

การประเมินและจัดการความเสี่ยงทางสุขภาพจากการบริโภคสัตว์น้ำในกว๊านพะเยา
ของประชาชนที่อาศัยอยู่รอบกว๊านพะเยา จังหวัดพะเยา
HEALTH RISK ASSESSMENT AND MANAGEMENT FROM AQUATIC
ANIMAL CONSUMPTION IN KWAN PHAYAO OF PEOPLE LIVING
AROUND KWAN PHAYAO, PHAYAO PROVINCE

สมคิด จูหว่า^{1,*}, รุ่ง วงศ์วัฒน์² และ อณุกุล มะโนทน¹
Somkid Juwa^{1,*}, Rung Wongwat² and Anukool Manoton¹

¹ สาขาวิชาการส่งเสริมสุขภาพ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา

² สาขาวิชาอนามัยชุมชน คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษารูปแบบการบริโภคอาหาร พฤติกรรมการบริโภคอาหาร ประเมินและจัดการความเสี่ยงทางสุขภาพจากการบริโภคสัตว์น้ำในกว๊านพะเยา ประเมินปริมาณอาหารที่สามารถบริโภคได้อย่างปลอดภัยเทียบกับค่าความปลอดภัยหรือค่าของวัตถุเจือปนอาหาร (Acceptable Daily Intake; ADI) ตรวจวิเคราะห์สารแคดเมียมและตะกั่วในสัตว์น้ำ จำนวน 6 ชนิด คือ กุ้งฝอย หอยขม ปลาตุ๊ก ปลานิล ปลาไหล และปลาชะโด พบว่า มีการปนเปื้อนสารแคดเมียมในกุ้งฝอยและหอยขม ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0480 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ 0.0200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และพบสัตว์น้ำ จำนวน 3 ชนิด ที่มีการปนเปื้อนสารตะกั่ว ได้แก่ กุ้งฝอย หอยขม และปลาตุ๊ก ในปริมาณ 0.0325 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม การประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพจากการบริโภคกุ้งฝอยและหอยขมที่ปนเปื้อนสารแคดเมียมมีค่าสัดส่วนความเสี่ยงอันตราย (Hazard Quotient; HQ) เท่ากับ 0.27 และ 0.11 ตามลำดับ และได้รับสารตะกั่วเฉลี่ยใน 1 วัน เท่ากับ 5.70 ไมโครกรัมต่อวัน ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่า TDI ถึง 36 เท่า (ค่า Tolerable Daily Intake; TDI) มีค่าเท่ากับ 3.60 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมต่อวัน สรุปได้ว่าประชาชนสามารถบริโภคสัตว์น้ำได้

* ผู้ประสานงาน: สมคิด จูหว่า

อีเมล: sjuwa@hotmail.com

อย่างปลอดภัย การจัดการความเสี่ยงต่อสุขภาพของประชาชน ควรดำเนินการตรวจสอบ การปนเปื้อนของสารแคดเมียมและตะกั่วในสัตว์น้ำและสิ่งแวดล้อมอย่างต่อเนื่อง เพื่อเป็นการเฝ้าระวังทางสุขภาพของประชาชน

คำสำคัญ: การประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพ, การจัดการความเสี่ยง, การบริโภคสัตว์น้ำ

Abstract

The purposes of this research were to study food consumption pattern, food consumption behavior, and conduct health risk assessment and management from aquatic animal consumption in Kwan Phayao, Phayao Province, compared with the acceptable daily intake (ADI). Analysis of cadmium (Cd) and Lead (Pb) content in 6 aquatic animals (*Macrobrachium lanchesteri*, *Filopaludina martensi*, *Clarias batrachus*, *Oreochromis niloticus*, *Monopterus albus* and *Channa micropeltes*) indicated that cadmium was detected in *Macrobrachium lanchesteri*, *Filopaludina martensi* accounted to 0.0480 and 0.0200 mg/kg respectively. Moreover, lead concentrations (0.0325 mg/kg) were found in 3 aquatic animals including *Macrobrachium lanchesteri*, *Filopaludina martensi* and *Clarias batrachus*. Health risk assessment from *Macrobrachium lanchester* and *Filopaludina martensi* consumption with cadmium contamination showed a hazard quotient equaled to 0.27 and 0.11 respectively, and also the fact that average lead intake from aquatic animal was about 5.70 $\mu\text{g}/\text{day}$, lower than the TDI for about 36 fold (TDI of 3.60 $\mu\text{g}/\text{day}$ body weight/day). In conclusion of this study, adverse health effects may not occur. Health risk management should be continued to monitor the contamination of cadmium and lead in aquatic animals and the environment consistently, as to act as a public health surveillance.

Keywords: Health Risk Assessment, Risk Management, Aquatic Consumption

บทนำ

กว๊านพะเยา เป็นทะเลสาบน้ำจืดใหญ่เป็นอันดับ 1 ในภาคเหนือ "กว๊าน" ภาษาพื้นเมืองหมายถึง "บึง" เป็นแหล่งน้ำธรรมชาติอยู่ใจกลางเมืองพะเยา เกิดจากน้ำที่ไหลมาจากห้วยต่าง ๆ 18 สาย มีปริมาณน้ำเฉลี่ยปีละ 29.40 ล้านลูกบาศก์เมตร มีพันธุ์ปลาและสัตว์น้ำกว่า 48 ชนิด เนื้อที่ 12,831 ไร่ เป็นแหล่งเพาะพันธุ์ปลาต่าง ๆ นับว่าเป็นแหล่งน้ำที่สำคัญของจังหวัดพะเยา (สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2560) โดยเฉพาะประชาชนที่อาศัยอยู่บริเวณริมกว๊าน จะมีอาชีพในการทำประมงพื้นบ้าน จับสัตว์น้ำและเก็บพืชผักที่อยู่ในกว๊านมาบริโภค พื้นที่โดยรอบกว๊าน 3 ใน 4 เป็นพื้นที่เกษตรกรรม เกษตรกรส่วนใหญ่ใช้ปุ๋ยเคมีที่มีส่วนผสมของโลหะหนักที่สำคัญ ได้แก่ แคดเมียมและตะกั่ว พื้นที่อีก 1 ส่วนเป็นที่ตั้งของชุมชนเมือง โดยจะมีการปล่อยน้ำเสียจากชุมชนลงสู่กว๊าน เนื่องจากกว๊านเป็นแหล่งรวมของน้ำที่ไหลมาจากสถานที่ต่าง ๆ ทั้งที่มาจากกระช้ำล้างพื้นที่การเกษตร การปล่อยน้ำเสียจากชุมชน อาจมีการปนเปื้อนของโลหะหนักที่สำคัญได้แก่ สารแคดเมียมและตะกั่ว มีผลทำให้เกิดการปนเปื้อนและสะสมอยู่ในห่วงโซ่อาหาร โดยเฉพาะสัตว์น้ำที่อยู่ในกว๊าน เมื่อประชาชนนำสัตว์น้ำจากกว๊านพะเยามาบริโภค อาจส่งผลให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพได้ องค์การอนามัยโลก (World Health Organization, 1992) ได้กำหนดค่าสูงสุดในการรับแคดเมียมเข้าสู่ร่างกายจากการบริโภคอาหาร ไม่เกิน 7 ไมโครกรัมแคดเมียมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมต่อสัปดาห์ หรือประมาณ 60 ไมโครกรัมต่อคนต่อวัน สำหรับผู้ที่มีน้ำหนัก 60 กิโลกรัม (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, 2000) ส่วนสารตะกั่วมีรายงานผลจากการทดลองในสัตว์ทดลองพบว่าตะกั่วเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดเป็นมะเร็งในหนูทดลอง แต่ในมนุษย์ยังไม่มีหลักฐานที่เพียงพอที่สนับสนุนการเกิดเป็นมะเร็ง Environmental Protection Agency (EPA) ไม่ได้กำหนดปริมาณของตะกั่วที่สามารถบริโภคได้อย่างปลอดภัยตลอดชีวิตของมนุษย์ (Oral Reference Dose; RfD) เนื่องจากการศึกษาหลายการศึกษาพบว่าตะกั่วไม่สามารถบอกระดับของค่าความทน (Threshold) ที่ชัดเจนได้ (Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2007) ผู้วิจัยจึงทำการประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพโดยใช้ค่ามาตรฐานของ Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA, 2000) การศึกษาการประเมินและจัดการความเสี่ยงทางสุขภาพจากการบริโภคสัตว์น้ำในกว๊านพะเยา มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษารูปแบบพฤติกรรมกรรมการบริโภค ประเมินและจัดการความเสี่ยงทางสุขภาพจากการบริโภคสัตว์น้ำ

และประเมินปริมาณอาหารที่สามารถบริโภคได้อย่างปลอดภัยเทียบกับค่าความปลอดภัย (Acceptable Daily Intake: ADI) ของประชาชนที่อาศัยรอบกว๊านพะเยา จังหวัดพะเยา

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. ประชากรและตัวอย่างที่ศึกษา

1.1 สัตว์น้ำ เก็บตัวอย่างจากกว๊านพะเยา ชนิดที่ประชาชนนิยมนำมาบริโภค จำนวน 6 ชนิด ได้แก่ กุ้งฝอย (*Macrobrachium lanchesteri*) หอยขม (*Filopaludina martensi*) ปลาตุ๊ก (*Clarias batrachus*) ปลานิล (*Oreochromis niloticus*) ปลาไหล (*Monopterus albus*) และปลาชะโด (*Channa micropeltes*) เก็บในช่วงเดือนมกราคม 2559

1.2 ประชากรที่ใช้ศึกษาคือ ประชาชนที่อาศัยอยู่รอบกว๊านพะเยา ที่ใช้ประโยชน์จากกว๊านพะเยาในการเกษตรและบริโภคสัตว์น้ำ ในตำบลบ้านต๋อน ตำบลแม่ใส ตำบลบ้านสา และตำบลบ้านต๋อม อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา จำนวน 22,711 คน (สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดพะเยา, 2559) คำนวณขนาดตัวอย่างโดยใช้สูตรของ Yamane (1973) กำหนดให้ความคลาดเคลื่อนของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 0.05 ได้ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 393 คน ปรับเพิ่มเป็น 395 คน คัดเลือกตัวอย่างโดยการสุ่มแบบง่าย (Simple Random Sampling) ด้วยวิธีการจับฉลาก ศึกษาพฤติกรรม และแบบแผนการบริโภคสัตว์น้ำ ใน 1 สัปดาห์ ศึกษาปริมาณและชนิดสัตว์น้ำที่นิยมบริโภคมากที่สุดเรียงตามลำดับ คำนวณและประเมินความเสี่ยงในการสัมผัสสารแคดเมียมและตะกั่วจากการบริโภคสัตว์น้ำ รวบรวมข้อมูลด้วยแบบสอบถามโดยใช้วิธีการสัมภาษณ์

ผู้วิจัยได้พิทักษ์สิทธิของกลุ่มตัวอย่างโดยมีการให้ข้อมูลเกี่ยวกับการวิจัยอย่างครบถ้วน การรักษาความลับของข้อมูล เปิดโอกาสให้กลุ่มตัวอย่างได้ซักถามข้อสงสัยต่าง ๆ ก่อนตัดสินใจเข้าร่วม กลุ่มตัวอย่างมีสิทธิที่จะถอนตัวออกจากการวิจัยได้ตลอดเวลา

2. เครื่องมือการศึกษา

2.1 อุปกรณ์เก็บตัวอย่างสัตว์น้ำ ใช้เครื่องมือประจำถิ่น ได้แก่ ลอบ แห เป็นต้น วิธีการเก็บตัวอย่างสัตว์น้ำ รายละเอียดต่อไปนี้เป็น

1) ชั่งน้ำหนัก และวัดความยาวของสัตว์น้ำ ภายใน 24 ชั่วโมง แยกชิ้นส่วนอวัยวะสัตว์น้ำด้วยมีดสะอาดที่ผ่านการฆ่าเชื้อ บดส่วนเนื้อของตัวอย่างและคลุกเคล้า โดยใช้

liquid nitrogen เก็บรักษาตัวอย่างในตู้เย็นที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า -20°C จนกว่าจะทำการวิเคราะห์

2) วิเคราะห์ด้วยเครื่องวัดความดูดกลืนแสงของอะตอม (Atomic Absorption Spectrometer; AAS)

2.2 แบบสอบถามความถี่อาหารบริโภคถึงปริมาณ (Semi-Quantitative Food Frequency Questionnaire; SFFQ) ประกอบด้วย ข้อมูล 2 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง ประกอบด้วย ข้อมูลเกี่ยวกับ เพศ อายุ น้ำหนักร่างกาย สถานภาพการสมรส ระดับการศึกษา รายได้เฉลี่ยของครอบครัว ภูมิภาค ระยะเวลาที่อาศัยอยู่ในชุมชน อาชีพหลัก พฤติกรรมการบริโภค

ส่วนที่ 2 ข้อมูลความถี่อาหารบริโภคถึงปริมาณ (SFFQ) กลุ่มตัวอย่างบันทึกรายละเอียดตามแบบสอบถามใน 1 สัปดาห์ ประกอบด้วย ความถี่ของการบริโภคสัตว์น้ำต่อสัปดาห์ ชนิดของสัตว์น้ำที่บริโภค และการประมาณขนาดน้ำหนักสัตว์น้ำที่บริโภคต่อมื้อ โดยให้กลุ่มตัวอย่างระบุจำนวนขนาดอาหารเทียบเคียงกับแบบจำลอง (Model) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยให้ประชาชนประมาณขนาดจากตัวอย่าง เช่น ขนาดเท่ากับกักไม้ขีด จำนวนที่ซื้อมื้อ จำนวนที่ขึ้น เพื่อเป็นการประมาณค่าน้ำหนักของมื้ออาหาร เพื่อนำไปคำนวณความเป็นพิษและผลต่อสุขภาพ

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) และความตรงเชิงภาษา (Face Validity) ของแบบสอบถาม โดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน และนำไปทดลองใช้กับกลุ่มที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา จำนวน 30 คน ได้ค่าสัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบาค (Cronbach's Coefficient Alpha) เท่ากับ 0.82 ทำการเปรียบเทียบแบบจำลอง (Model) อาหารกับขนาดส่วนของอาหารบริโภค พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยทางสถิติ

การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพของประชาชนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่รอบกว๊านพะเยา ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้คือ

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาปริมาณสารแคดเมียมและตะกั่วที่เป็นพิษในสัตว์น้ำ

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาพฤติกรรมและแบบแผนการบริโภคอาหารของประชาชนที่อาศัยอยู่รอบกว๊านพะเยา โดยการใช้แบบสอบถามความถี่อาหารบริโภคถึงปริมาณ (SFFQ)

ขั้นตอนที่ 3 ประเมินความเสี่ยงและผลกระทบต่อสุขภาพจากการได้รับสารแคดเมียมและตะกั่ว จากการบริโภคสัตว์น้ำของประชาชนในพื้นที่ และประเมินปริมาณเนื้อสัตว์น้ำที่สามารถบริโภคได้อย่างปลอดภัยเทียบกับค่า ADI ทำการประเมินความเป็นพิษของสารปนเปื้อนในสัตว์น้ำสัมพันธ์กับปริมาณและพฤติกรรมบริโภค (United States Environmental Protection Agency, 2000) ดังนี้

1. การประเมินสิ่งคุกคาม (Hazard Identification) เป็นขั้นตอนที่ระบุและค้นหาสารเคมีในสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ศึกษา ที่มีผลกระทบต่อสุขภาพ (Page, 1994)

2. การประเมินขนาดสัมผัสกับการตอบสนอง (Dose-Response Assessment) เป็นขั้นตอนของการตรวจสอบความเป็นพิษของสารเคมี โดยดูจากความสัมพันธ์ของปริมาณการรับเข้าสู่ร่างกายกับผลเสียที่เกิดต่อสุขภาพ โดยครอบคลุม Non-Carcinogenic Risks และ Carcinogenic Risks

3. การประเมินการสัมผัส (Exposure Assessment) เป็นขั้นตอนของการประเมินความเสี่ยงจากการสัมผัสสารเคมี โดยทางเข้าสู่ร่างกาย โดยประมาณการจาก Reasonable Maximum Exposure Assumption สูตรที่ใช้คือ (United States Environmental Protection Agency, 2000)

$$CDI = \frac{C \times CF \times IR \times EF \times ED}{BW \times AT \times 365d/y}$$

CDI = Chronic Daily Intake of a Specific Chemical ปริมาณสารเคมีที่ผู้บริโภคได้รับจากการบริโภคสัตว์น้ำ พืชผัก (มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมต่อวัน)

C = Chemical Concentration หรือปริมาณสารเคมีในสัตว์น้ำ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

CF = Conversion Factor (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

IR = Ingestion Rate หรือ ปริมาณสัตว์น้ำที่บริโภคโดยเฉลี่ย (กรัมต่อวัน)

EF = Exposure Frequency หรือ ความถี่ในการสัมผัส (วันต่อปี)

ED = Exposure Duration หรือ ระยะเวลาในการสัมผัส (ปี)

BW = Body Weight หรือ น้ำหนักตัวผู้บริโภคโดยเฉลี่ยตามกลุ่มอายุ และ เพศ (กิโลกรัม)

AT = Averaging Time ระยะเวลาเฉลี่ย (วัน)

4. การอธิบายลักษณะความเสี่ยง (Risk Characterization) เป็นการประมาณการผลเสียต่อสุขภาพจากการบริโภคอาหาร ในพื้นที่ที่มีการปนเปื้อนสารแคดเมียมและตะกั่ว โดย มีสูตรการคำนวณดังนี้ (United States Environmental Protection Agency, 2000)

$$\text{สัดส่วนความเสี่ยง (HQ)} = \frac{\text{ค่าปริมาณการรับสัมผัสต่อวัน (CDI)}}{\text{ค่ามาตรฐานกำหนด (RfD)}}$$

การแปลผล ถ้าค่าของ $HQ \leq 1$ หมายถึง ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ

ถ้าค่าของ $HQ > 1$ หมายถึง อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

ขั้นตอนที่ 4 การจัดการความเสี่ยง (Risk Management) ประยุกต์ใช้เทคนิคการจัดการความรู้ (Knowledge Management) ในการจัดการความรู้ให้กับกลุ่มแกนนำ เพื่อทำการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในการจัดการสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ เพื่อให้ประชาชนสามารถอยู่ได้อย่างปลอดภัย ทำการคัดเลือกกลุ่มแกนนำ จำนวน 20 คน ประกอบด้วย อาสาสมัครสาธารณสุข จำนวน 5 คน ผู้นำชุมชน จำนวน 5 คน ประชาชนที่มีความเสี่ยงในพื้นที่จำนวน 5 คน นักวิชาการ จำนวน 3 คน และผู้วิจัย จำนวน 2 คน เพื่อจัดทำข้อเสนอแนวทางการจัดการความเสี่ยงทางสุขภาพในระดับพื้นที่ให้กับประชาชนในพื้นที่ และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

3. การวิเคราะห์ข้อมูล ในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติและวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนาหาค่า ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพ

1. ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารแคดเมียมและตะกั่วที่สะสมในสัตว์น้ำ ในกวี้นพะเยา โดยเก็บตัวอย่างสัตว์น้ำที่ประชาชนในพื้นที่นิยมบริโภค ทั้งหมด 6 ชนิด คือ กุ้งฝอย หอยขม ปลาตุ๊ก ปลานิล ปลาไหล และปลาชะโด ผลการตรวจวิเคราะห์ พบว่ากุ้งฝอยมีค่าการปนเปื้อนสารแคดเมียมและตะกั่วมากที่สุด ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0480 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ 0.0325 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ รองลงมาได้แก่ หอยขมมีค่าการปนเปื้อนสารแคดเมียมและตะกั่ว ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ 0.0325 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปลาตุ๊กพบว่ามีค่าการปนเปื้อนเฉพาะสารตะกั่ว มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0325 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนปลานิล ปลาไหล และปลาชะโด ไม่พบการปนเปื้อนทั้งสารแคดเมียม

และสารตะกั่ว เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานในอาหารของประเทศไทยซึ่งต้องมีการปนเปื้อนของสารแคดเมียม ไม่เกิน 0.20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และสารตะกั่วไม่เกิน 1 (Codex Alimentarius Commission, 2006) พบว่าสัดส่วนน้ำทุกตัวอย่างมีค่าการปนเปื้อนไม่เกินค่ามาตรฐาน (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณสารแคดเมียมและตะกั่วที่สะสมในสัตว์น้ำ

ที่	ชนิดสัตว์น้ำ	ผลการวิเคราะห์	
		แคดเมียม (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	ตะกั่ว (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)
1	กุ้งฝอย	0.0480	0.0325
2	หอยขม	0.0200	0.0325
3	ปลาดุก	N.D.	0.0325
4	ปลานิล	N.D.	N.D.
5	ปลาไหล	N.D.	N.D.
6	ปลาชะโด	N.D.	N.D.

หมายเหตุ: ค่า LOD = 0.0008 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

2. ผลการศึกษาพฤติกรรมการบริโภคอาหารของประชาชนในพื้นที่รอบกว๊านพะเยา พบว่า ตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 74.68 อายุอยู่ในช่วง 31 – 45 ปี ร้อยละ 39.24 มีน้ำหนักส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 36 – 55 กิโลกรัม ร้อยละ 50.13 กลุ่มตัวอย่างมีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 56.50 กิโลกรัม โดยที่เพศชายมีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 59.30 กิโลกรัม เพศหญิงมีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 54.20 กิโลกรัม นับถือศาสนาพุทธ มีสถานภาพสมรสเป็นคู่ ร้อยละ 82.28 ระดับการศึกษาส่วนใหญ่จบชั้นประถมศึกษา ร้อยละ 92.41 สมาชิกในครอบครัวอยู่ในช่วง 4 – 6 คน ร้อยละ 52.41 อาชีพหลักได้แก่การทำงาน ร้อยละ 32.91 มีรายได้เฉลี่ยต่อปี มากกว่า 30,000 บาท ร้อยละ 78.23 ส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในพื้นที่ตั้งแต่เกิด ร้อยละ 85.06 ระยะเวลาที่กลุ่มตัวอย่างอาศัยอยู่ในพื้นที่ส่วนใหญ่ ร้อยละ 83.29 อาศัยอยู่ในพื้นที่มากกว่า 30 ปี การใช้ประโยชน์จากกว๊านพะเยา ส่วนใหญ่ใช้น้ำในการเกษตร ร้อยละ 94.18 นำน้ำมาใช้ในการชะล้างภาชนะต่าง ๆ และชำระร่างกาย ร้อยละ 56.71 และ 35.70 ตามลำดับ

กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ ปรุงอาหารรับประทานที่บ้าน ร้อยละ 94.68 เป็นผู้ไปเลือกซื้ออาหารเอง ร้อยละ 75.70 ในการประกอบอาหาร พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ จะเป็นผู้ประกอบอาหารในครอบครัว ร้อยละ 76.71 ความบ่อยในการรับประทานอาหารนอกบ้านของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า จะรับประทานอาหารกับครอบครัวที่บ้าน ร้อยละ 90.89

พฤติกรรมการบริโภคสัตว์น้ำ พบว่ากลุ่มตัวอย่างนิยมบริโภคกุ้งฝอย ร้อยละ 75.44 รองลงมาได้แก่ ปลานิล ปลาชะโด ปลาดุก หอยขม และปลาไหล ร้อยละ 70.13, 32.41, 28.86, 24.56 และ 18.48 ตามลำดับ กลุ่มตัวอย่างบริโภคสัตว์น้ำจากกว๊านพะเยา ร้อยละ 86.33 โดยแหล่งที่มาของสัตว์น้ำที่นำมาบริโภคส่วนใหญ่ มาจากการซื้อจากภายในหมู่บ้าน/ตำบลที่จับมาจากกว๊านพะเยา ร้อยละ 80.25 ความถี่ในการบริโภคสัตว์น้ำอยู่ในช่วง 0 – 5 มื้อต่อสัปดาห์ ร้อยละ 68.10 รองลงมาคือมีความถี่ในการบริโภคสัตว์น้ำอยู่ในช่วง 6 – 10 มื้อต่อสัปดาห์ ร้อยละ 25.82 ค่าเฉลี่ยของปริมาณ การบริโภคของกลุ่มตัวอย่างต่อมื้อเท่ากับ 195 กรัม (ค่าเฉลี่ยของ United States Environmental Protection Agency, U.S. EPA เท่ากับ 227 กรัมต่อวัน) ในภาพรวมค่าเฉลี่ยการบริโภคของกลุ่มตัวอย่างอยู่ที่ 6.3 มื้อต่อสัปดาห์หรือเท่ากับ 175.5 กรัมต่อวัน และมีค่าการบริโภคสัตว์น้ำที่เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 90 เท่ากับ 12 มื้อต่อสัปดาห์ หรือเท่ากับ 334 กรัมต่อวัน

3. การประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพจากการบริโภคสัตว์น้ำของประชาชนในพื้นที่รอบกว๊านพะเยา

3.1 การประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพจากสารแคดเมียม

การประเมินความเสี่ยงจากการสัมผัสแคดเมียมเข้าสู่ร่างกายโดยการบริโภคสัตว์น้ำ คำนวณหาค่า CDI จากการบริโภคสัตว์น้ำ พบว่าค่า CDI ของการบริโภคกุ้งฝอยมีค่า 0.27 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมต่อวัน และค่า CDI ของการบริโภคหอยขม 0.11 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมต่อวัน (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ผลค่า CDI ของสัตว์น้ำ ในกว๊านพะเยา

ตัวอย่าง	C (mg/kg)	CF (mg/kg)	IR (g/day)	EF (day/year)	ED (year)	BW (kg)	AT (day)	CDI (mg/kg/day)
กุ้งฝอย	0.048	0.001	334	350	30	56.5	10950	0.00027
หอยขม	0.020	0.001	334	350	30	56.5	10950	0.00011

การคำนวณหาค่าความเสี่ยง (Risk Characterization) กรณีสารปนเปื้อนไม่ใช่เป็นสารก่อมะเร็ง มีวิธีการหาโดยนำค่า CDI ของสัตว์น้ำแต่ละชนิดมาหารด้วยค่า RfD พบว่าไม่มีสัตว์น้ำชนิดใดที่มีค่า HQ มากกว่า 1 แสดงว่าประชาชนผู้ที่นิยมบริโภคสัตว์น้ำในกว๊านพะเยา ไม่มีโอกาสที่จะได้รับผลกระทบทางสุขภาพจากการปนเปื้อนของสารแคดเมียมในสัตว์น้ำ โดยที่ กุ้งฝอย และหอยขมมีค่า HQ เท่ากับ 0.27 และ 0.11 ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ผลการคำนวณหาค่า Hazard Quotient (HQ) ในสัตว์น้ำ ในกว๊านพะเยา

ตัวอย่าง	CDI (mg/kg/day)	RfD (mg/kg/day)	HQ
กุ้งฝอย	0.00027	1×10^{-3}	0.27
หอยขม	0.00011	1×10^{-3}	0.11

3.2 การประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพจากสารตะกั่ว

จากการตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อนของสารตะกั่วในสัตว์น้ำ พบว่ามีสัตว์น้ำจำนวน 3 ชนิดที่มีการปนเปื้อนสารตะกั่ว โดยมีปริมาณเท่ากันอยู่ที่ 0.0325 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ได้แก่ กุ้งฝอย หอยขม และปลาตูก เนื่องจากสารตะกั่วเป็นสารก่อมะเร็ง โดยที่ U.S. EPA ไม่ได้กำหนดปริมาณของตะกั่วที่สามารถบริโภคได้อย่างปลอดภัยตลอดชีวิตของมนุษย์ (RfD) เนื่องจากการศึกษาหลายการศึกษาพบว่าตะกั่วไม่สามารถบอกระดับของค่าความทน (Threshold) ที่ชัดเจนได้ (Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2007) ในการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพของประชาชนจึงใช้วิธีการประเมินโดยใช้ค่ามาตรฐานที่กำหนดโดย JECFA 1) ค่า Tolerable daily intake (TDI) มีค่าเท่ากับ 3.60 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมต่อวัน หรือ เท่ากับ 204 ไมโครกรัมต่อวัน (น้ำหนักเฉลี่ย 56.50 กิโลกรัม) และ 2) ค่า Provisional tolerable weekly intake (PTWI) เท่ากับ 25.00 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมต่อวัน หรือ เท่ากับ 1,412.50 ไมโครกรัมต่อสัปดาห์ (Food Standards Agency, 2008)

ในภาพรวมค่าเฉลี่ยการบริโภคสัตว์น้ำของกลุ่มตัวอย่างต่อมื้อเท่ากับ 195.00 กรัม จำนวน 6.3 มื้อต่อสัปดาห์หรือเท่ากับ 175.50 กรัมต่อวัน หรือ 0.1755 กิโลกรัมต่อวัน

สัตว์น้ำมีค่าการปนเปื้อนสารตะกั่วอยู่ที่ 32.50 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ดังนั้นประชาชนผู้บริโภคสัตว์น้ำจะได้รับสารตะกั่วเฉลี่ยใน 1 วัน เท่ากับ 5.70 ไมโครกรัมต่อวัน ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่า TDI ถึง 36 เท่า

4. การจัดการความเสี่ยงทางสุขภาพโดยการมีส่วนร่วมของประชาชน โดยประยุกต์ใช้วิธีการจัดการความรู้

คัดเลือกพื้นที่ตำบลแม่ใส อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา ในการจัดการความรู้ เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่อยู่รอบกว๊านมากที่สุด ประยุกต์ใช้กระบวนการจัดการความรู้ เป็นเครื่องมือในการหาแนวทางการอยู่ร่วมกับสิ่งแวดล้อมที่ปนเปื้อนสารเคมีอย่างปลอดภัย ผู้เข้าร่วมกระบวนการจัดการความรู้ ประกอบด้วย ผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stakeholder) กับปัญหาการปนเปื้อนสารแคดเมียมและตะกั่วในพื้นที่ จำนวน 20 คน ผลการดำเนินการจัดการความรู้ ดังนี้

4.1 ทิศทางของกรจัดการความรู้ (Knowledge Vision; KV) ผู้เข้าร่วมประชุม ได้ร่วมกำหนดเป้าหมายในการจัดการความเสี่ยงทางสุขภาพ โดยมีเป้าประสงค์คือ การทำให้ประชาชนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่รอบกว๊านพะเยาดำเนินชีวิตตามวิถีชีวิตของตนเองอย่างปกติและมีความปลอดภัย ที่ประชุมมีมติว่า “การแก้ไขปัญหาการปนเปื้อนสารแคดเมียมและตะกั่วในกว๊านพะเยา ในระยะสั้นไม่สามารถที่จะดำเนินการแก้ไขได้ วิธีการที่จะทำให้ประชาชนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่รอบกว๊านพะเยา อาศัยอยู่ได้อย่างปลอดภัย เราจะทำการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกันเพื่อหาแนวทางในการจัดการความเสี่ยงในชุมชน ให้ประชาชนอยู่ได้อย่างปลอดภัย”

4.2 การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Knowledge Sharing; KS) ผู้เข้าร่วมกระบวนการจัดการความรู้ได้ทำการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน ที่ประชุมจึงได้นำเสนอแนวทางในการแก้ไขปัญหา ดังนี้

แกนนำชุมชนและอาสาสมัครสาธารณสุข : ได้เสนอแนวทาง คือ

1. หน่วยงานสาธารณสุขในพื้นที่ควรประชาสัมพันธ์ให้ประชาชนในพื้นที่ให้เข้าใจ และทราบถึงอันตรายจากการได้รับสารแคดเมียมและตะกั่ว

2. แกนนำชุมชนและอาสาสมัครสาธารณสุขขอรับการสนับสนุนความรู้ที่เกี่ยวกับความเป็นพิษของสารเคมีและวิธีการป้องกันตนเอง จากสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดพะเยา เพื่อให้อาสาสมัครสาธารณสุขสามารถถ่ายทอดความรู้ให้กับประชาชนต่อไป

เจ้าหน้าที่สาธารณสุขในพื้นที่ : ได้เสนอแนวทาง คือ

1. ขอรับการสนับสนุนองค์ความรู้ในการจัดการกับโรคที่เกิดจากพิษของสารแคดเมียมและตะกั่ว เพื่อให้เจ้าหน้าที่สาธารณสุขสามารถรักษา ป้องกัน และส่งเสริมสุขภาพของประชาชนกลุ่มเสี่ยงในพื้นที่ได้

2. หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรจัดสรรงบประมาณเพื่อดำเนินงานการควบคุมและป้องกันการสัมผัสสารแคดเมียมและตะกั่ว

2.1 ควรมีการจัดทำแผนชุมชนในแต่ละหมู่บ้านในการส่งเสริมสุขภาพ

2.2 จัดทีมวิชาการให้ความรู้แก่ประชาชนแกนนำในพื้นที่ ให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับอันตรายจากการได้รับสารแคดเมียมและตะกั่วเข้าสู่ร่างกาย

2.3 ประสานผู้บริหารสถานศึกษา ให้สอดแทรกเนื้อหาเกี่ยวกับความรู้เรื่องอันตรายจากสารแคดเมียมและตะกั่ว ในรายวิชาสุขศึกษา

4.3 Knowledge Assets : KA เป็นกระบวนการสร้างคลังความรู้ ผู้วิจัยได้สรุปข้อมูลจากกระบวนการจัดการความรู้ เพื่อให้ที่ประชุมจัดทำแผนชุมชน โดยได้แผนชุมชนในการปฏิบัติงาน

การเฝ้าระวังและตรวจสอบความเสี่ยง เพื่อเป็นการเฝ้าระวังทางสุขภาพของประชาชน โดยการเฝ้าระวังทางสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย การเก็บตัวอย่าง น้ำ ตะกอนดิน ดิน ตรวจวิเคราะห์อย่างต่อเนื่อง และให้ครอบคลุมทุกพื้นที่ เฝ้าระวังการสะสมของสารแคดเมียมและตะกั่วในอาหาร เฝ้าระวังด้านสุขภาพของประชาชนในพื้นที่รอบกว้านพะเยา โดยการตรวจปัสสาวะของประชาชนในพื้นที่ ในกลุ่มเสี่ยงและกลุ่มที่ยังไม่ได้รับการตรวจ

ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารแคดเมียมและตะกั่วที่สะสมในสัตว์น้ำ ในกว้านพะเยา โดยเก็บตัวอย่างสัตว์น้ำที่ประชาชนในพื้นที่นิยมบริโภค ทั้งหมด 6 ชนิด คือ กุ้งฝอย หอยขม ปลาตุ๊ก ปลาไนล์ ปลาไหล และปลาชะโด ผลการตรวจวิเคราะห์ พบว่ากุ้งฝอยมีค่าการปนเปื้อนสารแคดเมียมและตะกั่วมากที่สุด ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0480 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ 0.0325 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ รองลงมาได้แก่ หอยขมมีค่าการปนเปื้อนสารแคดเมียมและตะกั่ว ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ 0.0325 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปลาตุ๊กพบว่ามีค่าการปนเปื้อนเฉพาะสารตะกั่ว มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0325 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทั้งนี้เป็นเพราะทั้งกุ้งฝอย หอยขม และปลาตุ๊ก ชอบซ่อนตัวอยู่ตามใต้ก้อนหินหรือเกาะตามพรรณไม้ ชอบอาศัยอยู่ในน้ำนิ่งหรือไหลเอื่อย ๆ น้ำขุ่น ลึกไม่

เกิน 1 เมตร มีอินทรีย์วัตถุทับถมกัน จะกินอาหารพวกสาหร่ายสดและเน่าเปื่อย ใบไม้ ใบหญ้าที่เน่าเปื่อย รวมทั้งซากอินทรีย์ที่เน่าเปื่อยและผงตะกอนที่จมอยู่ตามผิวดิน และถิ่นอาศัย จะชอบอยู่บริเวณพื้นที่เป็นโคลน ทำให้ทั้งกุ้งฝอย หอยขม และปลาตุ้มมีโอกาสได้รับโลหะหนักเข้าสู่สมในร่างกาย ซึ่งเป็นไปตามหลัก Bio-Magnification และ Bioaccumulation (Botkin and Keller, 2007) ส่วนปลานิล ปลาไหล และปลาชะโด มีพบการปนเปื้อนทั้งสารแคดเมียมและสารตะกั่ว เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานในอาหารของประเทศไทยซึ่งต้องมีการปนเปื้อนของสารแคดเมียมไม่เกิน 0.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และสารตะกั่วไม่เกิน 1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Codex Alimentarius Commission, 2006) พบว่าสัตว์น้ำทุกตัวอย่างมีค่าการปนเปื้อนไม่เกินค่ามาตรฐาน สอดคล้องกับการศึกษาของ นัยนา เสนาศรี และคณะ (2559) ศึกษาโลหะหนักที่สะสมในปลาน้ำจืดในหนองหาน จังหวัดสกลนคร และอรุณศรี ปรีเปรม และคณะ (2550) ศึกษาโลหะหนักในปลาน้ำจืดในแม่น้ำพองและชี พบว่า แคดเมียมที่ปนเปื้อนในสัตว์น้ำมีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐาน

กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ร้อยละ 85.06 อาศัยอยู่ในพื้นที่ตั้งแต่เกิด มีเพียงร้อยละ 14.94 ที่ย้ายมาจากพื้นที่อื่น ระยะเวลาที่กลุ่มตัวอย่างอาศัยอยู่ในพื้นที่ส่วนใหญ่ ร้อยละ 83.29 อาศัยอยู่ในพื้นที่มากกว่า 30 ปี ทำให้กลุ่มตัวอย่างมีโอกาสเสี่ยงต่อผลกระทบทางสุขภาพจากการได้รับสารแคดเมียมและตะกั่วผ่านทางห่วงโซ่อาหารมาเป็นระยะเวลานาน โดยปกติอาการแสดงที่เด่นชัดต่อสุขภาพของผู้สัมผัสสารแคดเมียมและตะกั่วจะเริ่มมีอาการชัดเจนเมื่อได้รับสารแคดเมียมประมาณ 30 ปี (United States Environmental Protection Agency, 2000) การปรุงอาหาร ส่วนใหญ่จะ ปรุงอาหารรับประทานที่บ้านคิดเป็นร้อยละ 94.68 โดยกลุ่มตัวอย่างจะเป็นผู้ไปเลือกซื้ออาหารเอง ร้อยละ 75.70 และเป็นผู้ประกอบอาหารในครอบครัว ร้อยละ 76.71 ซึ่งถ้าหากกลุ่มตัวอย่างมีความรู้ในเรื่องการเลือกซื้อวัตถุดิบที่ปราศจากการปนเปื้อนสารเคมีมาประกอบอาหาร จะทำให้กลุ่มตัวอย่างรับประทานอาหารได้อย่างปลอดภัย

การคำนวณหาความเสี่ยง (Risk Characterization) กรณีสารปนเปื้อนไม่ใช่เป็นสารก่อมะเร็ง มีวิธีการหาโดยนำค่า CDI ของสัตว์น้ำแต่ละชนิดมาหารด้วยค่า RfD พบว่าไม่มีสัตว์น้ำชนิดใดที่มีค่า Hazard Quotient มากกว่า 1 แสดงว่าประชาชนผู้ที่นิยมบริโภคสัตว์น้ำในกว๊านพะเยาไม่มีโอกาสที่จะได้รับผลกระทบทางสุขภาพ ได้แก่ โรคกระดูกเปราะ หักง่าย และโรคไตเสื่อม การตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อนของสารตะกั่วในสัตว์น้ำ พบว่ามีสัตว์น้ำ

จำนวน 3 ชนิดที่มีการปนเปื้อนสารตะกั่ว โดยมีปริมาณเท่ากันอยู่ที่ 0.0325 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ได้แก่ กุ้งฝอย หอยขม และปลาตุ๊ก เนื่องจากสารตะกั่วเป็นสารก่อมะเร็ง โดยที่ EPA ไม่ได้กำหนดปริมาณของตะกั่วที่สามารถบริโภคได้อย่างปลอดภัยตลอดชีวิตของมนุษย์ (RfD) การศึกษาหลายการศึกษาพบว่าตะกั่วไม่สามารถบอกระดับของค่าความทน (Threshold) ที่ชัดเจนได้ (Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2007) ถึงแม้ว่าปริมาณการปนเปื้อนสารตะกั่วไม่เกินค่า TDI หากหลีกเลี่ยงการบริโภคอาหารที่มีการปนเปื้อนสารตะกั่วได้ควรหลีกเลี่ยง หากหลีกเลี่ยงไม่ได้ต้องลดขนาดและความถี่ในการบริโภค

ผู้วิจัยค้นข้อมูลการศึกษาวิจัยผ่านเวทีสุขภาพ ให้กับผู้เข้าร่วมสัมมนาทุกท่าน พร้อมทั้งให้ความรู้ในเรื่องการปนเปื้อนของสารแคดเมียมและตะกั่วในห่วงโซ่อาหารและสิ่งแวดล้อม ความเสี่ยงทางสุขภาพจากการได้รับสารแคดเมียมและสารตะกั่วผ่านช่องทางการบริโภค วิธีลดความเสี่ยงจากการได้รับสารแคดเมียมและตะกั่วจากการบริโภค และข้อเสนอแนะการบริโภคอาหารอย่างปลอดภัย ให้กับผู้เข้าร่วมประชุมทราบ พร้อมแจกเอกสารแผ่นพับเผยแพร่ให้ผู้เข้าร่วมสัมมนา รูปแบบการเข้ามามีส่วนร่วมของชุมชนเป็นแบบโดยเนื้อหา คือ การที่ประชาชนเข้ามามีส่วนร่วมในการพัฒนาโดยการเข้าร่วมการตัดสินใจและกำหนดแผนเข้าร่วมในการกระทำ เข้าร่วมในการรับผลประโยชน์ และเข้าร่วมในการประเมินผลของการกระทำ

สรุปผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ปริมาณสารแคดเมียมและตะกั่วที่สะสมในสัตว์น้ำที่จับมาจากกว๊านพะเยา จำนวน 6 ชนิด พบว่ากุ้งฝอยมีค่าการปนเปื้อนสารแคดเมียมและตะกั่วมากที่สุด หอยขม เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานในอาหารของประเทศไทยซึ่งต้องมีการปนเปื้อนของสารแคดเมียมไม่เกิน 0.20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และสารตะกั่วไม่เกิน 1.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบว่าสัตว์น้ำทุกตัวอย่างมีค่าการปนเปื้อนไม่เกินค่ามาตรฐาน แต่ประชาชนควรหลีกเลี่ยงการบริโภคสัตว์น้ำที่มีการปนเปื้อนสารเคมีดังกล่าว แต่หากหลีกเลี่ยงไม่ได้จำเป็นต้องลดขนาดและความถี่ในการบริโภคลง เพื่อเป็นการรับสารเคมีเข้าสู่ร่างกายให้น้อยที่สุด สำหรับการจัดการความเสี่ยงต่อสุขภาพของประชาชน ควรดำเนินการตรวจสอบการปนเปื้อนของสารแคดเมียมและตะกั่วในสัตว์น้ำและสิ่งแวดล้อมอย่างต่อเนื่อง เพื่อเป็นการเฝ้าระวังทางสุขภาพของประชาชน

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาการประเมินและจัดการความเสี่ยงทางสุขภาพจากการบริโภคสัตว์น้ำใน
กัวนพะเยา ของประชาชนที่อาศัยอยู่รอบกัวนพะเยา จังหวัดพะเยา ได้รับการสนับสนุน
งบประมาณจากงบประมาณแผ่นดินมหาวิทยาลัยพะเยา ประจำปี 2555

เอกสารอ้างอิง

นัยนา เสนาศรี, สมศักดิ์ ระยัน, สุกัญญา คำหล้า และ ศุภฤชชญา เหมะจุลิน. (2559) การ
สะสมทองแดงและแคดเมียมจากปลาน้ำจืดในหนองหาน จังหวัดสกลนคร. *วารสาร
แก่นเกษตร*, 44(พิเศษ), 669- 674.

สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม. (2560). *พื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญระดับนานาชาติ*.

สืบค้นเมื่อ 9 มีนาคม 2560, จาก <http://wetland.onep.go.th/NongLengsai.html>

สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดพะเยา. (2559). *สรุปผลการดำเนินงานประจำปี 2559*. จังหวัดพะเยา
อรุณศรี ปรีเปรม, บังอร ศรีพานิชกุลชัย, วันเพ็ญ วิโรจนกัญ และ ประภาส โฉลกพันธ์รัตน์.

(2550). โลหะหนักในปลาน้ำจืดในแม่น้ำพองและชี. *วารสารวิจัย มหาวิทยาลัย
ขอนแก่น*, 12(4), 420-430.

Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). (2007). *Toxicological
profile for lead*. Retrieved 2 January 2016, from: [https://www.atsdr.cdc.-
gov/toxprofiles/tp13.pdf](https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp13.pdf).

Botkin and Keller. (2007). *Biomagnifications*. Accessed on January 20, 2017, from
[https://dspace.ist.utl.pt/bitstream/2295/50876/1/Saude_riscos_e_toxic
ologia.pdf](https://dspace.ist.utl.pt/bitstream/2295/50876/1/Saude_riscos_e_toxicologia.pdf).

Codex Alimentarius Commission. (2006). *Joint FAO/WHO Food Standards
Programme. 29th Session International Conference Centre*. Retrieved 2
January 2016, from: www.fao.org/input/download/report/657/al292e.pdf.

Food Standards Agency. (2008). *Front of pack nutritional signpost labelling
technical guide issue*. Retrieved 20 January 2017, from: [http://www.food.-
gov.uk/multimedia/pdfs/frontofpackguidance2.pdf](http://www.food.gov.uk/multimedia/pdfs/frontofpackguidance2.pdf).

Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA) (2000). *Safety evaluation of certain food additives and contaminants*. Retrieved 5 January 2016, from: <http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v46je01.htm>.

Page, N. P. (1994). *Human health risk assessment*. Florida: CRC Press, Boca Raton.

United States Environmental Protection Agency. (2000). *Guidance for assessing Chemical contaminant data for use in fish advisories*. Retrieved 25 January 2017, from: <https://www.epa.gov/sites/Production/files/2015-06/documents/volume2.pdf>.

World Health Organization. (1992). *IPCS Environmental Health Criteria 134: Cadmium*. Retrieved 5 January 2016, from: <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc134.htm>.

Yamane, T. (1973). *Statistics: An Introductory Analysis*. 3th ed. New York: Haper and Row.