โลหะหนักตกค้างในหอยเชอรี่จากตลาดสดและการประเมินความเสี่ยงจากการบริโภค: กรณีศึกษา อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี

Heavy Metals Residue in Golden Apple Snail (*Pomacea canaliculata*) and Dietary Risk Assessment; a Case Study in Warinchamrap District, Ubon Ratchatani

วาสนา หมอยา และ ชิดหทัย เพชรช่วย*
Wassana Morya and Chidhathai Petchuay*

ภาควิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
Department of Biological Science, Faculty of Science, Ubon Ratchatani University
*E-mail: chidhathai.p@ubu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณโลหะหนักในหอยเชอรี่ที่วางจำหน่ายในตลาดสด ในพื้นที่อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี โดยทำการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนัก 8 ชนิด ได้แก่ สารหนู, สังกะสี, ตะกั่ว, แคดเมียม, นิกเกิล, ปรอท, แมงกานีส และทองแดง ที่ตกค้างในตัวอย่างหอยเชอรี่ จำนวน 21 ตัวอย่าง ทำการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometer (ICP-OES) และทำการประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพของประชาชนจากการบริโภคหอยเชอรี่ ผลการศึกษาพบว่า สารหนู, สังกะสี, ตะกั่ว และนิกเกิล มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.61, 40.66, 0.38 และ 0.19 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งมีค่าอยู่ในระดับต่ำกว่าปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุดที่ยอมรับได้ (MRLs) ยกเว้น แมงกานีส และทองแดง ที่มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าระดับสารพิษตกค้างสูงสุดที่ยอมรับได้ (MRLs) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 34.60 และ 23.15 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ตรวจไม่พบแคดเมียม และปรอท ในทุกตัวอย่าง สำหรับการประเมินความเสี่ยงจากการบริโภคหอยเชอรี่ที่มีโลหะหนักปนเปื้อน พบว่าผู้บริโภคมีความเสี่ยงจากการบริโภคหอยเชอรี่ที่มีสารหนูปนเปื้อน โดยมีค่าสัดส่วนความเสี่ยง (HQ) มากกว่า 1 (HQ > 1) โดยมีค่าเท่ากับ 1.38 จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าผู้ที่บริโภคหอยเชอรี่ที่จำหน่ายในตลาดสดมีโอกาสเสี่ยงต่อสุขภาพจากการได้รับสารหนู เมื่อเปรียบเทียบกับสารโลหะหนักชนิดอื่น

คำสำคัญ: การประเมินความเสี่ยงจากการบริโภค โลหะหนัก หอยเชอรี่

Abstract

This research aimed to study the heavy metal residue in golden apple snails sold in the fresh market, Warin Chamrab district, Ubon Ratchathani province. Eight types of heavy metals, including arsenic (As), zinc (Zn), lead (Pb), cadmium (Cd), nickel (Ni), Mercury (Hg), manganese (Mn) and copper (Cu) residues in 21 snail samples were analyzed using an Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometer (ICP-OES) and the dietary health risk assessment was also performed. The results showed that As, Zn, Pd, and Ni were detected as a mean concentration of 0.61, 40.66, 0.38, and 0.19 mg/kg, respectively, which were less than the maximum residual limits (MRLs) except for Mn and Cu were found to be above the MRLs with mean levels of 34.60 and 23.15 mg/kg, respectively. However, cadmium and mercury were not detected in all samples. According to the dietary risk assessment, the result found that the consumers were

at risk from arsenic exposure through the golden apple snail consumption, as a Hazard Quotient greater than 1 (HQ > 1), equal to 1.38, compared to other heavy metal substances.

Keywords: Dietary Risk Assessment, Heavy Metal, Golden Apple Snail

บทนำ

โลหะหนัก (Heavy metal) เป็นธาตุโลหะที่มีคุณสมบัติ สลายตัวช้า ไม่สลายตัวในกระบวนการทางธรรมชาติ มีความคงตัวและสะสมในสิ่งแวดล้อม จัดเป็นกลุ่มธาตุที่มีเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิต มักพบการปนเปื้อนโลหะหนักในแหล่งน้ำ ดินตะกอนดิน ในพืช และสะสมในห่วงโซ่อาหาร จึงส่งผลให้มนุษย์มีโอกาสได้รับโลหะหนักเข้าสู่ร่างกายผ่านทางการบริโภคสัตว์น้ำและพืชน้ำซึ่งอยู่ในพื้นที่ที่มีการปนเปื้อนโลหะหนัก (ลำไย, 2561; ธีรนาถ, 2563) สำหรับประเทศไทย โดยส่วนใหญ่โลหะหนักจะถูกนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในกิจการด้านอุตสาหกรรมหลากหลายประเภท เช่น อุตสาหกรรมผลิตยานยนต์ อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ และอื่น ๆ นอกจากการใช้โลหะหนักในภาคอุตสาหกรรมแล้ว โลหะหนักยังเป็นส่วนผสมในปัจจัยการผลิต เช่น สารเคมีกำจัดศัตรูพืช และปุ๋ย ที่นำมาใช้ในภาคเกษตรกรรมอย่างแพร่หลาย (ธนาธิป, 2564) โดยโลหะหนักที่มาจากกิจกรรมเหล่านี้สามารถปนเปื้อนได้ในแหล่งน้ำจืด ที่มีการชะล้างหน้าดิน ในช่วงของฤดูฝนอาจมีโลหะหนักไหลลงสู่แหล่งน้ำจืดได้ง่าย ซึ่งเป็นแหล่งเจริญเติบโตของพืช และสัตว์น้ำจืด (ชุตินธรและจำลอง, 2551; ธีรนาถ, 2563) มีงานวิจัยที่มีการศึกษาการปนเปื้อนสารโลหะหนักตกค้างในสัตว์น้ำจืดโดยเฉพาะหอยชนิดต่าง ๆ ที่ประชาชนมักนิยมนำมาบริโภคซึ่งอาจมีผลต่อสุขภาพของผู้บริโภค ตัวอย่างเช่น การศึกษาปริมาณการได้รับสารตะกั่วและประเมินความเสี่ยงจากการบริโภคสัตว์น้ำ ได้แก่ ปลานิล ปลาตะเพียน หอยขม และหอยเชอรี่ บริเวณแหล่งประมงหนองน้ำล้น จังหวัดขอนแก่น พบว่าความเข้มข้นของตะกั่วในสัตว์น้ำส่วนใหญ่มีค่าไม่เกินมาตรฐานยกเว้นหอยขม (สุพรรณและสุนิสา, 2553) และการศึกษาการปนเปื้อนของแคดเมียม ปรอท ตะกั่ว และสังกะสี ในหอยน้ำจืดฝาเดียวในพื้นที่คลองหนองเหล็ก จังหวัดพิษณุโลก พบว่า ตะกั่วมีปริมาณตกค้างสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดและเป็นอันตรายต่อร่างกาย รองลงมาคือ แคดเมียม แต่ไม่พบการตกค้างของปรอทและสังกะสี (รองเดชและจุลจิตร์, 2563) นอกจากนี้ยังพบการปนเปื้อนของ โครเมียม ตะกั่ว แคดเมียม ทองแดง และสังกะสี ในตัวอย่างหอย ในพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ โดยมีค่าสูงในช่วงฤดูแล้งและเป็นหอยที่อยู่ในพื้นที่เกษตรกรรม และพบค่าการสะสมทางชีวภาพของสังกะสีสูงที่สุด (ธนาธิป, 2564) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาการปนเปื้อนของโลหะหนักในอาหารทะเลที่นิยมบริโภคอย่างแพร่หลาย ได้แก่ หมึกกล้วย หอยแครง หอยแมลงภู่ หอยนางรม หอยตลับ และหอยเชลล์ ทั้งในพื้นที่ปากแม่น้ำ พื้นที่การนิคมอุตสาหกรรม และที่จำหน่ายในตลาด โดยโลหะหนักที่ตรวจพบส่วนใหญ่ได้แก่ ปรอท ตะกั่ว แคดเมียม ทองแดง และสังกะสี (ทิพย์วรรณและวิษณุ, 2553; แววตาและคณะ, 2557; ปริศนา, 2562; Lin et al., 2021)

หอยเชอรี่ (*Pamacea canaliculata*) เป็นสัตว์ชนิดหนึ่งที่พบในธรรมชาติแหล่งน้ำจืด และเป็นสัตว์ที่สามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมในระบบนิเวศใหม่ได้ดี รวมถึงการอยู่รอดและแพร่พันธุ์อย่างรวดเร็ว ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทางชีวภาพ ซึ่งหอยเชอรี่มีพฤติกรรมการหนีผู้ล่า และพฤติกรรมการกินได้ดีกว่าชนิดอื่น ๆ (จันทิมาและศศิธร, 2558) โดยพฤติกรรมเหล่านี้ทำให้หอยเชอรี่มีแนวโน้มที่มีความทนทานต่อโลหะหนักชนิดต่าง ๆ จึงมีโอกาสที่จะได้รับการปนเปื้อนโลหะหนักได้ และหอยเชอรี่ยังมีประโยชน์ในการสร้างรายได้ โดยการนำมาวางจำหน่ายในตลาด รวมถึงนำมาประกอบอาหาร อาทิ ตำป่า แกงคั่วหอยเชอรี่ ลาบหอยเชอรี่ ตำถาด ตำมั่ว และอื่น ๆ (เดชาและมิ่งขวัญ, 2565) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นอาหารที่นิยมบริโภคกันในพื้นที่จังหวัดภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทย

จังหวัดอุบลราชธานี เป็นจังหวัดหนึ่งทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่มีการนิยมบริโภคหอยเชอรี่ โดยส่วนใหญ่จะมีการนำหอยเชอรีจากแหล่งน้ำจืดที่อยู่ในพื้นที่มาวางจำหน่าย พบได้ทั่วไปในตลาดสด โดยมีการแกะเนื้อหอยออกและผ่านการ

ต้มสุกเพื่อสะดวกต่อผู้บริโภคนำไปเป็นวัตถุดิบประกอบอาหารต่อไป อย่างไรก็ตามยังมีโอกาสที่ผู้บริโภคจะได้รับสัมผัสสารโลหะหนักที่อาจตกค้างอยู่ในหอยเชอรี่จากแหล่งน้ำธรรมชาติ และทำให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพได้ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาปริมาณโลหะหนัก 8 ชนิด ได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม ทองแดง ปรอท สารหนู แมงกานีส นิกเกิล และสังกะสี ที่ตกค้างในตัวอย่างหอยเชอรี่ที่วางจำหน่ายในตลาดสดในเขตพื้นที่เทศบาลเมืองวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี และทำการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการบริโภคหอยเชอรี่ ทั้งนี้เพื่อเป็นข้อมูลความเสี่ยงด้านสุขภาพและเป็นแนวทางในการเฝ้าระวังผลกระทบต่อสุขภาพที่จะเกิดขึ้นจากการบริโภคหอยเชอรี่ที่มีโลหะหนักตกค้าง

วิธีการวิจัย

1. การเก็บตัวอย่าง

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเชิงทดลองแบบภาคตัดขวาง (Cross-sectional study) ทำการศึกษาระหว่างเดือนสิงหาคม ถึง ตุลาคม พ.ศ. 2565 โดยทำการเก็บตัวอย่างหอยเชอรี่ที่วางจำหน่าย ณ ตลาดสดเทศบาลวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี ทั้งหมด 7 ร้าน จำนวน 21 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 250 กรัม โดยหอยเชอรี่เป็นหอยที่มาจากแหล่งน้ำจืดทางธรรมชาติและถูกนำมาแกะเนื้อ และผ่านการต้มสุกก่อนนำมาวางจำหน่าย นำตัวอย่างบรรจุในถุงซิปล็อคในถังนำแข็ง จากนั้นนำมาเก็บรักษาไว้ในตู้แช่แข็งอุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส ณ ห้องปฏิบัติการเพื่อเตรียมวิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไป

2. การเตรียมตัวอย่าง

การเตรียมตัวอย่างหอยเชอรี่เพื่อวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักดัดแปลงจากวิธีการของรัชดาและวลัย (2557) โดยนำตัวอย่างหอยเชอรี่ที่แช่แข็งออกมาละลายน้ำแข็งที่อุณหภูมิห้อง หลังจากนั้นนำมาหั่นและปั่นให้ละเอียดเป็นเนื้อเดียวกันด้วยเครื่องปั่น นำหอยเชอรี่ที่ปั่นแล้ว มาอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง เมื่อหอยเชอรี่แห้งแล้ว นำมาบดด้วยโกร่งบดสารอีกครั้ง ให้ละเอียดมากยิ่งขึ้น

3. การวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนัก

ทำการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักตกค้างในตัวอย่างหอยเชอรี่ตามวิธีการของ AOAC (2000) โดยชั่งตัวอย่างหอยเชอรี่ที่บดไว้แล้ว 0.5 กรัม ใส่ในหลอดย่อยตัวอย่าง เติมกรดไนตริกเข้มข้น ปริมาตร 10 มิลลิลิตร นำเข้าเครื่องย่อยสลายตัวอย่างด้วยคลื่นไมโครเวฟ (Microwave digestion) เพื่อให้ได้ของเหลวใสไม่มีตะกอน นำตัวอย่างที่ย่อยแล้วไปทำการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนัก 8 ชนิด ได้แก่ สารหนู (As), สังกะสี (Zn), ตะกั่ว (Pb), แคดเมียม (Cd), นิกเกิล (Ni), ปรอท (Hg), แมงกานีส (Mn), และทองแดง (Cu) ด้วยเครื่อง Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometer (ICP-OES) โดยมีค่าขีดจำกัดต่ำสุดของการตรวจสอบ (Limit of Detection; LOD) สำหรับ เท่ากับ 0.0087, 0.006, 0.0012, 0.0003, 0.0006, 0.01, 0.0003, และ 0.0012 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่เครื่องสามารถตรวจพบ (Limit of Quantitation; LOQ) เท่ากับ 0.029, 0.002, 0.004, 0.001, 0,002, 0.1, 0.001, และ 0.004 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

4. การประเมินความเสี่ยงจากการบริโภคหอยเชอรี่

ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ดังนี้

4.1 คำนวณหาปริมาณสารโลหะหนักที่ร่างกายได้รับในแต่ละวัน (average daily dose, ADD) จากการรับสัมผัสทางการบริโภค ตามสมการที่ 1 (US.EPA, 1989)

$$ADD = (C \times IR \times EF \times ED) / (BW \times AT) \quad \text{---------- (1)}$$

โดยที่ ADD คือ ปริมาณรับสัมผัสต่อวัน (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมต่อวัน)
C คือ ปริมาณสารตกค้างในหอยเชอรี่ (มิลลิกรัมต่อกรัม)
IR คือ อัตราการบริโภคหอยเชอรี่ (กรัมต่อวัน)

EF คือ ความถี่ของการรับสัมผัส(วันต่อปี)

BW คือ น้ำหนักประชากร (กิโลกรัม)

4.2 คำนวณค่าความเสี่ยงของสารแบบไม่ก่อมะเร็ง (Non-carcinogenic risk) จากการบริโภคหอยเชอรี่ในรูปของค่าสัดส่วนความเสี่ยง (Hazard Quotient: HQ) เปรียบเทียบกับค่าอ้างอิงที่ยอมรับได้ (Reference Dose: RfD) ของสารโลหะหนักแต่ละชนิด จากฐานข้อมูล Integrated Risk Information System (IRIS) (U.S. EPA, 2023) คำนวณตามสมการที่ 2

$$HQ = ADD / RfD \quad \text{---------- (2)}$$

โดยที่ HQ คือ ค่าสัดส่วนความเสี่ยง

ADD คือ ปริมาณรับสัมผัสต่อวัน (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมต่อวัน)

RfD คือ ค่าอ้างอิงที่ยอมรับได้ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมต่อวัน)

การแปลผล

HQ ≤ 1 แสดงว่า การรับสัมผัสไม่มีความเสี่ยงต่อสุขภาพอย่างมีนัยสำคัญ

HQ > 1 แสดงว่า การรับสัมผัสสารเคมีอยู่ในระดับที่มีความเสี่ยงอย่างมีนัยสำคัญ

ผลการวิจัย

1. ผลการวิเคราะห์โลหะหนักตกค้างในหอยเชอรี่

จากการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักในหอยเชอรี่พบว่า โลหะหนักที่มีปริมาณสูงที่สุด คือ สังกะสี รองลงมาคือ แมงกานีส และทองแดง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 34.60 และ 23.15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ และพบโลหะหนักที่มีปริมาณตกค้างในตัวอย่างหอยเชอรี่ที่ค่อนข้างต่ำ โดยมีค่าเฉลี่ยไม่เกิน 1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ได้แก่ นิกเกิล, ตะกั่ว และสารหนู โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.19, 0.38 และ 0.61 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนแคดเมียม และปรอท ตรวจไม่พบในทุกตัวอย่าง โดยมีค่า < LOQ อย่างไรก็ตามพบโลหะหนัก 2 ชนิด ได้แก่ แมงกานีส และทองแดง ที่มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าระดับสารพิษตกค้างสูงสุดที่ยอมรับได้ (Maximum Residue Limits; MRLs) นอกจากนี้เมื่อพิจารณาร้อยละของความถี่ที่ตรวจพบโลหะหนักตกค้างในตัวอย่างหอยเชอรี่พบว่า สังกะสีตรวจพบในจำนวนตัวอย่างสูงที่สุด โดยตรวจพบ 20 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 95.23 รองลงมาคือ สารหนู และทองแดง ตรวจพบใน 16 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 76.19 แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในตัวอย่างหอยเชอรี่ (n = 21)

โลหะหนัก	ค่าสูงสุด (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	ค่าเฉลี่ย ± SD (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	ความถี่ที่ตรวจพบ (ร้อยละ)	MRLs (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)
As	0.83	0.61 ± 0.10	76.19	2
Zn	46.65	40.66 ± 2.80	95.23	100
Pb	0.38	0.38 ± 0.00	4.76	1
Cd	< LOQ	< LOQ	0.00	2
Ni	0.28	0.19 ± 0.08	23.80	1
Hg	< LOQ	< LOQ	0.00	0.02

โลหะหนัก	ค่าสูงสุด (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	ค่าเฉลี่ย ± SD (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	ความถี่ที่ตรวจพบ (ร้อยละ)	MRLs (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)
Mn	47.35	34.60 ± 4.73	61.90	33
Cu	39.47	23.15 ± 9.70	76.19	20

หมายเหตุ: ค่าต่ำสุดที่ตรวจวัดได้ของโลหะทุกชนิด มีค่า < LOQ

2. การประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพจากการบริโภคหอยเชอรี่ที่มีการปนเปื้อนโลหะหนัก

จากการประเมินการรับสัมผัสสาร (Exposure assessment) ในการบริโภคหอยเชอรี่ที่ปนเปื้อนโลหะหนักจากตลาดสด จากการประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพการบริโภคหอยเชอรี่ และในส่วนผลของปริมาณโลหะหนักที่ได้รับเข้าสู่ร่างกายที่นำมาคำนวณจากค่าต่าง ๆ นำมาประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพของประชากรที่ได้รับโลหะหนักจากการบริโภคหอยเชอรี่ ในรูปของข้อมูลเชิงปริมาณ โดยใช้การอธิบายลักษณะความเสี่ยงตามความเป็นพิษของโลหะหนักแบบสารที่ไม่ก่อมะเร็งได้แสดงไว้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ปริมาณโลหะหนักที่ได้รับเข้าสู่ร่างกายจากการบริโภคหอยเชอรี่ (ADD)

โลหะหนัก	ตัวแปรในการประเมินการรับสัมผัส						ADD (มิลลิกรัมต่อกรัมต่อวัน)
	ความเข้มข้นเฉลี่ย (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	IR (กิโลกรัมต่อวัน)	EF (วัน/ปี)	ED (ปี)	BW (กิโลกรัม)	AT (วัน)	
As	0.61	0.13	115	30	63.15	10,950	0.0004
Zn	40.66	0.13	115	30	63.15	10,950	0.0275
Pb	0.38	0.13	115	30	63.15	10,950	0.0002
Ni	0.19	0.13	115	30	63.15	10,950	0.0003
Mn	34.60	0.13	115	30	63.15	10,950	0.0254
Cu	23.15	0.13	115	30	63.15	10,950	0.0156

หมายเหตุ : IR, EF อ้างอิงจากการสอบถามผู้บริโภคในพื้นที่ (n = 20)
ED, AT อ้างอิงจาก คู่มือปัจจัยการสัมผัส (US EPA, 1989)
BW อ้างอิงจากการสำรวจและวิจัยมาตรฐานขนาดรูปร่างคนไทย (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2553)

การปนเปื้อนโลหะหนักที่เกินระดับปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุดที่ยอมรับได้ (MRLs) นำมาประเมินค่าความเสี่ยงทางด้านสุขภาพจากการบริโภค ได้แก่ แมงกานีส และทองแดง มีค่า HQ ที่อยู่ในระดับที่ยอบรับได้ (HQ < 1) แต่ในส่วนของปริมาณการปนเปื้อนสารหนูในหอยเชอรี่ มีระดับปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุดที่ยอมรับได้ (MRL) มีค่าต่ำกว่าแมงกานีส และทองแดงค่อนข้างมาก แต่มีค่า HQ ที่มีค่าความเสี่ยงสูงกว่าระดับที่ยอมรับได้ (HQ > 1) ในโลหะหนักที่ตรวจพบอีก 3 ชนิด มีค่าความเสี่ยงที่ต่ำ (HQ < 1) ซึ่งแสดงรายละเอียดดังในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพของการรับสัมผัสโลหะหนักจากการบริโภคหอยเชอรี่

	ADD (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมต่อวัน)	*Oral RfD (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมต่อวัน)	Hazard Quotient (HQ)
As	0.0004	0.0003	1.3860
Zn	0.0275	0.3000	0.0275
Pb	0.0002	0.0035	0.0737
Ni	0.0003	0.0200	0.0066
Mn	0.0254	0.1400	0.1671
Cu	0.0156	0.0400	0.3900

หมายเหตุ : *ค่า Oral RfD จากฐานข้อมูล Integrated Risk Information System (IRIS) (U.S. EPA, 2023)

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักตกค้างในหอยเชอรี่ซึ่งเป็นหอยที่อยู่ในแหล่งน้ำจืดธรรมชาติในพื้นที่จังหวัดอุบลราชธานี และนำมาจำหน่ายในตลาดสดเทศบาลวารินชำราบ พบว่าโลหะหนักที่มีปริมาณสูงที่สุด คือ สังกะสี รองลงมาคือ แมงกานีส และทองแดง และพบโลหะหนักที่มีปริมาณตกค้างในตัวอย่างหอยเชอรี่ที่ค่อนข้างต่ำ โดยมีค่าเฉลี่ยไม่เกิน 1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ได้แก่ นิกเกิล, ตะกั่ว และสารหนู ส่วนแคดเมียม และปรอท ตรวจไม่พบในทุกตัวอย่าง จะเห็นได้ว่าชนิดของโลหะหนักที่ตรวจพบตกค้างในตัวอย่างหอยเชอรี่จากการศึกษาครั้งนี้ ส่วนใหญ่เป็นโลหะหนักที่อยู่ในแหล่งน้ำธรรมชาติและสามารถสะสมในสิ่งมีชีวิตโดยถ่ายทอดผ่านห่วงโซ่อาหาร โลหะหนักบางชนิด เช่น ทองแดง จัดเป็นจุลธาตุอาหาร (Micronutrient) ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยทองแดงมักถูกนำมาใช้เป็นปุ๋ยเร่งการเจริญของพืช หรือใช้เป็นส่วนประกอบของสารเคมีกำจัดแมลง ส่วนแมงกานีสมีการนำมาใช้ทางการเกษตรเป็นสารคลุมเมล็ดกำจัดเชื้อรา รวมถึงใช้ในอุตสาหกรรมบางชนิด เช่น อุตสาหกรรมยาง การชุบโลหะ ภาชนะเคลือบสี เป็นต้น (อรอิงค์, 2551) ซึ่งอาจแพร่กระจายและปนเปื้อนลงสู่สิ่งแวดล้อมและแหล่งน้ำธรรมชาติได้ มีงานวิจัยที่ศึกษาพบการปนเปื้อนของโลหะทองแดงและแมงกานีสในดิน น้ำ และหอยโข่ง ในคลองส่งน้ำ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยพบหอยโขงมีปริมาณทองแดงและแมงกานีสสูงที่สุด และปริมาณแมงกานีสมีค่าสูงกว่าปริมาณทองแดงทุกตัวอย่าง (อรุณีและคณะ, 2561) และมีการศึกษาพบว่าสังกะสีค่าการสะสมทางชีวภาพของสังกะสีสูงที่สุดในหอยที่อยู่ในพื้นที่ชุ่มน้ำ บึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ (ธนาธิป, 2564) ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาครั้งนี้ที่พบปริมาณสังกะสีตกค้างในตัวอย่างหอยเชอรี่สูงที่สุดเมื่อเทียบกับโลหะหนักชนิดอื่น

นอกจากนี้ โลหะหนักยังถือเป็นแร่ธาตุอาหารที่ร่างกายขาดไม่ได้ จึงจำเป็นต้องใช้ในการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ ตลอดจนโครงสร้างของหอยเชอรี่ และแร่ธาตุนี้ปกติสัตว์น้ำจะรับปริมาณแร่ธาตุอาหารที่ต้องการจากอาหารที่กินเข้าไป หรือจากน้ำที่อยู่ล้อมรอบ รวมถึงพืชที่อยู่ในบริเวณที่มีการเจริญเติบโตของหอยเชอรี่ นอกจากหอยเชอรี่จะกินพืชแล้วยังกินตะไคร่น้ำ แพลงก์ตอน สาหร่าย ต้นอ่อนของข้าว และอินทรีย์สาร รวมทั้งซากพืชอินทรีย์ที่เน่าเปื่อย มักอาศัยอยู่ทั่วไปในแหล่งตามธรรมชาติ (นเรศและคณะ, 2564) เช่นเดียวกับการศึกษาในสัตว์น้ำจืดชนิดอื่น จากงานวิจัยของ Zhong et al. (2018) ที่ทำการศึกษาการกระจายและความเสี่ยงต่อสุขภาพที่เกิดของโลหะหนัก 8 ชนิด ได้แก่ ทองแดง โครเมียม สังกะสี ตะกั่ว สารหนู แคดเมียม แมงกานีส นิกเกิล ในแหล่งน้ำจืด 16 แห่ง จากภาคกลางและภาคตะวันออกของประเทศจีน พบว่าปลาน้ำจืดที่อยู่ตามธรรมชาติและปลาที่เพาะเลี้ยงในฟาร์ม ไม่มีความแตกต่างของความเข้มข้นของโลหะหนักที่เป็นพิษตกค้าง แต่จะพบปริมาณโลหะหนักที่จำเป็นต่อร่างกายในปลาที่อยู่ตามธรรมชาติสูงกว่าในปลาที่เพาะเลี้ยงในฟาร์ม

อย่างไรก็ตาม โดยทั่วไปสารพิษส่วนใหญ่ที่ถูกปล่อยลงสู่แหล่งน้ำมักสะสมในดินหรือตะกอนดิน หอยเชอรี่จะสามารถกินผงตะกอนที่จมอยู่ตามผิวดินได้เต็มที่ และหอยเชอรี่มักอาศัยอยู่ในนาข้าวที่เป็นพื้นดินหรือโคลน ทำให้หอยเชอรี่สามารถรับโลหะหนักที่ปนเปื้อนอยู่ในตะกอนดินได้ (Ruttanapanon and Ruttanapanon, 2000) และจากการศึกษาปริมาณโลหะหนักและสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ที่ตกค้างในหอยเชอรี่ ในพื้นที่จังหวัดบริเวณลุ่มน้ำเจ้าพระยา (นิตยาและจารุวรรณ, 2540) พบว่ามีปริมาณโลหะหนักในเนื้อหอยค่อนข้างสูงในจังหวัดปทุมธานี นนทบุรี และอยุธยา โดยในจังหวัดปทุมธานีจะมีค่าทองแดง สังกะสี ตะกั่ว และแมงกานีสในเนื้อหอยสูงกว่าจังหวัดอื่น ๆ เนื่องจากจังหวัดที่ตั้งอยู่ตอนปลายแม่น้ำเจ้าพระยาหรือจังหวัดที่มีพื้นที่การเกษตร เช่นเดียวกับพื้นที่จังหวัดอุบลราชธานีที่มีแม่น้ำมูลไหลผ่านพื้นที่การเกษตร อาจทำให้มีการปนเปื้อนของสารโลหะหนักบางชนิดลงสู่แหล่งน้ำได้

เมื่อนำปริมาณโลหะหนักแต่ละชนิดที่ตรวจพบในตัวอย่างหอยเชอรี่และข้อมูลปัจจัยการรับสัมผัสโลหะหนักจากการบริโภคมาทำการประเมินความเสี่ยงแบบไม่ก่อให้เกิดมะเร็ง แสดงด้วยค่า HQ พบว่า ผู้บริโภคหอยเชอรี่ไม่มีความเสี่ยงจากการรับสัมผัสโลหะหนักที่ตกค้างโดยเฉพาะโลหะหลักในกลุ่มที่เป็นโลหะหนักจำเป็น โดยมีค่า HQ < 1 ได้แก่ คือ สังกะสี, ตะกั่ว, นิกเกิล, แมงกานีส, และทองแดง มีค่าอยู่ที่ 0.027, 0.073, 0.006, 0.167, และ 0.390 ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า สารหนู เป็นเพียงโลหะหนักชนิดเดียวที่อาจก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการบริโภคหอยเชอรี โดยมีค่า HQ เท่ากับ 1.38 (HQ > 1) ทั้งนี้ เนื่องจากสารหนูเป็นโลหะหนักที่มีความเป็นพิษ สารหนู ทำให้เกิดความผิดปกติต่าง ๆ ในร่างกาย ความเป็นพิษเฉียบพลันมีผลต่อระบบทางเดินอาหาร ความเป็นพิษเรื้อรังมีผลต่อผิวหนังและระบบประสาทส่วนปลาย (พรชนก, 2561) พบได้ทั้งในแหล่งน้ำธรรมชาติ หรือจากมนุษย์ใช้สารเคมีที่มีสารหนูเป็นองค์ประกอบ เช่น สารเคมีกำจัดศัตรูพืช และปนเปื้อนลงดิน หรือ แหล่งน้ำ ผลการศึกษานี้มีความใกล้เคียงกับงานวิจัยของสมศักดิ์และคณะ (2565) ที่ทำการประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพจากการบริโภคลูกอ๊อด 3 ชนิดที่มีการปนเปื้อนโลหะหนักบริเวณรอบแหล่งฝังกลบขยะอิเล็กทรอนิกส์ จังหวัดกาฬสินธุ์ โดยพบว่า ผู้บริโภคมีความเสี่ยงด้านสุขภาพจากการบริโภคลูกอ๊อดที่มีการปนเปื้อนโลหะหนักจากค่า HQ > 1

จากผลการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า หอยเชอรีที่อยู่ในแหล่งน้ำธรรมชาติและนำมาบริโภคนั้นมีโอกาสที่จะพบโลหะหนักตกค้างหลายชนิด ทั้งที่เป็นโลหะที่มีความจำเป็นต่อการเจริญของหอยเชอรี่ซึ่งไม่มีความเสี่ยงต่อผู้บริโภค และโลหะหนักที่มีความเป็นพิษที่อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพเมื่อได้รับสัมผัสผ่านการบริโภคได้ อย่างไรก็ตาม การศึกษาครั้งนี้เป็นเพียงการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักตกค้างในตัวอย่างหอยเชอรี่จากตลาดสด จึงไม่ทราบแหล่งน้ำธรรมชาติที่ชัดเจน ดังนั้นการศึกษาครั้งต่อไปควรเก็บตัวอย่างหอยเชอรี่จากแหล่งน้ำธรรมชาติโดยตรงก่อนที่จะแปรรูปนำมาจำหน่าย รวมถึงการศึกษาเปรียบเทียบปริมาณการตกค้างของโลหะหนักตามฤดูกาลที่แตกต่างกัน เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาในช่วงฤดูฝน ทำให้ยังไม่ได้ข้อมูลแนวโน้มการปนเปื้อนของโลหะหนักในหอยเชอรี่ในพื้นที่ศึกษาตลอดทั้งปี

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่สนับสนุนการทำวิจัยครั้งนี้ และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ ศูนย์เครื่องมือกลางและปฏิบัติการชีวภาพ ที่อำนวยความสะดวกในการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่าง รวมถึงขอขอบคุณประชากรตัวอย่างผู้บริโภคที่ให้ข้อมูลการบริโภคหอยเชอรี่ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการประเมินความเสี่ยงในการวิจัยเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

จันทิมา ปิยะพงษ์ และศศิธร มั่นเจริญ. (2558). *การตอบสนองทางพฤติกรรมและความทนทานต่อโลหะหนักของหอยโข่ง (Pila spp.) ที่เป็นชนิดพันธุ์พื้นเมืองและหอยเชอรี่ (Pomacea canaliculata) ที่เป็นชนิดพันธุ์ต่างถิ่นเพื่อใช้เป็นแนวทางการควบคุมสัตว์น้ำต่างถิ่นที่รุกรานในประเทศไทย* (รายงานการวิจัย). มหาวิทยาลัยบูรพา.

ชุตินธร มูลทองน้อย และจำลอง อรุณเลิศอารีย์. (2551). คุณภาพน้ำและการปนเปื้อนของโลหะหนักในน้ำผิวดินของห้วยแม่ตาว จังหวัดตาก. *วารสารสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ*, *6*(2), 103-112.

เดชา คำเบ้าเมือง และมิ่งขวัญ ถือเหมาะ. (2565, 23 กุมภาพันธ์). *“อยู่ดีมีแฮง” เสียงสะท้อนจากมุมมองของคนอีสาน*. https://thaipbs.or.th/program/FoundingPublicMedia/episodes/84899

รัชดา อิทธิพงษ์ และวลัย คลี่ฉายา. (2557). *การปนเปื้อนโลหะหนักในสัตว์น้ำจากสะพานปลาท่าเทียบเรือ* (รายงานการวิจัย). กองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

รองเดช ตั้งตระการพงษ์ และจุลจิตร์ ตั้งตระการพงษ์. (2563). ความหลากชนิดและโลหะหนักที่ตกค้างของหอยน้ำจืดฝาเดียวบริเวณคลองหนองเหล็ก มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*, *51*(1), 397-404.

ทิพย์วรรณ แซ่มา และวิษณุ นิยมไทย. (2553). การปนเปื้อนโลหะหนักในหอยสองฝาที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ บริเวณดอนหอยหลอด จังหวัดสมุทรสงคราม. *การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 48* (น. 191-198).

ธีรนาถ สุวรรณเรือง. (2563). โลหะหนักปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมและผลกระทบต่อสุขภาพ. *วารสารวิจัยและพัฒนาสุขภาพ*, *13*(1), 76-82.

ธนาธิป แสงพายัพ. (2564). *การปนเปื้อนโลหะหนักและการประเมินความเสี่ยงทางนิเวศวิทยาของพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์* [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยนเรศวร].

นิตยา เลาหะจินดา และจารุวรรณ สมศิริ. (2540). ปริมาณโลหะหนักและสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ที่ตกค้างในหอยเชอรี่. *การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 35* (น.543-551).

นเรศ ชวัญทอง, ศยมน พุทธมงคล และอเนก สาวะอินทร์. (2564). *ระบบเกษตรอัจฉริยะสำหรับการเลี้ยงหอยขมผสมผสานการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเศรษฐกิจ* (รายงานการวิจัย). คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย.

ปริศนา เพียรจริง. (2562). การปนเปื้อนของแคดเมียม และตะกั่วในหอยแครง (*Anadara granosa*) และหมึก (*Loligo formosana*) จากตลาดในพื้นที่รอบมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร และการประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพ. *วารสารสหเวชศาสตรมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา*, *4*(1), 11-23.

พรชนก มนแก้ว. (2561). กรณีศึกษาภาวะพิษจากสารหนู. *วารสารเภสัชกรรมโรงพยาบาล*, *29*(2), 1-15.

ลำไย ณีรัตนพันธ์ (2561). ผลของโลหะหนักต่อสัตว์หน้าดินจำพวกหอย. *วารสารวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 39*(3), 375-386.

แววตา ทองระอา, ฉลวย มุสิกะ, วันชัย วงสุดาวรรณ และอาวุธ หมั่นหาผล. (2557). การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพในการได้รับโลหะหนักจากการบริโภคอาหารทะเลบริเวณชายฝั่งนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด จังหวัดระยอง. *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา, 19*(2), 39-54.

สุพรรณ เกียรติสยมภู และสุนิสา ชายเกลี้ยง. (2553). การประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพจากการบริโภคสัตว์น้ำที่มีการปนเปื้อนสารตะกั่วบริเวณแหล่งประมงหนองน้ำล้น. *วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น*, *17*(4), 671-686.

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.). (2553, 16 มีนาคม). *โครงการสำรวจและวิจัยมาตรฐานขนาดรูปร่างของคนไทย (Size Thailand)*. https://oldweb.most.go.th/main/index.php/flagship/116-nstda/1577-sizethailand.html

สมศักดิ์ อินทมาต, ดาวประกาย หญ้างาม, วริศรา รักษาภักดี และลำไย ณีรัตนพันธ์. (2565) การประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพจากการบริโภคลูกอ๊อด 3 ชนิดที่มีการปนเปื้อน โลหะหนักบริเวณรอบแหล่งฝังกลบมูลฝอยอิเล็กทรอนิกส์ จังหวัดกาฬสินธุ์. *วารสารควบคุมโรค*, *48*(1), 73-82.

อรุณี ชัยศรี, ชื่นสุมณ ยิ้มถิน, ประนอม สุขเกื้อ, เกรียงศักดิ์ ศรีวิจิตรกมล และรัตนวรรณ ภูระหงส์ . (2561). *การวิเคราะห์ปริมาณทองแดงและแมงกานีสในดิน น้ำ และหอยโข่ง* (รายงานการวิจัย). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ.

อรอิงค์ เวชสิทธิ์. (2551). *การศึกษาคุณภาพน้ำและปริมาณโลหะหนักในน้ำ ดินตะกอน และพรรณไม้น้ำบางชนิด บริเวณแม่น้ำท่าจีน* [วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์].

Lin, Y., Lu, J. and Wu, J. (2021). Heavy metals pollution and health risk assessment in farmed scallops: low level of Cd in coastal water could lead to high risk of seafood. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, *208*, 111768.

Ruttanapanon, N. and Ruttanapanon, W. (2000). *Toxins in food*. Bangkok: Odeon Store.

U.S. EPA. (1989). *Risk assessment guidance for superfund volume I: Human Health Evaluation Manual (Part A).* Washington, D.C.: EPA/540/1-89/002. U.S. Environmental Protection Agency.

U.S. EPA. (2023, June 12). *Integrated Risk Information System (IRIS) database for risk assessment*. http://www.epa.gov/iris

Zhong, W., Zhang, Y., Wu, Z., Yang, R., Chen, X., Yang, J. and Zhu L. (2018). Health risk assessment of heavy metals in freshwater fish in Central and Eastern North China. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, *15*(157), 343-349.