



Srinakharinwirot University Journal of Sciences and Technology



Volume 17, Issue 2, July-December 2025, Pages 1 – 14 ISSN 2985-2641 (Online)

Research Article

การประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพจากความเป็นอันตรายอื่นนอกจากมะเร็งจากการปนเปื้อน
ของตะกั่วและแคดเมียมในข้าวที่ปลูกบริเวณใกล้เคียงพื้นที่บ่อขยะแห่งหนึ่งในพื้นที่อำเภอ
องครักษ์ จังหวัดนครนายก

Non-Cancer Health Risk Assessment from Lead and Cadmium Contamination
in Rice Near the Municipal Waste Dumping Site in Ongkharak District,
Nakhon Nayok Province

นันทิรา รัตกุล, นุสรา เสนผาบ, พิมประภัตร์ เนยโอชา, อิศรี จิรจรรย์เวช*

Nanthira Rattakoon, Nussara Senpab, Pimprapt Nauyocha, Isaree Jirajariyavech*

ภาควิชาสาธารณสุขศาสตร์ คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

Public Health Department, Faculty of Physical Education, Srinakharinwirot University.

*Corresponding author, e-mail: isareej@gs.swu.ac.th

Received: 11 February 2025; Revised: 26 May 2025; Accepted: 30 May 2025

บทคัดย่อ

การศึกษาปริมาณการปนเปื้อนของตะกั่วและแคดเมียมในพื้นที่นาข้าวบริเวณใกล้เคียงพื้นที่บ่อขยะแห่งหนึ่งในอำเภองครักษ์ จังหวัดนครนายก พบว่า ปริมาณตะกั่วในดินมีค่าอยู่ในช่วง 0.178-0.253 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และแคดเมียมอยู่ในช่วง 2.326-3.314 มิลลิกรัม/กิโลกรัม มีค่าไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพดิน พ.ศ. 2564 สำหรับปริมาณการปนเปื้อนของตะกั่วและแคดเมียมในเมล็ดข้าวมีค่าอยู่ระหว่าง 0.010-0.060 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และ 0.433-0.791 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณการปนเปื้อนกับเกณฑ์มาตรฐาน ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 414) พ.ศ. 2563 พบว่า ปริมาณตะกั่วในตัวอย่างเมล็ดข้าวทั้งหมดมีค่าไม่เกินมาตรฐานที่กำหนด แต่ปริมาณแคดเมียมในบางตัวอย่าง พบว่า มีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานกำหนด เมื่อประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพกรณีความเป็นอันตรายอื่นนอกจากมะเร็งจากการได้รับโลหะหนักจากการบริโภคข้าว ผลการศึกษาพบว่า การได้รับตะกั่วในกลุ่มเด็ก มีค่า HQ อยู่ในช่วง 0.01-0.06 และในกลุ่มผู้ใหญ่ มีค่า HQ อยู่ในช่วง 0.01-0.04 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการได้รับตะกั่วจากการบริโภคข้าวไม่ก่อให้เกิดความเสี่ยงทางสุขภาพอย่างมีนัยสำคัญ ($HQ < 1$) สำหรับความเสี่ยงจากการได้รับแคดเมียมจากการบริโภคข้าวในกลุ่มตัวอย่างที่พบแคดเมียมเกินเกณฑ์มาตรฐาน พบว่า ในกลุ่ม

เด็ก มีค่า HQ อยู่ในช่วง 1.32-2.55 และในกลุ่มผู้ใหญ่ มีค่า HQ อยู่ในช่วง 0.98-2.07 บ่งชี้ว่าการได้รับแคดเมียมจากการบริโภคข้าวอาจก่อให้เกิดผลกระทบและความเสี่ยงทางสุขภาพได้ ($HQ > 1$)

คำสำคัญ: ความเสี่ยงทางสุขภาพ; ตะกั่ว; แคดเมียม; บ่อขยะแบบเทกอง

Abstract

This research aimed to study the amount of lead and cadmium contamination in rice fields near the waste dumping site in Ongkharak District, Nakhon Nayok Province. It was found that the level of lead in the soil was 0.178-0.253 mg/kg and cadmium was 2.326-3.314 mg/kg, which did not exceed the standard criteria according to the announcement of the National Environment Board on the determination of soil quality standards B.E. 2564. The level of lead and cadmium contamination in rice grains, they were 0.010-0.060 mg/kg and 0.433-0.791 mg/kg, respectively. The level of lead in all rice grain samples did not exceed the standard of the Ministry of Public Health Announcement (No. 414) B.E. 2563, but the level of cadmium in some samples was found to exceed the standard. The result of non-cancer health risk from oral intake from rice consumption by considering the HQ value, the results found that the HQ value of Pb was 0.01-0.06 in children and 0.01-0.04 in adults, which indicates no significant health risk ($HQ < 1$). However, for the risk of cadmium intake from rice consumption in the sample group found to have cadmium exceeding the standard, it was found that the HQ value was 1.32-2.55 in children 0.98-2.07 in adults, indicating that cadmium intake from rice consumption may cause health effects and risks ($HQ > 1$).

Keywords: health risk; lead; cadmium; open dump

บทนำ

สถานการณ์ด้านมลพิษสิ่งแวดล้อมด้านขยะมูลฝอยนับเป็นปัญหาสำคัญในการจัดการสิ่งแวดล้อมของประเทศไทยในปัจจุบัน เนื่องจากปริมาณขยะที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องและไม่ได้รับการจัดการที่เหมาะสม จากสถานการณ์ขยะมูลฝอยชุมชนของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2565 พบว่า มีขยะมูลฝอยชุมชนเกิดขึ้น 25.7 ล้านตัน เป็นส่วนที่ได้รับกำจัดอย่างถูกต้อง 9.8 ล้านตัน (ร้อยละ 38 ของปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้น) และกำจัดไม่ถูกต้อง 7.1 ล้านตัน (ร้อยละ 28 ของปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้น) [1] จากรายงานข้อมูลสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยของกรมควบคุมมลพิษ พบว่า ในปี พ.ศ. 2565 ประเทศไทยมีสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยที่เปิดดำเนินการทั้งสิ้น 2,074 แห่ง ประกอบด้วย สถานที่กำจัดขยะมูลฝอยซึ่งดำเนินการได้อย่างถูกต้อง จำนวน 111 แห่ง และเป็นสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยซึ่งดำเนินการไม่ถูกต้อง 1,963 แห่ง (ร้อยละ 94.65 ของจำนวนสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย) ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นลักษณะการเทกอง (Open Dump) จำนวน 1,578 แห่ง [2] ซึ่งการกำจัดขยะแบบเทกองจะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในด้านการปนเปื้อนของสารมลพิษต่าง ๆ ในดิน น้ำใต้ดิน แหล่งน้ำผิวดิน และสะสมอยู่ในสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพของอนามัยของประชาชนในพื้นที่ใกล้เคียงได้

จังหวัดนครนายกเป็นจังหวัดหนึ่งที่มีปัญหาด้านการจัดการขยะมูลฝอย โดยส่วนใหญ่จะเป็นสถานที่กำจัดขยะในลักษณะเทกองในหลายพื้นที่และประสบปัญหาปริมาณขยะตกค้างปริมาณมากจนส่งผลกระทบต่อชุมชนและสิ่งแวดล้อมเนื่องจากปัญหากลิ่นเหม็นและน้ำชะขยะที่ไหลลงสู่พื้นที่การเกษตรที่มีการปลูกข้าวและเป็นบ่อเลี้ยงปลาที่อยู่ใกล้เคียง

ซึ่งอาจมีความเป็นไปได้ที่จะพบการปนเปื้อนของโลหะหนักจากพื้นที่บ่อขยะและมีการสะสมอยู่ในดินและแหล่งน้ำและมีการดูดซับโลหะหนักมาสะสมในต้นข้าวมีที่ส่วนต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็น ราก ลำต้น เมล็ด และใบ และเมื่อนำไปบริโภคจึงอาจมีความเสี่ยงที่จะได้รับโลหะหนักเพิ่มมากขึ้น

ในงานวิจัยนี้จึงศึกษาปริมาณการปนเปื้อนของโลหะหนัก ได้แก่ ตะกั่ว และแคดเมียม ที่อาจปนเปื้อนในพื้นที่นาข้าวบริเวณโดยรอบพื้นที่บ่อขยะ เนื่องจากโลหะหนักทั้ง 2 ชนิดดังกล่าวมักพบปนเปื้อนในน้ำชะขยะ (Leachate) โดยเฉพาะพื้นที่เทกองขยะซึ่งส่งผลให้บริเวณโดยรอบมีปริมาณสารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ และโลหะหนักชนิดต่าง ๆ ปนเปื้อน เช่น ตะกั่ว แคดเมียม โครเมียม สารหนู และปรอท [3] และนำไปประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพจากความเป็นอันตรายอื่นนอกจากมะเร็ง (Non-Cancer Health Risk) โดยพิจารณาเฉพาะการรับสัมผัสทางปาก (Oral Exposure) จากการปนเปื้อนตะกั่ว และแคดเมียมจากการบริโภคข้าวที่ปลูกในพื้นที่เท่านั้น ทั้งนี้ในงานวิจัยนี้ไม่ได้ประเมินความเสี่ยงกรณีการเกิดมะเร็ง (Cancer Health Risk) เนื่องจากตะกั่วและแคดเมียมไม่ได้จัดอยู่ในกลุ่ม A (Carcinogenic to humans) ตาม Guidelines for Carcinogen Risk Assessment ของ U.S.EPA และไม่มีข้อมูลอ้างอิง คือ ค่า Oral Slope Factor สำหรับการประเมินความเสี่ยงกรณีการเกิดมะเร็งจากการได้รับการรับสัมผัสทางปาก (Oral Exposure)

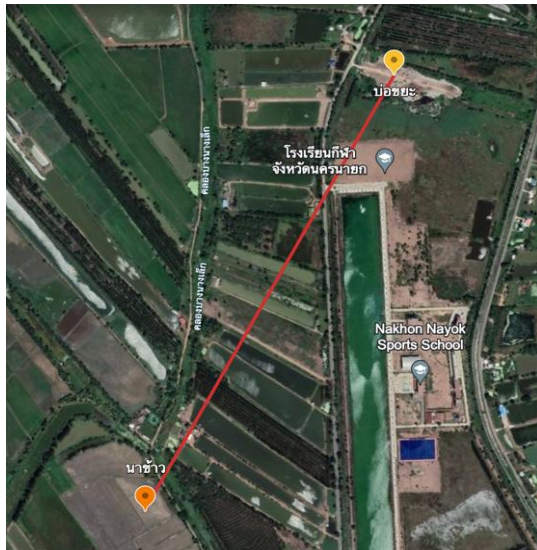
วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาปริมาณการปนเปื้อนของตะกั่วและแคดเมียมในพื้นที่นาข้าวบริเวณใกล้เคียงพื้นที่บ่อขยะในพื้นที่อำเภองครักษ์ จังหวัดนครนายก โดยประเมินค่าความสามารถในการดูดซึมโลหะหนักจากดินสู่พืช (Bioavailability Factor; BF) และประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากความเป็นอันตรายอื่นนอกจากมะเร็งจากการบริโภคข้าวที่ปลูกบริเวณในบริเวณพื้นที่ดังกล่าว

วิธีดำเนินการวิจัย

พื้นที่ศึกษาและเก็บตัวอย่าง

ในการศึกษานี้ดำเนินการเก็บตัวอย่างดินและข้าวในนาข้าวที่อยู่ใกล้เคียงบ่อขยะแห่งหนึ่งในพื้นที่อำเภองครักษ์ จังหวัดนครนายก มากที่สุด มีระยะห่างจากบ่อขยะไปนาข้าว 1.34 กิโลเมตร ตั้งอยู่บริเวณปลายน้ำจากบ่อขยะและมีการนำน้ำผิวดินที่ไหลผ่านบริเวณใกล้เคียงบ่อขยะไปใช้ในการเพาะปลูกดังแสดงในภาพที่ 1 (A) โดยพื้นที่นาข้าวดังกล่าวมีการปลูกข้าวประมาณ 115 ไร่ กำหนดจุดเก็บตัวอย่างดินและข้าว จำนวน 6 จุด ดังแสดงในภาพที่ 1 (B) โดยทำการสุ่มเก็บตัวอย่างข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 อายุประมาณ 120 วัน ซึ่งอยู่ในระยะเจริญเติบโตเต็มที่ในช่วงอายุเก็บเกี่ยว (เก็บตัวอย่าง ณ วันที่ 14 กันยายน 2566 เวลา 09:30 - 11:00 น.) ทำการเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร เนื่องจากข้าวเป็นพืชล้มลุก จึงเก็บตัวอย่างบริเวณดินชั้นบนโดยใช้เสียมเป็นอุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างตามวิธีการเก็บตัวอย่างดินของกรมวิชาการเกษตร [4]



(A) ระยะทางจากบ่อขยะไปนาข้าวที่เก็บตัวอย่าง



(B) จุดเก็บตัวอย่างดินและข้าว

ภาพที่ 1 พื้นที่ศึกษาและเก็บตัวอย่าง

การเตรียมตัวอย่าง

ตัวอย่างดินนำมาตากแห้งที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำมาบดให้ละเอียดแล้วร่อนด้วยตะแกรงขนาด 250 มิลลิเมตร จากนั้นนำแต่ละตัวอย่างใส่ลงถุงซิปล็อก

ตัวอย่างต้นข้าวนำมาล้างทำความสะอาดเพื่อกำจัดดินออก นำไปตากให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง แล้วเข้าอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นทำการแยกต้นข้าวออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่ ราก ลำต้น ใบ และเมล็ด โดยเมล็ดมีการแกะเปลือกออกก่อน แล้วนำแต่ละส่วนมาบดให้ละเอียดบรรจุลงในถุงซิปล็อก

การย่อยตัวอย่าง

การย่อยตัวอย่างเพื่อนำไปวิเคราะห์โลหะหนัก อ้างอิงวิธีตาม US.EPA Method 3050B Acid Digestion of Sediments, Sludge, and Soils [5] โดยนำตัวอย่างดินและต้นข้าวส่วนต่างที่บดละเอียดแล้วไปชั่งน้ำหนัก 1.00 กรัม โดยใช้เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง (จุดค่าน้ำหนักดินที่ชั่ง) ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ จากนั้นเติมกรดไนตริกเข้มข้น 70% ปริมาณ 20 มิลลิลิตร แล้วนำไปทำการต้มย่อยให้ความร้อนโดยใช้เครื่อง Hot Plate ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ต้มย่อยจนสมบูรณ์ได้เป็นสารละลายใส แล้วจึงตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ทำการกรองตัวอย่างโดยใช้กระดาษกรอง Whatman No.42 นำสารละลายที่ผ่านการกรองใส่ลงในขวดปรับปริมาตร และปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตรรวม 50 มิลลิลิตร นำตัวอย่างที่ปรับปริมาตรเรียบร้อยแล้วใส่ลงในขวดพลาสติกและนำไปแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

การวิเคราะห์โลหะหนัก

วิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในตัวอย่าง ใช้เครื่อง AAs (Atomic Absorption Spectrophotometer) ยี่ห้อ Shimadzu รุ่น AA-7000 (วิเคราะห์ตะกั่วภายใต้ Working conditions Lamp current: 5 mA, Fuel: acetylene, Support: air, Flame stoichiometry: oxidizing, Wavelength: 217.0 nm, วิเคราะห์แคดเมียมภายใต้ Working conditions Lamp current: 5 mA, Fuel: acetylene, Support: air, Flame stoichiometry: oxidizing, Wavelength: 228.8 nm) โดยการวิเคราะห์ตะกั่วมีค่า Limit of Detection (LOD) เท่ากับ 0.04-0.20 ppm มีค่า Limit of Quantitation

(LOQ) เท่ากับ 0.10-0.50 ppm และการวิเคราะห์แคดเมียมมีค่า LOD เท่ากับ 0.003-0.010 ppm ค่า LOQ เท่ากับ 0.010-0.040 ppm

การประเมินความสามารถในการดูดซับโลหะหนักจากดินไปสะสมไว้ในพืช

ในการประเมินความสามารถในการดูดซับโลหะหนักทั้งตะกั่วและแคดเมียมจากดินไปสะสมไว้ในส่วนต่าง ๆ ของข้าว (Bioavailability Factor; BF) สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 1 [6]

$$BF = \frac{C_{Plant}}{C_{Soil}} \quad \text{สมการที่ 1}$$

โดยที่

C_{Plant} คือ ความเข้มข้นโลหะหนักในพืช (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

C_{Soil} คือ ความเข้มข้นโลหะหนักในดิน (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพ

เป็นการประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพจากความเป็นอันตรายอื่นนอกจากมะเร็งโดยพิจารณาเฉพาะการรับสัมผัสทางปากจากการปนเปื้อนตะกั่วและแคดเมียมจากการบริโภคข้าวที่ปลูกในพื้นที่นาข้าวบริเวณใกล้เคียงกับบ่อขยะ โดยประเมินจากปริมาณการได้รับโลหะหนักโดยเฉลี่ยต่อวัน (Average daily dose; ADD) และนำค่าที่ได้มาประเมินความเสี่ยงเมื่อเทียบกับปริมาณที่ปลอดภัย (Reference Dose; RfD) โดยประเมินจากค่าที่ยอมรับได้ (Hazard Quotient; HQ) อ้างอิงตาม Risk Assessment Guidance for Superfund Volume I: Human Health Evaluation Manual Part A. (US-EPA) [7]

ปริมาณการได้รับโลหะหนักโดยเฉลี่ยต่อวัน (Average daily dose; ADD)

การประเมินปริมาณการได้รับโลหะหนักเข้าสู่ร่างกายต่อน้ำหนักตัวหนึ่งกิโลกรัมในหนึ่งวัน (ADD) สามารถคำนวณได้ดังสมการที่ 2

$$ADD = \frac{C \times IR \times EF \times ED}{BW \times AT} \quad \text{สมการที่ 2}$$

โดยที่

ADD คือ ปริมาณการได้รับโลหะหนักโดยเฉลี่ยต่อวัน (มิลลิกรัม/กิโลกรัม-วัน)

C คือ ปริมาณความเข้มข้นโลหะหนักที่ปนเปื้อนในข้าว (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)

IR คือ ปริมาณอัตราการบริโภคข้าว (กรัม/วัน)

EF คือ ค่าความถี่ในการบริโภคโลหะหนัก (วัน/ปี)

ED คือ ค่าระยะเวลาในการบริโภคโลหะหนัก (ปี)

BW คือ ค่าน้ำหนักตัวเฉลี่ยของผู้บริโภค (กิโลกรัม)

AT คือ ค่าช่วงระยะเวลาในการบริโภคโลหะหนัก (วัน)

ประเมินค่าที่ยอมรับได้ (Hazard Quotient; HQ)

ในการประเมินค่าที่ยอมรับได้ (HQ) สามารถคำนวณได้ดังสมการที่ 3

$$HQ = \frac{ADD}{RfD} \quad \text{สมการที่ 3}$$

โดยที่

RfD (Reference Dose) คือ ปริมาณที่สามารถรับเข้าไปโดยไม่ทำให้เกิดความผิดปกติใด ๆ ต่อร่างกาย (มิลลิกรัม/กิโลกรัม-วัน) ทั้งนี้ในการประเมินความเสี่ยงพิจารณาจากค่า HQ โดย

- หากค่า HQ น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 แสดงว่า ปริมาณสารเคมีที่ร่างกายได้รับไม่มากพอที่จะก่อให้เกิดผลทางสุขภาพได้ หรือไม่มีความเสี่ยงอย่างมีนัยสำคัญ

- หากค่า HQ มากกว่าหรือเท่ากับ 1 แสดงว่า ปริมาณสารเคมีที่ได้รับเกินค่ามาตรฐานหรือถือว่าอยู่ในระดับที่ไม่ปลอดภัยต่อสุขภาพ หรือมีความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการสัมผัสสาร

ในการประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพของงานวิจัยนี้ได้กำหนดค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ โดยแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การกำหนดค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการบริโภคข้าว

พารามิเตอร์	หน่วย	เด็ก		ผู้ใหญ่		อ้างอิง
		ชาย	หญิง	ชาย	หญิง	
น้ำหนักตัว (BW)	กิโลกรัม	37	35	60	52	[8]
ความถี่ในการบริโภคข้าว (EF)	วัน/ปี	365	365	365	365	
ระยะเวลาที่ได้รับสาร (ED)	ปี	10	10	30	30	[7]
อัตราการบริโภคข้าวสวย (IR _{Rice})	กรัม/วัน	225.34	225.34	272.63	272.63	[9]
ระยะเวลาเฉลี่ย (AT)	วัน	365 × 10	365 × 10	365 × 30	365 × 30	
RfD แคดเมียม	มิลลิกรัม/กิโลกรัม-วัน			1 × 10 ⁻³		[10]
RfD ตะกั่ว	มิลลิกรัม/กิโลกรัม-วัน			3.5 × 10 ⁻³		[10]

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิเคราะห์ปริมาณการปนเปื้อนของตะกั่วและแคดเมียมในพื้นที่นาข้าวใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) โดยหาค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

ผลการวิจัย**ปริมาณการปนเปื้อนของแคดเมียมและตะกั่วในดินบริเวณพื้นที่นาข้าว**

ปริมาณการปนเปื้อนของตะกั่วในดินมีค่าอยู่ระหว่าง 0.178 - 0.253 มิลลิกรัม/กิโลกรัม โดยมีค่าเฉลี่ย 0.214 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ปริมาณการปนเปื้อนของแคดเมียมในดิน มีค่าอยู่ระหว่าง 2.326 - 3.314 มิลลิกรัม/กิโลกรัม โดยมีค่าเฉลี่ย 0.3655 มิลลิกรัม/กิโลกรัม เมื่อเปรียบเทียบปริมาณการปนเปื้อนของโลหะหนักทั้ง 2 ชนิดที่ตรวจพบในตัวอย่างดินกับเกณฑ์มาตรฐาน ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพดิน พ.ศ. 2564 ที่กำหนดปริมาณตะกั่วต้องไม่เกิน 800 มิลลิกรัม/กิโลกรัม [11] พบว่า มีค่าไม่เกินมาตรฐานที่กำหนด ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ปริมาณการปนเปื้อนของตะกั่วและแคดเมียมในดิน

ตัวอย่างดิน	ความเข้มข้นของโลหะหนักในดิน (มก./กก.)	
	ตะกั่ว	แคดเมียม
จุดเก็บตัวอย่างที่ 1	0.178	3.314
จุดเก็บตัวอย่างที่ 2	0.213	2.326
จุดเก็บตัวอย่างที่ 3	0.253	2.879
จุดเก็บตัวอย่างที่ 4	0.193	3.027
จุดเก็บตัวอย่างที่ 5	0.208	2.681
จุดเก็บตัวอย่างที่ 6	0.237	2.470
ค่าเฉลี่ย	0.214	2.783
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.028	0.366
ค่ามาตรฐาน*	800	762

หมายเหตุ *ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพดิน ประกาศ ณ วันที่ 6 มกราคม พ.ศ. 2564 [9]

ปริมาณของแคดเมียมและตะกั่วที่สะสมในบริเวณส่วนต่าง ๆ ของต้นข้าว

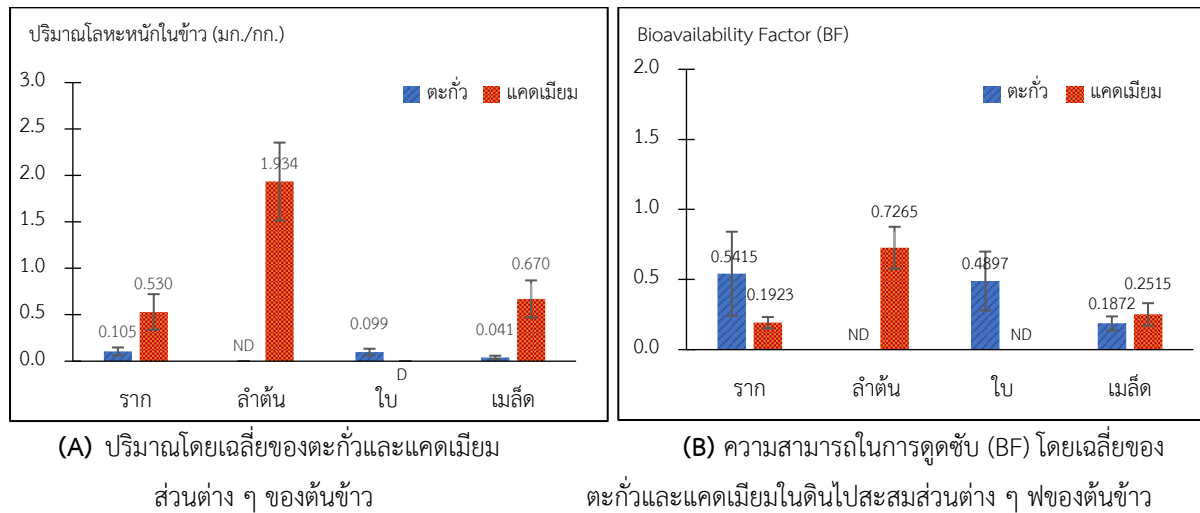
ปริมาณการปนเปื้อนของตะกั่วในรากมีค่ามากที่สุด อยู่ระหว่าง 0.020-0.295 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.105 มิลลิกรัม/กิโลกรัม รองลงมาใบมีค่าอยู่ระหว่าง 0.015-0.222 มิลลิกรัม/กิโลกรัมและมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.099 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และในลำต้น ตรวจไม่พบ สำหรับปริมาณการปนเปื้อนของแคดเมียมในลำต้นมีค่ามากที่สุด อยู่ระหว่าง 0.534-2.515 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.934 มิลลิกรัม/กิโลกรัม รองลงมา ใบรากมีค่าอยู่ระหว่าง 0.359-0.859 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.530 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และในใบ ตรวจไม่พบ ดังแสดงในตารางที่ 3

ปริมาณการปนเปื้อนของตะกั่วในเมล็ดข้าว มีค่าอยู่ระหว่าง 0.010 - 0.060 มิลลิกรัม/กิโลกรัม มีค่าเฉลี่ย 0.0203 มิลลิกรัม/กิโลกรัม เมื่อเปรียบเทียบปริมาณการปนเปื้อนของตะกั่วที่ตรวจพบในตัวอย่างเมล็ดข้าวกับเกณฑ์มาตรฐาน ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 414) พ.ศ. 2563 ออกตามความในพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522 เรื่อง มาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน [11] ที่กำหนดปริมาณตะกั่วต้องไม่เกิน 1 มิลลิกรัม/กิโลกรัม พบว่ามีค่าไม่เกินมาตรฐาน ปริมาณการปนเปื้อนของแคดเมียมในเมล็ดข้าว มีค่าอยู่ระหว่าง 0.433-0.791 มิลลิกรัม/กิโลกรัม โดยมีค่าเฉลี่ย 0.670 มิลลิกรัม/กิโลกรัม เมื่อเปรียบเทียบปริมาณการปนเปื้อนของแคดเมียมที่ตรวจพบในตัวอย่างเมล็ดข้าวกับเกณฑ์มาตรฐาน [11] ที่กำหนดปริมาณแคดเมียมต้องไม่เกิน 0.4 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตัวอย่างข้าวบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 5 และ 6 มีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด โดยพบแคดเมียม 0.785, 0.433 และ 0.791 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 2(A) และตารางที่ 3

ค่าความสามารถในการดูดซับและสะสมตะกั่วจากดินไปยังส่วนต่าง ๆ ในต้นข้าว

เมื่อเปรียบเทียบค่าความสามารถในการดูดซับและสะสมตะกั่วจากดินไปยังส่วนต่าง ๆ ในต้นข้าว (BF) พบว่า ตะกั่วจะมีการถูกดูดซับและสะสมไว้ในบริเวณรากมากที่สุด โดยมีค่า BF อยู่ในช่วง 0.0791-1.5285 และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.5415 รองลงมา คือ บริเวณใบ มีค่า BF อยู่ในช่วง 0.0704-1.0673 และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.4897 และบริเวณเมล็ด มีค่า BF อยู่ในช่วง 0.0136-0.2548 และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.1872 ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบค่าความสามารถในการดูดซับและสะสมแคดเมียมจากดินไปยังส่วนต่าง ๆ ในต้นข้าว (BF) พบว่า แคดเมียมจะมีการถูกดูดซับและสะสมไว้ที่บริเวณลำต้นมากที่สุด โดยมีค่า BF อยู่ในช่วง 0.1611-1.0182 และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.7265 รองลงมาคือ คือบริเวณเมล็ด มีค่า BF อยู่ในช่วง 0.1615-0.3202 และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.2515 และบริเวณราก มีค่า BF อยู่ในช่วง 0.1237-0.2984 และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.1923 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 2(B) และตารางที่ 3



ภาพที่ 2 การเปรียบเทียบปริมาณโดยเฉลี่ยของตะกั่วและแคดเมียมในส่วนต่าง ๆ ของต้นข้าว และค่าความสามารถในการดูดซับโดยเฉลี่ยของตะกั่วและแคดเมียมในดินไปสะสมยังส่วนต่าง ๆ ในต้นข้าว

ตารางที่ 3 ปริมาณการปนเปื้อนของแคดเมียมและตะกั่วที่สะสมในต้นข้าวบริเวณส่วนต่าง ๆ และค่า Bioavailability Factor

ส่วนของต้นข้าว	จุดที่	ปริมาณการปนเปื้อน (มก./กก.)		Bioavailability Factor (BF)	
		ตะกั่ว	แคดเมียม	ตะกั่ว	แคดเมียม
ราก	จุดเก็บตัวอย่างที่ 1	0.185	0.410	1.0393	0.1237
	จุดเก็บตัวอย่างที่ 2	0.055	0.378	0.2582	0.1625
	จุดเก็บตัวอย่างที่ 3	0.020	0.859	0.0791	0.2984
	จุดเก็บตัวอย่างที่ 4	0.295	0.551	1.5285	0.1820
	จุดเก็บตัวอย่างที่ 5	0.054	0.359	0.2596	0.1339
	จุดเก็บตัวอย่างที่ 6	0.020	0.625	0.0844	0.2530
	เฉลี่ย	0.105	0.530	0.5415	0.1923
ลำต้น	จุดเก็บตัวอย่างที่ 1	ND	0.534	ND	0.1611
	จุดเก็บตัวอย่างที่ 2	ND	2.320	ND	0.9974
	จุดเก็บตัวอย่างที่ 3	ND	1.894	ND	0.6579
	จุดเก็บตัวอย่างที่ 4	ND	2.221	ND	0.7337
	จุดเก็บตัวอย่างที่ 5	ND	2.120	ND	0.7907
	จุดเก็บตัวอย่างที่ 6	ND	2.515	ND	1.0182
	เฉลี่ย	-	1.934	ND	0.7265

ใบ	จุดเก็บตัวอย่างที่ 1	0.059	ND	0.3315	ND
	จุดเก็บตัวอย่างที่ 2	0.015	ND	0.0704	ND
	จุดเก็บตัวอย่างที่ 3	ND	ND	ND	ND
	จุดเก็บตัวอย่างที่ 4	ND	ND	ND	ND
	จุดเก็บตัวอย่างที่ 5	0.222	ND	1.0673	ND
	จุดเก็บตัวอย่างที่ 6	ND	ND	ND	ND
	เฉลี่ย	0.099	ND	0.4897	ND
เมล็ด	จุดเก็บตัวอย่างที่ 1	0.010	ND	0.0562	ND
	จุดเก็บตัวอย่างที่ 2	0.029	ND	0.0136	ND
	จุดเก็บตัวอย่างที่ 3	0.044	0.785	0.1739	0.2727
	จุดเก็บตัวอย่างที่ 4	0.048	ND	0.2487	ND
	จุดเก็บตัวอย่างที่ 5	0.053	0.433	0.2548	0.1615
	จุดเก็บตัวอย่างที่ 6	0.060	0.791	0.2532	0.3202
	เฉลี่ย	0.041	0.670	0.1872	0.2515
ค่ามาตรฐาน*		1 (อาหารทั่วไป)	0.4 (ข้าวขัดสี)		

หมายเหตุ *ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 414) พ.ศ. 2563 ออกตามความในพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522

เรื่อง มาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน ประกาศ ณ วันที่ 20 มีนาคม พ.ศ. 2563 [12]

ND = Not Detected หมายถึง ตรวจไม่พบเนื่องจากมีค่าต่ำกว่าขีดจำกัดของการตรวจวัด (Limit of detection, LOD)

การประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพจากการได้รับตะกั่วและแคดเมียมจากการบริโภคข้าว

การคำนวณปริมาณเฉลี่ยต่อวันจากการได้รับตะกั่วและแคดเมียมจากการบริโภคข้าวในงานวิจัยนี้ใช้ผลการศึกษ ปริมาณการปนเปื้อนในเมล็ดข้าว (ข้าวสาร) โดยนำมาคิดให้เป็นปริมาณการปนเปื้อนในข้าวสวยเพื่อการบริโภค ดังแสดงใน ตารางที่ 4 เนื่องจากโดยทั่วไปแล้วข้าวสารเมื่อหุงสุกจะมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นเนื่องจากการดูดซับน้ำระหว่างการหุง โดยข้าวขาว (White rice) น้ำหนักจะเพิ่มขึ้นประมาณ 2-3 เท่าเมื่อหุงสุก [13] ในงานการประเมินความเสี่ยงจากการบริโภคข้าวในงานวิจัย นี้ได้กำหนดสมมติฐานในกรณีเลวร้ายที่สุด (Worst case scenario) คือ น้ำหนักข้าวสารจะเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าเมื่อหุงสุก (ข้าวสวย) การบริโภคข้าวเฉพาะจากแหล่งที่มีการปลูกในพื้นที่การปนเปื้อนที่ศึกษานี้เท่านั้น ในขั้นตอนการหุงข้าวโดย และการข้าวขาวไม่มีการสูญเสียโลหะหนักและน้ำหนักข้าว และไม่มีการปนเปื้อนโลหะหนักจากขั้นตอนและวิธีต่าง ๆ ในขณะหุง

ในการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการได้รับตะกั่วและแคดเมียมจากการบริโภคข้าวในแต่ละวันเป็นระยะ เวลานานในงานวิจัยนี้ จะพิจารณาจากผู้บริโภคเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มเด็กอยู่ช่วงอายุ 6-15 ปี และกลุ่มผู้ใหญ่อยู่ช่วงอายุ 16-60 ปี โดยจำแนกเป็นเพศหญิงและชาย เมื่อนำมาคำนวณค่าที่ยอมรับได้ของโลหะหนักแต่ละชนิด พบว่า

ความเสี่ยงทางสุขภาพจากการได้รับตะกั่วจากการบริโภคที่ปลูกบริเวณใกล้เคียงพื้นที่บ่อขยะในอำเภองครักษ์ จังหวัดนครนายก ในกลุ่มเด็ก มีค่า HQ อยู่ในช่วง 0.01-0.06 และในกลุ่มผู้ใหญ่ มีค่า HQ อยู่ในช่วง 0.01-0.04 ซึ่งจากผลการ

ประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพโดยพิจารณาจากค่า HQ พบว่า ค่า HQ ที่ได้มีค่าน้อยกว่า 1 แสดงให้เห็นว่าการได้รับตะกั่วจากการบริโภคข้าวไม่ก่อให้เกิดผลกระทบทางสุขภาพ หรือไม่มีความเสี่ยงอย่างมีนัยสำคัญ แสดงดังตารางที่ 4

เมื่อประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพจากการได้รับแคดเมียมจากการบริโภคข้าวที่ปลูกบริเวณใกล้เคียงพื้นที่บ่อขยะ พบว่า ตัวอย่างเมล็ดข้าวบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 5 และ 6 ที่พบแคดเมียมเกินเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด โดยพบแคดเมียม 0.785, 0.433 และ 0.791 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ เมื่อนำมาประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพ พบว่า ในกลุ่มเด็ก มีค่า HQ อยู่ในช่วง 1.32-2.55 และในกลุ่มผู้ใหญ่ มีค่า HQ อยู่ในช่วง 0.98-2.07 ซึ่งค่า HQ ที่ได้มีค่ามากกว่า 1 แสดงให้เห็นว่าการได้รับแคดเมียมจากการบริโภคข้าวอาจก่อให้เกิดผลกระทบทางสุขภาพได้ แสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 4 ปริมาณเฉลี่ยต่อวันจากการได้รับตะกั่วจากการบริโภคข้าวและการประเมินความเสี่ยงกรณีสารไม่ก่อมะเร็งจากการประเมินค่าที่ยอมรับได้

จุดเก็บ ตัวอย่าง	Pb ^{1/} (mg/kg)		ADD ^{2/} (mg/kg-d)				HQ			
	ข้าวสาร	ข้าวสอย	เด็ก		ผู้ใหญ่		เด็ก		ผู้ใหญ่	
			ชาย	หญิง	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง
1	0.0100	0.0050	0.00003	0.00003	0.00002	0.00003	0.01	0.01	0.01	0.01
2	0.0290	0.0145	0.00009	0.00009	0.00007	0.00008	0.03	0.03	0.02	0.02
3	0.0440	0.0220	0.00013	0.00014	0.00010	0.00012	0.04	0.04	0.03	0.03
4	0.0480	0.0240	0.00015	0.00015	0.00011	0.00013	0.04	0.04	0.03	0.04
5	0.0530	0.0265	0.00016	0.00017	0.00012	0.00014	0.05	0.05	0.03	0.04
6	0.0600	0.0300	0.00018	0.00019	0.00014	0.00016	0.05	0.06	0.04	0.04
เฉลี่ย	0.0407	0.0203	0.00012	0.00013	0.00009	0.00011	0.03	0.04	0.03	0.03

หมายเหตุ ^{1/}คำนวณปริมาณการปนเปื้อนของตะกั่วในข้าวสอยเพื่อการบริโภค โดยคิดเทียบจากน้ำหนักข้าวสารจะเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าเมื่อหุงสุกเป็นข้าวสอย ($\text{mg/kgข้าวสอย} = \text{X mg/1 kgข้าวสาร} * 1 \text{ kgข้าวสาร}/2 \text{ kgข้าวสอย}$)

^{2/}คำนวณปริมาณเฉลี่ยต่อวันจากการได้รับตะกั่วจากการบริโภคข้าวสอย (ADD) โดยอ้างอิงอัตราการบริโภคข้าวสอย (IR_{Rice}) ที่แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 5 ปริมาณเฉลี่ยต่อวันจากการได้รับแคดเมียมจากการบริโภคข้าว (ADD) และการประเมินความเสี่ยงกรณีสารไม่ก่อมะเร็งจากการประเมินค่าที่ยอมรับได้ (HQ)

จุดเก็บตัวอย่าง	Cd ^{1/} (mg/kg)		ADD ^{2/} (mg/kg-d)				HQ			
	ข้าวสาร	ข้าวสวย	เด็ก		ผู้ใหญ่		เด็ก		ผู้ใหญ่	
			ชาย	หญิง	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง
1	ND	ND	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
2	ND	ND	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
3	0.7850	0.3925	0.00239	0.00253	0.00178	0.00206	2.39	2.53	1.78	2.06
4	ND	ND	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
5	0.4330	0.2165	0.00132	0.00139	0.00098	0.00114	1.32	1.39	0.98	1.14
6	0.7910	0.3955	0.00241	0.00255	0.00180	0.00207	2.41	2.55	1.80	2.07
เฉลี่ย	0.3348	0.1674	0.00102	0.00108	0.00076	0.00088	1.02	1.08	0.76	0.88

หมายเหตุ ^{1/}คำนวณปริมาณการปนเปื้อนของแคดเมียมในข้าวสวยเพื่อการบริโภค โดยคิดเทียบจากน้ำหนักข้าวสารจะเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า เมื่อหุงสุกเป็นข้าวสวย ($\text{mg/kgข้าวสวย} = X \text{ mg/1 kgข้าวสาร} * 1 \text{ kgข้าวสาร}/2 \text{ kgข้าวสวย}$)

^{2/}คำนวณปริมาณเฉลี่ยต่อวันจากการได้รับแคดเมียมจากการบริโภคข้าวสวย (ADD) โดยอ้างอิงอัตราการบริโภคข้าวสวย (IR_{Rice}) ที่แสดงในตารางที่ 1

N/A = Not Applicable หมายถึง ไม่สามารถแสดงผลได้ เนื่องจากตรวจไม่พบในตัวอย่าง (ND)

สรุปและอภิปรายผล

การศึกษาปริมาณการปนเปื้อนของตะกั่วและแคดเมียมในพื้นที่นาข้าวบริเวณใกล้เคียงพื้นที่บ่อขยะในอำเภองครักษ์ จังหวัดนครนายก พบว่า ปริมาณตะกั่วในดินมีค่าอยู่ในช่วง 0.178-0.253 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และปริมาณแคดเมียมในดินมีค่าอยู่ในช่วง 2.326-3.314 มิลลิกรัม/กิโลกรัม มีค่าไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพดิน พ.ศ. 2564 ทั้งนี้จะพบว่าปริมาณของตะกั่วและแคดเมียมในดินในบริเวณนาข้าว ซึ่งเป็นพื้นที่เกษตรกรรมดังกล่าวมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานโลหะหนักในดินมาก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวันปิติ ธรรมศรี และคณะ [14] ที่ศึกษาการปนเปื้อนของโลหะหนัก (ตะกั่ว แคดเมียม และสารหนู) ในตัวอย่างดินและข้าวจากนาข้าวบริเวณอำเภอสว่างวีระ จังหวัดชัยนาท ซึ่งการปนเปื้อนของตะกั่วและแคดเมียมในแปลงนามีค่าน้อยกว่ามาตรฐานที่กำหนด แต่พบว่าการปนเปื้อนของสารหนูในแปลงนามีค่าอยู่ในช่วง 5.168-6.345 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ซึ่งมีบางตัวอย่างที่มีค่าเกินกว่ามาตรฐานกำหนด โดยค่ามาตรฐานกำหนดไว้ว่าสารหนูต้องไม่เกิน 6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

เมื่อเปรียบเทียบค่าความสามารถในการดูดซับและสะสมโลหะหนักจากดินไปยังส่วนต่าง ๆ ในต้นข้าว (BF) พบว่า ตะกั่วจะมีการถูกดูดซับและสะสมไว้ที่บริเวณรากมากที่สุด โดยมีค่า BF อยู่ในช่วง 0.0791-1.5285 รองลงมา คือ บริเวณใบ และเมล็ด มีค่า BF อยู่ในช่วง 0.0704-1.0673 และ 0.0136-0.2548 ตามลำดับ ส่วนแคดเมียมจะมีการถูกดูดซับและสะสมไว้ที่บริเวณลำต้นมากที่สุด โดยมีค่า BF อยู่ในช่วง 0.1611-1.0182 รองลงมาคือ คือ บริเวณเมล็ด และราก มีค่า BF อยู่ในช่วง 0.1615-0.3202 และ 0.1237-0.2984 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Ahmed และคณะ ที่ศึกษาการสะสมโลหะหนักในดินและพืช โดยพบว่าตัวอย่างข้าวพบการสะสมตะกั่วที่บริเวณรากสูงสุด [15] นอกจากนี้ยังพบว่า สอดคล้องกับ

งานวิจัยของฉัตรพงษ์ คำเลิศ และคณะ [16] ที่ศึกษาความสามารถในการสะสมแคดเมียมและตะกั่วในการปลูกข้าวไรซ์เบอร์รี่ พันธุ์ กข 57 ผลการศึกษาพบว่า ตะกั่วจะพบสะสมที่บริเวณรากมากที่สุด รองลงมา คือ ใบ และ ลำต้น ส่วนแคดเมียมพบสะสมที่บริเวณรากมากที่สุด รองลงมาคือ ลำต้น และใบ ทั้งนี้ข้าวแต่ละสายพันธุ์จะมีเปอร์เซ็นต์การสะสมแบ่งที่แตกต่างกัน ทำให้ความสามารถในการดักจับโลหะของข้าวที่แตกต่างกันออกไปด้วย จากผลศึกษาความสามารถในการสะสมตะกั่ว แคดเมียม และสังกะสีในข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ที่ปลูกในสภาวะที่ดินมีการปนเปื้อน [17] พบว่า ที่บริเวณรากจะพบการสะสมของตะกั่ว แคดเมียม และสังกะสีในปริมาณมาก โดยเมื่อศึกษาความแตกต่างของการเจริญเติบโตของข้าวที่ความเข้มข้นในการปนเปื้อนของโลหะหนักที่แตกต่างกัน พบว่า หากมีการปนเปื้อนตะกั่ว แคดเมียม และสังกะสีที่ระดับความเข้มข้นที่มีค่าสูงกว่ามาตรฐานในดินจะทำให้ข้าวไม่สามารถเจริญเติบโตได้ตามปกติ ลำต้น มีใบสีเหลือง และไม่สามารถออกผลผลิตได้ ทั้งนี้ปัจจัยสำคัญที่ควบคุมความสามารถในการละลาย การเคลื่อนที่ และการดูดซึมของธาตุต่าง ๆ เข้าสู่พืช คือ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของดิน [18] โดยทั่วไปแล้วการเคลื่อนที่ของโลหะจะลดลงเมื่อค่า pH ของดินเพิ่มขึ้น เนื่องจากการตกตะกอนของโลหะในรูปของไฮดรอกไซด์คาร์บอเนต หรือการเกิดเป็นสารเชิงซ้อนอินทรีย์ที่ไม่ละลายน้ำ นอกจากนี้ ค่า pH ของดินยังส่งผลต่อความสามารถในการละลายของธาตุอาหารในดินและควบคุมกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดินอีกด้วย [19]

ปริมาณการปนเปื้อนโลหะหนักในเมล็ดข้าว พบว่า มีปริมาณตะกั่วอยู่ในช่วง 0.010 - 0.060 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และปริมาณแคดเมียมอยู่ในช่วง 0.433 - 0.791 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณการปนเปื้อนกับเกณฑ์มาตรฐาน ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 414) พ.ศ. 2563 พบว่า ปริมาณตะกั่วในตัวอย่างเมล็ดข้าวทั้งหมดมีค่าไม่เกินมาตรฐานที่กำหนด แต่ปริมาณแคดเมียมในบางตัวอย่างพบว่ามีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานกำหนด สอดคล้องกับการศึกษาการปนเปื้อนของโลหะหนักในตัวอย่างดินและข้าวในนาข้าวของประเทศไนจีเรียซึ่งพบปริมาณแคดเมียมในเมล็ดข้าวปริมาณสูง [20] ทั้งนี้อาจเกิดได้จากหลายปัจจัยทั้งการปนเปื้อนจากพื้นที่บ่อขยะหรือการมีปริมาณของแคดเมียมอยู่ในดินที่เป็นพื้นที่การเกษตรเดิมอยู่แล้ว ซึ่งอาจเป็นข้อมูลเพื่อใช้ในการเฝ้าระวังในพื้นที่ต่อไป แต่ในกรณีที่พบการปนเปื้อนของแคดเมียมในระดับสูง เช่น ในงานวิจัยที่ศึกษาการปนเปื้อนแคดเมียมในดินและการสะสมในผลผลิตข้าวบนพื้นที่ตำบลแม่ตาว และตำบลพระธาตุผาแดง อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก โดยดินแปลงนาข้าวที่ระดับความลึกไม่เกิน 30 เซนติเมตรพบการปนเปื้อนของแคดเมียมในระดับสูง (มากกว่า 30 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) [21] จะพบว่าหากได้รับการสะสมในร่างกายจะส่งผลกระทบต่อแคดเมียมจะทำให้เอนไซม์ในร่างกายทำงานบกพร่อง ขัดขวางการสร้างเม็ดเลือดแดง ไตทำงานผิดปกติ ก่อให้เกิดโรคไต-อิด และมีโอกาสเสียชีวิตได้ [22]

เมื่อประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพกรณีความเป็นอันตรายอื่นนอกจากมะเร็งจากการได้รับโลหะหนักจากการบริโภคข้าวที่ปลูกในพื้นที่ศึกษา พบว่า การได้รับตะกั่วจากการบริโภคข้าวในกลุ่มเด็ก มีค่า HQ อยู่ในช่วง 0.01-0.06 และในกลุ่มผู้ใหญ่ มีค่า HQ อยู่ในช่วง 0.01-0.04 ซึ่งค่า HQ ที่ได้มีค่าน้อยกว่า 1 แสดงให้เห็นว่าการได้รับตะกั่วจากการบริโภคข้าวไม่ก่อให้เกิดความเสี่ยงทางสุขภาพอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อประเมินความเสี่ยงจากการได้รับแคดเมียมจากการบริโภคข้าวสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่พบแคดเมียมเกินเกณฑ์มาตรฐาน พบว่า ในกลุ่มเด็ก มีค่า HQ อยู่ในช่วง 1.32-2.55 และในกลุ่มผู้ใหญ่ มีค่า HQ อยู่ในช่วง 0.98-2.07 ซึ่งค่า HQ ที่ได้มีค่ามากกว่า 1 แสดงให้เห็นว่าการได้รับแคดเมียมจากการบริโภคข้าวอาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพได้

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

ผลการศึกษาในงานวิจัยนี้พบว่าปริมาณแคดเมียมในเมล็ดข้าวบางตัวอย่างมีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐาน และเมื่อนำมาประเมินความเสี่ยงกรณีการได้รับแคดเมียมเข้าสู่ร่างกายจากการบริโภคข้าวพบว่ามีความเสี่ยงที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพได้ ดังนั้นจึงควรมีการเฝ้าระวังและลดปริมาณการบริโภคข้าวที่ปลูกในพื้นที่ดังกล่าว

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ทำการศึกษาและเก็บตัวอย่างดินและข้าวในนาข้าวที่มีลักษณะเช่นเดียวกับที่ศึกษาในงานวิจัยนี้ แต่เป็นพื้นที่บริเวณที่อยู่ห่างจากพื้นที่บ่อขยะออกไป เพื่อศึกษาปริมาณของตะกั่วและแคดเมียมในตัวอย่างดินที่มีอยู่เดิมในพื้นที่ และนำมาศึกษาเปรียบเทียบกับพื้นที่นาข้าวที่อยู่ใกล้กับพื้นที่บ่อขยะดังกล่าว

เอกสารอ้างอิง

- [1] Waste and Hazardous Substance Management Division, Pollution Control Department. (2023). *Report on the situation of community waste disposal sites in Thailand in 2022*. Ministry of Natural Resources and Environment. Retrieved January 6, 2025, from <https://www.pcd.go.th/publication/29509/> (In Thai)
- [2] Pollution Control Department. (2023). *Thailand pollution situation report 2022*. Ministry of Natural Resources and Environment. Retrieved January 6, 2025, from <https://www.pcd.go.th/publication/30311/> (In Thai)
- [3] Gunarathne, V., Ankur, P., Zanoletti, A., Upamali, A., Vitchanage, M., Francesco, D. M., Pivato, A., Korzeniewska, E., and Bontempi, E. (2024). Environmental pitfalls and associated human health risks and ecological impacts from landfill leachate contaminants: Current evidence, recommended interventions and future directions. *Science of The Total Environment*, 912, Article 169026. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.169026>
- [4] Department of Agriculture. (2019). *Soil sampling methods*. Retrieved January 8, 2025, from https://doasoiltestkit.doa.go.th/home/info_1 (In Thai)
- [5] U.S. Environmental Protection Agency. (1996). *Method 3050B: Acid digestion of sediments, sludge, and soils*. Retrieved January 10, 2025, from <https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-06/documents/epa-3050b.pdf>
- [6] Seyyed, M. H. B., Hossein, H., Hamed, M. A., and Ali, H. (2023). Concentration of heavy metals in leachate, soil, and plants in Tehran's landfill: Investigation of the effect of landfill age on the intensity of pollution. *Heliyon*, 9(1), Article e13017. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e13017>
- [7] U.S. Environmental Protection Agency. (1989). *Risk assessment guidance for superfund volume I: Human health evaluation manual part A*. Retrieved January 6, 2025, from http://www.epa.gov/sites/default/files/2015-09/documents/rags_a.pdf
- [8] Bureau of Nutrient, Department of Health. (2020). *Dietary reference intake for thais 2020*. Ministry of Public Health. Retrieved January 12, 2025, from <https://www.thaidietetics.org/?p=6120> (In Thai)
- [9] National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards. (2023). *Database of food consumption of Thai people*. Retrieved January 12, 2025, from <http://consumption.acfs.go.th/main;jsessionid=F6D65F8D2F548BAF0C4F2C8F39BEB42C> (In Thai)
- [10] U.S. Environmental Protection Agency. (2008). *Integrated risk information system*. Retrieved January 6, 2025, from https://iris.epa.gov/ChemicalLanding/&substance_nmbr=141

- [11] Pollution Control Department. (2021). *The national environment board on the determination of soil quality standards*. Retrieved January 15, 2025, from <https://www.pcd.go.th/laws/25162/> (In Thai)
- [12] Announcement of Ministry of Public Health (No. 414) B.E. 2563 Issued by Virtue of the Food Act B.E. 2522 Re: Standards for Contaminants in Food. (2020, May 20). *Government Gazette*. No. 137 Special Section 118 Ng. Page 17-18. Ratchakitcha.
https://www.ratchakitcha.soc.go.th/DATA/PDF/2563/E/118/T_0017.PDF (In Thai)
- [13] CooksInfo. (2025). *Rice*. Retrieved April 7, 2025, from <https://www.cooksinfo.com/rice>
- [14] Thammasri, W., Honglert, P., Inngen, A., Raksarat, A., and Onaon, N. (2022). Health risk assessment of lead, cadmium, arsenic from the consumption of rice in Watsing District, Chainat Province. *Journal of Safety and Health*, 15(2), 103-113. (In Thai)
- [15] Ahmed, M., Matsumoto, M., and Kurosawa, K. (2018). Heavy metal contamination of irrigation water, soil, and vegetables in a multi-industry district of Bangladesh. *International Journal of Environmental Research*, 11(3), 531-542. <https://doi.org/10.3390/w11030583>
- [16] Khamlerd, C., Neeratanaphan, L., and Phoonaploy, U. (2019). In vivo study of cadmium and lead accumulations in the root, stem and leaf of riceberry (*Oryza sativa* L.). *Thai Science and Technology Journal*, 28(11), 2012-2024. (In Thai)
- [17] Sanoh, S. (2005). *Uptake of heavy metals by vetiver grass, sunflower and rice from zinc, cadmium and lead contaminated soil*. Graduate School, Kasetsart University.
https://kukr.lib.ku.ac.th/kukr_es/BKN_GRAD/search_detail/result/155279 (In Thai)
- [18] Franklin, O. N., Anthony, A. D., Anthony, Y. K., William, A. A., Evans, M., and Ralph, T. (2021). Assessment of heavy metal contamination in soils at the Kpone landfill site, Ghana: Implication for ecological and health risk assessment. *Chemosphere*, 282, Article 131007.
<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.131007>
- [19] Neina, D. (2019). The role of soil pH in plant nutrition and soil remediation. *Applied and Environmental Soil Science*, 2019, Article 5794869. <https://doi.org/10.1155/2019/5794869>
- [20] Fredrick, O. U., Okhuomaruyi, D. O., Anita, F. A., and Blessing, B. O. (2021). Assessment of heavy metals concentrations, soil-to-plant transfer factor and potential health risk in soil and rice samples from Ezillo rice fields in Ebonyi State, Nigeria. *Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management*, 16(21), Article 100503. <https://doi.org/10.1016/j.enmm.2021.100503>
- [21] Pluemphuak, T., Verasan, J., Kamlung, A., and Mala, T. (2015). Cadmium contaminated in paddy soils and rice yields in Mae Tao and Phra That Pha Daeng Subdistrict, Mae Sot District, Tak Province. *Prawarun Agricultural Journal*, 12(1), 1-8 (In Thai)
- [22] Harrison, N. (2001). Inorganic contaminants in food: Metals and metalloids. In D. Watson (Ed.), *Food chemical safety: Contaminants* (Vol. 1, Chapter 7). CRC Press.