

การประเมินการปนเปื้อนโลหะหนักบางชนิดในดินนาข้าว ของจังหวัดสุโขทัย

ASSESSMENT OF SOME HEAVY METAL CONTAMINATIONS IN PADDY SOILS OF SUKHOTHAI PROVINCE

นุชจรี ท้ายสนิท และ ปิยะดา วชิระวงศ์กร *

Nuhcjaree Thaysnit and Piyada Wachirawongsakorn *

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

Major of Environmental Science and Technology Program, Faculty of Science and Technology,

Pibulsongkram Rajabhat University

* corresponding author e-mail : piyada333@hotmail.com

(Received: 22 December 2020; Revised: 10 February 2021; Accepted: 17 March 2021)

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินการปนเปื้อนของโลหะหนักบางชนิด ได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม ทองแดง สังกะสี และเหล็ก ในดินนาข้าว 3 อำเภอ ได้แก่ อำเภอศรีสำโรง อำเภอเมือง และอำเภอกงไกรลาศ จังหวัดสุโขทัย ผลการศึกษา พบว่า ดินนาข้าวมีการปนเปื้อนเหล็กเฉลี่ยมากที่สุด $3,576.35 \pm 1,325.13$ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (อยู่ในช่วง 961.88– 6689.38 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) รองลงมา ได้แก่ สังกะสีเฉลี่ย 30.78 ± 10.27 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (อยู่ในช่วง 7.55–74.10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ตะกั่วเฉลี่ย 15.49 ± 8.97 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (อยู่ในช่วง ND–34.08 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และทองแดงเฉลี่ย 15.29 ± 5.84 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (อยู่ในช่วง 3.10– 30.03 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ตามลำดับ ในขณะที่ตรวจไม่พบปริมาณแคดเมียมในดินนาข้าวในทุกพื้นที่ ซึ่งปริมาณการปนเปื้อนโลหะหนักในดินนาข้าวดังกล่าวไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้

คำสำคัญ: โลหะหนัก การปนเปื้อน ดิน

Abstract

The aim of this study was to assess some heavy metal contaminations such as lead, cadmium, copper, zinc and iron in paddy soils of 3 districts such as Sri-samrong District, Muang District and Kong-kraiat District, Sukhothai Province. The results showed

that the averaged iron content in paddy soils had the highest value with $3,576.35 \pm 1,325.13$ mg/kg (ranged between 961.88–6689.38 mg/kg), followed by averaged zinc of 30.78 ± 10.27 mg/kg (ranged between 7.55–74.10 mg/kg), averaged lead 15.49 ± 8.97 mg/kg (ranged between ND–34.08 mg/kg), and averaged copper 15.29 ± 5.84 mg/kg (ranged between 3.10–30.03 mg/kg), respectively. Cadmium contents in all paddy soils were not detected at any sites. These heavy metal contaminations in paddy soils were within the established standards.

Keywords: Heavy metal, Contamination, Soil

บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ชาวไร่ชาวนาเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญต่อประเทศ 1 ใน 5 ของพื้นที่ของประเทศไทยหรือประมาณ 70 ล้านไร่เป็นพื้นที่นา โดยพื้นที่นาส่วนใหญ่กระจายอยู่ทั่วประเทศและอยู่นอกเขตชลประทาน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557) ในการทำนาข้าวต้องมีการใช้ปุ๋ยเคมี สารกำจัดวัชพืช และสารเคมีกำจัดศัตรูพืช เพื่อเร่งการเจริญเติบโตและการเพิ่มผลผลิตให้มากขึ้น อาจทำให้ดินบริเวณที่เพาะปลูกมีการสะสมของสารเคมีต่างๆ สารบางชนิดมีความสามารถในการย่อยสลายต่ำจึงก่อให้เกิดการสะสมอยู่ในดินเป็นเวลานาน โดยมีการตรวจพบว่า มีการสะสมของโลหะหนักในดิน ได้แก่ ทองแดง สังกะสี แคดเมียม และตะกั่ว เป็นต้น (สุชาติณี, 2558; Satpathy et al., 2014) และโลหะหนักที่สำคัญเหล่านี้สามารถเกิดการสะสมในส่วนต่างๆ ของต้นข้าวโดยเฉพาะในส่วนเมล็ดที่ใช้บริโภค โดยได้มีการศึกษาวิจัยจำนวนมากที่มีการรายงานว่าการที่ประชาชนบริโภคในแถบเอเชียมีการปนเปื้อนแคดเมียมและตะกั่วเป็นหลัก (Moon et al., 1995; Jung & Thornton, 1997; Shimbo et al., 2001; Zhang & Ke, 2004; Fangmin et al., 2006) นอกจากนี้โลหะหนักที่สะสมในดินยังสามารถส่งผลให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศ เช่น ดิน น้ำ พืช สัตว์ และรวมถึงมนุษย์ (สุจิตรา, 2553)

พื้นที่จังหวัดสุโขทัยตั้งอยู่ภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทย มีเนื้อที่ทั้งหมด 6,596.092 ตารางกิโลเมตร แบ่งเขตการปกครองเป็น 9 อำเภอ มีพื้นที่การปลูกข้าวนาปีเป็นลำดับที่ 3 ของกลุ่มภาคเหนือตอนล่าง และมีพื้นที่การทำนาปรังเป็นลำดับที่ 2 ของกลุ่มภาคเหนือตอนล่าง ซึ่งแหล่งพื้นที่ที่มีการปลูกข้าวมากที่สุดของจังหวัดสุโขทัย ได้แก่ อำเภอเมือง อำเภอกงไกรลาศ และอำเภอศรีสำโรง (สำนักงานสถิติจังหวัดสุโขทัย, 2556) พื้นที่ดังกล่าวมีการปลูกข้าวในการจำหน่ายทั้งภายในและส่งออกต่างประเทศเพื่อให้เกิดรายได้ ซึ่งส่วนใหญ่ปลูกข้าวหลายพันธุ์ ได้แก่ ข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 ข้าว กข 41 ข้าวสุพรรณบุรี 1 ข้าว กข 31 ข้าว กข 61 ข้าวชัยนาท 80 และข้าวหอมปทุม (สำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดสุโขทัย, 2561) โดยในปัจจุบันเกษตรกรมีแนวโน้มการใช้สารเคมีในการทำ

นาข้าวเพิ่มมากขึ้นเพื่อเร่งการเจริญเติบโตของต้นข้าว มีการใช้สารช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของวัชพืชที่มาปกคลุมต้นข้าวจนเกิดความเสียหาย และมีการใช้สารกำจัดศัตรูพืชต่างๆ ที่ได้ผลผลิตง่ายและรวดเร็ว ด้วยเหตุนี้จึงอาจทำให้มีสารเคมีตกค้างและเกิดการปนเปื้อนโลหะหนักในดินได้ (Biothai, 2016; Trueplookpanya, 2016)

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงศึกษาคุณสมบัติของดินและการปนเปื้อนโลหะหนักบางชนิด ได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม ทองแดง สังกะสี และเหล็ก ที่ตกค้างในดินนาข้าวในพื้นที่ 3 อำเภอ ได้แก่ อำเภอเมือง อำเภองกงไกรลาศ และอำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงคุณภาพดินและการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช ปุ๋ยเคมี และสารกำจัดวัชพืช อันจะส่งผลทำให้เกษตรกรมีทรัพยากรดินที่มีคุณภาพและมีศักยภาพในการเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจที่เป็นอาหารสำคัญของประชากรได้อย่างปลอดภัยและยั่งยืน

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเก็บตัวอย่าง

สุ่มเก็บตัวอย่างดินในนาข้าว 3 อำเภอ ได้แก่ อำเภอศรีสำโรง อำเภอเมือง และอำเภองกงไกรลาศ ในพื้นที่จังหวัดสุโขทัย อำเภอละ 20 แปลง รวมจำนวนแปลงตัวอย่างทั้งหมด 60 แปลง ในช่วงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2563 ซึ่งเป็นช่วงตั้งท้องจนถึงใกล้ระยะเก็บเกี่ยว เก็บตัวอย่างดินแต่ละแปลงโดยสุ่มเก็บตัวอย่างแบบซิกแซกกระจายให้ทั่วแปลง แปลงละประมาณ 10–15 จุด แต่ละจุดขุดลึกประมาณ 15 เซนติเมตร นำตัวอย่างดินแต่ละจุดผสมคลุกเคล้าให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน และแบ่งออกเป็น 4 ส่วนเก็บตัวอย่างดินนี้เพียง 1 ส่วน ประมาณ 1 กิโลกรัม ใส่ลงในถุงพลาสติกที่เตรียมไว้เพื่อนำไปวิเคราะห์

2. การเตรียมตัวอย่างดินและการวิเคราะห์ดิน

เตรียมตัวอย่างดินโดยการนำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง บดตัวอย่างดินและนำไปร่อนด้วยตะแกรงขนาด 2 เมล นำตัวอย่างดินไปวิเคราะห์คุณสมบัติของดิน ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง อินทรีย์วัตถุ เนื้อดิน และโลหะหนัก สำหรับการวิเคราะห์สีดินและความชื้นจะต้องศึกษาวิเคราะห์ก่อนที่จะเตรียมดิน โดยแต่ละพารามิเตอร์ใช้วิเคราะห์ตามมาตรฐาน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553) ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 พารามิเตอร์และวิธีการวิเคราะห์ดิน

พารามิเตอร์	วิธีการวิเคราะห์
สีดิน	เทียบด้วยสมุดเทียบสีดิน (Munsell Color)
เนื้อดิน	วิธีไฮโดรมิเตอร์ (Hydrometer)
ความชื้นของดิน	วิธีหาเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก (% by weight)
ความเป็นกรด-ด่าง	ตรวจวัดด้วยเครื่องวัดพีเอช (pH meter) ยี่ห้อ METLER TOLEDO รุ่น SevenEasy ประเทศสวิตเซอร์แลนด์ (อัตราส่วนดินต่อน้ำ 1 : 2)
อินทรีย์วัตถุ	วิธี Walkley and Black
โลหะหนัก	ตรวจวัดด้วยเครื่องอะตอมมิกแอ็บซอร์ปชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (ASS) ยี่ห้อ SHIMADZU รุ่น AA-6200 ประเทศญี่ปุ่น (สกัดด้วยกรดไนตริก และไฮโดรคลอริกอัตราส่วน 3 : 1)

ผลการวิจัย

1. คุณสมบัติของดิน

จากการศึกษาคุณสมบัติของดินนาข้าวในจังหวัดสุโขทัย 3 อำเภอ ได้แก่ อำเภอศรีสำโรง อำเภอเมือง และอำเภองกงไกรลาศ พบว่า ดินในนาข้าวส่วนใหญ่มีสีน้ำตาล (Brown) ถึงสีเทาเข้มมาก (Very dark gray) เนื้อดินส่วนใหญ่เป็นดินเหนียว (อนุภาคทราย ร้อยละ 95.81 อนุภาคทรายแป้ง ร้อยละ 0.84 และอนุภาคดินเหนียว ร้อยละ 3.36) ความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ย 6.32 ± 0.53 ความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 41.43 ± 11.54 และมีอินทรีย์วัตถุร้อยละ 2.62 ± 0.46 ดังตารางที่ 2

2. การปนเปื้อนโลหะหนักในดินนาข้าว

ดินนาข้าวในพื้นที่อำเภอศรีสำโรง อำเภอเมือง และอำเภองกงไกรลาศ จังหวัดสุโขทัย มีการปนเปื้อนเฉลี่ยของ เหล็ก>สังกะสี>ตะกั่ว>ทองแดง>แคดเมียม เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานพบว่า ปริมาณเฉลี่ยของสังกะสี ตะกั่ว ทองแดง และแคดเมียม อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ ยกเว้นปริมาณเหล็ก โดยตรวจไม่พบแคดเมียมปนเปื้อนดินในพื้นที่แปลงนาข้าวของทั้ง 3 อำเภอ ดังตารางที่ 2

ดินในนาข้าวของทั้ง 3 อำเภอ มีการปนเปื้อนเหล็กอยู่ในช่วง 961.88–6,689.38 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $3,576.35 \pm 1,325.13$ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพดินของกรมพัฒนาที่ดินกำหนดไว้ (≤ 300 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) จะเห็นได้ว่ามีการปนเปื้อนของเหล็กมีค่าที่ไม่ผ่านเกณฑ์ที่มาตรฐานทั้งหมด โดยดินนาข้าวของอำเภอศรีสำโรงมีปริมาณเหล็กมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $4,152.53 \pm 1,238.38$ มิลลิกรัม

ต่อกิโลกรัม รองลงมา คือ อำเภอองไกรลาศ และอำเภอเมือง มีค่าเฉลี่ยของเหล็กเท่ากับ $3,424.44 \pm 1,571.88$ และ $3,152.09 \pm 940.82$ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

ปริมาณสังกะสีในดินนาข้าวมีค่าอยู่ในช่วง 7.55–74.10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 30.78 ± 10.27 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพดินของกรมพัฒนาที่ดินกำหนดไว้ (≤ 90 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) พบว่า มีค่าผ่านเกณฑ์มาตรฐานทั้งหมด โดยดินนาข้าวของอำเภอศรีสำโรงมีปริมาณสังกะสีมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 33.64 ± 12.59 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมา คือ อำเภอองไกรลาศ และอำเภอเมือง มีค่าเฉลี่ยของสังกะสีเท่ากับ 29.79 ± 11.04 และ 28.91 ± 5.83 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

ปริมาณตะกั่วในดินนาข้าวมีค่าอยู่ในช่วง ND–34.08 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.49 ± 8.94 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยดินนาข้าวอำเภอเมืองมีปริมาณตะกั่วมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 19.93 ± 10.10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมา คือ อำเภอศรีสำโรง และอำเภอองไกรลาศ มีค่าเฉลี่ยของตะกั่วเท่ากับ 17.76 ± 6.77 และ 8.79 ± 5.39 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ โดยมีปริมาณตะกั่วในดินนาข้าวของอำเภอองไกรลาศมีค่าน้อยกว่าในดินนาพื้นที่อื่นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ซึ่งเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน พบว่า มีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่มาตรฐานกำหนดทั้งหมด (≤ 55 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

การปนเปื้อนทองแดงในดินนาข้าวมีค่าอยู่ในช่วง 3.10–30.03 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.29 ± 5.84 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน พบว่า อยู่ในเกณฑ์ที่มาตรฐานกำหนดทั้งหมดเช่นเดียวกัน (≤ 41 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) โดยดินนาข้าวอำเภอเมืองมีปริมาณทองแดงมากที่สุดและแตกต่างจากพื้นที่อื่นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 โดยมีค่าเฉลี่ย 20.45 ± 4.45 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมา คือ อำเภอศรีสำโรง และอำเภอองไกรลาศ มีค่าเฉลี่ยของทองแดงเท่ากับ 13.99 ± 4.57 และ 10.97 ± 3.28 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

ตารางที่ 2 คุณสมบัติของดินและปริมาณโลหะหนักในดินนาข้าวของจังหวัดสุโขทัย

พื้นที่ศึกษา	ที่ดิน	เนื้อดิน	pH	ความชื้น (%)	อินทรีย์วัตถุ (%)	Fe (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Cd (mg/kg)
อำเภอศรีสำโรง	ลี้้น้ำตาล-สีเทาเข้มมาก	ดินเหนียว	6.46±0.46 ^a (5.63–7.38)	41.17±11.24 ^a (21.93–63.66)	2.51±0.44 ^a (1.75–3.36)	4,152.53±1,238.38 ^a (2,065.00–6,530.00)	33.64±12.59 ^a (13.50–74.10)	17.76±6.77 ^a (ND–26.78)	13.99±4.57 ^b (3.70–22.73)	ND
อำเภอเมือง	ลี้้น้ำตาลลอมเทา- สีเทาเข้มมาก	ดินเหนียว	6.07±0.44 ^a (5.34–7.31)	42.50±9.36 ^a (25.27–61.20)	2.80±0.35 ^a (1.94–3.28)	3,152.09±940.82 ^a (1,901.25–4,910.00)	28.91±5.83 ^a (20.93–39.55)	19.93±10.10 ^a (ND–34.08)	20.45±4.45 ^a (12.18–30.03)	ND
อำเภอกงไกรลาศ	ลี้้น้ำตาล-สีเทาเข้มมาก	ดินเหนียว	6.41±0.60 ^a (5.23–7.57)	40.63±14.05 ^a (23.79–79.38)	2.56±0.53 ^a (1.60–3.33)	3,424.44±1,571.88 ^a (961.88–6,689.38)	29.79±11.04 ^a (7.55–50.43)	8.79±5.39 ^b (ND–17.65)	10.97±3.28 ^b (3.10–16.55)	ND
ค่ามาตรฐาน		ดินเหนียว	**5.5–6.5	***33.5	****1–2	300*	90*	55*	41*	1.7*
ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน		100%	71.67%	26.67%	10%	–	100%	100%	100%	100%
ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน		–	28.33%	73.33%	90%	100%	–	–	–	–

หมายเหตุ * (กรมพัฒนาที่ดิน, 2554) ** (กรมการข้าว, 2556) *** (เกษมศรี, 2541) **** (ภักดิณ, 2558)

ND = ตรวจไม่พบ ค่าที่อยู่ในช่วง () = ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด

ตัวอักษรตัวเล็กยกกำลังที่แตกต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

อภิปรายผล

ดินในนาข้าวในพื้นที่จังหวัดสุโขทัยทั้ง 3 อำเภอ ได้แก่ อำเภอศรีสำโรง อำเภอเมือง และ อำเภอกงไกรลาศ มีความเหมาะสมในการปลูกข้าว เนื่องจากดินที่ปลูกเป็นดินเหนียวจะมีการเจริญเติบโตได้ดีกว่าดินชนิดอื่นสามารถกักเก็บน้ำได้นาน ความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 5.2–7.5 (กรดจัด-ด่างเล็กน้อย) ซึ่งกรมการข้าว (2556) ได้กล่าวไว้ว่าข้าวจะสามารถเจริญเติบโตได้ดีจะต้องมีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 5.5–6.5 และปริมาณอินทรีย์วัตถุมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 1.6–3.4 ซึ่งมีค่าอยู่ระดับปานกลาง (ร้อยละ 1.5–2.5) – ค่อนข้างสูง (ร้อยละ 2.5–3.5) (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553) ซึ่งการที่ดินมีอินทรีย์วัตถุปริมาณมากจะส่งผลให้ดินมีการอุ้มน้ำ การแทรกซึม น้ำ การซึมซับ น้ำ และการถ่ายเทอากาศมากขึ้น (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541) สำหรับการปนเปื้อนโลหะ ในดินนาข้าวมีความแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ โดยความเข้มข้นของโลหะหนักจะแตกต่างกันตาม ชนิดของวัตถุดิบกำเนิดดิน นอกจากนั้นโลหะหนักในดินอาจมาจากสารหรือวัสดุต่างๆ ที่ใส่ลงไป ในดิน เช่น ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก วัสดุปรับปรุงดิน และสารกำจัดศัตรูพืช เป็นต้น (กรมพัฒนา ที่ดิน, 2564) จากผลการศึกษาจะเห็นว่าปริมาณความเข้มข้นของโลหะหนักบางชนิดจะมีแนวโน้ม ของพื้นที่หนึ่งแตกต่างจากพื้นที่หนึ่งอย่างชัดเจน ซึ่งกัญชลี (2561) พบว่า เกษตรกรทั้งหมดมี การใช้เคมีทางการเกษตรมาเป็นระยะเวลานาน และมีพฤติกรรมการใช้ปุ๋ยเคมีเหมือนๆ กัน ในพื้นที่เดียวกัน เนื่องจากได้รับข้อมูลข่าวสารจากเพื่อนบ้านโดยปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อ การตัดสินใจในการใช้ปุ๋ยเคมีของเกษตรกรที่ทำนาข้าว คือ ความสะดวกในการใช้ ประสิทธิภาพ ตรงที่เคยใช้แล้วได้ผลดี ราคาปุ๋ยเคมี ช่องทางจัดจำหน่ายหาซื้อได้ง่าย เมื่อพิจารณาปริมาณ ความเข้มข้นของโลหะหนักจะพบว่ามีเพียงการปนเปื้อนหลักที่ค่าเกินที่มาตรฐานกำหนดไว้ โดยมี ค่าเฉลี่ย $3,576.35 \pm 1,325.13$ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนการปนเปื้อนสังกะสี ตะกั่ว และทองแดง มีค่าเฉลี่ย 30.78 ± 10.27 15.49 ± 8.94 และ 15.29 ± 5.84 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ มีค่าอยู่ ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ (≤ 3 ≤ 90 ≤ 55 และ ≤ 41 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ) ซึ่ง Satpathy et al. (2014) กล่าวว่าลำดับของปริมาณความเข้มข้นของโลหะหนักในดินนาข้าว ในแต่ละพื้นที่อาจมีความแตกต่างกัน เช่น ดินนาข้าวในพื้นที่ชายฝั่งตะวันออกของประเทศอินเดีย มีการปนเปื้อนของสังกะสี > แคดเมียม > ทองแดง > ตะกั่ว ในขณะที่แนวโน้มปริมาณการปนเปื้อน ของดินนาที่ศึกษามีความสอดคล้องกับดินนาในประเทศไทย โดยการศึกษาของ นพกร และปิยะดา (2562) ; ประไณย และปิยะดา (2562) พบว่า ดินในนาข้าวในอำเภอบางระกำ อำเภอพรหมพิราม และอำเภอนครไทย จังหวัดพิษณุโลก มีการปนเปื้อนของหลักมากที่สุดเช่นเดียวกัน โดยอยู่ใน ช่วง 29.33–792.93 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนการปนเปื้อนของสังกะสี ตะกั่ว ทองแดง และ แคดเมียมมีค่าอยู่ในช่วง 37.18–173.41 ND–137.55 8.75–43.35 และ ND–4.30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยแล้วไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้เช่นเดียวกัน ในขณะที่ วรรณศักดิ์

และคณะ (2556) ที่พบว่า ดินในพื้นที่ทำการเกษตรเคมีในอำเภอบางปะอิน จังหวัดพิจิตร มีปริมาณเหล็ก สังกะสี ตะกั่ว และทองแดง อยู่ในช่วง 3,276.00–3,772.00 0–19.80 21.20–54.00 และ 7.60–10.80 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ เมื่อนำค่ามาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน จะเห็นว่าปริมาณสังกะสี ตะกั่ว และทองแดง มีค่าไม่เกินมาตรฐานที่กำหนด แต่ปริมาณเหล็กมีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานเช่นเดียวกัน นอกจากนี้ นันทนา และคณะ (2551) ยังพบว่าการสะสมโลหะหนักในดินปลูกข้าวอินทรีย์มีปริมาณแคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง และสังกะสี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.02 0.23 2.49 และ 12.86 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งมีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่มาตรฐานกำหนดทั้งหมด มีเพียงปริมาณเหล็ก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 394.60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ที่มีค่าเกินเกณฑ์ที่มาตรฐานกำหนดเช่นเดียวกัน ซึ่งปริมาณเหล็กที่เกินมาตรฐานจะเป็นสาเหตุที่ทำให้ข้าวขาดธาตุฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และแมกนีเซียมได้ เพราะในสารละลายดินที่มีความเข้มข้นของเหล็กสูง ทำให้การเจริญของรากเป็นไปอย่างจำกัด และผิวรากจะถูกเคลือบด้วยออกไซด์ของ Fe^{2+} ทำให้ประสิทธิภาพการดูดใช้ธาตุอาหารของพืชลดลง (กรมการข้าว, 2564) ทั้งนี้ วรชาติ (2555) กล่าวว่า การปนเปื้อนเหล็กในดินนาข้าวมีสาเหตุมาจากการใช้สารเคมีทางการเกษตร เช่น สารเคมีกำจัดศัตรูพืชทั้งยาฆ่าหญ้าและยาฆ่าแมลง ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ประเภทต่างๆ เพื่อลดปัญหาปริมาณเหล็กที่เกินค่ามาตรฐานเกษตรกรควรให้ความสำคัญต่อการเพาะปลูกข้าวและการปรับปรุงคุณภาพดิน โดยการลดปริมาณการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยอินทรีย์ ให้มีความเหมาะสมและลดความเสี่ยงที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อร่างกายของมนุษย์

สรุปผลการวิจัย

ดินในนาข้าวของจังหวัดสุโขทัยทั้ง 3 อำเภอ ได้แก่ อำเภอศรีสำโรง อำเภอเมือง และอำเภอกงไกรลาศ พบว่า มีการปนเปื้อนโลหะหนักในดินนาข้าวมีปริมาณสังกะสี ตะกั่ว ทองแดง และแคดเมียม อยู่ในเกณฑ์ที่มาตรฐานกำหนด ยกเว้นปริมาณเหล็กมีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานกำหนด ซึ่งมีค่าเฉลี่ย $3,576.35 \pm 1,325.13$ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยอาจเป็นสาเหตุทำให้ข้าวขาดธาตุฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และแมกนีเซียมได้ ทำให้ประสิทธิภาพการดูดใช้ธาตุอาหารพืชลดลง เกษตรกรจึงควรมีการลดปริมาณการใช้ปุ๋ยและสารเคมีทางการเกษตร

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ที่ให้การสนับสนุนทำให้ดำเนินงานวิจัยให้เป็นไปด้วยความราบรื่น และเกษตรกรผู้ปลูกข้าวในพื้นที่ 3 อำเภอ ได้แก่

อำเภอศรีลำไโรง อำเภอเมือง และอำเภอคลองไทรลาด ที่ให้ความร่วมมือในการให้ข้อมูลและสนับสนุนการเก็บตัวอย่างด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- กรมการข้าว. (2556). **องค์ความรู้เรื่องข้าว**. สืบค้นเมื่อ 30 พฤศจิกายน 2563, จาก <http://www.ricethailand.go.th>.
- กรมการข้าว. (2564). **การปลูก ดูแลรักษา และใช้ปุ๋ยในนาข้าว**. สืบค้นเมื่อ 16 มกราคม 2564, จาก [http://www.ricethailand.go.th/Rkb/management/index.php-file=content.php&id=34.htm#:~:text=ดินที่มีปัญหาธาตุเหล็กเป็นพิษ%20\(Iron%20toxicity\)&text=ความเป็นพิษของเหล็ก,ธาตุอาหารพืชลดลง](http://www.ricethailand.go.th/Rkb/management/index.php-file=content.php&id=34.htm#:~:text=ดินที่มีปัญหาธาตุเหล็กเป็นพิษ%20(Iron%20toxicity)&text=ความเป็นพิษของเหล็ก,ธาตุอาหารพืชลดลง)
- กรมพัฒนาที่ดิน. (2553). **คู่มือการปฏิบัติงานการวิเคราะห์ตรวจสอบดินทางเคมี**. สืบค้นเมื่อ 23 ตุลาคม 2563, จาก <https://www.idd.go.th/PMQA/2553/Manual/OSD-03.pdf>
- กรมพัฒนาที่ดิน. (2554). **การจัดการปัญหาดินปนเปื้อน**. สืบค้นเมื่อ 29 พฤศจิกายน 2563, จาก https://www.idd.go.th/Web_Soil/polluted.htm
- กัญชสี เจติยานนท์, ภิญญา เปลี่ยนบางช้าง, ศักดิ์ชัย วิทยาอารีย์กุล, วันวิสาข์ บันคักดี, และสุพรรณนิภา อินตะนันท์ (2561). พฤติกรรมการใช้ปุ๋ยเคมีของเกษตรกรบ้านโพธิ์ประสาธ ตำบลบ่อทอง อำเภอ บางระกำ จังหวัดพิษณุโลก. **วารสารเกษตร**, 34(2), 245–253.
- กำพล บุญไพโรจน์. (2553). **ปริมาณตะกั่วและแคดเมียมที่ปนเปื้อนในแปลงนาข้าวและน้ำบาดาล**. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต). มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, คณะวิศวกรรมศาสตร์, สาขาวิชา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม.
- เกษมศรี ชับซ้อน. (2541). **ความชื้นของดิน**. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: นานาสังพิมพ์.
- คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. (2541). **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น**. (เอกสารวิชาการ). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 547 หน้า.
- นพกร สุขพัฒน์, และปิยะดา วชิระวงศกร. (2562). การประเมินการปนเปื้อนโลหะหนักของดินนาข้าวในอำเภอ บางระกำ จังหวัดพิษณุโลก. ใน **การประชุมวิชาการระดับชาติพหุสภคณาจารย์ ครั้งที่ 6 ประจำปี พ.ศ. 2563 (น.846–854)**. พิษณุโลก. มหาวิทยาลัยราชภัฏพหุสภคณาจารย์.
- นันทนา ชื่นอิม, นุสรณ์ สินบัวทอง, วิวัฒน์ อิงคะประดิษฐ์, กิ่งแก้ว คุณเขต, วาสนา อินแกลง, และวิมลันติ หอมงาม. (2551). การสะสมโลหะหนักในดินปลูกข้าวอินทรีย์. ใน **การประชุมทางวิชาการของ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 46 (น. 521–525)**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ประไณย รวบรวม, และปิยะดา วชิระวงศกร. (2562). การประเมินโลหะหนักในดินนาของจังหวัดพิษณุโลก. ใน **การประชุมวิชาการระดับชาติพหุสภคณาจารย์ ครั้งที่ 6 ประจำปี พ.ศ. 2563 (น.864–873)**. พิษณุโลก. มหาวิทยาลัยราชภัฏพหุสภคณาจารย์.
- ภาคณ ศิริคล้าย. (2558). **อินทรีย์วัตถุในดิน**. สืบค้นเมื่อ 30 พฤศจิกายน 2563, จาก http://paccapon.blogspot.com/2015/10/blog-post_13.html
- วรชาติ วิศวพิพัฒน์. (2555). เทคโนโลยีการบำบัดดินปนเปื้อนโลหะหนัก. **วารสารแก่นเกษตร**, 40, 373–378.

- วรรณศักดิ์ สุขสง, รวี จันทรัตน์, สรพงศ์ เบญจศิริ, และวิชุดา กล้าเวช. (2556). ปริมาณโลหะหนักสะสมในดิน ที่ทำการเกษตรเคมีในอำเภอป่าพะยอม จังหวัดพัทลุง. ใน **การประชุมวิชาการแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 10** (น. 248–255). กรุงเทพฯ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดสุโขทัย. (2561). **การปลูกข้าว**. สืบค้นเมื่อ 25 พฤษภาคม 2563, จาก https://www.opsmoac.go.th/sukhothai-article_prov-preview-401591791924
- สำนักงานสถิติจังหวัดสุโขทัย. (2556). **รายงานวิเคราะห์สถานการณ์การจัดทำข้อมูลเชิงพื้นที่ จังหวัดสุโขทัย**. สืบค้นเมื่อ 25 พฤษภาคม 2563, จาก http://osthailand.nic.go.th/masterplan_area/userfiles/file%20Download/Report%20Analysis%20Province/A2.pdf
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2557). **ข้อมูลพื้นฐานเศรษฐกิจการเกษตรปี 2556**. นนทบุรี: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สุจิตรา ชูเกิด. (2553). **ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมสารเคมีตกค้างในดินและน้ำจากการทำนา**. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). มหาวิทยาลัยทักษิณ, คณะวิทยาศาสตร์, สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม.
- สุธาสินี อึ้งสูงเนิน. (2558). **สารกำจัดศัตรูพืช**. สืบค้นเมื่อ 25 พฤษภาคม 2563, จาก <https://he01.tci-thaijo.org/index.php/EAUHJSci/article/view/31481/35246>
- Biothai (2016). **Chemicals in rice fields**. Retrieved April, 11, 2016, from <http://www.biothai.net/node/8688>
- Fangmin, C., Ningchun, Z., Haiming, X., Yi, L., Wenfang, Z., Zhiwei, Z., & Mingxue, C. (2006). Cadmium and lead contamination in Japonica rice grains and its variation among the different locations in southeast China. **Sci. Total Environ**, **359**, 156 – 166.
- Jung, M.C., & Thornton, I. (1997). Environmental contamination and seasonal variation of metals in soils, plants and waters in paddy fields around a Pb–Zn mine in Korea. **Sci. Total Environ**, **198**, 105–121.
- Moon, C.S., Zhang, Z.W., Shimbo, S., & Ikeda, M. (1995). Dietary intake of cadmium and lead among general population in Republic of Korea, **Environ. Res**, **71**, 46–54.
- Satpathy, D., Reddy, M.V., & Dhal, S.P. (2014). Risk Assessment of Heavy Metals Contamination in Paddy Soil, Plants, and Grains (*Oryza sativa* L.) at the East Coast of India. **BioMed Research International**, **2014**, <https://doi.org/10.1155/2014/545473>.
- Shimbo, S., Zhang, Z.W., Watanabe, T., Igashikawa, K.H., & Ikeda, M. (2001). Cadmium and lead contents in rice and other cereal products in Japan in 1998–2000. **Sci.Total Environ**, **281**, 165–175.
- Trueplookpanya (2016). **Application of pesticides**. Retrieved April, 11, 2016, from http://www.Trueplookpanya.com/new/cms_detail/knowledge/12584-00/
- Zhang, M.K., & Ke, Z.X. (2004). Heavy metals, phosphorus and some other elements in urban soils of Hangzhou city, China. **Pedosphere**, **14**, 177–185.