

การประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพจากการบริโภคข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6 บริเวณรอบแหล่งฝังกลบ
มูลฝอยเทศบาล

Health risk assessment of exposure to heavy metals via consumption of sticky rice around
municipal landfill

(Received: August 5,2023 ; Revised: August 17,2023 ; Accepted: August 19,2023)

สมศักดิ์ อินทมาต¹ ดาวประกาย ญ้างาม¹

วิศรา รักษาภักดี¹ ลำไย ณีรัตนพันธ์²

Somsak Inthamat ¹ Dao Prakai Ya Ngam ¹

Warisara Raksa Phakdi ¹ Lamyai Neerattanaphan ²

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพจากการบริโภคข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6 ที่ปนเปื้อนโลหะหนัก (สารหนู โครเมียม แคดเมียม ตะกั่ว นิกเกิล สังกะสี แมงกานีสและทองแดง) บริเวณรอบแหล่งฝังกลบมูลฝอยเทศบาลนครขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น และศึกษาปริมาณการปนเปื้อนของโลหะหนักในตัวอย่างน้ำ ดิน และเมล็ดข้าว กข 6 วิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักในเมล็ดข้าวด้วยเครื่อง inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP-OES) ทำการประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพจากการบริโภคข้าวที่มีการปนเปื้อนโลหะหนักจากค่า hazard quotient (HQ) ผลการศึกษาพบว่า โลหะหนักทุกชนิดมีค่าเกินมาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำโดยสังกะสีมีค่าสูงสุด 202.22 ± 60.53 มก./ล. การปนเปื้อนปริมาณโลหะหนักในตัวอย่างตะกอนดิน พบว่าสารหนู และโครเมียมมีค่าเกินมาตรฐานคุณภาพดิน ส่วนโลหะหนักชนิดอื่นมีค่าไม่เกินมาตรฐานโดยสังกะสีมีค่าสูงสุด $2,092 \pm 48.56$ มก./กก. โลหะหนักที่สะสมในเมล็ดข้าวมีค่าเกินมาตรฐานทุกชนิด ยกเว้นทองแดงโดยแมงกานีสมีค่าสูงสุด 533.99 ± 68.56 มก./กก. การประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพจากการบริโภคข้าว กข 6 ที่มีการปนเปื้อนโลหะหนักพบว่า โลหะหนักทุกชนิดค่า HQ เกิน 1 ยกเว้นโครเมียม โดยสารหนูมีค่า HQ สูงสุด 64.31 ส่วนโครเมียมมีค่า HQ ต่ำสุด 0.09 การปนเปื้อนโลหะหนักจากสถานที่ฝังกลบมูลฝอยทั่วไปของเทศบาลนครขอนแก่นเกิดจากการจัดการน้ำชะขยะที่ไม่ถูกต้อง มีการปล่อยน้ำชะขยะลงสู่สิ่งแวดล้อมโดยไม่ผ่านการบำบัดส่งผลให้เกิดการสะสมของโลหะหนักในข้าว เมื่อประชาชนในพื้นที่บริโภคข้าวที่ปนเปื้อนโลหะหนักจะเป็นอันตรายต่อสุขภาพและระบบนิเวศทั้งในระยะสั้นและระยะยาว

คำสำคัญ: การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพ โลหะหนัก แหล่งฝังกลบมูลฝอยเทศบาล

ABSTRACT

This research was conducted to assess health risk from exposure to heavy metal (Arsenic, Chromium, Cadmium, Lead, Nickel, Zinc, Manganese and Copper) via consumption sticky rice (*Oryza Zativa*) surrounding Khon Kaen municipal landfill in Mueang district, Khon Kaen province. Heavy metals contamination in water, soil, and sticky rice was assessed. The samples were analyzed for heavy metals using inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP-OES). Health risk assessment through sticky rice consumption was measured with hazard quotient (HQ). The results found that all heavy metals concentration in water samples exceeds the water standards. The highest heavy metal concentration in water sample was zinc (202.22 ± 60.53 มก./ล.). The heavy metals concentration in soil samples found that arsenic and chromium concentration exceed the soil standard. The highest heavy metal concentration soil sample was zinc ($2,092 \pm 48.56$ มก./กก.). All heavy metals concentration in sticky rice samples exceeds the standard contamination in food except copper. The highest heavy metal concentration sticky rice

¹ โรงพยาบาลสมเด็จพระยุพราชธาตุพนม

² ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

Corresponding author: Email: suwanwisit@yahoo.com

sample was manganese (533.99 ± 68.56 มก./กก.). Health risk assessment of heavy metals through sticky rice consumption found that the HQ value in all heavy metals were greater than 1 except chromium. The highest HQ value was arsenic (64.31), and the lowest HQ values was chromium (0.09). The untreated leachate from the municipal landfill was released into the environment resulting to heavy metals accumulation in sticky rice. Local people eat sticky rice regularly, thus they are at a risk of health status and ecosystem both short and long term period.

Keywords: health risk assessment, heavy metals, municipal landfill

บทนำ

ปี 2565 ประเทศไทยมีขยะมูลฝอยเกิดขึ้น 25.70 ล้านตัน หรือ 70,411 ตัน/วัน กระจายตัวตามภูมิภาคต่างๆ มีอัตราการเกิดขยะมูลฝอย เมื่อเทียบกับจำนวนประชากรตามทะเบียนราษฎร ปี พ.ศ. 2565 ของกรมการปกครอง เฉลี่ยเท่ากับ 1.07 กิโลกรัม/คน/วัน เมื่อพิจารณาปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้น ขยะมูลฝอยมีปริมาณเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับปีที่ผ่านมา (24.98 ล้านตัน) ร้อยละ 3¹ เนื่องจากในปี พ.ศ. 2563-2564 ประเทศไทยอยู่ในช่วงล็อกดาวน์ซึ่งมีการจำกัดกิจกรรมของประชาชน รวมถึงการเดินทางทั้งภายในประเทศและระหว่างประเทศเพื่อป้องกันการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา เมื่อสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนาได้คลี่คลายลงจากจำนวนของผู้ติดเชื้อที่มีแนวโน้มลดลงทำให้รัฐบาลได้มีประกาศมาตรการคลายล็อกดาวน์ ประกอบกับมาตรการกระตุ้นการท่องเที่ยวภายในประเทศและเริ่มเปิดประเทศ ส่งผลให้ประชาชนกลับมาดำเนินชีวิตตามปกติมากขึ้นและวิถีการดำเนินชีวิตประชาชนบางส่วนยังคงพฤติกรรมการซื้อและบริโภค ในบริการสั่งซื้อสินค้าและอาหารผ่านระบบออนไลน์ ทำให้ขยะมูลฝอยประเภทบรรจุภัณฑ์พลาสติกแบบใช้ครั้งเดียวทิ้งยังคงมีปริมาณสูง รวมทั้งนักท่องเที่ยวเริ่มทยอยกลับมาเที่ยวในประเทศไทยเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากปี 2564 จำนวนนักท่องเที่ยวประมาณ 400,000 คน เป็น 11 ล้านคน ในปี 2565² ทำให้ภาพรวมปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นมีปริมาณเพิ่มขึ้นเช่นกัน เมื่อพิจารณาภาพรวมการจัดการขยะมูลฝอยของประเทศปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้น 25.70 ล้านตัน ถูกจัดการกันเองโดยบ้านเรือนและชุมชนที่อยู่ในพื้นที่ทางไกลหรือพื้นที่ที่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นยังไม่มีบริการเก็บขน 1.70 ล้านตัน (ร้อยละ 7

ของปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้น) ถูกคัดแยก เพื่อนำกลับไปใช้ประโยชน์จากบ้านเรือนและแหล่งกำเนิด 4.00 ล้านตัน (ร้อยละ 15 ของปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้น) โดยกระบวนการชาเล้งและบ้านเรือนนำไปขายให้กับร้านรับซื้อของเก่า ขยะมูลฝอยที่เหลือประมาณ 20.00 ล้านตัน (ร้อยละ 78 ของปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้น) ถูกเก็บขนโดยรถบรรทุกเก็บขนขยะมูลฝอยขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นหรือเอกชนซึ่งได้รับอนุญาตหรือมอบหมายจากองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในการให้บริการเก็บขนแทนเพื่อไปยังสถานที่คัดแยกขยะมูลฝอยหรือสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยและขยะมูลฝอย ประมาณ 4.80 ล้านตัน (ร้อยละ 19 ของปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้น) ถูกคัดแยกในระหว่างการเก็บขน และ สถานที่คัดแยกขยะมูลฝอย ส่วนที่เหลือประมาณ 15.20 ล้านตัน (ร้อยละ 59 ของปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้น) ถูกนำไปกำจัด ณ สถานที่กำจัดขยะมูลฝอย มีขยะมูลฝอยได้รับการกำจัดอย่างถูกต้องประมาณ 9.80 ล้านตัน (ร้อยละ 38 ของปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้น) และส่วนที่เหลือประมาณ 5.40 ล้านตัน (ร้อยละ 21 ของปริมาณ ขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้น) ถูกนำไปกำจัดอย่างไม่ถูกต้อง¹

จังหวัดขอนแก่น มีมูลฝอยที่เกิดขึ้น 1,348 ตันต่อวัน ขยะมูลฝอยที่นำกลับมาใช้ประโยชน์ 390 ตันต่อวัน ขยะมูลฝอยที่กำจัดอย่างถูกต้อง 594 ตันต่อวัน ขยะมูลฝอยที่กำจัดอย่างไม่ถูกต้อง 376 ตันต่อวัน¹ ส่วนเทศบาลเมืองนครขอนแก่นมีปริมาณขยะมูลฝอยทั่วไปที่ต้องนำไปกำจัดที่โรงงานไฟฟ้าขยะ เฉลี่ยประมาณ 164.12 ตัน/วัน มีปริมาณขยะพิษหรือขยะอันตรายเฉลี่ยประมาณ 10.34 กิโลกรัม/วัน มีปริมาณขยะติดเชื้อเฉลี่ยประมาณ 400-500 กิโลกรัม/วัน มีปริมาณขยะมูลฝอยที่สามารถคัดแยกเพื่อนำกลับไปใช้

ประโยชน์ต่อได้เฉลี่ยประมาณ 1,511.33 กิโลกรัม/วัน แยกเป็นประเภทขยะอินทรีย์เฉลี่ยประมาณ 883.01 กิโลกรัม/วัน และขยะรีไซเคิลเฉลี่ยประมาณ 628.32 กิโลกรัม/วัน ประเภทของขยะมูลฝอยที่มีปริมาณมากที่สุดคือ ขยะอินทรีย์ หรือเศษอาหาร คิดเป็นร้อยละ 53.8 รองลงมาคือถุงพลาสติกและเศษกระดาษ³ การกำจัดมูลฝอยดำเนินการโดยเทศบาลนครขอนแก่นเป็นผู้รับผิดชอบการจัดการมูลฝอยตั้งแต่จุดเก็บ การเก็บกวาด การรวบรวม การขนส่ง รวมทั้งการกำจัดโดยการฝังกลบ ซึ่งสถานที่ฝังกลบมูลฝอย มีพื้นที่ 98 ไร่ ตั้งอยู่ที่บ้านคำบอน ตำบลโนนท่อน อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น ใช้งานตั้งแต่ พ.ศ. 2511 และมีการก่อสร้างปรับปรุงต่อมาถึง พ.ศ. 2542 ปัจจุบันมีการใช้งานเต็มพื้นที่แล้ว แต่เนื่องจากเทศบาลยังไม่สามารถจัดหาสถานที่กำจัดขยะแห่งใหม่ จึงยังคงใช้สถานที่กำจัดมูลฝอยแห่งเดิม⁴ ซึ่งสถานที่ฝังกลบมูลฝอยไม่มีระบบการจัดการน้ำชะขยะ ทำให้เกิดการปนเปื้อนของโลหะหนักที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำชะขยะออกสู่สิ่งแวดล้อมส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่บริเวณรอบๆ ได้

การปลูกข้าวรอบบริเวณที่ฝังกลบมูลฝอยทั้งมูลฝอยทั่วไปและมูลฝอยอิเล็กทรอนิกส์สามารถพบเห็นได้ทั่วไปส่งผลให้เกิดการสะสมสารพิษที่มาจากการจัดการสถานที่ฝังกลบไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการ โดยเฉพาะโลหะหนัก โลหะหนักสามารถพบได้ในน้ำชะมูลฝอยทั้งมูลฝอยทั่วไปและมูลฝอยอิเล็กทรอนิกส์ทำให้เกิดการปนเปื้อนต่อสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่โดยรอบ จากการศึกษาที่ผ่านมา⁵⁻⁷ พบว่ามีการปนเปื้อนของโลหะหนักโดยเฉพาะ แคดเมียม โครเมียม ตะกั่วและสารหนูทั้งในตัวอย่างน้ำตะกอนดินสัตว์และพืชที่อาศัยอยู่บริเวณโดยรอบที่ฝังกลบมูลฝอยเทศบาลขอนแก่นการปนเปื้อนของโลหะหนักรอบสถานที่ฝังกลบมูลฝอยเกิดจากน้ำชะขยะที่ไม่มีการจัดการที่ถูกต้อง น้ำชะขยะมีส่วนประกอบทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ซึ่งมาจากลักษณะของมูลฝอยที่ถูกทิ้งมายังสถานที่ฝังกลบ โลหะหนักที่พบในสถานที่ฝังกลบเกิดจากถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่ กระป๋องสี กระป๋องยาฆ่าแมลง แผ่นวงจร เครื่องใช้ไฟฟ้าที่เสื่อมสภาพแล้ว โดย

ไม่มีการคัดแยกก่อนทิ้ง ดังนั้นการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพในการได้รับโลหะหนักจากการบริโภคข้าว กข 6 บริเวณรอบแหล่งฝังกลบมูลฝอยเทศบาลจะทำให้ทราบว่าประชาชนผู้บริโภคมีภาวะเสี่ยงด้านสุขภาพหรือไม่และข้อมูลที่ได้จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับการวางแผนการจัดการสิ่งแวดล้อมและสร้างเสริมความรู้ด้านสุขภาพให้แก่ประชาชนเพื่อให้มีสุขภาพที่ดีต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาปริมาณโลหะหนักในตัวอย่างน้ำตัวอย่างดิน และตัวอย่างข้าว กข 6 บริเวณรอบแหล่งฝังกลบมูลฝอยเทศบาล
2. เพื่อประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพจากการบริโภคข้าว กข 6 ที่มีการปนเปื้อนโลหะหนัก บริเวณรอบแหล่งฝังกลบมูลฝอยเทศบาล

วัสดุและวิธีการศึกษา

1. พื้นที่ที่ทำการศึกษา

ดำเนินการศึกษาบริเวณรอบพื้นที่ฝังกลบขยะเทศบาล อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น ระยะห่าง 500 เมตร ที่คาดว่าจะได้รับผลกระทบจากน้ำชะมูลฝอย โดยสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำและดิน 10 จุด 10 ตัวอย่าง และตัวอย่างข้าวจำนวน 15 ตัวอย่าง

2. การเตรียมและการวิเคราะห์ตัวอย่าง

2.1 วิธีการเตรียมตัวอย่างน้ำ

ตัวอย่างน้ำปริมาตร 25 ml เติมนกรดไนตริก (HNO_3) เข้มข้น 1.25 ml นำไปย่อยบน water bath ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที กรองสารละลายผ่านกระดาษกรอง ปรับปริมาตร 50 ml⁸

2.2 วิธีการเตรียมตัวอย่างดิน

ตัวอย่างดินตากในที่ร่มจนแห้ง และนำมาบดให้ละเอียดและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 0.5 mm ซึ่งตะกอนดินละเอียด 1 g เติมนไฮโดรเจนคลอไรด์ (HCl) 15 ml กรดไนตริก (HNO_3) เข้มข้น 5 ml และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) 10 ml นำไปย่อยด้วยเครื่องย่อยดินที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง กรองผ่านกระดาษกรอง ปรับปริมาตร 50 ml⁸

2.3 การเตรียมตัวอย่างข้าว

นำตัวอย่างเมล็ดข้าวไปบดละเอียด ซั่งตัวอย่างเมล็ดข้าว เติมนกรดไนตริก (HNO_3) เข้มข้น 7 ml และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) 1 ml นำไปย่อยบน water bath ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 ชั่วโมง กรองผ่านกระดาษกรอง ปรับปริมาตร 25 ml⁸

2.4 การตรวจวัดปริมาณโลหะหนัก

ตรวจวัดปริมาณโลหะหนักในสารละลายตัวอย่างน้ำและตะกอนดินและปริมาณโลหะหนักที่สะสมใน ราก ลำต้น และเมล็ดข้าว โดยการเตรียมตัวอย่างด้วยวิธี APHA⁸ และวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักด้วยเครื่อง Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry (ICP-OES)⁹ ณ ห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อมภาค 10 จังหวัดขอนแก่น

2.5 การควบคุมคุณภาพ (Quality Control)

ทำการวิเคราะห์ซ้ำ (Duplicate) ในตัวอย่างเดียวกัน ทำทุกๆ 10 ตัวอย่าง

3. การประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพจากการบริโภคข้าวเหนียวที่มีการปนเปื้อนโลหะหนัก

3.1 การประเมินการรับสัมผัสสาร

(Exposure assessment)

การประเมินความเสี่ยงจากการบริโภคข้าวกรณีการได้รับโลหะหนักในปริมาณที่มีการปนเปื้อนอยู่ในเกณฑ์ที่มีความเสี่ยงต่อสุขภาพของผู้บริโภคหากได้รับสารนั้นเข้าสู่ร่างกายอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานาน และเนื่องจากข้อมูลที่น่ามาวิเคราะห์ความเสี่ยงเป็นข้อมูลที่เก็บเพียงครั้งเดียว จึงนำค่าเฉลี่ยที่ได้จากการทดลองซ้ำมาคำนวณ ดังสมการที่ 1¹⁰

$$\text{Estimated Daily Intake (EDI)} = (\text{CF} \times \text{IR} \times \text{F} \times \text{ED}) / (\text{BW} \times \text{AT})$$

CF คือปริมาณโลหะหนักที่ปนเปื้อนในข้าว หน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (มก./กก.)

IR คือ ปริมาณข้าวที่รับประทานในแต่ละมื้อ หน่วยเป็น กิโลกรัมต่อมื้อ (กก./วัน) (0.44 กก.)¹¹

F คือ ความถี่ของการสัมผัส (30 วัน/เดือน/ปี)

ED คือ ระยะเวลาที่สัมผัส 50 ปี

AT คือ ระยะเวลาที่ใช้ในการเฉลี่ยสำหรับผู้ใหญ่จะมีค่าเท่ากับช่วงชีวิตของแต่ละบุคคลที่จะประเมินระยะเวลาที่ใช้ในการเฉลี่ยของคนไทย 77.34 ปี¹²

BW คือ น้ำหนักตัว หน่วยเป็น กิโลกรัม (กก.) (น้ำหนักเฉลี่ยของประชาชนในพื้นที่รอบบริเวณที่ทำการศึกษาคือ 64 กก.)

3.2 การอธิบายลักษณะของความเสี่ยง (Risk Characterization)

การอธิบายลักษณะของความเสี่ยงจากการบริโภคข้าว กข 6 โดยพิจารณาจากผลการประเมินกรณีที่เราว่าที่สุดที่อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอธิบายได้จากค่า HQ หรือ hazard quotient ซึ่งแสดงค่าสัดส่วนของตัวแปร ดังสมการที่ 2¹³

$$\text{HQ} = \text{Daily Intake} / \text{RfD}$$

Daily Intake คือ ปริมาณโลหะหนักที่เข้าสู่ร่างกาย หน่วยเป็น มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมต่อวัน (มก./กก./วัน)

RfD คือ ความเข้มข้นอ้างอิงของ สารหนู (0.0003) โครเมียม (1.5) แคดเมียม (0.001) ตะกั่ว (0.0035) นิกเกิล (0.02) แมงกานีส (1.4) ทองแดง (0.04) และสังกะสี (0.3) หน่วยเป็น มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมต่อวัน (มก./กก./วัน)¹⁴

ถ้าค่า HQ น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 แสดงว่าปริมาณสารเคมีที่ได้รับไม่มากพอที่จะก่อให้เกิดผลทางสุขภาพได้หรือไม่มีความเสี่ยงอย่างมีนัยสำคัญ (no significant risk) แต่ถ้าค่า HQ มากกว่า 1 แสดงว่าปริมาณโลหะหนักที่ได้รับเกินค่ามาตรฐานหรือถือว่าอยู่ในระดับที่ไม่ปลอดภัยต่อสุขภาพ มีความเสี่ยงสุขภาพจากการสัมผัสโลหะหนักทั้ง 8 ประเภทผ่านทางกรกิน

4. มาตรฐานที่ใช้ในการเปรียบเทียบกับผลการศึกษา

1. มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน ตามมาตรา 32 แห่งพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ 2535¹⁵

2. มาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์ เพื่อการอยู่อาศัยและเกษตรกรรม¹⁶

3. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 414) พ.ศ. 2563 ออกตามความในพระราชบัญญัติอาหารพ.ศ. 2522 เรื่องมาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน¹⁷

ผลการศึกษา

1. ปริมาณโลหะหนักในตัวอย่างน้ำ

ผลการศึกษาการปนเปื้อนปริมาณโลหะหนักในตัวอย่างน้ำ พบว่า โลหะหนักทุกชนิดมีค่าเกินมาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำ โดยสังกะสีมีค่าสูงสุด 202.22 ± 60.53

มก./ล. รองลงมาคือ แมงกานีส 153.21 ± 27.16 มก./ล. (ตารางที่ 1)

2. ปริมาณโลหะหนักในตัวอย่างดิน

ผลการการศึกษาการปนเปื้อนปริมาณโลหะหนักในตัวอย่างตะกอนดิน พบว่าสารหนู และโครเมียมมีค่าเกินมาตรฐานคุณภาพดิน ส่วนโลหะหนักชนิดอื่นมีค่าไม่เกินมาตรฐานโดยสังกะสีมีค่าสูงสุด $2,092 \pm 48.56$ มก./กก. รองลงมาได้แก่ แมงกานีส $1,378.01 \pm 31.89$ มก./กก. (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ปริมาณโลหะหนักในตัวอย่างน้ำและตัวอย่างดิน บริเวณรอบแหล่งฝังกลบมูลฝอยเทศบาล

ชนิดโลหะหนัก	ปริมาณโลหะหนัก			
	น้ำ (มก./ล.)	มาตรฐาน ¹⁵	ดิน (มก./กก.)	มาตรฐาน ¹⁶
สารหนู	4.67 ± 1.38	0.01	6.38 ± 1.50	6
โครเมียม	33.53 ± 23.21	0.05	119.67 ± 13.74	17.5
แคดเมียม	0.67 ± 0.18	0.05	2.95 ± 0.40	67
ตะกั่ว	15.23 ± 4.70	0.05	30.99 ± 5.87	400
นิกเกิล	13.41 ± 3.55	0.1	44.54 ± 4.85	436.5
สังกะสี	202.22 ± 60.53	1.0	$2,092 \pm 48.56$	-
แมงกานีส	153.21 ± 27.16	1.0	$1,378.01 \pm 31.89$	1710
ทองแดง	11.91 ± 0.42	0.1	27.36 ± 7.45	2820

3. ปริมาณโลหะหนักในตัวอย่างข้าว กข 6

ผลการศึกษาการปนเปื้อนปริมาณโลหะหนักในตัวอย่างรากข้าวพบว่า สังกะสีมีค่าสูงสุด $1,622.24 \pm 28.10$ มก./กก. รองลงมาได้แก่ แมงกานีส $1,552.23 \pm 40.25$ มก./กก. การปนเปื้อนปริมาณโลหะหนักในตัวอย่างลำต้นข้าว พบว่าแมงกานีสมีค่าสูงสุด $3,407.68 \pm 89.10$ มก./กก. รองลงมาได้แก่

สังกะสี $2,079.22 \pm 10.56$ มก./กก. การปนเปื้อนปริมาณโลหะหนักในตัวอย่างเมล็ดข้าว พบว่าแมงกานีสมีค่าสูงสุด 533.99 ± 68.56 มก./กก. รองลงมาได้แก่โครเมียม 52.55 ± 851 มก./กก. เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานอาหารปนเปื้อน พบว่าโลหะหนักที่สะสมในเมล็ดข้าวมีค่าเกินมาตรฐานทุกชนิด ยกเว้นทองแดง (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ปริมาณโลหะหนักในตัวอย่าง ราก ลำต้น และเมล็ดข้าว กข 6 บริเวณรอบแหล่งฝังกลบมูลฝอยเทศบาล

ชนิดโลหะหนัก	ปริมาณโลหะหนัก (มก./กก.)			มาตรฐาน ¹⁷
	ราก	ลำต้น	เมล็ด	
สารหนู	596 ± 90.14	4.17 ± 1.17	7.17 ± 2.13	0.2
โครเมียม	199.50 ± 15.65	469.23 ± 80.21	52.55 ± 851	1.0
แคดเมียม	80.01 ± 5.85	1.47 ± 0.40	0.81 ± 0.29	0.4
ตะกั่ว	108.00 ± 30.96	65.81 ± 3.12	2.48 ± 0.15	0.2
นิกเกิล	$1,213.02 \pm 17.96$	34.95 ± 9.22	26.71 ± 2.94	-
สังกะสี	$1,622.24 \pm 28.10$	$2,079.22 \pm 10.56$	18.07 ± 6.84	-

ตารางที่ 2 ปริมาณโลหะหนักในตัวอย่าง ราก ลำต้น และเมล็ดข้าว กข 6 บริเวณรอบแหล่งฝังกลบมูลฝอยเทศบาล

ชนิดโลหะหนัก	ปริมาณโลหะหนัก (มก./กก.)			มาตรฐาน ¹⁷
	ราก	ลำต้น	เมล็ด	
แมงกานีส	1,552.23±40.25	3,407.68±89.10	533.99±68.56	-
ทองแดง	97.24±10.11	21.41±9.24	9.58±1.30	20

4. การประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพจากการบริโภคข้าว กข 6 ที่มีการปนเปื้อนโลหะหนัก

จากผลการประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพจากการบริโภคข้าว กข 6 ที่มีการปนเปื้อนโลหะหนักพบว่า โลหะหนักทุกชนิดค่า HQ เกิน 1 ยกเว้นโครเมียม โดยสารหนูมีค่า HQ สูงสุด 64.31 ส่วนโครเมียมมีค่า HQ ต่ำสุด 0.09 (ตารางที่ 3)

อภิปรายผล

จากการศึกษาการปนเปื้อนของโลหะหนักในตัวอย่างน้ำพบว่าโลหะหนักทุกชนิดมีค่าเกินมาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำ การปนเปื้อนของโลหะหนักในน้ำนี้สาเหตุมาจากการปนเปื้อนของน้ำชะขยะเนื่องจาก

พื้นที่นาข้าวที่ทำการศึกษายู่ติดกับเส้นทางไหลของน้ำชะขยะ จากการศึกษที่ผ่านมาจะพบว่าน้ำชะขยะมีการปนเปื้อนของสารต่างๆ หลายชนิด โดยเฉพาะโลหะหนัก น้ำชะขยะที่ไม่ได้รับการบำบัดให้ถูกต้องทำให้เกิดการปนเปื้อนของโลหะหนักในน้ำใต้ดินและน้ำผิวดินรอบๆบริเวณฝังกลบขยะ เมื่อพิจารณาโลหะหนักที่เป็นพิษจะพบว่า โครเมียม ตะกั่ว และสารหนูมีการปนเปื้อนในน้ำในปริมาณสูงเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน สอดคล้องกับการศึกษาของ เมทินี อินทุยศ และคณะ¹⁸ ศึกษาปริมาณโลหะหนักในปลาช่อนที่ได้รับผลกระทบจากน้ำชะมูลฝอยในสภาพการเพาะเลี้ยงทำการศึกษาที่บริเวณใกล้เคียงกับ

ตารางที่ 3 การประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพจากการบริโภคข้าว กข 6 บริเวณรอบแหล่งฝังกลบมูลฝอยเทศบาล

ชนิดโลหะหนัก	EDI (mg/kg/day)	HQ	RfD (mg/kg/day)
สารหนู	0.019	64.31	0.0003
โครเมียม	0.141	0.09	1.50
แคดเมียม	0.002	2.19	0.001
ตะกั่ว	0.006	1.91	0.0035
นิกเกิล	0.071	3.59	0.02
สังกะสี	2.174	7.24	0.30
แมงกานีส	1.437	1.02	1.40
ทองแดง	0.068	1.71	0.04

แหล่งฝังกลบมูลฝอยเทศบาลนครขอนแก่นพบว่าสารหนูมีค่าเกินมาตรฐานทั้งน้ำและตะกอนดิน การปนเปื้อนของโลหะหนักเหล่านี้ในน้ำจะส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำบริเวณนั้นได้ หากมีการสะสมของโลหะหนักในแหล่งน้ำจะทำให้เกิดการสะสมในสิ่งมีชีวิต ซึ่งหากได้รับติดต่อกันเป็นเวลานานจะส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศในน้ำ และเกิดการ

สะสมในห่วงโซ่อาหาร และในที่สุดมนุษย์จะได้รับโลหะหนักจากจากห่วงโซ่อาหาร การปนเปื้อนของโลหะหนักน้ำจะส่งผลต่อการปนเปื้อนในดินด้วย เมื่อน้ำอยู่ในสภาวะต่างจะทำให้โลหะหนักตกตะกอน ทำให้เกิดการปนเปื้อนของโลหะหนักในตะกอนดิน และเมื่อน้ำแห้งก็ส่งผลให้เกิดการปนเปื้อนของโลหะหนักในดินได้ สอดคล้องกับผลการศึกษาครั้งนี้ซึ่งพบว่า

สารหนู และโครเมียมมีค่าเกินมาตรฐานคุณภาพดิน นอกจากนี้ยังพบว่าตะกั่วมีการปนเปื้อนที่สูง (30.99 ± 5.87 มก./กก.) สอดคล้องกับการศึกษาของ Sriuttha et al.⁷ ทำการศึกษาการปนเปื้อนของ แคดเมียม โครเมียม และตะกั่ว ในพืชน้ำและสัตว์น้ำ บริเวณรอบแหล่งฝังกลบมูลฝอยเทศบาลนครขอนแก่น พบการปนเปื้อนของโครเมียมเกินค่ามาตรฐานเช่นเดียวกัน (18.65 ± 11.39 มก./กก.) การปนเปื้อนของโลหะหนักเมื่อมีการสะสมในดินและตะกอนดิน หากมีปริมาณการสะสมมากเกินไปส่งผลกระทบต่อองค์ประกอบของดินและตะกอนดิน การแพร่กระจายสู่รากของพืช ลำต้น ใบและผล การสะสมในสิ่งมีชีวิตถ่ายทอดสู่ห่วงโซ่อาหาร ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อมนุษย์ในที่สุด สอดคล้องกับผลการศึกษาในครั้งนี้ที่พบว่า มีการสะสมของโลหะหนักในราก ลำต้นและเมล็ด โดยการสะสมของโลหะหนักทุกชนิดในเมล็ดมีค่าเกินมาตรฐานอาหารปนเปื้อน การตรวจพบโลหะหนักที่สูงกว่าเกณฑ์ที่ยอมรับให้มีการปนเปื้อนในข้าวเพื่อการบริโภคได้นั้น หากผู้บริโภคได้รับประทานข้าวที่มีโลหะหนักผสมอยู่อาจได้รับผลกระทบทั้งผลดีและผลเสียขึ้นอยู่กับชนิดของโลหะหนัก การสะสมของโลหะหนักในข้าวอาจเกิดจากการดูดซับโลหะหนักจากราก ลำต้น ไปสู่เมล็ด การสะสมของโลหะหนักในระดับความเข้มข้นที่มีค่าสูงกว่ามาตรฐานในดินจะทำให้ข้าวไม่สามารถเจริญเติบโตได้ตามปกติ ลำต้นแคระแกร็น มีใบสีเหลือง และไม่สามารถออกผลผลิตได้¹⁹ นอกจากนี้มนุษย์ก็อาจจะได้รับอันตรายจากการได้รับโลหะหนักได้

การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพของผลกระทบต่อสุขภาพของประชากรที่สัมผัสโลหะหนักบริเวณรอบแหล่งฝังกลบมูลฝอยเทศบาลพบว่าโลหะหนักทุกชนิดมีค่า HQ เกิน 1 ยกเว้นโครเมียมค่า HQ มากกว่า 1 แสดงว่าปริมาณสารเคมีที่ได้รับเกินค่ามาตรฐานหรือถือว่าอยู่ในระดับที่ไม่ปลอดภัยต่อสุขภาพ มีความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการสัมผัสโลหะหนัก พืชของสารหนู ถ้าได้รับปริมาณมากอาจทำให้เกิดการทำลายระบบสมองและทำลายตับ เกิด

อาการตับอักเสบ²⁰ พืชของตะกั่ว มีทั้งอาการเฉียบพลันและเรื้อรัง คือ ปวดท้อง น้ำหนักลด เบื่ออาหาร คลื่นไส้ อาเจียน ประสาทหลอน ซึม ไม่รู้สึกตัว ชัก มือและเท้าตก เป็นอัมพาต สลบและอาจเสียชีวิตได้²¹ แคดเมียมสามารถสะสมอยู่ในสิ่งแวดล้อมได้และมีความเป็นพิษสูง พิษเฉียบพลันเกิดจากการสูดไอของแคดเมียมเข้าไปทำให้เกิดโรคระบบทางเดินหายใจ หากได้รับในระยะยาว แคดเมียมจะไปสะสมที่กระดูก ทำให้กระดูกผุนอกจากนั้นยังทำให้เกิดโรคโลหิตจาง ถ้าได้รับปริมาณมากในระยะสั้นจะมีอาการไข้ ปวดศีรษะ อาเจียน มีอาการเจ็บหน้าอก และไอรุนแรง²² พิษของทองแดง เมื่อได้รับในปริมาณมากทำให้เกิดอาการคลื่นไส้ อาเจียน เกิดการอักเสบในช่องท้อง และกล้ามเนื้อ และอาจทำให้เป็นโรคโลหิตจางได้ เพราะเม็ดเลือดแดงแตกสลาย สังกะสี เมื่อได้รับในปริมาณมากทำให้เกิดอาการอ่อนเพลีย วิงเวียนศีรษะและอาการท้องร่วง²³ พิษของนิกเกิล ทำให้เกิดโรคไต เกิดภาวะไขกระดูกทำงานผิดปกติ ในหญิงตั้งครรภ์อาจแท้งบุตรได้ รวมถึงเกิดภาวะภูมิคุ้มกันต้านทานโรคต่ำ ส่วนถ้าได้รับนิกเกิลสูงเรื้อรังจากการสูดดมอาการคือ ปอดอักเสบเรื้อรังและอาจรุนแรงจนเป็นเหตุให้เสียชีวิตได้²⁴ แมงกานีส เป็นแร่ธาตุที่พบได้ทั่วไปในโลก จำเป็นสำหรับการมีชีวิตของมนุษย์ ขณะเดียวกันก็มีความเป็นพิษด้วย หากมีปริมาณมากเกินไปในร่างกาย ผลกระทบต่อสุขภาพโดยตรงต่อระบบทางเดินหายใจและสมอง อาการสำคัญได้แก่ ประสาทหลอน ชี้อัม ระบบประสาทถูกทำลาย เกิดโรค Parkinson, Lung embolism และหลอดเลือดอักเสบ²⁵ นอกจากความเสี่ยงจากการบริโภคข้าวแล้วประชาชนที่อาศัยอยู่รอบบริเวณนี้ยังมีความเสี่ยงต่อการบริโภคสัตว์น้ำและพืชที่อยู่โดยรอบบริเวณนี้ ข้อมูลจากการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าประชาชนที่อาศัยอยู่รอบบริเวณนี้มีความเสี่ยงต่อการได้รับโลหะหนักทั้งจากสิ่งแวดล้อมและอาหารที่ได้จากบริเวณโดยรอบ ภาครัฐควรสร้างระบบการจัดการน้ำชะขยะให้ถูกต้องตามหลักวิชาการเพื่อป้องกันการปนเปื้อนของน้ำชะขยะในสิ่งแวดล้อม เนื่องจากน้ำชะขยะเป็น

ตัวนำสารพิษจากที่ฝังกลบขยะกระจายลงสู่สิ่งแวดล้อมและห่วงโซ่อาหารส่งผลให้ประชาชนที่อาศัยอยู่โดยรอบได้รับความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการบริโภคสิ่งมีชีวิตที่อยู่บริเวณโดยรอบ

ข้อเสนอแนะ

1. หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรนำผลการศึกษาเรื่องการปนเปื้อนโลหะหนักในน้ำ ดินและข้าว อันเนื่องมาจากการปนเปื้อนของโลหะหนักจากบริเวณ

รอบแหล่งฝังกลบมูลฝอยเทศบาล นำไปใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงประกอบการจัดทำมาตรการป้องกันและลดการใช้สารเคมีทางการเกษตรเพื่อป้องกันผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นในระยะยาว

2. ควรมีการประเมินผลกระทบด้านสุขภาพของประชาชนในพื้นที่ เช่น การตรวจระดับโลหะหนักในร่างกายและผลกระทบด้านสุขภาพของการได้รับโลหะหนักเข้าสู่ร่างกายของประชาชนในพื้นที่ที่พบการปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม

เอกสารอ้างอิง

1. กองการจัดการกากของเสียและสารอันตราย กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. รายงานสถานการณ์ สถานที่กำจัดขยะมูลฝอยชุมชนของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2565. ม.ป.ท.2565.
2. กระทรวงกีฬาและการท่องเที่ยว. สถิติด้านการท่องเที่ยว ปี 2565 (Tourism Statistics 2022) [อินเทอร์เน็ต]. 2565. [สืบค้นเมื่อ 3 สิงหาคม 2566]. เข้าถึงจาก<https://www.mots.go.th/news/category/656>
3. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการเสริมสุขภาพ (สสส.). แก้ปัญหาขยะอย่างยั่งยืนเริ่มต้นทาง การกิจทำหายของเทศบาลนครขอนแก่น [อินเทอร์เน็ต]. 2563. [สืบค้นเมื่อ 3 สิงหาคม 2566]. เข้าถึงจาก <https://resourcecenter.thaihealth.or.th/index.php/article/แก้ปัญหaxyอย่างยั่งยืนเริ่มต้นทาง-การกิจทำหายของเทศบาลนครขอนแก่น>.
4. อติศักดิ์ คงพัฒนานนท์ และอดิเรก เร่งมานะวงษ์. การพัฒนารูปแบบการป้องกันความเสี่ยงจากการทำงานของผู้ประกอบอาชีพเก็บมูลฝอยบริเวณสถานที่ฝังกลบมูลฝอยเทศบาลนครขอนแก่น จังหวัด ขอนแก่น. สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 7 ขอนแก่น 2561; 25(2):115-125.
5. Intamat S, Buasriyot P, Sriuttha M, Tengjaroenkul B, Neeratanaphan L. Bioaccumulation of arsenic in aquatic plants and animals near a municipal landfill. International Journal of Environmental Studies. 2017; 74(2):303-314.
6. Ruchuwarak P, Intamat S, Tengjaroenkul B, Neeratanaphan L. Bioaccumulation of heavy metals in local edible plants near a municipal landfill and the related human health risk assessment. Human and Ecological Risk Assessment. 2018;25(1):1-13.
7. Sriuttha M, Tengjaroenkul b, Intamat S, Phoonaploy U, Thanomsangad P, Neeratanaphan L. Cadmium, chromium and lead accumulation in aquatic plants and animals from a municipal landfill. Human and Ecological Risk Assessment.2017; 23(2):350-363.
8. APHA (American Public Health Association). Standard methods for the examination of water and wastewater, 21th ed, American Public Health Association, Washington DC, USA. 2005.
9. Chand V, and Prasad S. ICP-OES assessment of heavy metal contamination in tropical marine sediments: A comparative study of two digestion techniques. Microchemical Journal. 2013; 111:53-61.

10. Fu J, Zhou Q, Liu J, Lui W, Wang T, Zhang Q, Jiang G. High levels of heavy metals in rice (*Oryza sativa* L.) from a typical open dumping of e-waste area in southeast China and its potential risk to human health. *Chemosphere*. 2008; 71:1269-1275
11. สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. ข้อมูลการบริโภคอาหารของประเทศไทย. ม.ป.ท. 2560.
12. Knoema. World and regional statistics: Thailand-life expectancy at birth [อินเทอร์เน็ต]. 2564. [สืบค้นเมื่อ 3 สิงหาคม 2566]. เข้าถึงจาก:
<https://knoema.com/atlas/Thailand/topics/Demographics/Age/Life-expectancy-at-birth>
13. USEPA (US environmental protection agency). Risk (base concentration table). US Environmental Protection Agency, Washington, DC. 2000.
14. US Environmental Protection Agency (USEPA). Exposure factors handbook-general factors. EPA/600/P-95/002Fa, vol. I. Office of Research and Development, National Center for Environmental Assessment. US Environmental Protection Agency, Washington, DC. 1997.
15. Thailand Pollution Control Department (TPCD). Surface water quality standards. notification of the national environmental board, No. 8, Bangkok. 1994.
16. Thailand Pollution Control Department (TPCD). Soil quality standards for habitat and agriculture. Notification of the National Environmental Board, No. 25. Bangkok. 2004.
17. Thailand Pollution Control Department (TPCD). The standard levels of heavy metals in tissues of aquatic animals. Bangkok. 1986.
18. เมทินี อินทุยศ ลำไย ธีรรัตน์ พันธุ์ บัณฑิตย เตังเจริญกุล และมานพ ศรีอุทธา. ปริมาณโลหะหนักในปลาช่อนที่ได้รับผลกระทบจากน้ำชะมูลฝอยในสภาพการเพาะเลี้ยง. วารสารวิจัยรวมคำแหง (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี) 2563;23(1):17-26.
19. สรตนา เสนาะ. การดูดซับธาตุโลหะหนักของหญ้าแฝก ทานตะวัน และข้าวที่ปลูกในดินปนเปื้อนสังกะสี แคดเมียม และตะกั่ว. (วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 2548.
20. Centeno JA, Mullick FG, Martinez L, Page NP, Gibb H, Longfellow DT. et al. Pathology related to chronic arsenic exposure. *Environmental Health Perspectives* 2002;110 Suppl 5 (suppl5):883-886.
21. Pizzol M, Thomsen M, Andersen MS. Long-term human exposure to lead from different media and intake pathways. *Science of the Total Environment* 2010;408(22):5478–5488.
22. Godt J, Scheidig F, Grosse-Siestrup C, Esche V, Brandenburg P, Reich A, Groneberg DA. The toxicity of cadmium and resulting hazards for human health. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*. 2006;1(22):1-6.
23. ธีรนาถ สุวรรณเรือง. โลหะหนักปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมและผลกระทบต่อสุขภาพ. วารสารวิจัยและพัฒนาระบบสุขภาพ 2563; 13(1):76-82.
24. Kasprzak KS, Sunderman FW Jr, Salnikow K. Nickel carcinogenesis. *Mutation Research* 2003;533(1-2):67-97.
25. Alessio L, Campagna M, and Lucchini R. From lead to manganese through mercury: Mythology, science and lessons for prevention. *American Journal of Industrial Medicine* 2007; 50: 779-797.