเข้ากระดองได้อย่าง

มิดชิด หัวมีสีน้ำตาลและมีแถบสีเหลืองพาดยาวจากปลายจมูกไปถึงคอระหว่างนิ้วมีพังผืด เต่าหับพบบ่อยทางภาคใต้และภาคกลางของประเทศไทย และพบที่อินเดีย อินโดจีน มาเลเซีย สุมาตรา ชวา บอร์เนียว และฟิลิปปินส์ มีแหล่งที่อยู่อาศัยในแหล่งน้ำและบนบก ในลำธารและบึงของป่า ที่ราบต่ำ นาข้าว และทางน้ำขนาดเล็กในป่าชายเลน บางครั้งพบอยู่ไกลจากแหล่งน้ำมาก เต่าชนิดนี้กินทั้งพืชและสัตว์เป็นอาหาร เช่น พืชบก พืชน้ำ เห็ด หนอน หอยทาก กุ้ง และปู



ภาพที่ 2.1 เต่าหับ *Cuora amboinensis* ในบริเวณวัดประยุรวงศาวาสวรวิหาร กรุงเทพมหานคร.

ที่มา: พัฒนชนัน ภูธราตล และศิริลักษณ์ พือสันเทียะ, 2561

(2) เต่าบัว (*Hieremys annandalii*) ดังภาพที่ 2.2 เป็นเต่าน้ำขนาดใหญ่มีความยาวกระดองหลังประมาณ 45 เซนติเมตร ในวัยอ่อนกระดองหลังมีสีเทาเข้มและมีลักษณะกลม เมื่อโตขึ้นกระดองหลัง จะเป็นสีน้ำตาลดำหรือสีดำและมีลักษณะยาวรี ลูกเต่ามีสันที่กึ่งกลางกระดองหลัง เมื่อโตขึ้นสันจะหายไป กระดองท้องมีสีเหลือง ขาทั้งสี่ขามีสีเทาดำในเต่าขนาดเล็กจะมีหัวสีเทาน้ำตาล มีจุดและแถบลายสีเหลือง เมื่อโตเต็มวัยหัวมีสีเทาดำและมีลายจุดสีเหลืองกระจายทั่วหัว เต่าบัวในประเทศไทยพบบริเวณที่ราบต่ำบริเวณภาคกลาง ภาคตะวันออกและภาคใต้บนแผ่นดินใหญ่ ลาวพบบริเวณที่ราบต่ำแม่น้ำโขง ทางตะวันตกเฉียงใต้ เวียดนามพบบริเวณที่ราบต่ำทางตอนใต้ กัมพูชาพบบริเวณที่ราบต่ำแหล่งที่อยู่อาศัย อยู่ในแหล่งน้ำ หนองน้ำ บ่อน้ำ และแหล่งน้ำอื่นๆ ที่มีน้ำไหลช้าหรือนิ่ง ในบริเวณที่ราบและสามารถอยู่รอดได้บริเวณน้ำกร่อย เต่าชนิดนี้กินทั้งพืชเป็นอาหารใบบัวและก้านบัว พืชลอยน้ำและพืชริมน้ำ (บางครั้งพบกินหนอนและแมลงแต่ไม่บ่อยนัก)



ภาพที่ 2.2 เต่าบัว *Hieremys annandalii* ในบริเวณวัดโพสพผลเจริญ ปทุมธานี.

ที่มา : พัฒน์ชนัน ภูธราดล และศิริลักษณ์ ฝ่อสันเทียะ, 2561

(3) เต่านา (*Malayemys subtrijuga*) ดังภาพที่ 2.3 มีกระดองหลังสีน้ำตาลอ่อนจนถึงสีน้ำตาลแก่ ขอบกระดองมีสีเหลือง มีสัน 3 สันบนกระดองหลังโดยสันกลางจะอยู่บริเวณกึ่งกลางแผ่นเกล็ดสันหลังทั้ง 5 แผ่น กระดองท้องมีสีขาวอมเหลืองและอาจมีปื้นสีดำ หัวโตและมีสีดำ มีแถบสีเหลืองพาดยาวจากหัวถึงคอ เต่านาทั้งสองเพศ มีกระดองท้องแบนราบเหมือนกัน ตัวเต็มวัยเพศผู้ จะมีขนาดเล็กกว่าเพศเมีย แต่ตัวผู้จะมีหางยาวและหนากว่า ปัจจุบันถูกแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ เต่านาแม่โขงและเต่านาไทย โดยดูจากลวดลายที่แตกต่างกันบริเวณหัว เต่านาพบบริเวณที่ราบต่ำทั่วประเทศไทยและพบที่อินโดจีน มาเลเซียและชวา โดยมีแหล่งที่อยู่อาศัยในแหล่งน้ำบริเวณที่มีพืชปกคลุมหนาแน่น แหล่งน้ำจืดที่ไหลช้าหรือน้ำนิ่ง แหล่งน้ำตื้นบริเวณที่ราบต่ำ เช่น หนองน้ำ คูคลองที่ขุดลอก และทุ่งนาที่มีน้ำท่วมขัง เต่าชนิดนี้ กินสัตว์เป็นอาหาร หอยน้ำจืด กุ้งและบางครั้งกินหอยสองฝาขนาดเล็ก



ภาพที่ 2.3 เต่านา *Malayemys subtrijuga* ในบริเวณวัดประยุรวงศาวาสวรวิหาร กรุงเทพมหานคร.

ที่มา : พัฒน์ชนัน ภูธราดล และศิริลักษณ์ ฝ่อสันเทียะ, 2561

(4) เต่าหวาย (*Heosemys grandis*) ดังภาพที่ 2.4 กระจกหลังมีสีน้ำตาลขอบกระจกส่วนท้ายหักคล้ายฟันเลื่อย มีลักษณะคล้ายเส้นหวายที่กึ่งกลางกระจกหลัง โดยจะเห็นชัดเจนมากในวัยอ่อน ส่วนต่อระหว่างกระจกหลังกับกระจกท้องและแผ่นเกล็ดขอบกระจกด้านล่างมีสีเหลืองในเต่าขนาดเล็กจะมีลวดลายเหล่านี้จะค่อยๆ หายไป หัวมีสีเทาไปถึงสีน้ำตาล และมีจุดสีส้มกระจายอยู่ทั่วไป เต่าหวาย ในประเทศไทยบริเวณที่ราบต่ำและเนินเขาทางภาควันตกภาคตะวันออก และภาคใต้ พบในลาว เวียดนามและกัมพูชาแหล่งที่อยู่อาศัยในแหล่งน้ำในลำธารและบึงน้ำจืดที่ระดับความสูงต่ำถึงสูงปานกลาง เต่าชนิดนี้กินทั้งพืชและสัตว์เป็นอาหาร เช่น ผลไม้ พืชผัก (โดยเฉพาะใบผักตบชวา)



ภาพที่ 2.4 เต่าหวาย *Heosemys grandis*

ที่มา : องค์การสวนสัตว์ ในพระบรมราชูปถัมภ์, 2560

(5) เต่าดำ (*Siebenrockiella crassicollis*) ดังภาพที่ 2.5 เต่าดำมีกระดองหลังสีน้ำตาลดำหรือดำ ส่วนท้ายกระดองเป็นแฉกเล็กน้อย ในเต่าขนาดเล็กกระดองหลังมีสัน 3 สัน แต่เมื่อโตเต็มวัยสันข้าง 2 เส้นจะเลื่อนไปเหลือเพียงสันที่อยู่กึ่งกลางกระดองสันเดียว กระดองและส่วนต่อระหว่างกระดองหลังกับกระดองท้องมีสีดำหรือน้ำตาลดำ หัวมีสีดำหรือสีเทาดำและมีจุดสีขาว ครีมหือหรือเหลืองที่ข้างแก้มและเหนือตา ตัวผู้เต็มวัยกระดองท้องจะเว้าเล็กน้อย มีหางยาวและหนากว่าตัวเมีย เต่าดำในประเทศไทยพบได้ทุกทั่วภาค แต่จะพบได้มากในภาคกลางและภาคใต้มีแหล่งที่อยู่อาศัยทั่วไปตามแหล่งน้ำประเภทหนองหรือบึง เต่าดำกินอาหารได้ทั้งพืชและสัตว์น้ำ



ภาพที่ 2.5 เต่าดำ *Siebenrockiella crassicollis*

ที่มา : สวนสัตว์ดุสิต, 2560

(6) เต่าแก้มแดง (*Trachemys scripta*) ดังภาพที่ 2.6 เป็นเต่าพื้นเมืองของทวีปอเมริกาเหนือและอเมริกากลาง เป็นสัตว์ต่างถิ่นที่ถูกนำมาขายในร้านขายสัตว์เลี้ยงเพื่อเป็นสัตว์เลี้ยงในประเทศไทย มีชื่อเรียกกันทั่วไปว่าเต่าญี่ปุ่นและเนื่องจากประเทศไทยมีสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการอยู่อาศัย และสืบพันธุ์รวมทั้งมีการนำไปปล่อยแหล่งน้ำต่างๆ ทำให้เต่าชนิดนี้สามารถกระจายไปได้ในบริเวณกว้าง ซึ่งต่อไปอาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อเต่าพื้นเมืองของไทย เต่าแก้มแดงจำแนกได้หลายชนิดย่อยสำหรับชนิดย่อยที่พบในประเทศไทยคือ (*Trachemys scripta elegans*) กระดองหลังมีสีเขียวจนถึงสีน้ำตาลและมีลายเหลือง ตัวที่อายุมากจะมีกระดองสีดำ ส่วนท้ายกระดองเป็นแฉกเล็กน้อยกระดองท้องมีสีเหลืองและแต้มสีดำมีแถบสีเหลืองจนถึงแดงที่ข้างแก้ม ตัวผู้จะมีขนาดเล็กกว่าตัวเมีย ขาหน้ามีเล็บยาวมีหางที่ยาวและหนากว่าตัวเมียเต่าแก้มแดงมีแหล่งที่อยู่อาศัยตามธรรมชาติอาศัยในแหล่งน้ำจืดและทะเลสาบ แต่ถูก

นำเข้ามาปล่อยบริเวณสวนสาธารณะในเมืองบ่อน้ำในวัด อ่างเก็บน้ำ และคลองระบายน้ำเต่าชนิดนี้กินทั้งพืชและสัตว์เป็นอาหาร พืชผัก ผลไม้ และสัตว์น้ำขนาดเล็ก



ภาพที่ 2.6 เต่าแก้มแดง *Trachemys scripta* ในบริเวณวัดประยุรวงศาวาสวรวิหาร กรุงเทพมหานคร.

ที่มา : พัฒนชนัน ภูธราดล และศิริลักษณ์ ฟือสันเทียะ, 2561

4.2 Family Trionychidae (วงศ์ตะพาบ) ดังภาพที่ 2.7 ได้แก่ ตะพาน้ำ (*Amyda cartilaginea*) มีหัวตะพาบที่มีขนาดใหญ่และตะพาน้ำตัวเล็กกระดองค่อนข้างกลมแต่ยาวรีขึ้นเมื่อโตเต็มวัย กระดองหลังมีสีน้ำตาลอ่อนจนกระทั่งสีน้ำตาลเข้ม ในตะพาน้ำขนาดเล็กจะมีจุดสีเหลืองและสีดำที่บริเวณหลังกระดองอยู่ทั่วไป ลักษณะเหล่านี้จะหายไปเมื่อโตเต็มวัย ขอบกระดองด้านหลังเหนือต้นคอเป็นปุ่มขรุขระและกระดองหลังมีสันเล็กๆ เป็นริ้วยาวลายเส้น กระดองท้องมีสีขาวอมเทา หัว คอและขาไม่มีสี เขียว ตะพาน้ำในประเทศไทยพบได้หนองน้ำและแหล่งน้ำจืดทั่วประเทศ โดยมีแหล่งที่อยู่อาศัยในน้ำมากกว่าบนบก โดยตะพาน้ำสามารถกอดำน้ำได้นานกว่าเต่าและเป็นสัตว์ที่ชอบกินเนื้อมากกว่ากินพืช



ภาพที่ 2.7 ตะพาบน้ำ *Amydactilone*

ที่มา : องค์การสวนสัตว์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

5. สิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมในการดำรงชีวิตของเต่า

สภาพสิ่งแวดล้อมที่รวมถึงแหล่งน้ำที่มีคุณภาพน้ำที่เหมาะสมสำหรับการดำรงชีวิตของเต่า และบริเวณโดยรอบที่เอื้ออำนวยต่อการดำรงชีวิตของเต่า เช่น มีที่สำหรับผึ่งแดดและหายใจ เนื่องจากเต่าต้องการพักหายใจ และพักเหนื่อย เพราะเต่าเป็นสัตว์เลื้อยคลาน เต่าต้องการผึ่งแดด เพื่อให้ปลิงที่ติดอยู่ตามตัวหลุดออก และเต่าต้องอาศัยแสงแดดในการสร้างวิตามินที่จำเป็นสำหรับร่างกายตลอดจนมีที่สำหรับให้เต่าได้วางไข่อย่างเหมาะสม

5.1 สภาพแวดล้อมและสถานที่เลี้ยง สภาพแวดล้อมควรที่เป็นอยู่จริงของเต่าแต่ละชนิด เต่าบางชนิดจะอยู่อาศัยไม่เหมือนกันแต่ละชนิด เต่าบกนั้นจะใช้ชีวิตส่วนใหญ่บนบก มีกระดองที่นูนหนาเพื่อป้องกันตัว บริเวณเท้าจะมีเกล็ดหนาและเล็บยาวเพื่อขุดดิน กินพืชเป็นอาหารแต่บางสายพันธุ์ก็กินเนื้อหรือแมลงอีกด้วย ส่วนเต่าน้ำจืด หรือเต่าน้ำ ใช้ชีวิตอยู่ในน้ำเป็นส่วนใหญ่และขึ้นมาอาบแดดในบางครั้ง จะมีกระดองค่อนข้างแบนกว่าเต่าบกและน้ำหนักเบา เพื่อลอยตัวเวลาอยู่ในน้ำเท้าไม่มีเกล็ดและมีพังผืดระหว่างนิ้วเท้าเพื่อใช้ในการว่ายน้ำ มักล่าสิ่งมีชีวิตเล็กๆ ในน้ำกินเป็นอาหาร

สถานที่เลี้ยงก็สิ่งที่สำคัญสำหรับเต่า ถ้าเป็นไปได้ควรเป็นแบบสภาพแวดล้อมที่เป็นอยู่จริงของเต่าแต่ละชนิด เต่าบางชนิดจะชอบอยู่แบบค่อนข้างแห้งๆ ร้อนๆ หรือจะชอบอยู่ชื้นๆ นิดหน่อย ทั้งนี้ เต่าบกควรเลี้ยงบนบกเท่านั้น ห้ามเอาเต่าบกไปปล่อยลงน้ำลึก เพราะเต่าบกว่ายน้ำไม่ได้ จะจมน้ำตาย แต่ควรมีแหล่งน้ำหรือภาชนะใส่น้ำไว้ให้เต่าบกกินและแช่น้ำด้วย ส่วนเต่าน้ำสามารถว่ายน้ำได้หากินในน้ำแต่ถึงอย่างไรก็ต้องขึ้นมาหายใจโดยการชูคอขึ้นมาพ่นน้ำต้องมีช่วงพักขึ้นมาบนบกด้วย เพราะฉะนั้นควรจะเลี้ยงในสภาพกึ่งธรรมชาติ เพราะเต่าต้องการพื้นที่ว่ายน้ำและมีพื้นที่กว้างขวางในการเดินออกกำลังกาย

และพื้นที่สำหรับการขึ้นมาตากแดดเพื่อสุขภาพที่ดี อยู่ในสภาพอากาศที่ปลอดโปร่ง เป็นธรรมชาติ เต่าจะมีการเจริญเติบโตค่อนข้างดี ควรมีรั้วป้องกันให้มิดชิด เพราะเต่าค่อนข้างขูดเก้ง แนะนำบ่อธรรมชาติ กลางแจ้งที่มีพื้นที่แห้งและบ่อน้ำขนาดเล็ก แต่ต้องเพียงพอรองรับการเติบโตในอนาคตได้ด้วยเพราะเต่าบางชนิดโตเต็มที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางกระดอง ไม่ต่ำกว่า 30 เซนติเมตร หรือ 1 ฟุต ส่วนความสูงของขอบบ่อหรือก็ไม่ควรต่ำกว่า 30 เซนติเมตร เพราะเต่าบางชนิดปีนเก่งมากและควรมีที่หลบให้ เพราะเวลาเต่านอนจะชอบซุกตัวตามมุมๆ หรือบริเวณที่เตารู้สึกว่าปลอดภัย หากทำที่หลบภัยให้จะช่วยลดความเครียดที่เกิดขึ้นกับตัวเต่าได้เป็นอย่างดี

5.2 คุณภาพน้ำที่เหมาะสมในการอยู่อาศัยของเต่า ประกอบด้วยอุณหภูมิและแสงแดดดังรายละเอียดดังต่อไปนี้

(1) อุณหภูมิน้ำควรอยู่ในช่วง 23-32 องศาเซลเซียส โดยน้ำจะต้องไม่ร้อนหรือเย็นจนเกินไป ถ้าน้ำเย็นมากเต่าจะกินอาหารน้อยลง ควรลดปริมาณน้ำในบ่อและลดปริมาณอาหารลง ปริมาณออกซิเจนโดยเฉลี่ยปริมาณออกซิเจนในรอบวันไม่ควรต่ำกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร ถ้ายิ่งต่ำกว่านี้อาจทำให้เต่าเจริญเติบโตไม่ดีหรือตายได้ เมื่อปริมาณออกซิเจนต่ำให้ใช้เครื่องตีน้ำหรือสูบน้ำไปในอากาศก็ได้ เพื่อช่วยเพิ่มปริมาณในน้ำ โดยเฉพาะเวลากลางคืนและเข้ามิดปริมาณออกซิเจน ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ควรอยู่ระหว่าง 6.5-9 การเปลี่ยนแปลงของ pH ที่เกิดขึ้นจะทำให้คุณสมบัติของน้ำเปลี่ยนไปและมีผลต่อความเป็นพิษของสารบางชนิดได้ เช่น ความเป็นพิษของแอมโมเนียมากขึ้นหรือลดลงได้ความเป็นต่างเป็นตัวที่คอยควบคุมไม่ให้แหล่งน้ำมีการเปลี่ยนแปลง pH ควรมีค่าอยู่ในระหว่าง 100-200 มิลลิกรัมต่อลิตร แอมโมเนียเป็นแก๊สที่มีพิษต่อปลาเกิดจากของเสียและมูลต่างๆ ที่สัตว์น้ำขับถ่ายออกมา ถ้าปริมาณสูงจะเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำมาก ความขุ่นตะกอนดินที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ ถ้าปริมาณมากเกินไปจะเป็นตัวขวางกั้นไม่ให้แสงสว่างลงไปได้ลึก ทำให้พืชและแพลงก์ตอนไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้ ดังนั้นควรกำกับคุณภาพน้ำให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมตลอดเวลา (พัฒน์ชนัน ภูธราตล และศิริลักษณ์ พิ้อสันเทียะ, 2561)

ตารางที่ 2.2 เกณฑ์คุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ

ลำดับ	ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	ระดับความเข้มข้นที่เหมาะสม	หมายเหตุ
1.	อุณหภูมิ (Temperature)	ซซ.	23-32	โดยมีการเปลี่ยนแปลงตามธรรมชาติและไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว
2.	ความเป็นกรด-ด่าง (pH)		5-9	โดยมีการเปลี่ยนแปลงในรอบวันไม่ควรเกินกว่า 2.0 หน่วย
3.	ออกซิเจนละลาย (DO)	มก./ล.	ต่ำสุด 4	-
4.	แอมโมเนีย (NH ₃ -N)	มก./ล.	0.02	-
5.	บีโอดี (BOD)	มก./ล.	ไม่เกิน 6	-

ที่มา : การคุ้มครองทรัพยากรสัตว์น้ำจืด, สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง (2530)

เตาอบโดยส่วนใหญ่จะเป็นเตาที่ใช้อุณหภูมิสูง ควรจะอยู่ที่ประมาณ 30 องศาเซลเซียสในตอนกลางวันและไม่ต่ำกว่า 21 องศาเซลเซียสในตอนกลางคืนควรโดนแดดทุกวันยิ่งดี แนะนำให้โดนแดดในช่วงเช้า จะช่วยให้กระดองแข็งแรง ไม่เปราะนึ่ม ถ้าเตาที่ไม่ค่อยกิน ไม่ค่อยเคลื่อนไหว เตาก็จะไม่ค่อยแข็งแรง สาเหตุหนึ่งอาจเกิดจากอากาศเย็น อากาศชื้นอาจจะทำให้เตาไม่สบายได้ เตาอบมีการควบคุมอุณหภูมิร่างกายผ่านวิธีการผ่านนอก เช่น การผึ่งแดด หรือการแช่น้ำอุ่น เป็นกระตุ้นให้ระบบต่างๆของเตาอบทำงานให้เป็นปกติดียิ่งขึ้น ทำให้เตาหายใจได้ลึกขึ้นเลือดสูบฉีดได้ดีขึ้น หัวใจเต้นแรงขึ้น ทำให้แอคทีฟ และเจริญอาหารในวันใหม่ เป็นการกระตุ้นการขับถ่ายให้เป็นปกติของทุกวัน และเสริมสร้างภูมิคุ้มกันต้านทานเป็นอย่างดี โดยอุณหภูมินั้นส่งผลโดยตรงต่อการหมักย่อยอาหารหยาดด้วยจุลชีพ และถ้าอาหารมีอุณหภูมิมิโปรตีนสูง แปรสูง น้ำตาลสูง ก็จะทำให้เกิดผลเสียต่อระบบย่อยในลำไส้เล็กและกระเพาะหลัก (ปิ่นณวัชญ์ เตชพัฒนสิริกุล, 2556)

(2) แสงแดด ควรมีพื้นที่ให้สำหรับเตาขึ้นมาตากแดดเพื่อสุขภาพที่ดี อยู่ในสภาพอากาศที่ปลอดโปร่งเป็นธรรมชาติเตาทุกชนิดเป็นสัตว์ที่มีกระดูกสันหลัง สามารถใช้แสงแดดช่วยในการสร้างวิตามินดี 3 ได้ วันละประมาณ 1 - 2 ชั่วโมง โดยแสงยูวีที่เป็นประโยชน์กับเตานั้นแสงยูวีที่เป็นประโยชน์กับเตานั้น จะต้องเป็นแสงที่มีตามความยาวคลื่นอื่นๆอีกด้วย เช่น รังสี Infrared , UV โดยรังสีอินฟราเรดนี้ที่เป็นตัวให้ความร้อน และความอบอุ่นแก่เตา โดยเราจะเรียกรังสีต่างๆตามความถี่ ชนิด และความยาว

ของรังสีว่าช่วงรังสีช่วงแรกคือ รังสียูวี A ในเต่าบกนั้นใช้ประโยชน์ในการแยกแยะสิ่งต่างๆได้ นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มพฤติกรรมต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นการเคลื่อนไหว การกินอาหาร การผสมพันธุ์ หรือการขับถ่าย เป็นต้น รังสีช่วงต่อมาคือ รังสียูวี B คือช่วงแสงยูวีที่มีประโยชน์มากที่สุดกับเต่าบก ที่เป็นตัวช่วยสร้างวิตามินดี 3 ในผิวหนังและกระดูก ซึ่งจะถูกดูดซึมต่อไปและช่วยในการดูดซึมแคลเซียม ดังนั้นหากขาดวิตามินดี 3 ระดับของแคลเซียมในร่างกายเต่าก็จะลดลง ส่งผลให้วิตามินดีในกลุ่มต่างๆ เช่น วิตามินดี 1 วิตามินดี 2 เข้ามาแทนที่ ส่งผลทำให้ต่อมไทรอยด์ทำงานผิดปกติและทำให้เต่าโตผิดปกติรูปร่างโรค MBD หรือ Metabolic bone disease ได้ ทั้งนี้ทั้งหมดเป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับโปรตีนและฟอสฟอรัสด้วย กลุ่มวิตามินดี และวิตามินดี 3 จากแสงแดดจะช่วยในการดูดซึมแคลเซียมและฟอสฟอรัส มีความสำคัญในการสร้างกระดูกและกระดูก กลุ่มวิตามินดีมีผลต่อการดูดซึมกลับของกรดอะมิโน (โปรตีน) ที่ไต (จึงไม่ทำให้เกิดนิ่วจากเกลือยูเรต) ช่วยสังเคราะห์น้ำย่อยในกระเพาะหมัก ส่งผลให้เกิดฮอร์โมนโมติลิน ที่ช่วยในการย่อย ในการขับมูลและน้ำในกระเพาะปัสสาวะ วิตามินดี 3 จะควบคุมปริมาณของแคลเซียมและฟอสฟอรัสร่วมกับต่อมไทรอยด์และพาราไทรอยด์ในกระแสนเลือดไม่ให้ต่ำลงจนถึงขีดอันตราย ดังนั้นถ้าสัดส่วนอาหารที่ไม่สมดุลและขาดแสงยูวี B และความอบอุ่นจะทำให้เต่าบกเป็นนิ่วในกระเพาะปัสสาวะ เพราะเต่าขาดวิตามินดี 3 ไม่สามารถนำแคลเซียมไปใช้ได้กระดูกบางไม่โต โตผิดปกติรูปร่างและขนาดจะเล็กกว่าสายพันธุ์ปกติ (ปัญญวัชณ์ เทชพัฒนศิริกุล, 2556)

5.3 อาหารที่เหมาะสมแก่การดำรงชีวิต

เต่าเป็นสัตว์ที่กินง่าย กินได้หลายอย่าง การที่เต่าที่ได้กินอาหารที่หลากหลายนั้นก็จะได้สารอาหารที่หลากหลายเช่นกัน เต่าก็จะมีสุขภาพแข็งแรง ทำให้กินอาหารได้มาก ไม่เบื่ออาหาร ส่งผลให้เต่ามีการเจริญเติบโตที่รวดเร็ว ส่วนอาหารได้แก่ผักหลายๆ ชนิด เช่น ผักบุ้งจีน ยอดมะระ ผักคะน้า ผักหวานบ้าน กวางตุ้ง ใบองุ่น ใบและดอกดาวเรือง อาหารเม็ดเต่าบก กระบองเพชรเสมา หนุ่ยมาเลย์ สารพัดผัก ฯลฯ แต่ควรดเว้นพวกผักใบม่วงๆ เช่น กะหล่ำปลีม่วง

ก่อนจะนำมาให้เต่ากินนั้นควรล้างให้สะอาดชะก่อน จากนั้นสับเป็นฝอยๆ รวมกันแล้วแช่เย็นไว้ได้สัก สาม – สี่วันแล้วเสริมด้วยผลไม้หลากหลายชนิด

ผักกาดหอมนี้ไม่ควรให้บ่อยหรืออย่าให้เลย เพราะไม่มีคุณค่าทางสารอาหารให้เฉพาะตอนที่เต่าไม่ค่อยจะกินก็พอ จะช่วยกระตุ้นการกินได้ พืชตระกูลถั่ว เช่น ถั่วแขก ถั่วฝักยาว นานๆ ที่ให้ได้ ส่วนแครอท ฟักทอง มะเขือเทศ เสริมให้บ้างแต่นานๆ จะให้ อย่าให้บ่อยเพราะพวกผักผลไม้ที่มีสีเหลือง สีส้มๆ แดงๆ จะมีฟอสฟอรัสสูง กินมากเกินไปจะไปดูดซึมแคลเซียมไปหมด ควรให้เป็นผักใบเขียวเป็นหลักน่าจะดีกว่า

ส่วนอาหารสุนัข อาหารแมว อาหารนกขุนทองเม็ดกลมๆ เชียวๆ แนะนำให้ทานได้ (แต่ควรเลือกแบบที่มีไขมันต่ำๆ) จึงไม่ส่งผลต่อสุขภาพไตและตับ ให้เดือนละครั้ง 2 ครั้ง แต่อย่าให้บ่อยนัก ให้ไม่ต้องมาก ไขมันจะช่วยทำให้เต่าขับถ่ายได้สะดวกมากขึ้น แต่ถ้าหากเต่าไตหรือกระเพาะเกิดการอุดตันขึ้นได้หรืออาจส่งผลกระทบต่อเรื่องของกระดองที่เติบโตผิดปกติได้

บางคนเชื่อว่าการที่เต่าได้รับน้ำจากผักผลไม้เพียงพอแล้ว แต่ความเป็นจริงก็คือ แม้ว่าเต่าจะดื่มน้ำเพียงเล็กน้อยก็ตาม แต่ก็ไม่ได้หมายความว่าเต่าจะไม่ดื่มน้ำเลย ควรให้เพื่อไว้ในกรณีที่น้ำในผักผลไม้ไม่เพียงพอ นอกจากนี้สำหรับผู้เลี้ยงเต่าในกรงดิน การที่เต่ากินอาหารบนพื้นดินแล้วกลืนกินทรายหรือกรวดเม็ดโตๆ ปะปนลงไปด้วยนั้นถือว่าเป็นอันตรายที่ไม่ควรมองข้าม เนื่องจากทรายหรือกรวดเม็ดโตๆ ก่อนใดก่อนหนึ่ง อาจจะเข้าไปอุดตันลำไส้หรืออาจเป็นสาเหตุของภาวะนิ่วหรือภาวะเกี่ยวกับไตที่จะตามมาในภายหลังได้

6. ในการดำรงชีวิตของเต่า

6.1 ด้านการบริโภคอาหาร มีรายละเอียดดังนี้

6.1.1 เต่าบก จะมีการดำรงชีวิตบนบก โดยอาหารการกินส่วนใหญ่ของเต่าบกจะเป็นหญ้า วัชพืช ผักต่างๆ ซึ่งในเต่าแต่ละชนิด ก็จะมีอาหารการกินที่แตกต่างกันไปตามต้นกำเนิดของเต่าสายพันธุ์นั้นๆ

6.1.2 เต่าน้ำ จะมีการดำรงชีวิตอยู่ในน้ำเป็นส่วนใหญ่ จะมีขึ้นมาบนบกบ้างเพื่อตากแดดให้ความอบอุ่นแก่ร่างกาย หรือ ขึ้นมาเพื่อวางไข่ โดยเต่าน้ำส่วนใหญ่จะกินสัตว์เป็นอาหาร เช่น ปลา กุ้ง หอย หรือสัตว์น้ำเล็กๆ เป็นอาหาร แต่ก็มีเต่าน้ำหลายชนิดที่กินทั้งพืชและสัตว์เป็นอาหาร ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ของเต่าน้ำแต่ละชนิด (พิริยะ สุขพัฒน์, 2558)

6.2 ด้านที่อยู่อาศัย มีรายละเอียดดังนี้

6.2.1 เต่าบก นั้นจะใช้ชีวิตส่วนใหญ่บนบก มีกระดองที่หนาหนาเพื่อป้องกันตัว บริเวณเท้าจะมีเกล็ดหน้าและเล็บยาวเพื่อขุดดิน กินพืชเป็นอาหารแต่บางสายพันธุ์ก็จะกินเนื้อหรือแมลงอีกด้วย

6.2.2 เต่าน้ำจืดหรือเต่าน้ำ ใช้ชีวิตอยู่ในน้ำเป็นส่วนใหญ่และขึ้นมาอาบแดดในบางครั้ง จะมีกระดองค่อนข้างแบนกว่าเต่าบกและน้ำหนักเบา เพื่อลอยตัวเวลาอยู่ในน้ำเท้าไม่มีเกล็ดและมีพังผืดระหว่างนิ้วเท้าเพื่อใช้ในการว่ายน้ำ มักล่าสิ่งมีชีวิตเล็กๆ ในน้ำกินเป็นอาหาร (ภุชงค์ แซ่เล้า, 2560)

6.3 ด้านพฤติกรรมกรรมการผสมพันธุ์

เต่าผสมพันธุ์ได้ทั้งบนบกและในน้ำ ในช่วงฤดูผสมพันธุ์เริ่มตั้งแต่ฤดูฝนถึงฤดูหนาว เต่าตัวผู้จะแสดงพฤติกรรมเกี่ยวพาราสิเพศเมียโดยเดินตามและคลอเคลียด้านหน้าเพศเมีย คอยเพื่อกันไม่ให้เพศผู้ตัวอื่นเข้าใกล้ หลังจากนั้นขึ้นคร่อมกระดองหลัง โดยใช้ปากกัดบริเวณคอของเพศเมียพร้อมกดกระดองให้ต่ำลงจนสามารถสอดปลายหางหรืออวัยวะเพศผู้ เพื่อปล่อยน้ำเชื้อเข้าไปในช่องของเพศเมียนานประมาณ 5 นาที หลังจากผสมพันธุ์ประมาณ 2 เดือน เต่าเมียจะหาที่วางไข่

6.4 ด้านการวางไข่

โดยตัวเมียสามารถออกไข่เฉลี่ยครั้งละ 18-30 ฟอง เต่าเพศเมียจะเดินวนเวียนบริเวณพื้นดินเพื่อขุดหลุมวางไข่ โดยจะปัสสาวะรดพื้นดินหรือพื้นทรายเพื่อให้ดินนุ่มและอ่อนตัว หลังจากนั้น ตัวเมียจะใช้เท้าหลังขุดหรือเกลี่ยดินลึกประมาณ 5 เซนติเมตร แล้ววางไข่ครั้งละฟอง สลับกับเกลี่ยดินกลบไข่ที่ละฟองจนเสร็จ จึงกลบดินปากหลุมให้เรียบและแน่น และจะใช้ระยะเวลาในการฟักตัวประมาณ 90-120 วัน พอไข่ฟักออกมาแล้ว จะมีถุงไข่แดงติดอยู่บริเวณท้องออกมาพร้อมลูกเต่าด้วย ซึ่งถุงไข่นี้เองที่จะเป็นแหล่งอาหารสำหรับลูกเต่าช่วงสองสามวันแรก จนกว่าลูกเต่าจะสามารถกินอาหารแข็งได้ และในช่วงแรกเกิดนี้ แม่เต่าจะดูแลลูกเต่าก่อนประมาณ 80 วัน หลังจากนั้นลูกเต่าต้องพยายามเอาตัวรอดด้วยตัวเอง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเต่าแต่ละสายพันธุ์ด้วย (เสาวคนธ์ รุ่งเรือง, 2548)

7. การลดลงของประชากรเต่าบกและเต่าน้ำ

Sokatra (2011) ได้กล่าวว่าเต่าเป็นสัตว์ที่เติบโตช้า บางชนิดอาจต้องใช้เวลา 10-15 ปีกว่าจะถึงวัยเจริญพันธุ์ ประชากรของเต่าจะเพิ่มขึ้นได้ดินนั้นต้องอาศัยเต่าที่อยู่รอดและมีอายุหลายปี หากเต่าโตเต็มวัยในประชากรจำนวนลดลงหรือเริ่มลดจำนวนลง ประชากรนั้นอาจเพิ่มจำนวนได้ช้ามากอย่างไม่ต้องสงสัย เนื่องด้วยลักษณะดังกล่าว ภัยคุกคามอันดับแรก คือ การสูญเสียและเสื่อมสภาพของแหล่งที่อยู่อาศัย เต่าหลายชนิดมีการแพร่กระจายที่จำกัด กล่าวคือ พบได้เฉพาะบางแห่ง จึงเป็นการเพิ่มความเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงแหล่งที่อยู่อาศัย เต่าน้ำจัดอาศัยทั้งในแหล่งน้ำ และพื้นที่รอบแหล่งน้ำที่ซึ่งพวกมันใช้วางไข่ พื้นที่เหล่านี้เสี่ยงต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพที่อยู่อาศัยโดยมนุษย์ เช่น พื้นที่ชุ่มน้ำ (Wetland) เมื่อมีการสูญเสียหรือเสื่อมโทรมของแหล่งที่อยู่อาศัยของชนิดที่มีการกระจายกว้างเนื่องจากการพัฒนาพื้นที่หรือการใช้ประโยชน์พื้นที่อื่นๆ ประชากรที่มีขนาดใหญ่จะแยกออกจากกัน พื้นที่สำหรับหาอาหาร สืบพันธุ์ หรือวางไข่นั้นจะหายากขึ้น ช่วงเวลาอันสั้นอาจนำไปสู่การลดลงของจำนวนประชากรของชนิดที่เคยพบได้ทั่วไป (Common species) การเสื่อมสภาพของแหล่งที่อยู่อาศัย

อาจเกิดได้หลายรูปแบบ ทั้งมลพิษทางเคมี คราบน้ำมันซึ่งส่งผลทั้งเต่าทะเลและเต่าน้ำจืด สำหรับเต่าทะเลนั้น แสงไฟจากที่อยู่อาศัยของมนุษย์อาจรบกวนการหาทิศทางของมัน

เต่าที่พบในประเทศไทยในปัจจุบันมีหลายชนิดกำลังอยู่ในสถานะถูกคุกคามอย่างหนักและมีแนวโน้มที่จะหมดไปจากประเทศไทยในอนาคต เนื่องจากแหล่งที่อยู่ตามธรรมชาติถูกทำลายจากปัจจัยทางธรรมชาติและจากมนุษย์ ดังนั้นโอกาสที่เต่าหลายชนิดจะสูญพันธุ์ไปจากประเทศไทยจึงมีมาก เช่น เต่ากระอัน เต่าลายตีนเป็ด และตะพาบหัวกบ ที่เคยมีรายงานว่าพบในประเทศไทยมากในอดีต ปัจจุบันไม่มีรายงานว่าสำรวจพบอีกแล้ว และเต่าอีกหลายชนิด เช่น เต่าหกเหลือง เต่าจักร เต่าทับทิม เต่าหญ้า และ เต่ามะเฟือง มีจำนวนลดลงมากจนอยู่ในสถานะใกล้สูญพันธุ์ไปจากประเทศไทย สิ่งเหล่านี้เกิดจากภัยจากมนุษย์และภัยธรรมชาติ (พิพิธภัณฑสถานธรรมชาติวิทยาแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2554) ได้มีสาเหตุดังนี้

7.1 สาเหตุจากธรรมชาติ ประกอบด้วย

7.1.1 การแปรปรวนของสภาพอากาศ เช่น การเกิดพายุรุนแรง การเกิดแผ่นดินไหว การเกิดคลื่นใต้น้ำ

7.1.2 การถูกทำลายจากสัตว์ขนาดใหญ่กว่า เนื่องจากเต่ามีขนาดเล็กกว่ามักจะถูกเป็นอาหารของสัตว์ใหญ่กว่าที่ทำร้าย หรือกินเป็นอาหารอีกด้วย

7.1.3 การเจ็บป่วยและโรคจากธรรมชาติ

7.2 สาเหตุจากมนุษย์ ประกอบด้วย

7.2.1 การบุกรุกแหล่งที่อยู่อาศัย เช่น ด้านการตัดไม้ทำลายป่า การเกิดมลภาวะในแหล่งน้ำ

7.2.2 การถูกจับมากิน หรือ จำหน่ายตามความเชื่อของการปล่อยเต่า

กฎหมายคุ้มครองเต่า

1. พระราชบัญญัติที่เกี่ยวข้อง

1.1 พระราชบัญญัติสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า พ.ศ. 2562

มาตรา 12 ห้ามมิให้ผู้ใดล่าสัตว์ป่าสงวนหรือสัตว์ป่าคุ้มครอง

มาตรา 13 ผู้ใดล่าสัตว์ป่าที่เป็นการฝ่าฝืนต่อบทบัญญัติแห่งพระราชบัญญัตินี้ ด้วยความจำเป็นและภายใต้เงื่อนไขดังต่อไปนี้ ผู้นั้นไม่ต้องรับโทษ (2) การล่านั้นได้กระทำพอสมควรแก่เหตุ

มาตรา 14 ห้ามมิให้ผู้ใดเก็บ ทำอันตราย หรือมีไว้ในครอบครองซึ่งรังของสัตว์ป่าสงวน เว้นแต่เป็นกรณีของผู้ที่มีสัตว์ป่าสงวนไว้ในครอบครองโดยถูกต้องตามพระราชบัญญัติ

มาตรา 15 ห้ามมิให้ผู้ใดทิ้งหรือปล่อยเป็นอิสระซึ่งสัตว์ป่าสงวน สัตว์ป่าคุ้มครอง หรือ สัตว์ป่าควบคุม หรือกระทำการใด ๆ ให้สัตว์ป่านั้นพ้นจากการดูแลของตน

1.2 พระราชบัญญัติการประมง พ.ศ. 2490

มาตรา 19 ห้ามมิให้บุคคลใด เท ทิ้ง ระบาย หรือทำให้วัตถุมีพิษตามที่รัฐมนตรีประกาศ กำหนดในราชกิจจานุเบกษา ลงในที่จับสัตว์น้ำ หรือกระทำการใดๆอันทำให้สัตว์น้ำมีพิษมา หรือเท ทิ้ง ระบาย หรือทำให้สิ่งใดลงไปในที่จับสัตว์น้ำ ในลักษณะที่เป็นอันตรายแก่สัตว์น้ำ หรือทำให้สัตว์น้ำเกิด มลพิษ เว้นแต่เป็นการทดลองเพื่อประโยชน์ทางวิทยาศาสตร์และได้รับอนุญาตจากพนักงานเจ้าหน้าที่

มาตรา 20 ทวิ ห้ามมิให้บุคคลใดมีไว้ในครอบครองเพื่อการค้าซึ่งสัตว์น้ำ

มาตรา 53 ห้ามมิให้บุคคลใดมีไว้ในครอบครองซึ่งสัตว์น้ำ หรือผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ ชนิดใด ชนิดหนึ่ง ตามที่ระบุไว้ในพระราชกฤษฎีกา หรือมีไว้ในครอบครอง

มาตรา 55 ห้ามมิให้บุคคลใดนำสัตว์น้ำชนิดหนึ่งชนิดใด ตามที่ระบุในพระราชกฤษฎีกา ไปปล่อยในที่จับสัตว์น้ำแห่งหนึ่งแห่งใด เว้นแต่จะได้รับอนุญาตจากพนักงานเจ้าหน้าที่

1.3 พระราชบัญญัติสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า พ.ศ. 2535

มาตรา 16 ห้ามมิให้ผู้ใดล่า หรือพยายามล่าสัตว์ป่าสงวนหรือสัตว์ป่าคุ้มครอง

มาตรา 18 ห้ามมิให้ผู้ใดเพาะพันธุ์สัตว์ป่าสงวนหรือสัตว์ป่าคุ้มครองเว้นแต่ (1) เป็นการ เพาะพันธุ์สัตว์ป่าคุ้มครองชนิดที่กำหนดตามมาตรา 17 โดยได้รับใบอนุญาตให้เพาะพันธุ์จากอธิบดี (2) เป็นการเพาะพันธุ์สัตว์ป่าสงวนหรือสัตว์ป่าคุ้มครองของผู้รับใบอนุญาตจัดตั้งและดำเนินการกิจการสวนสัตว์ สาธารณะตามมาตรา 29

มาตรา 19 ห้ามมิให้ผู้ใดมีไว้ในครอบครองซึ่งสัตว์ป่าสงวน สัตว์ป่าคุ้มครอง ซากของสัตว์ ป่าสงวน หรือซากของสัตว์ป่าคุ้มครอง เว้นแต่จะเป็นสัตว์ป่าคุ้มครองชนิดที่กำหนดตามมาตรา 17 ที่ได้มา จากการเพาะพันธุ์ หรือซากของสัตว์ป่า

มาตรา 20 ห้ามมิให้ผู้ใดค้าสัตว์ป่าสงวน สัตว์ป่าคุ้มครอง ซากของสัตว์ป่าสงวน ซากของ สัตว์ป่าคุ้มครอง หรือผลิตภัณฑ์ที่ทำจากซากของสัตว์ป่าดังกล่าว เว้นแต่เป็นการค้าสัตว์ป่าคุ้มครองชนิดที่ กำหนดตามมาตรา 17

มาตรา 21 ห้ามมิให้ผู้ใดเก็บ ทำอันตราย หรือมีไว้ในครอบครองซึ่งรังของสัตว์ป่าสงวน หรือสัตว์ป่าคุ้มครอง

มาตรา 23 ภายใต้บังคับมาตรา 24 ห้ามมิให้ผู้ใดนำเข้าหรือส่งออกซึ่งสัตว์ป่าหรือซาก ของสัตว์

มาตรา 24 การนำเข้า ส่งออกหรือนำผ่านซึ่งสัตว์ป่าหรือซากของสัตว์ป่าชนิดที่ต้องมีใบอนุญาตหรือใบรับรองให้นำเข้า ส่งออกหรือนำผ่าน ตามความตกลงระหว่างประเทศว่าด้วยการค้าสัตว์ป่าและซากของสัตว์ป่า

1.4 พระราชบัญญัติอุทยานแห่งชาติ พ.ศ. 2504

พระราชบัญญัติอุทยานแห่งชาตินี้เป็นกฎหมายที่มุ่งคุ้มครองแหล่งที่อยู่อาศัย และหาควางไข่ของเต่าทะเล ซึ่งอยู่ในพื้นที่ของอุทยานแห่งชาติทางทะเลหลายแห่ง

2. ประกาศที่เกี่ยวข้องกับการคุ้มครองเต่าทะเล

2.1 ประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ลงวันที่ 14 เมษายน พ.ศ. 2490

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 32 (7) แห่งพระราชบัญญัติการประมง พ.ศ. 2490 ห้ามมิให้บุคคลใด จับ ดัก ล่อ ทำอันตราย หรือ ฆ่าเต่าทะเล และกระ-ทะเลทุกชนิดโดยจะติดหรือถูกจับขึ้นมาด้วยเครื่องมือใดๆ ก็ตามให้ปล่อยลงทะเลไปทันทีรวมทั้งห้ามมิให้บุคคลใด เก็บ หรือ ทำอันตรายไข่เต่าทะเล และไข่กระทะเลทุกชนิดในหาดทุกแห่ง เว้นแต่ผู้ที่ได้รับอนุญาตจากพนักงานเจ้าหน้าที่

2.2 กฎกระทรวงฉบับที่ 14 (พ.ศ. 2535) ออกตามความในพระราชบัญญัติสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า พ.ศ. 2503

กำหนดให้เต่าทะเลเป็นสัตว์ป่าคุ้มครองประเภท 1 ดังนั้นจึงห้ามฆ่าหรือมีไว้ครอบครองซากของเต่าทะเล เว้นแต่จะได้รับอนุญาตจากพนักงานเจ้าหน้าที่

2.3 พระราชกฤษฎีกากระบุงสัตว์น้ำ

ผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำบางชนิดห้ามมิไว้ในครอบครองเพื่อการค้า พ.ศ. 2535 ซึ่งเนื้อหาของพระราชกฤษฎีกาครอบคลุมรวมทั้งเต่าและกระทะเล ตลอดจนผลิตภัณฑ์ของเต่า และกระทะเลด้วย

2.4 ประกาศกระทรวงพาณิชย์ ว่าด้วยการส่งสินค้าออกนอกราชอาณาจักรฉบับที่ 58 ปี พ.ศ. 2534

ข้อความในประกาศกระทรวงพาณิชย์ฉบับนี้ครอบคลุมถึงการห้ามส่งออกเต่าและกระทะเล ตลอดจนผลิตภัณฑ์ของเต่าและกระทะเลด้วย

2.5 ประกาศกรมประมง เรื่องการใช้พระราชบัญญัติสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า พ.ศ. 2535

ข้อความในประกาศกรมประมงฉบับนี้ ได้รวมเต่าทะเลและกระทะเลเป็นสัตว์สงวนเช่นเดียวกันกับสัตว์อื่นๆ อีกหลายชนิด นอกจากกฎหมายในประเทศหลายข้อที่มุ่งอนุรักษ์เต่าทะเลของไทยแล้ว

3. กฎหมายระหว่างประเทศ

ที่ได้เห็นพ้องต้องกันให้มีการเข้มงวดในการอนุรักษ์เต่าทะเลของโลกไว้ด้วย ซึ่งมาตรการที่สำคัญได้แก่ อนุสัญญา CITES ห้ามประเทศสมาชิกนำเข้าและส่งออก เต่า กระ ชากเต่าหรือส่วนหนึ่งส่วนใด ของเต่าและกระเพื่อการค้า ซึ่งนับว่าเป็นการร่วมมือกันอนุรักษ์เต่าทะเลในระดับประเทศ รวมถึงการรณรงค์ให้ใช้เครื่องมือแยกเต่าออกจากอวนลาก Turtle Exclusive Device (TED)

ข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญของพื้นที่ทำการวิจัย

1. วัดโพสพผลเจริญ

วัดโพสพผลเจริญ ตั้งอยู่ที่ ถนนพหลโยธิน ตำบลคูคต อำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี วัดโพสพผลเจริญสร้างขึ้นในปี พ.ศ. 2436 ในสมัยรัชกาลที่ 5 เดิมมีชื่อว่า วัดลาดกระแซง เป็นวัดที่มีผนังพระอุโบสถที่สวยงาม บอกเล่าเรื่องราวพุทธประวัติ นับเป็นศิลปกรรมที่งดงาม มีศาลาการเปรียญมีขนาดใหญ่ที่สุดในจังหวัดปทุมธานี วัดนี้มีปูชนียวัตถุที่สำคัญ คือ พระพุทธศรีศพลเป็นพระพุทธรูปประจำในพระอุโบสถ และตู้พระไตรปิฎก มีเต้าในบ่อน้ำของวัดกว่า 1,000 ตัว อาหารที่ใช้ในการจำหน่าย ได้แก่ แดงกวา (ในที่นี้ได้ทำการล้างทำความสะอาด และหั่นเป็นชิ้นเล็ก เพื่อให้สะดวกต่อการกินของเต่า) ดังภาพที่ 2.8 และมีอาหารอื่นๆ เช่น ขนมครก ผักบุ้ง ที่ประชาชนนำมาเอง บ่อน้ำเป็นบ่อระบบปิด มีพื้นที่สำหรับให้เต่าได้ขึ้นมาผึ่งแดด ลักษณะเป็นพื้นปูน



ภาพที่ 2.8 จุดจำหน่ายอาหาร ณ วัดโพสพผลเจริญ

2. วัดใหญ่ชัยมงคล

วัดใหญ่ชัยมงคล ตั้งอยู่ที่ หมู่ที่ 3 40/3 ตำบลคลองสวนพลู อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ถือว่าเป็นวัดมีความสำคัญทางประวัติศาสตร์มากที่สุดและเป็นวัดที่นักท่องเที่ยวนิยมมามากที่สุดวัดหนึ่งในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา เป็นวัดที่เก่าแก่วัดหนึ่ง สร้างขึ้นในสมัยอยุธยาตอนต้นคือในรัชสมัยของสมเด็จพระรามาธิบดีที่ 1 หรืออีกพระนามหนึ่งคือ สมเด็จพระเจ้าอู่ทองพระมหากษัตริย์ผู้สถาปนากรุงศรีอยุธยา ตามตำนานกล่าวว่า เมื่อ พ.ศ. 1900 สมเด็จพระเจ้าอู่ทองได้ทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ ให้ขุดศพเจ้าแก้ว ซึ่งทิวศดด้วยอหิวาตกโรคขึ้นมาเผา ที่ปลงศพนั้นโปรดให้สถาปนาเป็นพระอารามนามว่า วัดป่าแก้ว ต่อมาคณะสงฆ์สำนักวัดป่าแก้วบวชเรียนมา จากสำนักรัตนมหาเถระ ในประเทศศรีลังกาคณะสงฆ์นี้ได้เป็นที่เคารพเลื่อมใสแก่ชาวกรุงศรีอยุธยาเป็นอันมาก ทำให้ผู้คนต่างมาบวชเรียนในสำนักสงฆ์คณะป่าแก้วมากขึ้น สมเด็จพระเจ้าอู่ทอง จึงทรงตั้งอธิบดีสงฆ์ขึ้นเป็นสมเด็จพระวันรัตน์ มีตำแหน่งเป็นพระสังฆราชฝ่ายขาวคู่กับสมเด็จพระพุทธโฆษาจารย์ซึ่งมีตำแหน่งเป็นสังฆราชฝ่ายคันธุระอาหารที่ใช้ในการจำหน่าย ได้แก่ กล้วย (ในที่นี้ได้ทำการปลอกเปลือกและหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ เพื่อให้สะดวกต่อการกินของเต่า) ดังภาพที่ 2.9 และอื่นๆ เช่น ผักบุ้ง ที่ประชาชนนำมาเอง บ่อน้ำที่ปรากฏเป็นบ่อลักษณะระบบเปิด และมีเครื่องเติมอากาศในบริเวณบ่อ เต่าที่พบส่วนใหญ่เป็นเต่าที่มีขนาดใหญ่ โดยเต่าที่พบได้แก่ เต่าแก้มแดง เต่าดำ เต่าหวาย และเต่าบัว



ภาพที่ 2.9 จุดจำหน่ายอาหารให้แก่เต่า ณ วัดใหญ่ชัยมงคล

โลหะหนัก

โลหะหนัก หมายถึง กลุ่มธาตุที่มีความถ่วงจำเพาะตั้งแต่ 5 ขึ้นไป มีสถานะเป็นของแข็ง (ยกเว้นปรอทเป็นของเหลวที่อุณหภูมิปกติ) มีลักษณะเป็นมันวาวสะท้อนแสง เหนียว และสามารถนำมาตีเป็นแผ่นบางๆ ได้ มีค่าออกซิเดชันได้หลายค่า และส่วนใหญ่เป็นธาตุที่อยู่ในกลุ่ม Transition metals ซึ่งเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิต โลหะหนักเป็นสารที่คงตัว ไม่สามารถสลายตัวได้ในกระบวนการธรรมชาติจึงมีบางส่วนตกตะกอนสะสมอยู่ในดิน ดินตะกอนที่อยู่ในน้ำ รวมถึงการสะสมอยู่ในสัตว์น้ำ

โลหะหนักส่วนใหญ่มีคุณสมบัติทางกายภาพคล้ายคลึงกัน แต่คุณสมบัติทางเคมีต่างกันจึงมีผลทำให้ความเป็นพิษที่เกิดขึ้นกับสิ่งมีชีวิตแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณที่ได้รับเข้าไป ถึงแม้ว่าโลหะหนักหลายชนิด เช่น ปรอท ตะกั่ว แคดเมียม สังกะสี จะมีความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิต ทำให้มีโอกาที่จะก่อให้เกิดอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตได้น้อย แต่ในปัจจุบันธรรมชาติถูกรบกวนด้วยกระบวนการทางด้านอุตสาหกรรมและเกษตรกรรม ทำให้โลหะหนักมีการสะสมเพิ่มปริมาณมากขึ้นจนถึงขั้นมีอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต เมื่อบริโภคเข้าไปแม้จะมีปริมาณเล็กน้อยก็จะมีความเป็นพิษต่อร่างกายสูงมาก ความเป็นพิษของโลหะหนักขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น คุณสมบัติของโลหะหนักระยะเวลาที่ได้รับ อายุ และความแตกต่างด้านความต้านทานของแต่ละบุคคล เป็นต้น (ทัศนีย์ ฉื่อนอก และโสภณศรี ทองดี, 2547)

Unep (1980) บรรยายไว้ในหนังสือ “The State of the World Environment” ว่า “โลหะหนัก” คือ โลหะที่มีความถ่วงจำเพาะมากกว่า 5.0 เป็นโลหะที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติมีทั้งประโยชน์และโทษควบคู่กันไป คือ หากมีมากเกินไปในสิ่งแวดล้อม อาจเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ ส่วนประโยชน์นั้นแล้วแต่ผู้จะนำไปใช้เพื่อกิจการใด

1. แหล่งกำเนิดของสารโลหะหนัก

แหล่งกำเนิดของสารโลหะหนักที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ แบ่งออกเป็น 3 ลักษณะที่สำคัญ คือ

(1) แหล่งชุมชน โลหะหนักจากชุมชนสามารถปนเปื้อนสู่แหล่งน้ำได้ง่าย โดยส่วนใหญ่เป็นโลหะหนักที่ปนมากับสิ่งปฏิกูล เช่น ขยะมูลฝอยต่างๆ ซึ่งมีชิ้นส่วนวัสดุที่มีโลหะหนักเป็นองค์ประกอบอยู่ เช่น กระดาษ สีทาบ้าน ถ่านไฟฉาย หม้อแบตเตอรี่รถยนต์ และเศษภาชนะที่เคลือบด้วยโลหะ เป็นต้น

(2) แหล่งอุตสาหกรรม น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่มักปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ จึงมีโอกาที่โลหะหนักซึ่งปนเปื้อนกับน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภทจะถูกถ่ายทอดในแหล่งน้ำ โดยอาจจะสะสมอยู่ในดินตะกอน และบางส่วนจะถูกพัดเคลื่อนย้ายลงสู่ทะเล โรงงานอุตสาหกรรมเหล่านี้ได้แก่ โรงงานชุบโลหะ โรงงานฟอกย้อมและสิ่งทอ โรงงานฟอกหนังสัตว์ โรงงานผลิตเยื่อกระดาษ โรงงานผลิตสารเคมี โรงงานแบตเตอรี่และถ่านไฟฉาย เป็นต้น

(3) แหล่งเกษตรกรรม ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีประชากรทำอาชีพเกษตรกรรมอยู่มาก ทำให้การนำยากำจัดศัตรูพืชมาใช้มากด้วย ส่งผลทำให้เกิดมียากำจัดศัตรูพืชตกค้างอยู่ในพื้นที่เกษตรกรรมมาก ทั้งนี้ยากำจัดศัตรูพืชหลายชนิดมีโลหะหนักเป็นส่วนประกอบอยู่ เช่น ยากำจัดเชื้อรา มีทองแดงเป็นองค์ประกอบอยู่ เป็นต้น ซึ่งยากำจัดศัตรูพืชส่วนใหญ่สลายตัวยาก และสารพิษตกค้างเหล่านี้จะถูกชะล้างลงสู่แหล่งน้ำเมื่อเกิดการกัดเซาะหน้าดินโดยน้ำฝน

2. การสะสมของโลหะหนัก

สารพิษจากโลหะหนัก เมื่ออยู่ในแหล่งน้ำจะสะสมอยู่กับตัวกลาง เช่น ดินตะกอนพืชน้ำ สัตว์น้ำ หรือแขวนลอยอยู่ในน้ำอย่างอิสระได้ในปริมาณต่างๆ กัน ซึ่งปริมาณโลหะหนักที่ปะปนหรือสะสมอยู่ในตัวกลางเหล่านี้สามารถที่จะเปลี่ยนรูปหรือเคลื่อนย้ายไปตามห่วงโซ่อาหารได้ ลักษณะการสะสมและการเคลื่อนย้ายในตัวกลางแต่ละชนิดในแหล่งน้ำ สามารถแยกรายละเอียดได้ดังนี้ (โสภภาพรรณ, 2534)

(1) การสะสมของโลหะหนักในน้ำ โลหะหนักที่สะสมในแหล่งน้ำมีทั้งอยู่ในรูปที่ละลายน้ำ และอยู่ในรูปสารแขวนลอย โดยปริมาณความเข้มข้นของโลหะหนักในน้ำมีโอกาสเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา เนื่องจากความสามารถในการผสมผสานของสารแขวนลอยพวกที่ละลายน้ำแตกต่างกัน โดยพวกที่อยู่ในรูปแขวนลอยจะมีเวลาอยู่ในน้ำยาวนานกว่าพวกที่ละลายน้ำ

(2) การสะสมโลหะหนักในดินตะกอน ส่วนหนึ่งเป็นโลหะหนักที่เกิดจากการสะสมตามธรรมชาติ ซึ่งได้แก่ การชะล้างพวกเกลือแร่ที่อยู่บนพื้นดินลงสู่แหล่งน้ำ หรือโลหะหนักที่เป็นส่วนประกอบของแร่ที่มีอยู่ในธรรมชาติบริเวณนั้นตามสภาพทางธรณีวิทยา แล้วละลายออกมาปะปนอยู่ในน้ำได้และอีกส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากการใช้และการปล่อยโลหะหนักลงสู่แหล่งน้ำ อันเป็นผลมาจากการทำกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ โดยทั่วไปโลหะหนักสามารถเกิดการสะสมอยู่ในดินตะกอนโดยมีปริมาณความเข้มข้นสูงกว่าที่มีอยู่ในน้ำมาก เนื่องจากมีขบวนการเข้ามาเกี่ยวข้องกับทั้งทางด้านเคมี ฟิสิกส์ และชีวภาพ องค์ประกอบในดินตะกอนที่มีผลต่อการสะสมของโลหะหนักได้แก่ พวกคาร์บอนเนต ออกไซด์ของแมงกานีส และเหล็ก ตลอดจนองค์ประกอบของสารอินทรีย์ต่างๆ

(3) การสะสมของโลหะหนักในพืชน้ำ โดยดูดซับจากน้ำโดยตรง ซึ่งพืชน้ำจะไม่สามารถควบคุมปริมาณโลหะหนักในตัวเองได้ ปริมาณการสะสมจะขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของโลหะหนักที่ละลาย หรือแขวนลอยอยู่ในน้ำเป็นสำคัญ รวมถึงอายุของพืชเหล่านั้นด้วย ทั้งนี้พืชน้ำต่างชนิดกันก็จะมี การสะสมของปริมาณโลหะหนักแตกต่างกัน

(4) การสะสมของโลหะหนักในสัตว์น้ำ สัตว์น้ำส่วนใหญ่ได้รับสารพิษโลหะหนักเข้าไปด้วยการกินอาหารในลักษณะต่างๆ ตามชนิดของสัตว์น้ำนั้น การสะสมของโลหะหนักโดยการดูดซึมจากน้ำเข้าไป

โดยตรงเป็นไปได้้น้อยมาก การสะสมของโลหะหนักในสัตว์น้ำจะเพิ่มขึ้นตามลำดับการบริโภค ซึ่งทาง (สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, 2530) ได้มีการกำหนดค่าระดับความเข้มข้นสูงสุด (maximum allowance concentration) ของสารพิษประเภทโลหะหนัก (heavy metals) ที่ยินยอมให้มีอยู่ในน้ำได้ โดยไม่เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ ดังตารางที่ 2.3 ดังนี้

ตารางที่ 2.3 ระดับความเข้มข้นสูงสุดที่ยินยอม (maximum allowance concentration) ของสารพิษประเภทโลหะหนัก (heavy metals) ที่ยินยอมให้มีอยู่ในน้ำได้โดยไม่เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ

โลหะหนัก	ระดับความเข้มข้นสูงสุดที่ยินยอมให้มีได้ในแหล่งน้ำ (มก./ลิตร)	หมายเหตุ
แคดเมียม (Cd)	0.001	- ค่าที่กำหนดไว้คิดเป็นความเข้มข้นของไอออนของโลหะแต่ละชนิดโลหะส่วนใหญ่มีพิษต่อสัตว์น้ำเพิ่มมากขึ้นในน้ำอ่อนและจะมีพิษลดลงในน้ำกระด้าง - ดังนั้น ค่าที่กำหนดไว้นี้จึงเป็นเกณฑ์ที่ใช้ได้ทั้งในน้ำที่มีความกระด้างต่ำกว่า 100 มก./ลิตร ของแคลเซียมคาร์บอเนต และสูงกว่า
ทองแดง (Cu)	0.02	
ตะกั่ว (Pb)	0.02	
ปรอท (Hg)	0.0005	
เหล็ก (Fe)	0.3	
สังกะสี (Zn)	0.1	

ที่มา : เกณฑ์คุณภาพน้ำเพื่อการคุ้มครองทรัพยากรสัตว์น้ำจืด. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, 2530

3. คุณภาพน้ำทางเคมีที่เป็นโลหะหนักทั่วไป

แร่ธาตุที่เป็นโลหะหนักทั่วไปที่มีอยู่ตามเปลือกโลกเช่น เหล็กแมงกานีส ทองแดงและสังกะสีซึ่งมีโอกาสเจือปนในน้ำ โดยเฉพาะแหล่งน้ำดิบที่มาจากน้ำใต้ดินมากกว่าน้ำผิวดินตามปรากฏการณ์ตามธรรมชาติและผลจากการทำเหมืองแร่โดยปนมากับน้ำไหลบ่า น้ำชะล้างและน้ำไหลซึม เป็นต้น ซึ่งโลหะหนักทั่วไปเหล่านี้ถ้ามีปริมาณที่เหมาะสมไม่เกินมาตรฐานตามที่กำหนด จะเป็นแร่ธาตุที่จำเป็นและเป็นประโยชน์ต่อร่างกายถ้ามีมากเกินไปเกินมาตรฐานที่กำหนดจะทำให้เกิดสีความขุ่น กลิ่นและรสชาติซึ่งเป็นที่รังเกียจต่อผู้บริโภคเพราะไม่ชวนใช้และไม่ชวนดื่ม และถ้าอยู่ในรูปของสารประกอบและสะสมในร่างกายเป็นระยะยาวจะส่งผลให้เกิดความผิดปกติต่อร่างกาย

3.1 ทองแดง (Copper)

ทองแดง (Cu) เป็นโลหะ ลักษณะเป็นของแข็งสีแดง พบได้ตามธรรมชาติทั้งในดิน หิน น้ำ และอากาศ อยู่ในรูปธาตุอิสระและสารประกอบ ใช้เป็นส่วนประกอบของสารเคมีทางการเกษตร สารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ โดยใช้สารประกอบทองแดง ในการทำอุตสาหกรรมแต่ละประเภท ดังนี้ คิวปริกออกไซด์ (CuO) ใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (catalyst) ผลิตสารฆ่าแมลง คิวปรัสออกไซด์ (Cu₂O) ใช้ผลิตสารฆ่าเชื้อรา คิวปริกอะซีเตต (Cu(C₂H₃O₂)₂·H₂O) ผลิตสารฆ่าเชื้อรา คิวปริกอะซีโตอาร์ซีไนท์ (Cu₃As₂O₃Cu(C₂H₂)₂) ผลิตสารฆ่าแมลง คิวปริกอาซีนเตต (CuHAsO₃) ผลิตสารฆ่าเชื้อรา แมลงและหนู คิวปริกคาร์บอเนต (CuCO₃) ผลิตสารฆ่าเชื้อรา คิวปริกคลอไรด์ (CuCl₂·2H₂O) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาสารป้องกันเชื้อรา คิวปริโครเมต (CuCrO₄) ผลิตสารฆ่าเชื้อรา คิวปริกไฮดรอกไซด์ (Cu(OH)₂) การผลิตสารฆ่าเชื้อรา แมลง คิวปริกไนเตรต (Cu(NO₃)₂·H₂O) ผลิตสารกำจัดวัชพืช เชื้อรา คิวปริกซัลเฟต (CuSO₄·5H₂O) สารฆ่าเชื้อรา และคิวปรัสไซยาไนด์ (CuCN) สารฆ่าเชื้อรา แมลง และอุตสาหกรรมประเภทการทำสีย้อม และเป็นโลหะผสมของท่อ น้ำของระบบประปา

การเกิดพิษจากทองแดงขึ้นอยู่กับปริมาณที่ได้รับเข้าไป และความแข็งแรงหรืออ่อนไหวของร่างกายของผู้รับทองแดงถูกดูดซับได้ดีในกระเพาะอาหารและลำไส้ส่วนบน โดยซึมผ่านเข้าผนังลำไส้ไปที่ตับ จากนั้นจะรวมตัวกับน้ำดีแล้วถูกหลั่งออกมาบริเวณลำไส้ขับออกไปกับอุจจาระ หรืออาจถูกดูดกลับเข้าสู่ร่างกายได้ร้อยละ 30 โดยไปสะสมที่กระดุกกล้ามเนื้อ ตับ สมอง การสะสมจะพบมากที่ตับและสมอง ผลกระทบต่อสุขภาพหากได้รับทองแดงเข้าสู่ร่างกายมีทั้งเฉียบพลันและเรื้อรัง ดังนี้

ผลกระทบแบบเฉียบพลัน เมื่อได้รับทองแดงในปริมาณมากจะทำให้เกิดความเป็นพิษต่อร่างกาย คือ คลื่นไส้อาเจียน เกิดการอักเสบในช่องท้องและกล้ามเนื้อ ท้องเสียเป็นไข้ (Metal fume fever) อาจทำให้ผิวหนังและผมเปลี่ยนสี การทำงานของหัวใจผิดปกติ กดระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายและเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดโรคโลหิตจางจากการทำงานของหัวใจผิดปกติ

ผลกระทบแบบเรื้อรัง หากได้รับติดต่อกันเป็นเวลานานในปริมาณมาก จะสะสมที่กระดุกกล้ามเนื้อ ตับ และสมอง จนกระทบการทำงานของตับและสมอง ส่งผลให้เกิดความผิดปกติของร่างกายหรือกลุ่มอาการ Wilson's Diseases คือ ร่างกายสันเทาอยู่ตลอดเวลากล้ามเนื้อแข็งเกร็ง มีน้ำมูก น้ำลายไหล ควบคุมการพูดลำบาก

3.2 สังกะสี (Zinc)

สังกะสีส่วนใหญ่ที่พบ มักเข้าสู่ร่างกายโดยการหายใจเอาฝุ่นหรือฟุ้งของสังกะสีเข้าไปหรือโดยการกินอาหารและน้ำที่ปนเปื้อนฝุ่นของสังกะสี หรือการสัมผัสกับฝุ่นของสังกะสีทางผิวหนังประมาณร้อยละ

ละ 20-30 ของสังกะสีที่กินเข้าไป จะถูกดูดซึมจากทางเดินอาหารและสังกะสีที่เข้าไปในปอด จะถูกดูดซึมเข้าไปในเลือด และประมาณร้อยละ 20 ถูกขับออกทางปัสสาวะ อวัยวะเป้าหมายของสังกะสี ได้แก่ ทางเดินอาหาร ระบบสร้างเม็ดเลือดและกระดูก สังกะสีที่พบในอากาศ ส่วนใหญ่อยู่ในรูปของ ZnO , ZnS และ $ZnSO_4$ จากอุตสาหกรรมทำเหมืองแร่ เช่น การบด ย่อยแร่ ส่วนประกอบรั้วบ้านหลังคาหรือวัสดุอื่นที่ใช้สังกะสีเป็นโลหะผสม นอกจากนี้ยังเกิดจากสารประกอบของสังกะสีที่นำมาทำสารฆ่าเชื้อรา เช่น zinc dimethyl dithiocarbamate ผลที่เกิดต่อมนุษย์ ทำให้เกิดอาการอ่อนเพลีย วิงเวียนศีรษะ และอาการท้องร่วง ถ้าได้รับไอฝุ่นของ Zn เข้าร่างกายมากๆ จะเกิดอาการไข้ที่เรียกว่า zinc chills ซึ่งมีอาการจับไข้หนาวสั่น ปวดกล้ามเนื้อ อาเจียน เป็นต้น สังกะสีมีลักษณะเหมือนกับแร่ธาตุและวิตามินอื่นๆ คือ เป็นสารอาหารที่ไม่ให้พลังงานแต่ทำหน้าที่เป็นเพียงตัวกำกับการทำงานของร่างกาย มีบทบาทสำคัญในการสังเคราะห์กรดนิวคลีอิกและโปรตีนเอนไซม์ในร่างกายมากกว่า 100 ชนิด อาจกล่าวได้ว่าเอนไซม์ที่เป็นสารมีความสำคัญในการเกิดปฏิกิริยาภายในร่างกายเกือบทุกชนิดต้องการสังกะสีเป็นส่วนประกอบจึงจะทำหน้าที่ได้ดี ดังนั้นสังกะสีจึงมีความสำคัญต่อการทำงานของทุกอวัยวะในร่างกายเรา (จานุพงศ์ บุญหลง, 2544)

การได้รับสังกะสีเข้าสู่ร่างกายในปริมาณที่อาจทำให้เกิดพิษสามารถแบ่งได้หลายกรณี ได้แก่ การได้รับสังกะสีจากภาวะมลพิษ สังกะสีที่ปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อมมักเกิดจากกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมที่บำบัดไม่หมดหรือการผลิตภัณฑ์ที่มีสังกะสีเป็นส่วนประกอบ มลพิษที่ปนเปื้อนสังกะสีมักอยู่ในรูปของฝุ่นหรือไอสารที่ลอยในอากาศ ซึ่งมีโอกาสสัมผัสและได้รับสารได้ง่าย โดยเฉพาะคนงานที่เกี่ยวข้องกับการผลิตฝุ่นหรือไอของซิงค์ออกไซด์สามารถทำให้เกิดความระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจ ส่วนการสัมผัสทางผิวหนังเป็นเวลานานจะทำให้เกิดผิวหนังอักเสบอย่างรุนแรง ที่เรียกว่า โรคออกไซด์พ็อกซ์ (Oxide pox) อาการเมื่อได้รับฝุ่นหรือไอของสังกะสีในปริมาณมากจากการสูดดมจะเกิดอาการกระหายน้ำ ไอ หลอดลมอักเสบ ปอดบวม เหนื่อยล้าง่าย อ่อนแรง มีอาการปวดกล้ามเนื้อ คลื่นไส้ มีไข้ มีอาการหนาวสั่น และผิวหนังเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน ซึ่งมักเกิดภายใน 4-12 ชั่วโมง หลังการสัมผัส อาการเหล่านี้จะหายเป็นปกติภายใน 1-2 เรียกชื่อโรคนี้ว่า โรคไข้วันจันทร์ (Monday fever) หรือโรคไข้พิษโลหะ (Metal fume fever)

การปนเปื้อนจากอาหารและน้ำดื่ม สารประกอบซิงค์ออกไซด์มักปะปนในแหล่งน้ำหรืออาหารได้ง่าย โดยเฉพาะพื้นที่ที่อยู่ใกล้แหล่งแร่สังกะสี เมื่อร่างกายได้รับสารและสะสมเป็นเวลานานจะก่อให้เกิดเอนไซม์ของตับเกิดความผิดปกติ และพบอาการเลือดออกในระบบทางเดินอาหาร ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2537) ได้กำหนดให้มีสังกะสีปนเปื้อนในแหล่งน้ำไม่เกิน 1 มิลลิกรัม/ลิตร การเกิดพิษในระบบทางเดินอาหาร จากการกินสังกะสีเข้าไปจะเกิดกัฏกร่อนบริเวณ

ทางเดินอาหารส่วนต้น ได้แก่ หลอดอาหารและกระเพาะอาหาร ทำให้มีอาการอักเสบ ปวดท้องอย่างรุนแรง และอาจทำให้ทางเดินอาหารตีบตันได้

4. คุณภาพน้ำทางเคมีที่เป็นโลหะหนักที่เป็นพิษ

โลหะหนักที่เป็นพิษ เช่น ตะกั่ว โครเมียม แคดเมียม สารหนูและปรอท เป็นธาตุที่พบได้ตามเปลือกโลกและมีโอกาสปนเปื้อนในน้ำใต้ดินและน้ำผิวดิน ซึ่งเป็นแหล่งน้ำดิบที่สำคัญของน้ำประปา นอกจากนี้โลหะหนักที่เป็นพิษเหล่านี้ยังเกิดได้จากปรากฏการณ์ตามธรรมชาติและการปนเปื้อนมากับน้ำเสียหรือน้ำทิ้งจากกิจกรรมด้านการเกษตรอุตสาหกรรมและการทำเหมืองแร่ เป็นต้น

4.1 ตะกั่ว (Lead)

ตะกั่ว (Pb) เป็นโลหะสีขาวแกมน้ำเงิน ลักษณะเป็นของแข็งเนื้ออ่อนหลอมละลายที่ 327.4 องศาเซลเซียส ปัจจุบันอุตสาหกรรมหลายประเภทใช้ตะกั่วเป็นวัตถุดิบ เช่น ใช้ผสมกับโลหะอื่นให้เป็นโลหะเจือ สารประกอบของตะกั่ว ใช้ในทางเกษตรกรรม โดยผสมเป็นยาปราบศัตรูพืชและยาฆ่าแมลง เป็น lead arsenate และ lead arsenite ใช้ในอุตสาหกรรมสีทา เป็นส่วนผสมของระบบเส้นท่อโลหะผสมของระบบประปา ใช้เป็นส่วนประกอบในการบัดกรีแผ่นวงจรพิมพ์หลอดภาพรังสีแคโทดและแบตเตอรี่ เป็นต้น ซึ่งอาจทำให้การปนเปื้อนของตะกั่วหรือสารประกอบของตะกั่วในรูปสารพิษออกสู่สิ่งแวดล้อม ทำให้เกิดการปนเปื้อนทั้งในน้ำ ดิน และอากาศ

สำหรับมนุษย์มีโอกาสได้รับสารตะกั่วโดยตรงจากการบริโภคอาหาร น้ำดื่ม หรือหายใจเอาสารตะกั่วปนเข้าไป กลุ่มผู้เสี่ยงต่อการเกิดโรคพิษตะกั่ว ได้แก่ คนงานที่ทำเหมืองตะกั่ว โรงงานผลิตแบตเตอรี่ โรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ โรงงานผลิตสี โรงงานผลิตสารพิษกำจัดศัตรูพืช และคนที่อาศัยอยู่ใกล้บริเวณโรงงานหลอมตะกั่วหรือใกล้โรงงานที่มีการใช้สารตะกั่วเป็นวัตถุดิบ ตำรวจจราจร และคนที่อยู่ในบริเวณที่มีการจราจรหนาแน่นเป็นเวลานาน เด็กอาจได้รับสารตะกั่วจากการหยิบสิ่งที่มีสารตะกั่วปนเปื้อนเข้าปาก หรือรับจากน้ำนมแม่ที่มีสารตะกั่ว แม้แต่ทารกในครรภ์ก็สามารถรับสารตะกั่วจากมารดาได้ทางสายสะดือ สารตะกั่วมีพิษมากโดยเฉพาะเด็กซึ่งอาจมีผลทำให้สมองพิการ ส่วนผู้ใหญ่อาจมีผลต่อระบบทางเดินอาหารและระบบประสาท สำหรับอันตรายโดยทั่วไปนั้น ทำให้เม็ดเลือดแดงอายุสั้นลง ทำให้เป็นโรคโลหิตจาง และเป็นอันตรายต่อระบบประสาท ไต ทางเดินอาหาร ตับและหัวใจ

ความเป็นพิษของตะกั่วมีผลต่อพิษในน้ำในระดับที่อาจจะพบทั่วไปในสิ่งแวดล้อม ซึ่งตะกั่วมีความเป็นพิษแบบเฉียบพลันต่อสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในระบบนิเวศแหล่งน้ำที่ระดับความเข้มข้น 0.1 - 40 มิลลิกรัมต่อลิตร ในแหล่งน้ำจืดและ 2.5 - 500 มิลลิกรัมต่อลิตรในน้ำทะเล (WHO, 1989) ดัง

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสังคมสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ในบริเวณแหล่งน้ำใกล้เคียงแม่น้ำที่กำลังดำเนินการและเหมืองแร่ร้าง พบว่าชนิดของสัตว์หน้าดินในบริเวณดังกล่าวลดจำนวนลง (Humphrey and Lister, 2004; Lister and Humphrey, 2005) นอกจากนี้การศึกษาของ Reinhold et al. (1999) พบว่า การปนเปื้อนของตะกั่วในแหล่งน้ำส่งผลกระทบต่อสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่โดยทำให้สังคมสิ่งมีชีวิตดังกล่าวลดลง

4.2 แคดเมียม (Cadmium)

แคดเมียม (Cd) เป็นโลหะลักษณะเป็นของแข็งสีเงิน เนื้ออ่อน หลอมละลายที่ 321 องศาเซลเซียส มีอยู่น้อยตามธรรมชาติแคดเมียมใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมเหล็กกล้า พลาสติก แบตเตอรี่ อุปกรณ์ไฟฟ้า และอะไหล่รถยนต์ ผสมเป็นสารฆ่าเชื้อรา ผลิตภัณฑ์พลาสติก อุปกรณ์ต่างๆ ที่ต้องการให้ทนความร้อนเช่นหม้อน้ำรถยนต์ ใช้ในอุตสาหกรรม เช่น การผสมกับโลหะอื่นเพื่อให้มีคุณสมบัติกึ่งตัวนำ ใช้ในการชุบโลหะส่วนประกอบของเครื่องบิน รถยนต์ อุปกรณ์ไฟฟ้า โดยประเทศไทยพบการปนเปื้อนสารแคดเมียมมากในตะกอนดินที่ห้วยแม่เตา ต.แม่เตา อ.แม่สอด จังหวัดตาก ระดับสารแคดเมียมในดินและนาข้าวเกินค่ามาตรฐานและอาจปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อม โดยการปล่อยออกจากโรงงาน แหล่งทำเหมืองสังกะสีและตะกั่ว ในอุตสาหกรรมยาสูบและบุหรี่ ยางและพลาสติก โดยอาจปนมากับน้ำเสีย นอกจากนี้ยังพบการปนเปื้อนแคดเมียมในน้ำบริโภคที่อาจมีสาเหตุมาจากปนเปื้อนแคดเมียมในเส้นท่อซึ่งมักเป็นโลหะผสมที่เคลือบสารแคดเมียม

แคดเมียมที่ปนเปื้อนอยู่ในสภาวะแวดล้อมจากอุตสาหกรรมหลายประเภท อาจเข้าสู่ร่างกายมนุษย์ได้ คือ ทางอากาศโดยการหายใจ ทางอาหาร น้ำ เมื่อได้รับเนื่องจากการสูดดมหรือการหายใจเอาควัน ที่มีแคดเมียมปนเปื้อนเข้าไปเล็กน้อยจะมีการแบบเฉียบพลันอย่างอ่อนที่เกิดขึ้น คือ คอแห้ง ระคายคอและหน้าอก ปวดศีรษะ เมื่อได้รับมากขึ้นจะมีการหายใจไม่ออก ไอไม่หยุด ถ้ายังคงสูดหายใจเข้าไปอีกก็อาจตายได้ ยิ่งไปกว่านั้นมีความเป็นพิษที่สูงมากต่อมนุษย์สัตว์และพืชแม้ว่าจะได้รับในปริมาณเพียงเล็กน้อยก็ตาม (Benavidies et al., 2005) ส่วนอาการที่เกิดจากการกินอาหารหรือน้ำที่มีแคดเมียมปน คือ อาเจียนและท้องร่วง การได้รับพิษเรื้อรัง ที่เรียกว่า อีไต-อีไต ทำให้ผู้ได้รับพิษ ได้รับความเจ็บปวดทรมานมาก เพราะเกิดอาการกระดูกและไตพิการ แคดเมียมที่เข้าสู่ร่างกายจะทำความเสียหายต่อระบบต่างๆ ภายในร่างกาย ได้แก่ ไต กระดูก หัวใจและการทำงานของเอนไซม์

สำหรับความเป็นพิษของแคดเมียมที่มีต่อสภาพแวดล้อม เช่น การศึกษาของ Sriyaraj and Shutes (2001) พบว่ามีการปนเปื้อนของแคดเมียมในแหล่งน้ำบางแห่งในประเทศอังกฤษ จนทำให้คุณภาพน้ำต่ำลงและทำให้องค์ประกอบทางชีวภาพลดลงด้วย และความเป็นพิษของแคดเมียมที่มีต่อสัตว์

หน้าดินจำพวกหอย ดังเช่น การศึกษาของ Bebianno and Langston (1998) ทำการศึกษาผลของ แคลเมียมต่อเนื้อเยื่อของหอยฝาเดียวชนิดพบว่า แคลเมียมมีผลต่อการเกิดและตายของหอยฝาเดียวชนิด *Littorina littorea* พบว่าแคลเมียมมีผลต่อเหงือกและไตของหอย ยิ่งไปกว่านั้น Ivanina et al. (2008) ได้ทำการศึกษาความไวของแคลเมียมต่อเซลล์ไมโทคอนเดรียในหอยแมลงภู่นิวซีแลนด์ *Crassostrea virginica* พบว่าแคลเมียมมีผลไปลดกิจกรรมของไมโทคอนเดรียในเซลล์

5. ความเป็นพิษของโลหะหนักที่เกิดกับสิ่งมีชีวิตโดยทั่วไป

ความเป็นพิษของโลหะหนักแต่ละชนิดจะเห็นว่ามีผลกระทบมาก หากได้รับในปริมาณที่สูงก็จะเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในระบบห่วงโซ่อาหาร ดังนั้นจึงสามารถที่จะบอกได้ว่าความเป็นพิษของโลหะหนักที่เกิดขึ้นกับสิ่งมีชีวิต โดยทั่วไปก็มักจะมีความเป็นพิษเหมือนกับที่มนุษย์ได้รับในความเป็นพิษของโลหะหนักจะมีผลต่อระบบต่างๆ ของร่างกาย และจะมีผลไปรบกวนการทำงานของเอนไซม์ของเซลล์ หลังจากนั้นจะยึดกับเยื่อหุ้มเซลล์ทำให้การควบคุมการลำเลียงของสารต่างๆ ของเยื่อหุ้มเซลล์ผิดปกติไป โลหะบางชนิดมีผลต่อสมบัติทางด้านโครงสร้างหรือเคมีไฟฟ้าของเซลล์ สิ่งมีชีวิตความเป็นพิษของโลหะหนักขึ้นอยู่กับรูปแบบทางเคมีของสารประกอบของโลหะหนักแต่ละชนิด และเส้นทางที่ร่างกายของสิ่งมีชีวิตได้รับเข้าไป เช่น ทางระบบหายใจ ระบบทางเดินอาหาร ผิวหนังของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศแหล่งน้ำนั้นๆ โดยผลของความเป็นพิษของโลหะหนักในสิ่งมีชีวิตเกิดจากกลไกระดับ เซลล์ 5 แบบคือ

- (1) ทำให้เซลล์ตาย
- (2) เปลี่ยนแปลงโครงสร้างและการทำงานของเซลล์
- (3) เป็นตัวชักนำให้เกิดมะเร็ง
- (4) เป็นตัวทำให้เกิดความผิดปกติทางพันธุกรรม
- (5) ทำความเสียหายต่อโครโมโซมซึ่งเป็นปัจจัยทางพันธุกรรม

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

รจฤดี โชติกาวิรินทร์ และคณะ (2541) ได้ทำการศึกษาปริมาณโลหะหนักในน้ำบริเวณบางปะกง เอสทูรี ที่มีความสำคัญในทางเศรษฐกิจ การอุปโภคและการคมนาคม เนื่องจากบริเวณดังกล่าวเป็นที่ตั้งของชุมชนชาวประมงขนาดใหญ่ มีการทำฟาร์มเลี้ยงกุ้งกุลาดำ และยังเป็นที่ตั้งของนิคมอุตสาหกรรมและโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ ที่มักมีการปล่อยของเสียลงสู่แม่น้ำในแต่ละวันเป็นจำนวนมาก จึงทำให้แม่น้ำบางปะกงมีคุณภาพเสื่อมโทรมลงเรื่อยๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งโลหะหนักที่สะสมอยู่ในแหล่งน้ำ เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำและสุขภาพของมนุษย์ที่ใช้น้ำ ซึ่งจากการศึกษาพบว่า บริเวณปากแม่น้ำ (Estuary) บางปะกง ห่างจากปากแม่น้ำ 0, 2.5, 5, 8 และ 12 กม. มีปริมาณโลหะหนัก ได้แก่ ทองแดง เหล็ก ตะกั่ว

แคดเมียม โครเมียม โปรท สังกะสีและแมงกานีส มีค่าใกล้เคียงกันในแต่ละเดือน แต่บริเวณกิโลเมตรที่ 0 จะมีการสะสมของปริมาณโลหะหนักค่อนข้างมากกว่าที่สถานีอื่นๆ

อภิชัย จำปานิล (2545) ทำการศึกษาการปนเปื้อนของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มฟอสเฟตอินทรีย์ และคาร์บอเนตในดินและน้ำบาดาลพื้นที่ท่าพระ จังหวัดขอนแก่น โดยทำการรวบรวมข้อมูลหลุมเจาะ จัดทำแบบสอบถามการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช จากข้อมูลสำรวจพบว่าพื้นที่ศึกษารองรับด้วยชุดหิน โคราชหน่วยหินทางอุทกธรณีวิทยาประกอบด้วยชั้นตะกอนลุ่มน้ำหน่วยหินภูทอกและหน่วยหินมหาสารคาม จากข้อมูลแบบสอบถามว่าเกษตรกรมีการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชหลายชนิด ส่วนใหญ่เป็นสารกำจัดแมลงและสารกำจัดวัชพืช ในกลุ่มฟอสเฟตอินทรีย์และคาร์บอเนตเพื่อรักษาปริมาณผลผลิตและป้องกันกำจัดศัตรูพืชวัชพืชและโรคพืช จากการเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึกสูงถึง 0-30 เซนติเมตร และ 30-60 เซนติเมตร พบว่ามีการปนเปื้อนของสารกำจัดศัตรูพืชอย่างชัดเจนทั้ง 2 ระดับความลึก การวิเคราะห์น้ำบาดาลพบว่าไม่พบการปนเปื้อนของสารกำจัดศัตรูพืชและคุณภาพน้ำจัดเป็นน้ำจืดจะอยู่บริเวณตอนกลางของพื้นที่ส่วนตามขอบพื้นที่ด้านทิศเหนือได้ตะวันตกและตะวันออกเฉียงเหนือ น้ำบาดาลบางพื้นที่มีคุณภาพที่ไม่เหมาะสมต่อการอุปโภคบริโภค

กิตติพงษ์ ชูจิตร (2546) ได้ทำการวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษตกค้างในน้ำอ่างเก็บน้ำหมานตอนบนโดยเทคนิคโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง โดยหาปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มคาร์บอเนตชนิดคาบาริลและคาร์โบฟูรานจากอ่างเก็บน้ำห้วยน้ำหมานตอนบนโดยทำการเก็บตัวอย่าง 6 จุดตัวอย่างต่อเนื่อง 4 เดือนตั้งแต่เดือน เม.ย. – ก.ย. โดยทำการวิเคราะห์ทั้งเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณด้วยเทคนิค HPLC ผลการวิเคราะห์พบว่าการตกค้างของคาบาริล ในอ่างเก็บน้ำห้วยน้ำหมานโดยเฉพาะในเดือนมิถุนายนสิงหาคมและกันยายน พ.ศ 2547 มีปริมาณการตกค้างของคาร์บาริลในปริมาณที่สูงมาก เพราะช่วงนี้มีการใช้สารคาร์บาริลกันมากทำให้สารเกิดการชะล้างลงสู่อ่างเก็บน้ำและสภาพน้ำมีความเป็นกรดเล็กน้อยทำให้สารดังกล่าวสลายตัวเข้าสู่ส่วนคาร์โบฟูรานมีในปริมาณที่ตรวจไม่พบ

ธงชัย สุธีรศักดิ์ และไตรภพ ผ่องสุวรรณ (2551) ทำการศึกษาการปนเปื้อนของโลหะหนัก Al As Cu Cr Mn Ni Pb Sn Zn และ Fe ในดินตะกอนท้องน้ำคลองบางใหญ่และพื้นที่รองรับน้ำทิ้งคลองบางใหญ่ จังหวัดภูเก็ต พบว่าความเข้มข้นของโลหะหนัก Al และ Fe มีค่อนข้างมาก รองลงมาคือ Sn และ Pb โดยพบการปนเปื้อนโลหะหนักในตะกอนดินมากกว่าพื้นที่รองรับน้ำทิ้ง แต่จัดว่าอยู่เกณฑ์ที่ยอมรับได้ ส่วนโลหะหนักที่เหลืออยู่ไม่อยู่ในเกณฑ์ที่ไม่พบการปนเปื้อนในธรรมชาติ

สมชาย วิบุญพันธ์ และธิดารัตน์ คงชัย (2556) ทำการศึกษาปริมาณแคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง เหล็ก อาร์เซนิก และปรอท ในสัตว์น้ำ น้ำทะเล และดินตะกอนบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอกปี 2556 ผลการศึกษาครั้งนี้สรุปว่าปริมาณโลหะหนักทั้ง 6 ชนิด ที่สะสมในสัตว์น้ำ น้ำทะเล และดินตะกอน บริเวณ

ทะเลสาบสงขลาตอนนอกยังอยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค และระบบนิเวศ ซึ่งต่ำกว่าค่ามาตรฐานที่ยอมให้มีสารปนเปื้อนในอาหารได้โดยกระทรวงสาธารณสุขควบคุมมลพิษและค่ามาตรฐานสากล

สุพรรณา เกียรติสยาม (2557) ศึกษาเกี่ยวกับการประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพจากการบริโภคสัตว์น้ำทั้งที่มีการปนเปื้อนสารตะกั่วบริเวณแหล่งประมงหนองน้ำล้น ด้วยการวิเคราะห์ความเข้มข้นของสารตะกั่วที่ปนเปื้อนในน้ำและสัตว์น้ำด้วยวิธีอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตเมตรีในปลานิลปลาตะเพียนหอยขมและหอยเชอรี่ชนิดละ 20 ตัวอย่างพบว่ามีความอยู่ระหว่าง 0.02-0.07, 0.01-0.22, 0.36-2.38 และช่วงที่ตรวจวัดไม่ได้ -0.95 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม น้ำหนักแห้งตามลำดับความเข้มข้นของตะกั่วในสัตว์น้ำส่วนใหญ่มีค่าไม่เกินมาตรฐาน ยกเว้นหอยขมมีความเข้มข้นของตะกั่วเกินมาตรฐานกระทรวงสาธารณสุข

ผกาสินี คล้ายมาลา (2558) ทำการศึกษาความรุนแรงของผลกระทบและการเฝ้าระวังสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่มีพิษร้ายแรงหรือมีความคงทนในสภาพแวดล้อม ผลการดำเนินงานวิจัยพบว่าสถานการณ์ความรุนแรงของการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชต้องมีการเฝ้าระวังการใช้อย่างต่อเนื่องสรุปผลงานวิจัยใน 4 กิจกรรม ได้แก่ กิจกรรมที่ 1 งานวิจัยการตรวจสอบผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายและผลิตภัณฑ์สารธรรมชาติที่วางจำหน่ายในท้องตลาด กิจกรรมที่ 2 งานวิจัยการเฝ้าระวังสารพิษตกค้างในพืชผัก ผลไม้ มีการเก็บตัวอย่างผลผลิตในกลุ่มพืชหลายชนิด และตัวอย่างในระบบปฏิบัติการทางเภสัชที่ดี กิจกรรมที่ 3 การสะสมและการแพร่กระจายสารพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อมบริเวณพื้นที่เกษตรกรรม เป็นการศึกษาการเคลื่อนย้ายของสารพิษตกค้างที่ตรวจพบในน้ำผิวดิน ดิน ตะกอน และสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำผิวดิน สารกำจัดวัชพืชที่มีศักยภาพบางชนิดเคลื่อนย้ายสู่น้ำแหล่งน้ำใต้ดินได้ กิจกรรมที่ 4 การศึกษาปัญหาและความรุนแรงของผลกระทบจากการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช พบว่าเกษตรกรมีความเสี่ยงจากการสัมผัสสารจากการใช้สาร ระดับของความเสี่ยงอยู่ระหว่างระดับที่ยอมรับได้ (Accept) ถึงระดับเสี่ยง (Risk) รวมทั้งตรวจพบสารพิษตกค้างในผลผลิต ดิน น้ำ ตะกอน และสัตว์น้ำบริเวณแปลงทดลอง

พจนลักษณ์ ตรีอุดม (2559) ทำการศึกษาปริมาณสารหนูและตะกั่วในน้ำ ดินตะกอน และพืชน้ำบางชนิด บริเวณทะเลน้อย จังหวัดพัทลุง โดนทำการเก็บตัวอย่างในช่วงเดือนมกราคม เมษายน กรกฎาคม และตุลาคม พ.ศ.2558 จาก 6 สถานี และพืชน้ำ 4 ชนิด ได้แก่ สาหร่ายพวงกะโหลก บัวเผื่อน บัวสาย และสาหร่ายหางกระรอก โดยพบว่า ปริมาณสารหนูในน้ำและดินตะกอนอยู่ในช่วงที่ไม่สามารถวิเคราะห์ค่าได้ (ND)-0.010 มิลลิกรัม/ลิตร ในสาหร่ายพวงกะโหลกและสาหร่ายหางกระรอก มีความอยู่ในช่วง 0.452-2.263 และ 1.096-2.374 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม น้ำหนักแห้ง ปริมาณตะกั่วในน้ำและดินตะกอน อยู่ในช่วง ND-0.015 มิลลิกรัม/ลิตร และพืชน้ำสาหร่ายพวงกะโหลก บัวเผื่อน บัวสาย และสาหร่ายหางกระรอก มีความอยู่ในช่วง 0.505-1.968 , ND-1.729 ,ND-2.252 และ 0.901-2.870 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม น้ำหนักแห้ง

ตามลำดับ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานน้ำและตะกอนดินไม่เกินค่ามาตรฐาน แต่พีชน้ำทั้ง 4 ชนิด มีปริมาณตะกั่วเกินค่ามาตรฐานซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์

พัชรี ภคกษมา, สุวรรณีย์ สายสิน และศรมน สุทิน (2559) ทำการตรวจสอบสารเคมีฆ่าแมลงตกค้างของสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมตในผักในพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ ผลสรุปงานวิจัยในผักตัวอย่าง 5 ชนิดคือผักคะน้า, ถั่วฝักยาว, พริกสด, แตงกวาและมะเขือจำนวนรวมทั้งสิ้น 225 ตัวอย่างจากผักที่จำหน่ายในตลาดสดจำนวน 200 ตัวอย่างและผักปลอดสารพิษซึ่งจำหน่ายในห้างสรรพสินค้าจำนวน 25 ตัวอย่างผลการวิจัยด้วยชุดทดสอบพบว่าการตกค้างของสารเคมีกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมตในผักตัวอย่างจากทั้ง 2 แหล่งอยู่ในระดับที่ไม่ปลอดภัยค่อนข้างสูงคือ 194 ตัวอย่าง (คิดเป็นร้อยละ 86.22) โดยเป็นผักจากตลาดสด 173 ตัวอย่างและจากผักปลอดสารพิษจากห้างสรรพสินค้า 21 ตัวอย่างจากผลการทดลองพบว่าแตงกวาและมะเขือ มีการตรวจพบสารเคมีตกค้างในระดับที่ไม่ปลอดภัยมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 95.56 ของจำนวนตัวอย่างแตงกวาและมะเขือเพราะที่นำมาตรวจสอบ ส่วนถั่วฝักยาวคะน้าและพริกสด ตรวจพบระดับสารเคมีในระดับที่ไม่ปลอดภัยคิดเป็นร้อยละ 86.67, 80.00 และ 73.33 ของตัวอย่างที่เก็บมาตามลำดับและพบว่าชนิดของผักทั้งสองแหล่งมีสารเคมีฆ่าแมลงในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมตตกค้างในระดับที่ไม่ปลอดภัยที่ไม่แตกต่างกัน

สุทธภา ศรประสิทธิ์, กิ่งแก้ว กาญจนรัตน์ และอรัญญา อัครวารีย์ (2560) ได้ทำการประเมินความเสี่ยงโลหะหนักในปลาและกุ้งจากทะเลสาบสงขลาต่อคนไทย โดยมีศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ 12 สงขลา ร่วมกับศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งเขต 6 สงขลา สุ่มเก็บตัวอย่างสัตว์น้ำระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ - พฤษภาคม 2558 รวม 179 ตัวอย่าง ประกอบด้วย ปลา 38 ชนิด รวม 141 ตัวอย่าง และกุ้ง 5 ชนิด รวม 38 ตัวอย่าง วิเคราะห์การปนเปื้อน ตะกั่ว และแคดเมียม ด้วยอะตอมมิคแอบซอร์พชันสเปกโตรมิเตอร์ และปรอทด้วยเครื่องวิเคราะห์ปรอท โดยสรุปได้ว่าการประเมินความปลอดภัยของการบริโภคสัตว์น้ำที่ปนเปื้อนโลหะหนัก ตะกั่ว แคดเมียม และปรอท ยังอยู่ในระดับที่ปลอดภัย แต่ปริมาณได้รับปรอทจากการบริโภคปลาสูงถึงร้อยละ 82 ของค่าความปลอดภัยและระดับการปนเปื้อนปรอท ในปลาค่อนข้างสูงด้วยเช่นกัน ดังนั้นการบริโภคปลาจากทะเลสาบสงขลาอย่างต่อเนื่องอาจเพิ่มความเสี่ยงต่อผู้บริโภคได้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำตัวอย่างน้ำมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการเพื่อวิเคราะห์คุณภาพน้ำในบ่อเตาบริเวณวัดโพสพผลเจริญและวัดใหญ่ชัยมงคลครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามลำดับและขั้นตอนการวิจัยดังต่อไปนี้

- (1) พื้นที่ทำการวิจัย
- (2) เครื่องมือและอุปกรณ์ในการวิจัย
- (3) การเก็บรวบรวมข้อมูล
- (4) การเก็บตัวอย่างน้ำ
- (5) ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย
- (6) การวิเคราะห์ข้อมูล

พื้นที่ทำการวิจัย

พื้นที่ที่ใช้ในการศึกษางานวิจัย แบ่งพื้นที่วิจัยเป็น 2 แห่ง ซึ่งได้แก่

- (1) วัดวัดโพสพผลเจริญ ถนนพหลโยธิน ตำบลคูคต อำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี
- (2) วัดใหญ่ชัยมงคล ตำบลคลองสวนพลู อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

เครื่องมือและอุปกรณ์ในการวิจัย

1.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการลงภาคสนาม

- 1.1.1 แบบบันทึกจดรายละเอียด
- 1.1.2 ปากกาจดบันทึก
- 1.1.3 กล้องถ่ายรูป
- 1.1.4 ปากกาเคมี ฉลากบันทึกรายละเอียดของตัวอย่างน้ำ

1.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างวิเคราะห์คุณภาพน้ำ มีดังนี้

- 1.2.1 เครื่องตรวจวัดคุณภาพน้ำ Multiparamet
- 1.2.2 ขวดเก็บตัวอย่างน้ำ
- 1.2.3 กล้องเก็บรักษาตัวอย่างน้ำ
- 1.2.4 เครื่องวัดกรด-ด่าง

- 1.2.5 เครื่องชั่งน้ำหนัก (Balance) ชนิดละเอียดตศนิยม 4 ตำแหน่ง
- 1.2.6 เครื่องแก้วที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ
- 1.2.7 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ
- 1.2.8 กระดาษกรองเบอร์ 42
- 1.2.9 ชุดเครื่องกลั่นไอน้ำ Glass beads
- 1.2.10 เครื่องมือวิเคราะห์โลหะหนัก Avio® 200 ICP Optical Emission Spectromete
- 1.2.11 ตู้ดูดควัน
- 1.2.12 เต้าไฟฟ้า

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิ

1.1.1 รวบรวมข้อมูลเบื้องต้นจากเอกสารทางวิชาการและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการปนเปื้อนของโลหะหนัก เพื่อเป็นแนวทางในการทำวิจัย และศึกษาทำความเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมของบ่อเต้าที่อยู่ตามพื้นที่ต่างๆ

1.1.2 ทำการศึกษาเกี่ยวกับขั้นตอนการหาสารปนเปื้อนของโลหะหนัก

1.1.3 รวบรวมข้อมูลที่ได้ เพื่อนำมาวิเคราะห์คุณภาพสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสม

1.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิ

1.2.1 สำรวจพื้นที่ศึกษาเพื่อกำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำเบื้องต้นในสถานที่ที่มีเต้าอาศัยอยู่

1.2.2 ทำการเก็บตัวอย่างที่จุดกำหนด และดูลักษณะทางกายภาพ

1.2.3 คุณภาพน้ำ

1.2.4 สภาพแวดล้อม

การเก็บตัวอย่างน้ำ

การศึกษาสารโลหะหนักและแอมโมเนีย ณ วัด วัดโพสพผลเจริญ ถนนพหลโยธิน ตำบลคูคต อำเภอลำลูกกาจังหวัดปทุมธานี และวัดใหญ่ชัยมงคล ตำบลคลองสวนพลู อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยาโดยทำการเก็บตัวอย่างทั้งหมด 1 ครั้ง จำนวน 2 จุด ในวันที่ 30 มิถุนายน พ.ศ. 2563 ทั้งนี้ไม่สามารถเก็บได้หลายครั้งเพราะสถานการณ์ Covid-19 โดยแต่ละจุดห่างกัน 20 เมตรโดยใช้การเก็บน้ำแบบรวม การเก็บแบบรวมเป็นการเก็บตัวอย่างแบบจ้วง (Grab Sampling) หลายๆ จุดในเวลาเดียวกัน แล้วนำตัวอย่างในแต่ละจุดมารวมกันเป็นตัวอย่างเดียว และนำมาวิเคราะห์ปริมาณสารโลหะ

หนักและแอมโมเนีย ณ ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมและศูนย์วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

ขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยศึกษาหาการปนเปื้อนของโลหะหนักที่เป็นที่อยู่อาศัยของเต่า ณ วัดใหญ่ชัยมงคลและวัดโพธิ์สพผลเจริญ ซึ่งมีขั้นตอนในการวิจัยดังนี้

- 1.1 ศึกษาหัวข้อโครงการวิจัย
- 1.2 ปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิจัย
- 1.3 ศึกษาข้อมูลแต่ละพื้นที่ก่อนลงพื้นที่ทั้ง 2 สถานที่
- 1.4 เตรียมเครื่องและอุปกรณ์ในการสำรวจพื้นที่
- 1.5 ลงพื้นที่สำรวจประชากรเต่า รวมทั้งเก็บตัวอย่างน้ำ เพื่อนำมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ
- 1.6 สรุปผลตัวอย่างน้ำในแต่ละพื้นที่ รวมทั้งรวบรวมข้อมูลทั้งหมดแล้วนำเสนอ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1.1 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

ในภาคสนามมีค่า อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$) กรด-ด่าง (pH) ค่าออกซิเจนละลายน้ำ โดยใช้เครื่อง Multiparameter เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับการตรวจวัดค่าภาคสนาม ดังภาพที่ ก-6 และอีก 2 พารามิเตอร์ คือ แอมโมเนีย และโลหะหนัก เก็บตัวอย่างน้ำมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

1.2 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลสภาพแวดล้อมในบ่อเต่า ทั้งคุณภาพน้ำการปนเปื้อนของโลหะหนักและแอมโมเนีย คิดเป็นค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D)

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำบริเวณบ่อเต่า

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการดำรงชีวิตของเต่า ได้ครอบคลุมถึงการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในบ่อที่มีการพบเต่าในพื้นที่ศึกษาวัดโพสพผลเจริญ วัดใหญ่ชัยมงคล และได้วิเคราะห์ 3 พารามิเตอร์ประกอบด้วย ค่าออกซิเจนละลายน้ำ, กรด-ด่าง, อุณหภูมิ และผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในห้องปฏิบัติการประกอบด้วย ค่าแอมโมเนียและไนโตรเจน สรุปลำดับตารางที่ 4.1 และ 4.2 ตามลำดับดังนี้

ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในบ่อเต่า

สถานที่ศึกษา	ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำในบ่อเต่า			
	DO (mg/l)	pH	Temp (°C)	NH ₃ -N (mg/l)
1. วัดโพสพผลเจริญ	7.78 ± 1.76	6.50 ± 0.26	31.86 ± 0.12	3.53 ± 0.24*
2. วัดใหญ่ชัยมงคล	3.25 ± 0.46*	6.67 ± 0.13	31.99 ± 0.24	5.16 ± 0.30*
ค่ามาตรฐาน**	>4 (mg/l)	5-9	23-32 (°C)	<0.02 (mg/l)

หมายเหตุ * ค่าพารามิเตอร์ที่ไม่ได้เป็นไปตามเกณฑ์ค่ามาตรฐาน

** สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ (2530)

จากตารางที่ 4.2 สามารถสรุปลักษณะการวิเคราะห์คุณภาพน้ำแยกเป็นพารามิเตอร์ ได้ดังนี้

1. อุณหภูมิ

วัดโพสพผลเจริญ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 31.86 องศาเซลเซียส วัดใหญ่ชัยมงคลอุณหภูมิของน้ำมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 31.99 องศาเซลเซียส

เมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานแล้ว พบว่า วัดโพสพผลเจริญและวัดใหญ่ชัยมงคล มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำของการคุ้มครองทรัพยากรสัตว์น้ำจืด, สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง (2530) ที่กำหนดให้มีค่า อยู่ในช่วง 23 - 32 องศาเซลเซียส

2. ออกซิเจนละลายน้ำ

วัดโพสพผลเจริญ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.78 มิลลิกรัมต่อลิตร วัดใหญ่ชัยมงคล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.25 มิลลิกรัมต่อลิตร

เมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานแล้วพบว่าค่าเฉลี่ยของการตรวจวัดโพสพผลเจริญมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำ ที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำของการคุ้มครองทรัพยากรสัตว์น้ำจืด, สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง (2530) ที่กำหนดให้มีค่ามากกว่า 4 มิลลิกรัมต่อลิตร หากมีค่าต่ำกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร สัตว์น้ำจะเริ่มตาย

วัดใหญ่ชัยมงคลมีค่าเฉลี่ยที่ไม่เป็นไปตามในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ โดยมีค่าเฉลี่ย 3.25 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งอาจทำให้มีผลต่อสัตว์น้ำที่อาศัยอยู่

3. ความเป็นกรด-ด่าง

วัดโพสพผลเจริญ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.50 วัดใหญ่ชัยมงคล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.50

เมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานแล้ว พบว่า วัดโพสพผลเจริญและวัดใหญ่ชัยมงคล มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำของการคุ้มครองทรัพยากรสัตว์น้ำจืด, สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง (2530) ที่กำหนดให้มีค่า pH อยู่ในช่วง 5-9

4. แอมโมเนีย

วัดโพสพผลเจริญ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.53 มิลลิกรัมต่อลิตร วัดใหญ่ชัยมงคล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.16 มิลลิกรัมต่อลิตร

เมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานแล้ว พบว่า วัดโพสพผลเจริญและวัดใหญ่ชัยมงคล มีค่าเฉลี่ยของการตรวจวัดมีค่าที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำของการคุ้มครองทรัพยากรสัตว์น้ำจืด, สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง (2530) ที่กำหนดให้มีค่าไม่เกินกว่า 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งอาจทำให้มีผลต่อสัตว์น้ำที่อาศัยอยู่

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ การปนเปื้อนของโลหะหนักที่ตกค้างในน้ำ ซึ่งประกอบด้วย ตะกั่ว สังกะสี ทองแดง และแคดเมียม

สถานที่ศึกษา	ปริมาณสารโลหะหนัก (มก./ล.)			
	ตะกั่ว (Pb)	สังกะสี (Zn)	ทองแดง (Cu)	แคดเมียม (Cd)
3. วัดโพสพผลเจริญ	$0.6 \pm 0.89^*$	$0.57 \pm 0.02^*$	$0.17 \pm 0.13^*$	ND
4. วัดใหญ่ชัยมงคล	$0.73 \pm 0.250^*$	ND	$0.03 \pm 0.006^*$	ND
ค่ามาตรฐาน	<0.02 (mg/l)	<0.1 (mg/l)	<0.02 (mg/l)	<0.001 (mg/l)

หมายเหตุ * ND (NOT Detected) ไม่พบปริมาณสารโลหะหนัก

จากตารางที่ 4.2 สามารถสรุปผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำแยกเป็นพารามิเตอร์ได้ดังนี้

5. ปริมาณตะกั่ว

วัดโพสพผลเจริญ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.6 มิลลิกรัมต่อลิตร วัดใหญ่ชัยมงคล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.73 มิลลิกรัมต่อลิตร

เมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานแล้ว พบว่า วัดโพสพผลเจริญและวัดใหญ่ชัยมงคล มีค่าเฉลี่ยของการตรวจวัดไม่ได้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำของการคุ้มครองทรัพยากรสัตว์น้ำจืด, สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง (2530) ที่กำหนดให้มีค่าไม่เกินกว่า 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร

6. ปริมาณสังกะสี

วัดโพสพผลเจริญ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.57 มิลลิกรัมต่อลิตร วัดใหญ่ชัยมงคล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร

เมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานแล้วพบว่าวัดใหญ่ชัยมงคลมีค่าเฉลี่ยของการตรวจวัดมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำของการคุ้มครองทรัพยากรสัตว์น้ำจืด, สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง (2530) ที่กำหนดให้มีค่าไม่เกินกว่า 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร

วัดโพสพผลเจริญ มีค่าเฉลี่ยที่ไม่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ มีค่าเฉลี่ย 0.57 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งอาจทำให้มีผลต่อสัตว์น้ำที่อาศัยอยู่

7. ปริมาณทองแดง

วัดโพสพผลเจริญ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.17 มิลลิกรัมต่อลิตร วัดใหญ่ชัยมงคล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.03 มิลลิกรัมต่อลิตร

เมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานแล้วพบว่าวัดโพสพผลเจริญและวัดใหญ่ชัยมงคลค่าเฉลี่ยของการตรวจวัดมีค่าที่ไม่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำของการคุ้มครองทรัพยากรสัตว์น้ำจืด, สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง (2530) ที่กำหนดให้มีค่าไม่เกินกว่า 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งไม่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ

8. ปริมาณแคดเมียม

วัดโพสพผลเจริญ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร วัดใหญ่ชัยมงคล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร

เมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานแล้วพบว่าวัดโพสพผลเจริญและวัดใหญ่ชัยมงคลมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำของการคุ้มครองทรัพยากรสัตว์น้ำจืด, สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง (2530) ที่กำหนดให้มีค่า อยู่ในช่วง 0.001 มิลลิกรัมต่อลิตร

ผลการสำรวจสภาพแวดล้อมบริเวณบ่อเต่า

ตารางที่ 4.3 ผลการสำรวจคุณภาพสิ่งแวดล้อมบริเวณที่อยู่อาศัยในพื้นที่ศึกษา

	สิ่งแวดล้อมบริเวณที่อยู่อาศัยในพื้นที่ศึกษา	
	วัดโพสพผลเจริญ	วัดใหญ่ชัยมงคล
1. ลักษณะบ่อ		
ความลึกของบ่อ (เมตร)	2 เมตร	มากกว่า 2 เมตร
ขนาดรอบบ่อ (กว้างxยาว)	22.0 x 25.0 เมตร	20.0 x 45.0 เมตร
2. อาหาร	แตงกวา ขนุนครก	กล้วย ผักบุ้ง
3. การเติมอากาศ	มี	มี
4. การทำความสะอาด	1 เดือนครั้ง	ไม่มี (ระบบเปิด)
5. ระบบหมุนเวียนของน้ำ	ไม่มี	มี
6. พื้นี่วางไข่	เป็นทราย มีพื้นที่ไม่เพียงพอ	ไม่มี
7. พื้นี่ฝังแดด	พื้นปูน ลักษณะพื้นลาด	แพไม้ มีหลังคา

จากการตาราง 4.3 ผลการสำรวจคุณภาพสิ่งแวดล้อมบริเวณที่อยู่อาศัยในพื้นที่ศึกษา

1. ความลึก

วัดโพสพผลเจริญ มีความลึกของบ่อเต้าขนาด 2 เมตร และวัดใหญ่ชัยมงคล มีความลึกของบ่อเต้ามากกว่า 2 เมตร

2. ขนาดรอบบ่อ

วัดโพสพผลเจริญ มีลักษณะขนาดของบ่อเต้า 22.0×25.0 เมตร และวัดใหญ่ชัยมงคล มีลักษณะของบ่อเต้า 18.0×45.0 เมตร (เลือกบริเวณที่เต้าอาศัยอยู่เยอะเพราะบ่อเป็นระบบเปิด)

3. อาหาร

วัดโพสพผลเจริญ อาหารที่พบ ได้แก่ แดงกวา ขนมครก และผักบุ้งที่ประชาชนนำมาเอง และวัดใหญ่ชัยมงคล อาหารที่พบ ได้แก่ กล้วย และผักบุ้ง ดังภาพที่ 4.1 - 4.4



ภาพที่ 4.1 อาหารที่พบในวัดโพสพผลเจริญ (แดงกวา)



ภาพที่ 4.2 อาหารที่พบในวัดโพสพผลเจริญ (ขนมครก)



ภาพที่ 4.3 อาหารที่พบในวัดโพสพผลเจริญ (กล้วย)



ภาพที่ 4.4 อาหารที่พบในวัดโพสพผลเจริญ (ผักบุ้ง)

4. การเติมอากาศ

วัดโพสพผลเจริญ พบเครื่องเติมอากาศ 1 จุด อยู่บริเวณกลางบ่อ และวัดใหญ่ชัยมงคล พบเครื่องเติมอากาศในหลายๆ จุด เป็นช่วงๆ (บริเวณที่มีเต้าอาศัยอยู่ พบเครื่องเติมอากาศ 1 จุด) ดังภาพที่ 4.5 – 4.6



ภาพที่ 4.5 เครื่องเติมอากาศวัดโพสพผลเจริญ



ภาพที่ 4.6 เครื่องเติมอากาศวัดใหญ่ชัยมงคล

5. การทำความสะอาด

วัดโพสพผลเจริญ มีการทำความสะอาด 1 ครั้ง/เดือน และวัดใหญ่ชัยมงคล ไม่มีการทำความสะอาด เพราะเป็นระบบเปิด มีน้ำไหลเข้าออกจากบริเวณรอบๆ ได้

6. ระบบการไหลเวียนของน้ำ

วัดโพสพผลเจริญ พบว่า เป็นบ่อน้ำระบบปิด ไม่มีระบบหมุนเวียนของน้ำ และวัดใหญ่ชัยมงคล พบว่า มีระบบไหลเวียนของน้ำ

7. พื้นที่วางไข่

วัดโพสพผลเจริญ พบว่า ลักษณะของพื้นที่ในการวางไข่ ดังภาพที่ 4.7 มีไม่เพียงพอต่อประชากรเต่าที่พบ และวัดใหญ่ชัยมงคล ไม่พบพื้นที่วางไข่ที่ปรากฏอย่างชัดเจน



ภาพที่ 4.7 พื้นที่วางไข่วัดโพสพผลเจริญ

8. พื้นที่ฝั่งแดด

วัดโพสพผลเจริญ พบว่า มีพื้นที่ฝั่งแดด ที่มีลักษณะเป็นพื้นปูน และเป็นทางลาด ดังภาพที่ 4.8 ส่วนวัดใหญ่ชัยมงคล พบว่า มีพื้นที่ฝั่งแดด ที่มีลักษณะแพไม้ มีหลังคามิบบันไดให้เต่าสามารถขึ้นลงได้ ดังภาพที่ 4.9



ภาพที่ 4.8 พื้นที่ฝั่งแดดวัดโพสพผลเจริญ



ภาพที่ 4.9 พื้นที่ฝั่งแดวัดใหญ่ชัยมงคล

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยเรื่อง คุณภาพน้ำในบ่อเต่าบริเวณวัดโพสพผลเจริญและวัดใหญ่ชัยมงคล สรุปผลการศึกษา ดังนี้

สรุปผลการวิจัย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- (1) เพื่อวิเคราะห์คุณภาพน้ำบริเวณบ่อเต่า
- (2) เพื่อศึกษาสภาพแวดล้อมบริเวณบ่อเต่า

วิธีดำเนินงานวิจัย

การศึกษาคุณภาพน้ำที่บ่อเต่าในวัดโพสพผลเจริญและวัดใหญ่ชัยมงคล โดยศึกษา

- (1) คุณภาพน้ำในภาคสนาม พารามิเตอร์ที่วิเคราะห์ ได้แก่ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ

ค่าความเป็นกรด-ด่าง และอุณหภูมิ

- (2) คุณภาพน้ำ โดยการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ แอมโมเนียและโลหะหนักในน้ำที่พบในน้ำ (ตะกั่ว แคดเมียม สังกะสี ทองแดง)

ผลการวิจัย

1. ผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำบริเวณบ่อเต่า สามารถสรุปได้ดังนี้

1.1 พารามิเตอร์ (DO)

พบว่าค่าไม่เป็นไปตามค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ คือ 4 (mg/l) 1 พื้นที่ คือ วัดใหญ่ชัยมงคล ซึ่งถ้าหากผล DO ไม่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานจะส่งผลกระทบต่อดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ

ส่วนพารามิเตอร์อื่นๆ เมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานแล้วพบว่าค่าเฉลี่ยของการตรวจวัดมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำของการคุ้มครองทรัพยากรสัตว์น้ำจืด, สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง (2530)

1.2 ค่าแอมโมเนีย (NH₃-N)

พบว่าค่าสูงกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ <0.02 (mg/l) ทั้ง 2 พื้นที่ คือ วัดโพสพผลเจริญและวัดใหญ่ชัยมงคล ซึ่งแอมโมเนียเป็นสารพิษที่เกิดจากของเสียและมูลต่างๆ ที่สัตว์น้ำขับถ่ายออกมาถ้ามีปริมาณสูงจะเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำมาก

1.3 ค่าโลหะหนัก ที่วัดโพสพผลเจริญที่พบว่าไม่ได้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำ ได้แก่ ตะกั่ว (Pb), ทองแดง (Cu), สังกะสี (Zn) จากการสำรวจมีการพบเต่าตายอยู่บริเวณรอบๆ บ่อเต่า อาจมาจากหลายสาเหตุ เช่น การปนเปื้อนของตะกั่ว ทองแดง สังกะสี มาจากฝัก เช่น บั้วและแตงกวาที่อาจมีการปนเปื้อนของโลหะหนัก ที่มาจากการใช้สารประกอบเป็นตัวเร่งเพื่อใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาผลิตสารฆ่าแมลง และเป็นส่วนผสมของเป็นยาปราบศัตรูพืชและยาฆ่าแมลง

1.4 ค่าโลหะหนัก ที่พบวัดใหญ่ชัยมงคลที่พบว่าไม่ได้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำ ได้แก่ ตะกั่ว (Pb), ทองแดง (Cu)

2. สภาพปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เต่าอาศัยอยู่พบมาก มีดังนี้

ปัญหาอาหารที่ไม่หลากหลายและไม่เพียงพอ ในวัดโพสพผลเจริญและวัดใหญ่ชัยมงคล จากการสำรวจพบว่า มีสภาพแวดล้อมที่ไม่เอื้ออำนวย บ่อน้ำไม่มีพื้นที่ให้เต่าขึ้นมาพักมากพอสำหรับประชากรเต่า ทำให้เต่าไม่มีที่ขึ้นมาผึ่งแดดหรือวางไข่ แหล่งน้ำเน่าเสีย อีกทั้งอาหารที่พบ ไม่มีความหลากหลายที่เพียงพอต่อสุขอนามัยของเต่า

จากพื้นที่ข้างต้นที่กล่าวมายังมีปัจจัยอื่นๆ อีก เช่น ขนาดพื้นที่เล็กคับแคบ ทำให้เต่าอยู่กันแออัด ดังนั้น การปล่อยเต่าเพื่อหวังให้ได้บุญ จึงกลักลายเป็นบาปเพราะนำเต่าไปปล่อยผิดที่ ทำให้เต่าส่วนต้องตายไป สถานที่ปล่อยเต่าควรมีสภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวยต่อการดำรงชีวิตของเต่า พื้นที่ที่เหมาะสมกับการปล่อยเต่า คือ แหล่งน้ำสะอาด มีทางลาดขึ้นจากน้ำ เพื่อให้เต่าขึ้นบนบกเพื่อผึ่งแดดและวางไข่ มีพืชใบเขียวและสัตว์น้ำขนาดเล็ก เช่น ปลา หรือหอย ให้เต่ากินเป็นอาหารธรรมชาติ เต่าที่จะนำไปปล่อยควรเลือกเฉพาะเต่าพื้นเมืองของไทย โดยไม่ควรนำเต่าต่างถิ่นไปปล่อย โดยไม่ควรปล่อยเต่าต่างถิ่น เช่น เต่าญี่ปุ่น เป็นสัตว์ที่ไม่ควรนำไปปล่อยในแหล่งน้ำของไทย เพราะจะก่อให้เกิดปัญหากับเต่าพื้นเมืองของไทย และทำให้ระบบนิเวศเสียสมดุล เพื่อให้เกิดประโยชน์ในทางอนุรักษ์เต่าในประเทศไทยต่อไป

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะจากงานวิจัยครั้งนี้

(1) สถานที่ปล่อยเต่าควรมีสภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวยต่อการดำรงชีวิตของเต่า ทั้งในด้านคุณภาพน้ำ มีพื้นที่ให้เต่าได้ขึ้นมาผึ่งแดดและสถานที่สำหรับวางไข่และไม่ควรมีความแออัดมากเกินไป

(2) ควรที่จะทำการล้างหรือทำความสะอาดบ่อเต่า เพื่อเป็นการล้างมูลของเต่าที่อยู่ในน้ำ ซึ่งช่วยลดค่าแอมโมเนียที่เป็นอันตรายต่อสัตว์ได้

(3) อาหารที่เหมาะสมสำหรับการดำรงชีวิตของเต่าควรมีความหลากหลาย ซึ่งจากการสำรวจอาหารทั้ง 2 พื้นที่ พบว่าบ่อเต่าทั้ง 2 พื้นที่ได้รับอาหารที่ไม่เหมาะสม เช่น แตงกวา ฝักบัว กัลยง จึงอาจ

ทำให้ขาดสารอาหารและไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่รอดได้ ประกอบกับผักผลไม้ที่นำมาให้เต่าอาจมีการปนเปื้อนจากสารกำจัดศัตรูพืช ผู้ที่ดูแลควรล้างทำความสะอาดตลอด จนเตรียมอาหารที่เหมาะสมกับเต่าให้มีความหลากหลาย เช่น อาหารเม็ด ขนบปิ้ง และอื่นๆ ที่ใกล้เคียงกับอาหารในธรรมชาติของเต่ามากที่สุด

2. ข้อเสนอแนะเพื่องานวิจัยครั้งต่อไป

- (1) ควรสำรวจเพิ่มเติมในวัดที่เป็นที่นิยมในการปล่อยเต่าเพิ่มเติมเพราะอาจพบสภาพปัญหาที่แตกต่างจากการศึกษาครั้งนี้ เพื่อจะได้เป็นแนวทางในการอนุรักษ์เต่า
- (2) เพิ่มจุดเก็บตัวอย่างในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในบ่อเต่าที่มีประชากรเต่าอย่างหนาแน่น
- (3) ควรศึกษาเพิ่มเติมให้ครอบคลุมตลอดทั้งปี เพื่อให้เป็นประโยชน์ในการศึกษาประชากรช่วงฤดูวางไข่และการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำ
- (4) ศึกษาการปนเปื้อนของโลหะหนักในน้ำและอาหารของเต่า เพื่อนำผลในการวิเคราะห์มาเชื่อมโยงกันในผลการศึกษา

บรรณานุกรม

- กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2557). **มาตรฐานคุณภาพน้ำ**. สืบค้นเมื่อ 9 เมษายน 2563 จาก www.pcd.go.th
- _____. (2541). **แคดเมียม (Cadmium)**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : บริษัท อินทิเกรต เติต โปรโมชัน เทคโนโลยี จำกัด.
- กรมประมง. (2545). **พฤติกรรม การวางไข่และเพาะฟักไข่เต่ากระอัน**. สืบค้นเมื่อ 9 เมษายน 2563 จาก <https://www.fisheries.go.th>
- _____. (2557). **พระราชบัญญัติสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า พ.ศ. 2535**. สืบค้นเมื่อ 10 เมษายน 2563 จาก <https://www.fisheries.go.th/management/docs/a2535.pdf>
- _____. (2557). **เอกสารวิชาการด้านเต่าบก เต่าน้ำจืดและตะพาบน้ำ**. สืบค้นเมื่อ 10 เมษายน 2563 จาก <https://www.fisheries.go.th>
- กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. (2558). **เอกสารประกอบการดำเนินงานตอบโต้ภาวะฉุกเฉินด้านอนามัยสิ่งแวดล้อม เรื่อง มลพิษทางน้ำและผลกระทบต่อสุขภาพ**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด
- คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (2561). **ข้อควรปฏิบัติเมื่อจะปล่อยเต่าที่วัด**. สืบค้นเมื่อ สืบค้นเมื่อ 9 เมษายน 2563 จาก <http://vet.ku.ac.th>
- จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (2551). **การศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาภายนอกของเต่าและตะพาบ**. สืบค้นเมื่อ 10 เมษายน 2563 จาก <https://cuir.car.chula.ac.th/>
- _____. (2551). **พิพิธภัณฑเต่าและตะพาบ**. สืบค้นเมื่อ 10 เมษายน 2563 จาก <https://www.chula.ac.th>
- จงอาจ เลหาวัฒน. (2542). **การจำแนกชนิดเต่าในประเทศไทย**. กรุงเทพฯ: กองอนุรักษ์สัตว์ป่า กรมป่าไม้.
- ชลธิศักดิ์ ชาวปากน้ำ, จงกล บุญงาม, และสิรินทิพย์ พลละเจริญ. (2555). **โลหะหนักในแม่น้ำบางปะกง Heavy Metal in the Bangpakong River**. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. เอกสารวิชาการฉบับที่ 1/255
- พรพิมล เชื้อดวงมูย และเสาวคนธ์ วัฒนจันทร์. (2555). **ปริมาณโลหะหนัก (ตะกั่ว แคดเมียม ทองแดง และสังกะสี) ในสัตว์ทะเลเศรษฐกิจบางชนิด บริเวณแหล่งทำการประมง อำเภอละงู จังหวัดสตูล (รายงานผลการวิจัย)**. สงขลา : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

- ธงชัย สุธีรศักดิ์ และไตรภพ ฝ่องสุวรรณ. (2551). การปนเปื้อนของโลหะหนัก Al As Cu Cr Mn Ni Pb Sn Zn และ Fe ในดินตะกอนท้องน้ำคลองบางใหญ่และพื้นที่รองรับน้ำทิ้งคลองบางใหญ่ จังหวัดภูเก็ต (รายงานผลการวิจัย).
- พจนลักษณ์ ตรีอุดม. (2559). ปริมาณสารหนูและตะกั่วในน้ำ ดินตะกอนและพืชน้ำบางชนิด บริเวณ ทะเลน้อย จังหวัดพัทลุง (รายงานผลการวิจัย). มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- พัชรี ภคกษมา, สุวรรณีย์ สายสิน และศรมน สุทิน. (2559). การตรวจสอบสารเคมีฆ่าแมลงตกค้างของ สารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมตในผักในพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ
- พัฒนชนัน ภูธราดล และศิริลักษณ์ พิ้อสันเทียะ. (2561). สภาพแวดล้อมของบ่อเต่าในเขต กรุงเทพมหานคร และปริมณฑล (รายงานผลการวิจัย). คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.
- พิพิธภัณฑสถานธรรมชาติวิทยา. (2554). การลดลงของประชากรเต่าบกและเต่าน้ำ. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ภูงค์ แซ่เล้า. (2560). เต่าบก เต่าน้ำ เต่าทะเล ต่างกันอย่างไร. สืบค้นเมื่อ 29 มีนาคม 2563 จาก <http://www.greenpeace.org>
- ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และจารุวรรณ สมศิริ. (2526). คุณสมบัติของน้ำกับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. สืบค้นเมื่อ 2 กันยายน พ.ศ. 2563 จาก <https://assist-impact.net/th/articles/130599>
- ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และจารุวรรณ สมศิริ. (2528). คุณสมบัติของน้ำและวิธีการวิเคราะห์สำหรับการวิจัยทางการประมง. ฝ่ายวิจัยสิ่งแวดล้อมสัตว์น้ำ. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- ไมตรี ดวงสวัสดิ์. (2530). เกณฑ์คุณภาพน้ำเพื่อการคุ้มครองสัตว์น้ำจืด (Water quality Criteria for the Protection of Freshwater Aquatic Organisms.). กลุ่มวิจัยสิ่งแวดล้อมสัตว์น้ำ, สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ
- รจฤดี โชติกาวิรินทร์, รติวรรณ อ่อนรัมย์, ดนัย บวรเกียรติกุล, และวัลลภ ใจดี. (2541). ปริมาณโลหะหนัก ในน้ำบริเวณบางปะกงเอสทรี (รายงานผลการวิจัย). การประชุมทางวิชาการของ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 37: บทคัดย่อ 3-5 กุมภาพันธ์ 2542.
- ระบบฐานข้อมูลกลางและมาตรฐานข้อมูลทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับเต่าทะเล. สืบค้นเมื่อ 2 กันยายน พ.ศ. 2563 จาก https://km.dmcg.go.th/th/c_6/d_2700

- วรรณนิตา สวัสดิ์. **เทคนิควิธีการเลี้ยงเต่าบก**. สืบค้นเมื่อ 2 กันยายน พ.ศ. 2563 จาก <https://sites.google.com/site/onturtles/thekhnikh-kar-leiyng-tea-bk>
- วีรยุทธ์ เลาหะจินดา. (2552). **วิทยาสัตว์เลื้อยคลานและสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก Herpetology**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศิวพันธุ์ ชูอินทร์. (2559). **การติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อม**. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.
- ศูนย์ผลิตและพัฒนาสื่อคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา. **สารตะกั่วในอุตสาหกรรม**. สืบค้นเมื่อ 2 กันยายน พ.ศ. 2563 จาก www.cai.md.chula.ac.th/lesson/lesson4613/lesson/main03.html
- สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ. (2530). **เกณฑ์คุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ**. สืบค้นเมื่อ 30 มีนาคม 2563 จาก <https://www.fisheries.go.th/if-center/web2/>
- สมชาย วิบูลย์พันธ์ และธิดารัตน์ คงชัย. (2556). **ปริมาณโลหะหนักในสัตว์น้ำ น้ำทะเล และดินตะกอนบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอกจังหวัดสงขลา ปี 2556 (รายงานผลการวิจัย)**. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงอ่าวไทยตอนล่าง (สงขลา).
- สุขสันต์ พนาวิชัยกุล. (2556). **ความแตกต่างเต่าน้ำและเต่าบกในประเทศไทย**. สืบค้นเมื่อ 30 มีนาคม 2563 จาก http://reptilehiso.blogspot.com/2013/08/blog-post_18.html
- สุดชญา ศรประสิทธิ์, กิ่งแก้ว กาญจนรัตน์ และอรัญญา อัสวอารีย์. (2560). **การประเมินความเสี่ยงโลหะหนักในปลาและกุ้งจากทะเลสาบสงขลาต่อคนไทย. วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์**. ปีที่ 59 ฉบับที่ 2.
- สุพรรณษา เกียรติสมมภู และสุนิสา ชายเกลี้ยง. (2557). **การประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพจากการบริโภคสัตว์น้ำที่มีการปนเปื้อนสารตะกั่วบริเวณแหล่งประมงหนองน้ำล้น (รายงานผลการวิจัย)**. สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สำนักงานเสริมสร้างเอกลักษณ์ของชาติ. (2543). **เต่าในประเทศไทย**. กรุงเทพฯ: สำนักงานเลขาธิการนายกรัฐมนตรี.
- สำนักงานวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด กรมประมง. (2543). **เต่าพื้นเมืองของไทย**. สืบค้นเมื่อ 2 เมษายน 2563 จาก www.fisheries.go.th
- สำนักอนุรักษ์สัตว์ป่า. (2557). **กฎหมายด้านสัตว์ป่า**. สืบค้นเมื่อ 5 เมษายน 2563 จาก www.portal.dnp.go.th
- สำนักอนุรักษ์สัตว์ป่า. (2558). **ปัจจัยสิ่งแวดล้อมเกี่ยวกับการดำรงชีวิตของสัตว์**. สืบค้นเมื่อ 5 เมษายน 2563 จาก <http://www.thaieditorial.com>

เสาวคนธ์ รุ่งเรือง. (2548). การวางไข่. สืบค้นเมื่อ 8 เมษายน 2563 จาก www.inlandfisheries.go.th
องค์การสวนสัตว์ ในพระบรมราชูปถัมภ์. สารานุกรมสัตว์. สืบค้นเมื่อ 12 เมษายน 2563 จาก
www.zoothailand.org/th/animal_more.php.

อังสนา ฉั่วสุวรรณ และสังวาลย์ ราชธรรมมา. ผลกระทบของแอมโมเนียต่อสัตว์น้ำ. สืบค้นเมื่อ 2
กั น ย า ย น พ . ศ . 2 5 6 3 จ า ก [http://www.dss.go.th/images/st-](http://www.dss.go.th/images/st-article/cp_10_2549_ammonia.pdf)
[article/cp_10_2549_ammonia.pdf](http://www.dss.go.th/images/st-article/cp_10_2549_ammonia.pdf)

Tortoisedeb. (2556). แสงแดดกับเต่าเลี้ยง. สืบค้นเมื่อ 8 เมษายน 2563 จาก [http://tortoisedeb.](http://tortoisedeb.blogspot.co)
[blogspot.co](http://tortoisedeb.blogspot.co)

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
ภาพลงพื้นที่เก็บตัวอย่างวิจัย



ภาพที่ ก-1 วัดโพสพผลเจริญ



ภาพที่ ก-2 วัดโพสพผลเจริญ



ภาพที่ ก-3 วัดโพสพผลเจริญ



ภาพที่ ก-4 วัดโพสพผลเจริญ



ภาพที่ ก-5 วัดโพสพผลเจริญ



ภาพที่ ก-6 วัดโพสพผลเจริญ



ภาพที่ ก-7 วัดโพสพผลเจริญ



ภาพที่ ก-8 วัดโพสพผลเจริญ



ภาพที่ ก-9 วัดใหญ่ชัยมงคล



ภาพที่ ก-10 วัดใหญ่ชัยมงคล



ภาพที่ ก-11 วัดใหญ่ชัยมงคล



ภาพที่ ก-12 วัดใหญ่ชัยมงคล



ภาพที่ ก-13 วัดใหญ่ชัยมงคล



ภาพที่ ก-14 วัดใหญ่ชัยมงคล

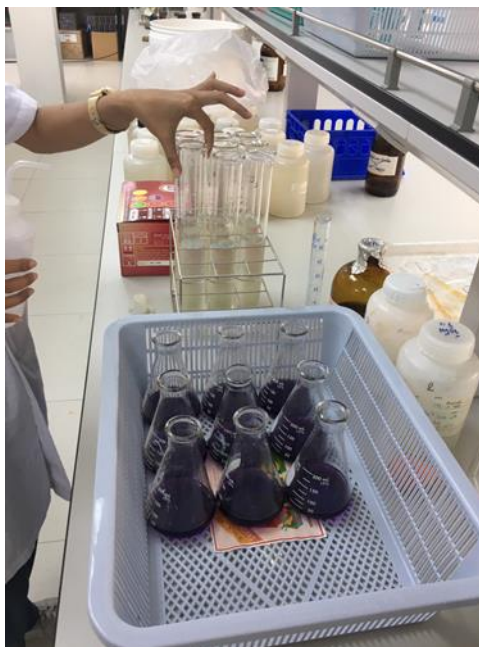
ภาคผนวก ข
ภาพดำเนินงานวิจัยห้องปฏิบัติการ



ภาพที่ ข-1 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำตัวอย่างแอมโมเนีย



ภาพที่ ข-2 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำตัวอย่างแอมโมเนีย



ภาพที่ ข-3 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำตัวอย่างแอมโมเนีย



ภาพที่ ข-4 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำตัวอย่างแอมโมเนีย



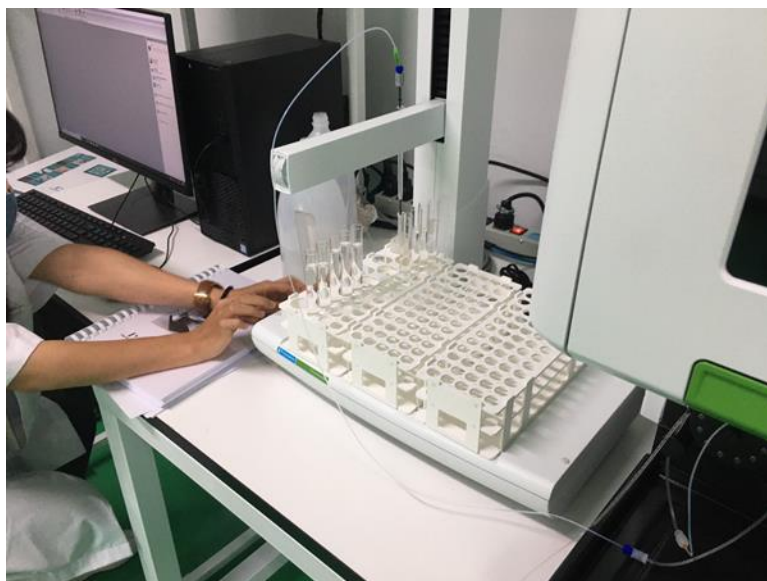
ภาพที่ ข-5 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำตัวอย่างแอมโมเนีย



ภาพที่ ข-6 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำตัวอย่างโลหะหนัก



ภาพที่ ข-7 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำตัวอย่างโลหะหนัก



ภาพที่ ข-8 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำตัวอย่างโลหะหนัก



ภาพที่ ข-9 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำตัวอย่างโลหะหนัก



ภาพที่ ข-10 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำตัวอย่างโลหะหนัก