

การปนเปื้อนโลหะหนักในดินของพื้นที่ผลิตผักเศรษฐกิจในจังหวัดพิษณุโลก

HEAVY METAL CONTAMINATION IN SOIL OF ECONOMIC VEGETABLE PRODUCING AREAS IN PHITSANULOK PROVINCE

พรรณิภา แท้มดี และ ปิยะดา วชิระวงศกร *

Phunnipa Tamdee and Piyada Wachirawongsakorn *

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

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

Pibulsongkram Rajabhat University

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

(Received: 23 December 2020; Revised: 11 May 2021; Accepted: 12 May 2021)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาปริมาณโลหะหนักในดินสำหรับปลูกผักเศรษฐกิจ 5 ชนิด ในพื้นที่ตำบลบึงพระ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ได้แก่ แปลงปลูกผักกาดหอม ผักกวางตุ้ง ผักบุ้ง ผักคะน้า และต้นหอม ชนิดละ 10 แปลง และแปลงปลูกผักชีฝรั่ง 5 แปลง รวมทั้งหมดจำนวน 55 แปลง สำหรับปริมาณโลหะหนักตรวจวัดโดยใช้เครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรมิเตอร์ (AAS) ผลการศึกษาพบว่า ดินในแปลงผักมีการปนเปื้อนเฉลี่ยของตะกั่ว ทองแดง สังกะสี และเหล็ก เท่ากับ 2.98 ± 3.06 10.97 ± 2.48 32.38 ± 9.52 และ $3,898.31 \pm 932.89$ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ในขณะที่ตรวจไม่พบการปนเปื้อนของแคดเมียมในแปลงปลูกผักทั้งหมด โดยปริมาณการปนเปื้อนโลหะหนักเกือบทั้งหมดผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพดินตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2547 ที่กำหนดไว้ ยกเว้นเหล็ก อย่างไรก็ตามเกษตรกรควรปรับเปลี่ยนการปลูกผักแบบสารเคมีไปเป็นแบบระบบการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) หรือเกษตรอินทรีย์เพื่อให้ได้ผลผลิตคุณภาพดี ให้ผลผลิตอย่างยั่งยืน และลดการใช้สารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์

คำสำคัญ: โลหะหนัก ดิน การปนเปื้อน ผักเศรษฐกิจ

Abstract

This research was to study the content of heavy metals in the soil for growing five economic vegetables in Bueng Phra Sub-district, Mueang District, Phitsanulok Province, including lettuce, Chinese cabbage, morning glory, Chinese kale, and spring onions for 10 planting plots per each vegetable, and 5 planting plots of parsley with totally 55 planting plots. Heavy metal contents were determined using Atomic Absorption Spectroscopy (AAS). The results found that the soils in vegetable plots were contaminated with averaged lead, copper, zinc, and iron of 2.98 ± 3.06 , 10.97 ± 2.48 , 32.38 ± 9.52 and $3,898.31 \pm 932.89$ mg/kg, respectively, while cadmium could not be detected in all planting plots. Almost heavy metal contents were within the soil quality standard according to the recommended limits set by Notification of National Environment Board B.E. 2547, excepted iron. However, farmers should change chemical vegetation practice into good agricultural practices (GAP) or organic practice systems will contribute to have good quality produce, sustainable productivity and reduced use of pesticides.

Keywords: Heavy metal, Soil, Contamination, Economic vegetables

บทนำ

พืชผักเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญเนื่องจากเป็นที่นิยมสำหรับการบริโภคทั้งในและต่างประเทศทั้งในรูปแบบของผักสดและผลิตภัณฑ์ผักแปรรูป ซึ่งพืชผักเป็นแหล่งสำคัญของวิตามินและแร่ธาตุที่จำเป็นต่อการเสริมสร้างร่างกายให้แข็งแรงและป้องกันการเกิดโรคต่างๆ (กมล และคณะ, 2544) โดยค่านิยมในการบริโภคพืชผักของผู้บริโภคส่วนใหญ่จะเลือกบริโภคพืชผักที่สวยงาม ไม่มีรอยการทำลายของหนอนและแมลงศัตรูพืช ซึ่งส่งผลให้เกษตรกรที่ปลูกพืชผักมีการใช้สารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชในปริมาณที่มากในกระบวนการผลิตเพื่อให้ได้พืชผักที่สวยงามตามความต้องการของตลาด ทั้งนี้การใช้สารเคมีในปริมาณมากอาจส่งผลทำให้ผู้บริโภคมีโอกาสที่จะได้รับอันตรายจากสารเคมีที่ตกค้างอยู่ในพืชผักได้ ถ้าไม่ได้มีการทำความสะอาดพืชผักให้สะอาดเพียงพอก่อนที่จะนำไปบริโภค (ชูติรัตน์ และคณะ, 2559)

จังหวัดพิษณุโลกเป็น 1 ใน 4 แหล่ง ที่กรมส่งเสริมการเกษตรได้เตรียมดำเนินโครงการผลิตผักปลอดภัยแปลงใหญ่ในพื้นที่ที่เป็นแหล่งผลิตผักเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศ โดยดำเนินการในพื้นที่ตำบลบึงพระ ซึ่งเป็นแหล่งเพาะปลูกผักมากที่สุดของจังหวัดพิษณุโลก (อภิรักษ์, 2558) ในพื้นที่มีเกษตรกรปลูกผักประมาณ 100 หลังคาเรือน ผักที่นิยมเพาะปลูก ได้แก่ ผักคะน้า

ผักบุ้ง ผักกวางตุ้ง ผักกาดหอม ต้นหอม และผักชีฝรั่ง (องค์การบริหารส่วนจังหวัดพิษณุโลก, 2563) ถึงแม้ว่าเกษตรกรในตำบลบึงพระได้เริ่มหันมาใช้วิธีการปลูกผักตามแนวคิด "ปลูกผักปลอดภัย" แต่ยังมีการใช้สารเคมีตามปกติ โดยมีการแบ่งที่ดินปลูกผักเป็น 2 ส่วน แล้วปลูกผักแบบคู่ขนาน ด้วยการปลูกผักปลอดภัย ลดการใช้สารเคมี และอีกส่วนยังคงใช้สารเคมีตามปกติ (Green Report, 2562) การใช้สารเคมีการเกษตร ได้แก่ ปุ๋ย และสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในปริมาณสูงเพื่อเร่งผลผลิตต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน อาจทำให้ดินบริเวณที่มีการเพาะปลูกมีการสะสมสารพิษ ทั้งนี้สารบางชนิดคงทนต่อการสลายตัวและสะสมอยู่ในดินเป็นเวลานานโดยเฉพาะโลหะหนักหากมีระดับความเข้มข้นสูงก็อาจเป็นพิษต่อมนุษย์ รวมไปถึงส่งผลให้ดินเสื่อมโทรมและสูญเสียแร่ธาตุและสารอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช (ศักดิ์นัฐ, 2563) โดย เบญจภรณ์ และจิรวิรุ (2559) ระบุว่า การใช้สารเคมีทางการเกษตรหรือปุ๋ยเคมีอย่างต่อเนื่องทำให้ดินบริเวณเพาะปลูกเกิดการปนเปื้อนของสารเคมีโดยเฉพาะกลุ่มสารเคมีที่มีความคงทนต่อการสลายตัว และสามารถสะสมอยู่ในดินได้เป็นระยะเวลานาน เช่น โลหะหนัก โดยเฉพาะตะกั่ว แคดเมียม ทองแดง และสังกะสี เป็นต้น ทั้งนี้ กลไกการเคลื่อนย้ายธาตุอาหารของพืชในดินจะเป็นการแพร่สารละลายของสารต่างๆ ที่มีความเข้มข้นในดินผ่านผนังเซลล์รากพืชแล้วถูกลำเลียงไปยังส่วนต่างๆ ของพืชเพื่อการเจริญเติบโตต่อไป (Plaster, 1997) ซึ่งหากดินมีการสะสมปริมาณโลหะหนักในดินก็สามารถถ่ายทอดเข้าไปสะสมในพืชที่ปลูกในบริเวณดังกล่าวได้ ซึ่งก่อนหน้านี้ได้มีรายงานวิจัยของ ศิริวรรณ และปิยะดา (2564) พบว่าผักผักคะน้า ผักกวางตุ้ง ผักบุ้ง ต้นหอม ผักกาดหอม และผักชีที่ปลูกในพื้นที่ตำบลบึงพระ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก มีการปนเปื้อนสังกะสี ทองแดง ตะกั่ว และแคดเมียม มีค่าเฉลี่ย 28.41 6.55 8.29 และ 1.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ทั้งนี้ผักคะน้าและผักชีมีปริมาณความเข้มข้นของตะกั่วและสังกะสีเกินค่าที่ยอมรับได้ตามที่มาตรฐานกำหนดไว้ร้อยละ 50 และ 100 ของจำนวนตัวอย่างทั้งหมด ซึ่งเป็นไปได้ว่าส่วนหนึ่งอาจจะมีสาเหตุมาจากดินมีการปนเปื้อนสารโลหะหนักที่สะสมในปริมาณมาก อย่างไรก็ตามการบริโภคพืชที่ปลูกในดินที่มีมลพิษในปริมาณสูงหรือได้รับสะสมเป็นระยะเวลานาน อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพร่างกายได้ โดยพิษจากแคดเมียมเป็นอันตรายต่อไต ทำให้กระดูกพรุน และเป็นสาเหตุของมะเร็ง ตะกั่วเป็นอันตรายต่อสมอง ระบบประสาทและไขสันหลัง ระบบโลหิต ระบบทางเดินปัสสาวะ และเป็นสารก่อมะเร็งกลุ่ม 2A (อรรธวรรณ และศุภสิพร, 2553) ส่วนสังกะสีเมื่อได้รับเข้าสู่ร่างกายจะมีลักษณะอาการอ่อนเพลีย วิงเวียนศีรษะ และท้องว่าง สำหรับทองแดงเมื่อเข้าสู่ร่างกายจะอาการคลื่น อาเจียน อักเสบในช่องท้อง และกล้ามเนื้อ ส่วนการรับเหล็กเข้าสู่ร่างกายทำให้ประสิทธิภาพการย่อยอาหารลดลง หลอดเลือดขยายตัว ความดันเลือดลดลง เลือดแข็งตัวได้ช้า และการทำงานของตับลดลง (พงศกร, 2562)

การใช้สารเคมีในการปลูกผักเศรษฐกิจในพื้นที่ตำบลบึงพระ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก อย่างต่อเนื่องมาเป็นระยะเวลานาน อาจจะเป็นสาเหตุให้เกิดการปนเปื้อนของโลหะหนักในดินและเกิดสารตกค้างในพืชได้ โดยเมื่อเกษตรกรส่งพืชผักที่ปลูกออกไปขายที่ตลาดในจังหวัดพิษณุโลก หากผู้ซื้อบริโภคพืชผักที่มีการปนเปื้อนของสารเคมีเหล่านั้นอาจทำให้เกิดการสะสมสารเคมีในร่างกาย และส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์อย่างมีนัยสำคัญในอนาคต ดังนั้นการศึกษาวิจัยครั้งนี้จึงทำการประเมินปริมาณโลหะหนักที่ปนเปื้อนในดินในพื้นที่แปลงปลูกผักเศรษฐกิจ ได้แก่ ผักกาดหอม ผักกวางตุ้ง ผักบุ้ง ผักคะน้า ต้นหอม และผักชีฝรั่ง ในตำบลบึงพระ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ซึ่งผลการศึกษาในครั้งนี้สามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวางแผนเพาะปลูก เพื่อช่วยลดการปนเปื้อนในดินและผัก ทั้งนี้ยังร่วมไปถึงการนำไปเป็นแนวทางการลดความเสี่ยงของสุขภาพต่อการบริโภคผักต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเก็บตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างดินในแปลงผักที่นิยมปลูก 6 ชนิด ได้แก่ ผักกาดหอม ผักบุ้ง คะน้า ต้นหอม กวางตุ้ง ผักชีฝรั่ง ในพื้นที่ตำบลบึงพระ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ในช่วงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2563 ซึ่งเป็นช่วงที่พืชผักพร้อมเก็บเกี่ยวผลผลิต โดยสุ่มเก็บตัวอย่างแปลงปลูกผักชนิดละ 10 แปลง และผักชีฝรั่ง 5 แปลง รวมทั้งหมด 55 แปลง ซึ่งแปลงปลูกผักแต่ละชนิดที่สุ่มเก็บแต่ละตัวอย่างจะมาจากเกษตรกรที่ไม่ชำระเนื่องจากอาจมีพฤติกรรมการเพาะปลูกที่แตกต่างกัน การเก็บตัวอย่างดินโดยสุ่มเก็บตัวอย่างดินให้ทั่วแปลง แปลงละ 3 จุด แต่ละจุดใช้พลั่วขุดดินเป็นรูปสี่เหลี่ยมประมาณ 15 เซนติเมตร นำตัวอย่างดินแต่ละจุดผสมคลุกเคล้าเข้าเป็นเนื้อเดียวกัน กองดินให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมแบ่งแยกเป็น 4 ส่วน เก็บตัวอย่างจากกองดินนี้เพียง 1 ส่วนประมาณ 1 กิโลกรัม ใส่ดินลงในถุงพลาสติกที่เตรียมไว้เพื่อนำไปวิเคราะห์

2. การเตรียมตัวอย่างดินและวิเคราะห์ดิน

เตรียมตัวอย่างดินให้เหมาะสมโดยการนำดินอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง บดดินด้วยครกกระเบื้องร่อนดินผ่านตะแกรงขนาด 2 mesh นำไปวิเคราะห์คุณสมบัติของดิน ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง อินทรีย์วัตถุ เนื้อดิน และโลหะหนัก สำหรับการวิเคราะห์ดินและความชื้นจะต้องศึกษาวิเคราะห์ก่อนที่จะเตรียมดิน โดยแต่ละพารามิเตอร์ใช้วิธีการวิเคราะห์ตามมาตรฐานของกรมพัฒนาที่ดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553) ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 พารามิเตอร์และวิธีการวิเคราะห์ดิน

พารามิเตอร์	วิธีการวิเคราะห์
สีดิน (Soil Color)	เทียบด้วยสมุดเทียบสีดิน (Munsell Color)
เนื้อดิน (Soil Texture)	วิธีไฮโดรมิเตอร์ (Hydrometer)
ความชื้นของดิน (Soil Moisture)	วิธีหาเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก (% by weight)
ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	ตรวจวัดด้วยเครื่องวัดพีเอช (pH meter) ยี่ห้อ Metler Toledo รุ่น SevenEasy ประเทศสวิตเซอร์แลนด์
อินทรีย์วัตถุ (Organic Matter)	วิธี Walkley and Black
โลหะหนัก (Heavy Metal)	ตรวจวัดด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (AAS) ยี่ห้อ SHIMADZU รุ่น AA-6200 ประเทศญี่ปุ่น (สกัดด้วยกรดไนตริกและไฮโดรคลอริกอัตราส่วน 1:1) (LOD: Pb=0.05, Cd=0.01, Cu=0.5, Zn=1.0, Fe=20, %recovery=95–103%)

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

การประเมินคุณสมบัติของดินและการปนเปื้อนโลหะหนักในดินใช้สถิติ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุด และค่าสูงสุด และเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยวิธี Analysis of variance ; ANOVA ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ($p < 0.05$)

ผลการวิจัย

1. คุณสมบัติของดิน

ตัวอย่างดินในแปลงผักทั้งหมด 6 ชนิด ได้แก่ ผักกาดหอม ผักบุ้ง ผักคะน้า ต้นหอม กวางตุ้ง และผักชีฝรั่ง ในพื้นที่ส่วนใหญ่มีสีน้ำตาล (Brown) ถึงสีน้ำตาลเข้ม (Dark Brown) เนื้อดินส่วนใหญ่เป็นดินเหนียว ความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ยเท่ากับ 5.91 (อยู่ในช่วง 5.3–6.0) ซึ่งจัดอยู่ในระดับความเป็นกรดปานกลาง ความชื้นมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 20.15 (อยู่ในช่วงร้อยละ 5.5–34.6) ปริมาณอินทรีย์วัตถุเฉลี่ยร้อยละ 1.9 (อยู่ในช่วงร้อยละ 1.5–2.5) ถือว่าอยู่ในค่าที่เหมาะสม จัดอยู่ในระดับปานกลาง ดังตารางที่ 2

2. การปนเปื้อนโลหะหนักในดินแปลงผัก

จากการศึกษาปริมาณโลหะหนักในดินแปลงผักเศรษฐกิจพื้นที่ตำบลปึงพระ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม ทองแดง สังกะสี และเหล็ก พบว่าดินแปลงผักมีปริมาณการปนเปื้อนสังกะสีมากที่สุด รองลงมา คือ ทองแดง ตะกั่ว และเหล็ก ตามลำดับ โดยตรวจไม่พบปริมาณการปนเปื้อนของแคดเมียมในแปลงผัก เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพดินพบว่าดินโลหะหนักทั้งหมดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ ดังตารางที่ 2

ปริมาณตะกั่วในดินแปลงผักมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 โดยมีค่าอยู่ในช่วง ND–10.35 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.98 ± 2.13 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งจัดได้ว่าไม่เกินมาตรฐานคุณภาพดินตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (พ.ศ. 2547) ที่ใช้ประโยชน์เพื่อการอยู่อาศัยและเกษตรกรรมกำหนดไว้ทั้งหมด (≥ 400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) โดยแปลงผักต้นหอมมีปริมาณตะกั่วในดินมากที่สุดและแตกต่างจากแปลงผักชนิดอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.98 ± 3.06 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมาคือ ดินแปลงผักคะน้า ผักกาดหอม และผักบุ้ง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.77 ± 2.91 0.30 ± 0.86 และ 0.24 ± 0.59 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ โดยตรวจไม่พบตะกั่วในดินแปลงผักวางตุ้ง และผักชีฝรั่ง

ปริมาณการปนเปื้อนทองแดงในแปลงผักแต่ละชนิดไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าอยู่ในช่วง 3.85–14.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพดินที่กำหนดไว้ทั้งหมด (≥ 140 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) โดยดินแปลงผักชีฝรั่งมีปริมาณทองแดงในดินมากที่สุด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.97 ± 2.48 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมา คือ ดินแปลงผักบุ้ง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.29 ± 2.25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และดินแปลงต้นหอม ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.98 ± 3.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

สำหรับการปนเปื้อนสังกะสีในดินแปลงผักมีค่าอยู่ในช่วง 13.28–49.68 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยในแปลงผักกาดหอม ผักบุ้ง และผักชีฝรั่ง มีปริมาณสังกะสีสูงกว่าดินในแปลงผักคะน้า ต้นหอม และวางตุ้งอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 27.66 ± 4.83 28.86 ± 9.58 และ 32.38 ± 9.52 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ จัดได้ว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพดินที่กำหนดไว้ทั้งหมด (≥ 300 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) โดยดินแปลงผักของผักชีฝรั่งมีปริมาณสังกะสีในดินมากที่สุด รองลงมา คือ ดินแปลงผักบุ้งและดินแปลงผักกาดหอม โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 32.38 ± 9.52 28.86 ± 9.58 และ 27.66 ± 4.83 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

ปริมาณการปนเปื้อนเหล็กในแปลงผักมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยมีค่าอยู่ในช่วง ND–7,520.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งจัดได้ว่าเกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ทั้งหมดทุกแปลง (≥ 25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) โดยดินแปลงผักกาดหอมมีปริมาณเหล็กในดินมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $3,898.31 \pm 932.89$ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมา คือ ดินแปลงผักบุ้งและดินแปลงผักวางตุ้งโดยมีค่าเฉลี่ยที่เท่ากับ $3,661.00 \pm 728.48$ และ $3,608.50 \pm 1,641.30$ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

ตารางที่ 2 คุณสมบัติและปริมาณโลหะหนักในดินแปลงผักตำบลบึงพระ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก

ดินในแปลงผักแต่ละชนิด		คุณสมบัติของดิน					ปริมาณโลหะหนัก (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)				
		สีดิน	เนื้อดิน	pH	ความชื้น (%)	อินทรีย์วัตถุ (%)	Pb	Cd	Cu	Zn	Fe
ผักกาดหอม	ค่าเฉลี่ย±S.D.	สีน้ำตาลถึง	ดินเหนียว	5.85±1.22 ^o	19.61±0.15 ^o	1.75±0.07 ^o	0.30±0.86 ^c	ND	9.65±1.13 ^o	27.66±4.83 ^o	3,898.31±932.89 ^o
	(ต่ำสุด-สูงสุด)	สีน้ำตาลเข้ม		(4.45–7.85)	(19.40–19.88)	(1.65–1.84)	(ND–2.74)		(8.45–12.08)	(18.78–34.95)	(2,718.13–5,832.81)
ผักบุ้ง	ค่าเฉลี่ย±S.D.	สีน้ำตาลถึง	ดินเหนียว	5.64±1.00 ^o	18.29±4.42 ^o	1.92±0.23 ^o	0.24±0.59 ^c	ND	10.29±2.25 ^o	28.86±9.58 ^o	3661.00±728.48 ^o
	(ต่ำสุด-สูงสุด)	สีน้ำตาลเข้ม		(4.14–7.22)	(15.06–28.10)	(1.48–2.22)	(ND–1.83)		(5.45–12.93)	(14.63–49.68)	(2,135.63–4,459.38)
คะน้า	ค่าเฉลี่ย±S.D.	สีน้ำตาลถึง	ดินเหนียว	5.83±0.82 ^o	17.54±5.49 ^o	1.95±0.19 ^o	1.77±2.91 ^b	ND	8.70±1.83 ^o	22.89±5.10 ^b	3144.66±542.18 ^o
	(ต่ำสุด-สูงสุด)	สีน้ำตาลเข้ม		(4.83–7.23)	(8.61–24.02)	(1.74–2.40)	(ND–9.13)		(5.88–11.33)	(13.28–31.53)	(1,840.00–3,881.88)
ต้นหอม	ค่าเฉลี่ย±S.D.	สีน้ำตาลถึง	ดินเหนียว	5.72±0.89 ^o	22.86±3.39 ^o	1.98±0.17 ^o	2.98±3.06 ^o	ND	9.98±3.01 ^o	25.19±4.94 ^{ab}	3,226.81±1,501.79 ^o
	(ต่ำสุด-สูงสุด)	สีน้ำตาลเข้ม		(4.44–6.86)	(19.69–28.67)	(1.80–2.27)	(ND–10.35)		(4.70–14.33)	(13.65–31.75)	(ND–5205.63)
กวางตุ้ง	ค่าเฉลี่ย±S.D.	สีน้ำตาลถึง	ดินเหนียว	6.00±0.89 ^o	17.52±4.87 ^o	1.99±0.14 ^o	ND ^d	ND	9.07±2.69 ^o	26.72±5.96 ^{ab}	3,608.50±1,641.30 ^o
	(ต่ำสุด-สูงสุด)	สีน้ำตาลเข้ม		(4.43–7.25)	(10.16–24.43)	(1.84–2.28)			(3.85–12.30)	(18.03–39.53)	(1,225.00–7,520.00)
ผักชีฝรั่ง	ค่าเฉลี่ย±S.D.	สีน้ำตาลถึง	ดินเหนียว	6.40±0.47 ^o	25.06±5.85 ^o	2.00±0.17 ^o	ND ^d	ND	10.97±2.48 ^o	32.38±9.52 ^o	3,392.00±870.39 ^o
	(ต่ำสุด-สูงสุด)	สีน้ำตาลเข้ม		(5.90–7.05)	(14.98–30.12)	(1.77–2.25)			(6.95–13.15)	(23.20–48.48)	(2,187.50–4421.88)
ค่ามาตรฐานในดิน		สีน้ำตาลเข้มถึงสีดำ	ดินร่วน	*6.6–7.3	***5.5–34.6	**1.5–2.5	*400	*300	*140	*300	*25
ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน			–	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	–
ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน			100%	–	–	–	–	–	–	–	100%

หมายเหตุ *ค่ามาตรฐานตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (พ.ศ. 2547) มาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์เพื่อการอยู่อาศัยและเกษตรกรรม; ** (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553); *** (เกษมศรี, 2541)

ND = ตรวจไม่พบ, ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวเล็กยกกำลังที่แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

อภิปรายผล

ดินแปลงผักกาดหอม ผักกวางตุ้ง ผักบุ้ง ผักคะน้า ต้นหอม และผักชีฝรั่ง ในพื้นที่ตำบลบึงพระ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ส่วนใหญ่เป็นดินเหนียว แต่ดินที่เหมาะสมสำหรับการปลูกผักเศรษฐกิจควรต้องมีปริมาณดินทรายและดินเหนียวไม่มากนัก ซึ่งจะทำให้มีช่องว่างระหว่างเม็ดดินมากทำให้น้ำซึมได้สะดวก (ช่อชบา และคณะ, 2558) ดังนั้น เกษตรกรจึงควรมีการปรับปรุงดินเหนียวให้มีความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชผักมากขึ้น โดยใช้วัสดุจากธรรมชาติ ได้แก่ เปลือกถั่ว ฟางข้าว ใบไม้แห้ง ปุ๋ยอินทรีย์ต่าง ๆ เช่น ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยพืชสด ผสมคลุกเคล้าลงไปเพื่อช่วยเพิ่มช่องว่างในดินจะทำให้ดินโปร่งและร่วนซุยเหมาะแก่การปลูกพืชผักมากขึ้น (สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดินกรมพัฒนาที่ดิน, 2562) ดินมีความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 4.14–7.85 (กรดปานกลาง) จัดว่าอยู่ในช่วงที่ผักสามารถเจริญเติบโตได้ ซึ่ง กรมพัฒนาที่ดิน (2553) ระบุว่าช่วงความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมสำหรับการปลูกผักควรอยู่ในช่วง 6.6–7.3 สำหรับปริมาณอินทรีย์วัตถุมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 1.48–2.40 ซึ่งมีค่าอยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 1.5–2.5) (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553) การที่ดินมีปริมาณอินทรีย์วัตถุที่เหมาะสมสำหรับปลูกพืช จะส่งผลทำให้ดินเพิ่มการเกาะตัวของอนุภาคดินให้เป็นเม็ดดิน และเพิ่มเสถียรภาพของโครงสร้างดินก่อให้เกิดสมดุลระหว่างช่องขนาดเล็ก กลาง และใหญ่ (ยงยุทธ และคณะ, 2554)

ปริมาณโลหะหนักในดินแปลงผักเศรษฐกิจแต่ละชนิดมีปริมาณการสะสมโลหะหนักที่แตกต่างกัน โดยมีปริมาณการปนเปื้อนของเหล็กสูงที่สุด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $3,898.31 \pm 932.89$ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมา คือ สังกะสี ทองแดง ตะกั่ว และแคดเมียม ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 32.38 ± 9.52 10.97 ± 2.48 และ 2.98 ± 3.06 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ แต่ตรวจไม่พบการปนเปื้อนของแคดเมียมในทุกแปลงตัวอย่าง เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณโลหะหนักดังกล่าวกับค่ามาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์เพื่อการอาศัยและเกษตรกรรมตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (พ.ศ. 2547) พบว่าดินแปลงผักส่วนมากมีค่าเฉลี่ยไม่เกินมาตรฐานที่กำหนดไว้ เว้นแต่ปริมาณการปนเปื้อนของเหล็กในดินแปลงผักทั้งหมด 6 ชนิด ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ นิธิภัทร และคณะ (2562) ที่ได้ทำการศึกษาระเบียบการปนเปื้อนโลหะหนักในแปลงผลิตผักปลอดสารพิษของกลุ่มเกษตรกรในพื้นที่ อบต.พานพร้าว อำเภอศรีเชียงใหม่ จังหวัดหนองคาย ซึ่งได้ตรวจสอบหาค่าปริมาณการปนเปื้อนโลหะหนักในผลผลิตทางการเกษตร 4 ชนิด ได้แก่ คะน้า ผักกาดหอม ผักชี และต้นหอม พบว่าปริมาณของเหล็กสูงมากที่สุดในดินปลูกพืชทั้ง 4 ชนิด โดยพบปริมาณเฉลี่ยของเหล็กในดินที่ปลูกคะน้าสูงที่สุดมีค่าเท่ากับ $82,839.25$ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมีค่าเกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ รองลงมา คือ สังกะสี ทองแดง และตะกั่ว ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $1,146.03$ 209.83 และ 58.85 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ โดยการปนเปื้อนของสังกะสีและทองแดงที่สูงเกินค่ามาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์

เพื่อการอาศัยและเกษตรกรรมตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (พ.ศ. 2547) และตรวจไม่พบการปนเปื้อนของแคดเมียมในทุกแปลงตัวอย่างเช่นเดียวกัน ทั้งนี้สาเหตุที่มีการปนเปื้อนของโลหะหนักอาจเกิดจากดิน น้ำ และอากาศ ซึ่งเป็นแหล่งเพาะปลูกของพืช ซึ่งการสะสมของโลหะหนักในดินแปลงผักเศรษฐกิจที่มีปริมาณสูงเกินมาตรฐานที่กำหนดไว้ โดย คัดค้านัฐ (2563) กล่าวว่าปริมาณเหล็กในดินที่ปนเปื้อนมากอาจมีสาเหตุมาจากการใช้สารเคมีการเกษตร เช่น ปุ๋ย และสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในปริมาณสูงเพื่อเร่งผลผลิตต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน อาจทำให้ดินบริเวณที่มีการเพาะปลูกมีการสะสมสารพิษ เมื่อมนุษย์ได้บริโภคพืชที่ปลูกในดินที่มีมลพิษในปริมาณสูงหรือได้รับสะสมเป็นระยะเวลานานอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพร่างกายได้ ทั้งนี้ กาญจนา (2556) กล่าวว่าโลหะหนักเป็นสารที่อันตรายอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพหากเข้าสู่ร่างกายผ่านช่องทางต่างๆ โดยความเป็นพิษของโลหะหนักเกิดจากร่างกายได้รับสารโลหะหนักผ่านช่องทางต่างๆ ซึ่งจะเข้าไปรบกวนการทำงานของเอ็นไซม์ของเซลล์ และยึดกับเยื่อหุ้มเซลล์ ทำให้การควบคุม ลำเลียงสารต่างๆ ของเยื่อหุ้มเซลล์ผิดปกติไป อย่างไรก็ตามความเป็นพิษของโลหะหนักขึ้นอยู่กับรูปแบบทางเคมีของสารประกอบโลหะหนักนั้นเส้นทางการเข้าสู่ร่างกาย และปริมาณที่ร่างกายได้รับ โดยเฉพาะเหล็กที่มีปริมาณการปนเปื้อนสูงในดินแปลงปลูกผัก ซึ่งเป็นพิษของเหล็กเป็นสาเหตุให้พืชขาดธาตุฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และแมกนีเซียมได้ เพราะในสารละลายดินที่มีความเข้มข้นของเหล็กสูง ทำให้การเจริญของรากเป็นไปอย่างจำกัด และผิวรากจะถูกเคลือบด้วยออกไซด์ของ Fe^{2+} ทำให้ประสิทธิภาพการดูดใช้ธาตุอาหารพืชลดลง ซึ่งการแก้ไขปัญหาลเหล็กในดินที่เป็นพิษทำได้ยาก ควรดำเนินการในวิธีการปฏิบัติเพื่อป้องกัน เช่น การจัดการปุ๋ยโดยใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสเฟต และโพแทสเซียมให้เพียงพอต่อความต้องการของพืช โดยอาจใส่ร่วมกับปูนกรณีที่ดินมีค่า pH เป็นกรด เพื่อลดการขาดธาตุอาหาร (กรมการข้าว, 2561) ทั้งนี้หากผู้บริโภครับประทานผักที่ปนเปื้อนเหล็กสูงมากต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน อาจส่งผลทำให้เกิดการสะสมเหล็กในร่างกายสูงซึ่งจะทำให้เกิดผลต่อระบบต่างๆ ได้แก่ ประสิทธิภาพการย่อยอาหารลดลง หลอดเลือดขยายตัว ความดันเลือดลดลง เลือดแข็งตัวได้ช้า การทำงานของตับลดลง ตับเสื่อมสภาพ และยับยั้งการทำงานของเอ็นไซม์ (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2564) อย่างไรก็ตามเพื่อความปลอดภัยต่อสุขภาพของผู้บริโภค เกษตรกรควรให้ความสำคัญในการเพาะปลูก ลดการใช้สารเคมี สารกำจัดศัตรูพืช และยาฆ่าแมลง หรือควรใช้ในปริมาณที่เหมาะสม เพื่อลดการก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อผู้บริโภค

สรุปผลการวิจัย

ดินแปลงผัก ได้แก่ ผักกาดหอม ผักกวางตุ้ง ผักบุ้ง ผักคะน้า ต้นหอม และผักชีฝรั่ง ในพื้นที่ปลูกผักตำบลบึงพระ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก จำนวน 55 แปลง มีปริมาณการปนเปื้อน

ของเหล็กเฉลี่ยมากที่สุด $3,898.00 \pm 932.89$ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมา คือ ปริมาณเฉลี่ยของสังกะสี ทองแดง และตะกั่ว 32.38 ± 9.52 10.97 ± 2.48 และ 2.98 ± 3.06 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ ซึ่งตรงจไม่พบปริมาณแคดเมียมในดินทุกตัวอย่าง เมื่อเปรียบเทียบค่ามาตรฐานตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (พ.ศ.2547) มาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์เพื่อการอยู่อาศัยและเกษตรกรรม พบว่า มีปริมาณการปนเปื้อนสังกะสี ทองแดง ตะกั่ว และแคดเมียม ในดินทุกตัวอย่างอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ ยกเว้นปริมาณการปนเปื้อนของเหล็กในดินทุกตัวอย่างที่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรวิทยาสงคราม ที่ได้ให้การสนับสนุนสถานที่ปฏิบัติการและเครื่องมือดำเนินการวิจัย และขอบคุณเกษตรกรผู้ปลูกผักที่ให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บตัวอย่างจนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- กมล เลิศรัตน์, อรสา ดิสถาพร, สุชีลา เตชะวงศ์เสถียร, และ วีระ ภาคอุทัย. (2544). **ผักในประเทศไทย : สถานภาพของการผลิต การตลาด และการวิจัย**. ขอนแก่น: คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- กรมการข้าว. (2561). **องค์ความรู้เรื่องข้าว**. สืบค้นเมื่อ 22 ธันวาคม 2563, จาก <http://www.ricethailand.go.th/Rkb/management/index.php?file=content.php&id=34.htm>
- กรมพัฒนาที่ดิน. (2553). **คู่มือการปฏิบัติงาน กระบวนการวิเคราะห์ตรวจสอบดินทางเคมี**. สืบค้นเมื่อ 20 พฤศจิกายน 2563, จาก <http://www.idd.go.th/PMQA/2553/Manual/OSD-03.pdf>
- กาญจนา มหาล. (2556). **เกลือดิน'ทำให้ปลาร้าปนเปื้อน โลหะหนักอันตรายก่อมะเร็ง**. สืบค้นเมื่อ 21 ธันวาคม 2563, จาก <https://www.hfocus.org/content/2013/09/4752>
- เกษมศรี ชับซ้อน. (2541). **ปฐพีวิทยา**. กรุงเทพฯ: คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันราชภัฏจันทรเกษม.
- คัตถณัฐ ชื่นวงศ์อรุณ. (2563). **มลพิษในดิน (Soil Pollution)**. สืบค้นเมื่อ 30 พฤษภาคม 2563, จาก <https://www.ngthai.com/science/27458/soil-pollution>
- ช่อชบา อุดคำ, นิตยา ตองติธรรม, นิตวุฒิ บุญอำคา, และวันชัย สันโพธิ์. (2558). **ประเภทของดิน**. สืบค้นเมื่อ 27 พฤศจิกายน 2563, จาก <https://www.sites.google.com/site/chxnityawannitiwuthi/wicha-withyasastr/2>
- ชูดิรัตน์ เจริญสุข, อาคม เจริญสุข, อัจฉริยา โชติกลาง, ณัฐดี สว่างงาม, เจนคณิต สุขสัมฤทธิ์, และประภัสสร มีน้อย. (2559). **การศึกษาพฤติกรรมและความต้องการในการบริโภคผลผลิตทางการเกษตรปลอดภัยของผู้บริโภคในเขตอำเภอจอมบึง จังหวัดราชบุรี. ใน การประชุมวิชาการระดับชาติราชภัฏหมู่บ้านจอมบึงวิจัย ครั้งที่ 4 (น. 1606–1612) ราชบุรี: มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง.**

- นิธิภัทร บุญปก, ประยูร ประเทศ, และกานดา ปุ่มลิ้น. (2562). **การประเมินการปนเปื้อนโลหะหนักในแปลงผลิตผักปลอดสารพิษของกลุ่มเกษตรกรในพื้นที่ อบต.พานพร้าว อ.ศรีเชียงใหม่ จ.หนองคาย.** (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต). สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย.
- เบญจวรรณ ประภักดี, และจิรัฐ สว่างทอง. (2559). แนวทางการฟื้นฟูพื้นที่ปนเปื้อนแคดเมียมด้วยวิธีที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม...จากขบวนการทดลองพื้นที่จริง. **วารสารสิ่งแวดล้อม**, 20(1), 1–13.
- พงศกร โพธิ์ถาวร. (2562). **ภาวะพิษจากโลหะหนัก.** สืบค้นเมื่อ 27 พฤศจิกายน 2563, จาก <https://www.scispec.co.th/learning/index.php/blog/elemental/81-2019-03-26-02-47-01>
- ยงยุทธ โอสดสภา, อรรถดิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์, และชวลิต ชงประยูร. (2554). **ปุ๋ยเพื่อการเกษตรยั่งยืน.** กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศิริวรรณ จินตา, และปิยะดา ชีระวงศ์. (2564). การประเมินปริมาณโลหะหนักที่ปนเปื้อนในผักเศรษฐกิจ: กรณีศึกษาในตำบลบึงพระ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก. **PSRU Journal of Science and Technology**, 6(1), 28–38.
- สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2564). **ความรู้เรื่อง โลหะหนัก ประโยชน์และพิษ โลหะหนัก ที่สามารถปนเปื้อนอยู่ในน้ำผิวดินและใต้ดินได้.** สืบค้นเมื่อ 3 พฤษภาคม 2564, จาก <http://eia.onep.go.th/images/monitor/1548816161.pdf>
- สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดินกรมพัฒนาที่ดิน. (2562). **เคล็ดลับ พื้นฟูสุขภาพดิน.** สืบค้นเมื่อ 20 ธันวาคม 2563, จาก https://www.baanlaesuan.com/41500/plant-scoop/dailyguide_soil
- องค์การบริหารส่วนจังหวัดพิษณุโลก. (2563). **อบจ.พิษณุโลก ห่วงใยกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกผักใน ต.บึงพระ ได้รับผลกระทบจากวิกฤติไวรัสโควิด 19 ทำให้ยอดขาย/ราคาตก.** สืบค้นเมื่อ 30 พฤศจิกายน 2563, จาก <http://www.ppao.go.th/บริการประชาชน/ข่าวประชาสัมพันธ์/5-ข่าวประชาสัมพันธ์/ 9356.html>
- อภิรักษ์ หลักชัยกุล. (2558). **การผลิตผักปลอดภัยแปลงใหญ่.** สืบค้นเมื่อ 30 พฤษภาคม 2563, จาก https://www.agriman.doe.go.th/home/news2/JOB/308_58-018.pdf
- อรรธรณ พุทธิสุทธิ, และศุภพร แสงกระจ่าง. (2553). ความเป็นพิษของขยะอิเล็กทรอนิกส์. **วารสารพิษวิทยาไทย**, 25(1), 67–76.
- Green Report. (2562, 6 พฤศจิกายน). **เกษตรกรปรับตัวปลูกผักปลอดภัยลดใช้สารเคมี. เข้าข่าว 7 สี.** สืบค้นเมื่อ 5 มิถุนายน 2563, จาก <https://www.news.ch7.com/detail/37379>
- Plaster, E.J. (1997). **Soil Science and Management.** (3rd ed.). London: An International Thomson Publishing Company.