

Agricultural Chemical Use Behavior and Pollutant Contamination from Highland Cultivation Areas

Simanata Threedeach^{1,*} Kanokaon Netchu²

ABSTRACT

The aim of this study was to investigate the behavior of agricultural chemicals use and their contamination levels in the environment. The study area was Tapernkee village located in Phutoei national park, Dan Chang district, Suphanburi province. The study samples included representatives of farmers from 52 households, cassava cultivated soil, national park campsite soil, surface water and underground water from nearby areas. The study analyzed agricultural chemicals including bipyridylum group by Liquid chromatography-mass spectrometry (LC-MS) and organophosphate group by Gas chromatography-flame photometric detector (GC/FPD). Heavy metals were analyzed using Atomic absorption spectrophotometer (AA).

The results showed low levels of paraquat (bipyridylum group) contamination in cultivated soil (0.06 mg/kg) and the campsite soil (0.36 mg/kg). Additionally, hexavalent chromium was found at 680.7 mg/kg in cultivated soil, exceeding the soil quality standard for agricultural use. Arsenic, cadmium, copper, lead, manganese, mercury, and nickel were detected at levels below the standard. Regarding the behavior of agricultural chemicals use, all respondents used chemicals for cultivation and 75.0% had used chemicals for a long period (10 years or more). The respondents had a low level of knowledge regarding the effects of chemical use (33.6%), which was consistent with the finding that pollutant contamination might be affected by continuous use of agriculture chemicals. The knowledge level of the respondents was significantly related to their behavior in agricultural chemicals use. Therefore, promoting knowledge of agricultural chemical risks and sustainable farming practices is essential to balance economic, social, environmental, and ecological systems.

Keywords: Agricultural chemicals, Heavy metals, Cultivation, Highland,

Published Online: 8 May 2026

ISSN: 3057-0778 (Online)

Simanata Threedeach^{1,*}

¹Faculty of Science and Technology,
Suan Dusit University
(simanata_thr@dusit.ac.th)

Kanokaon Netchu²

²Faculty of Business Administration,
Rajamangala University of Technology
Rattanakosin Salaya
(kanokaon.net@rmutr.ac.th)

*Corresponding Author

Received date: 17 March 2024

Revised date: 10 April 2025

Accepted date: 13 April 2025

พฤติกรรมการใช้สารเคมีทางการเกษตรและการปนเปื้อนสารมลพิษ จากการเพาะปลูกในพื้นที่สูง

สิมนัส ตรีเดช^{1,*} และ กนกกร เนตรชู^{1,*}

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพฤติกรรมการใช้สารเคมีทางการเกษตรและการปนเปื้อนสารมลพิษในสิ่งแวดล้อม ณ หมู่บ้านตะเพินคี บริเวณอุทยานแห่งชาติพุเตย อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี กลุ่มตัวอย่างคือ เกษตรกรตัวแทน 52 ครัวเรือน สุ่มตัวอย่างดินเพาะปลูกมันสำปะหลังและดินจุดพักอุทยานฯ ตัวอย่างน้ำผิวดินและน้ำใต้ดินในพื้นที่ใกล้เคียง วิเคราะห์สารเคมีกำจัดแมลงและศัตรูพืชกลุ่มไพรีทรีนอยด์ด้วย Liquid chromatography-mass spectrometry (LC-MS) กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตด้วย Gas chromatography-Flame photometric detector (GC/FPD) และกลุ่มโลหะหนักด้วย Atomic absorption spectrophotometer (AA) ซึ่งพบการปนเปื้อนพาราควอต (ไปไพรีเดียม) ในดินเพาะปลูก (0.36 มก./กก.) และดินจุดพักอุทยานฯ (0.06 มก./กก.) ระดับต่ำ และพบโลหะหนักโครเมียมชนิดเฮกซะวาเลนต์ (680.7 มก./กก.) ในพื้นที่เพาะปลูกเกินมาตรฐานคุณภาพดินใช้ประโยชน์เพื่อเกษตรกรรม อย่างไรก็ตาม ดินตัวอย่างพบสารหนู แคดเมียม ทองแดง ตะกั่ว แมงกานีส สังกะสี และนิกเกิล ต่ำกว่ามาตรฐาน นอกจากนี้ กลุ่มตัวอย่างเกษตรกรทั้งหมดใช้สารเคมีเพาะปลูก พบร้อยละ 75.0 ใช้ติดต่อกันนานมากกว่า 10 ปี กลุ่มตัวอย่างมีระดับความรู้ด้านผลกระทบของการใช้สารเคมีต่ำ (ร้อยละ 33.6) ซึ่งสอดคล้องข้อมูลการสะสมสารมลพิษที่คาดการณ์ว่าน่าจะเกิดจากการใช้สารเคมีต่อเนื่อง และระดับความรู้ส่งผลต่อพฤติกรรมการใช้สารเคมีอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้น ควรส่งเสริมความรู้ความเข้าใจด้านความเสี่ยงภัยจากการใช้สารเคมี ส่งเสริมการเพาะปลูกตามแนวทางเกษตรกรรมยั่งยืน เพื่อก่อให้เกิดความสมดุลทางเศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อม และระบบนิเวศ

คำสำคัญ: สารเคมีทางการเกษตร โลหะหนัก การเพาะปลูก พื้นที่สูง

Published Online: 30 พฤษภาคม 2568

ISSN: 3057-0778 (Online)

สิมนัส ตรีเดช^{1,*}

¹คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัย
สวนดุสิต

(simanata_thr@dusit.ac.th)

กนกกร เนตรชู²

²คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี

ราชมงคลรัตนโกสินทร์ ศาลายา

(kanokaon.net@rmutr.ac.th)

*Corresponding Author

Received date: 17 มีนาคม 2567

Revised date: 10 เมษายน 2568

Accepted date: 13 เมษายน 2568

1. บทนำ

สารเคมีทางการเกษตร โดยเฉพาะสารเคมีกำจัดแมลงและป้องกันศัตรูพืช ถูกใช้กันอย่างแพร่หลายในระบบการเกษตรของประเทศไทย โดยจากข้อมูลขององค์การอาหารและการเกษตรแห่งสหประชาชาติ (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2022) ได้ระบุปริมาณการใช้สารเคมีกำจัดแมลงและป้องกันศัตรูพืชของประเทศไทยอยู่ที่ 19,007 ตันต่อปี ซึ่งจัดอยู่ในลำดับที่ 26 ของโลก เทียบเท่าการใช้ในปริมาณ 0.29 กิโลกรัมต่อไร่ (ข้อมูลปี พ.ศ. 2563) แต่อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลสถิติย้อนหลังจะพบว่าปริมาณการใช้งานลดลง โดยในปี พ.ศ. 2558 มีปริมาณอยู่ที่ 26,168 ตันต่อปี นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาสถิติการนำเข้าวัตถุดิบอันตรายทางการเกษตร (กรมวิชาการเกษตร, 2565) สารกำจัดวัชพืช (Herbicide) จัดเป็นกลุ่มที่มีการนำเข้าสูงสุด คิดเป็นร้อยละ 54.5 ของการนำเข้าทั้งหมด โดยสารไกลโฟเซต-ไอโซโพรพิลแอมโมเนียม (Glyphosate isopropyl ammonium) เป็นสารกำจัดวัชพืชที่มีปริมาณการนำเข้าสูงสุด (ข้อมูลปี พ.ศ. 2564) แต่จากข้อมูลสถิติการนำเข้าวัตถุดิบอันตรายทางการเกษตรย้อนหลังจะพบว่าสารพาราควอต ไดคลอไรด์ (Paraquat dichloride) จัดเป็นสารที่มีปริมาณการนำเข้าสูงในลำดับรองลงมา (กรมวิชาการเกษตร, 2564) แต่ในปัจจุบันถูกขึ้นบัญชีวัตถุอันตรายชนิดที่ 4 มีความเป็นอันตรายหรือความเสี่ยงสูงทั้งจากคุณสมบัติของตัวสารเองหรือจากลักษณะการใช้ เช่น สารก่อมะเร็ง สารก่อกลายพันธุ์ สารที่เป็นพิษต่อระบบสืบพันธุ์ หรือสารที่ห้ามใช้โดยอนุสัญญา และประกาศยกเลิกการใช้อย่างเป็นทางการในประเทศไทย (สำนักเลขาธิการคณะรัฐมนตรี, 2566) จากการสำรวจของกรมควบคุมโรค (2563) พบประวัติการใช้สารเคมีทางการเกษตรสามชนิด (พาราควอต คลอร์ไพริฟอส และไกลโฟเซต) ในครัวเรือนทั่วประเทศ รวมร้อยละ 31.07 โดยร้อยละ 78.21 ของครัวเรือนที่มีประวัติการใช้สารเคมีฯ ยังคงมีการใช้งานอยู่ อีกทั้งปัจจุบันพบการรายงานการตกค้างของสารเคมีทางการเกษตรในสิ่งแวดล้อม และผลผลิตทางการเกษตร ตลอดจนมีการพบการสะสมของโลหะหนักในดินซึ่งเป็นผลสืบเนื่องจากการใช้สารเคมีในการเพาะปลูกต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน ซึ่งส่งผลเสียต่อคุณภาพดิน สิ่งแวดล้อมโดยรอบ และผลผลิตที่ลดลง (Tong et al., 2022) อีกทั้งยังบ่งชี้ถึงความเสี่ยงภัยต่อสุขภาพจากมลพิษลักษณะดังกล่าว อันเนื่องมาจากสารเคมีส่วนใหญ่สลายตัวได้ช้าจึงตกค้างสะสมในสิ่งแวดล้อมได้เป็นเวลานาน (ณัฐนันท์ และคณะ, 2565) ประกอบกับการที่แรงงานนอกระบบของประเทศส่วนใหญ่ทำงานในภาคการเกษตร (ร้อยละ 56.4) มีปัญหาเกี่ยวกับสุขภาพ การเข้าถึงบริการส่งเสริมสุขภาพ ป้องกันโรคและภัยสุขภาพจากการประกอบอาชีพ ความไม่ปลอดภัยจากการทำงานด้านสภาพแวดล้อมในการทำงาน อีกทั้งโรคพิษจากสารกำจัดศัตรูพืชยังจัดเป็นปัญหาโรคและภัยสุขภาพจากการประกอบอาชีพด้านการเกษตรที่สำคัญ ซึ่งพบอัตราการป่วย 13.13 ต่อประชากรแสนราย จากการสำรวจครัวเรือนที่มีการใช้สารเคมีทางการเกษตรอยู่ พบสมาชิกในครัวเรือนมีอาการชาปลายมือปลายเท้า (ร้อยละ 66.44) ผื่นหนังอักเสบ (ร้อยละ 17.35) และมือสั่น (ร้อยละ 11.17) (กรมควบคุมโรค, 2563)

แนวโน้มการบริโภคในปัจจุบันที่ได้ให้ความสำคัญกับอาหารปลอดภัย ส่งผลให้การผลิตสินค้าทางการเกษตรมีการปรับตัวเข้าสู่ระบบคุณภาพมาตรฐานเพื่อสร้างความเชื่อมั่นและสร้างภาพลักษณ์ที่ดีต่อสินค้าที่เกี่ยวข้องตลอดห่วงโซ่ที่มีคุณภาพ ความปลอดภัยและมั่นคงด้านอาหาร ซึ่งประเทศไทยมีการขับเคลื่อนการดำเนินงานผ่านแผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ (พ.ศ.2566-2580) ด้านการเกษตร ด้วยการสนับสนุนระบบการเกษตร ระบบการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม การลด ละ เลิกใช้สารเคมีที่เป็นอันตราย การส่งเสริมระบบเกษตรกรรมยั่งยืน อาทิ เกษตรผสมผสาน เกษตรธรรมชาติ เกษตรอินทรีย์ เกษตรทฤษฎีใหม่ และวนเกษตร เป็นต้น (สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2566) เมื่อพิจารณาข้อมูลเพิ่มเติมในบริบทของพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรี ซึ่งมีการประกอบอาชีพเกษตรกรรมเป็นอาชีพสำคัญ ประกอบด้วย การทำนาข้าว การปลูกพืชไร่ เช่น อ้อยโรงงาน มันสำปะหลัง ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มะม่วง แห้ว และเผือก จากข้อมูลการวิเคราะห์สภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับการเกษตรและสหกรณ์ของจังหวัด (SWOT) พบประเด็นจุดอ่อนในเรื่อง เกษตรกรยังไม่ให้ความสำคัญกับการผลิตสินค้าเกษตรที่ปลอดภัย เกษตรกรบางส่วนยังใช้สารเคมีทางการเกษตรไม่ถูกต้องและเกินความจำเป็น ขาดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับผลกระทบ

จากการใช้สารเคมีที่เป็นพิษต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม (สำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดสุพรรณบุรี, 2564) จากข้อมูลจุดอ่อนของพื้นที่ด้านปัญหาการใช้สารเคมีทางการเกษตรนั้น สอดรับกับแผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ (พ.ศ. 2566-2580) ด้านการเกษตรที่เน้นส่งเสริมระบบเกษตรกรรมยั่งยืน และลดการใช้สารเคมี อีกทั้งยังมีแผนพัฒนาจังหวัดสุพรรณบุรี (พ.ศ.2566 – 2570) ภายใต้เป้าหมายการพัฒนา “เกษตรกรรมยั่งยืน เศรษฐกิจเข้มแข็ง คุณภาพชีวิตดี สังคมมีสุข” โดยเฉพาะเรื่องการเพิ่มศักยภาพการผลิตสินค้าเกษตรในจังหวัดยกระดับสู่มาตรฐานอาหารปลอดภัย (Food safety) ซึ่งการที่จะพัฒนาพื้นที่ ตลอดจนปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของเกษตรกรตามกรอบการดำเนินงานภาครัฐ ข้อมูลพื้นฐานด้านพฤติกรรมการใช้สารเคมีทางการเกษตรของเกษตรกร ตลอดจนข้อมูลการสะสมตัวของสารเคมีในพื้นที่เพาะปลูกและสิ่งแวดล้อม จะเป็นข้อมูลสำคัญที่ช่วยสนับสนุนการดำเนินงานเชิงพื้นที่ ดังในการศึกษาครั้งนี้จะนำเสนอข้อมูลการใช้สารเคมีทางการเกษตรและการปนเปื้อนสารมลพิษในสิ่งแวดล้อม ผ่านการสุ่มวิเคราะห์ตัวอย่างดิน ตัวอย่างน้ำ ทั้งการวิเคราะห์สารเคมีกำจัดแมลงและศัตรูพืชกลุ่มไปไพริดีเลียม และกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต และการวิเคราะห์สารกลุ่มโลหะหนัก ตลอดจนศึกษาพฤติกรรมการใช้สารเคมีทางการเกษตรในกลุ่มเกษตรกรตัวแทนในพื้นที่หมู่บ้านตะเพินคี บริเวณอุทยานแห่งชาติพุเตย อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี ซึ่งพื้นที่ดังกล่าวจัดเป็นเทือกเขาสูงชันและพื้นที่ลาดชันสลับลอนชัน อีกทั้งมีการปลูกพืชไร่เป็นหลัก (Figure 1) จากการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกับพื้นที่พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีการใช้สารเคมีอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน ซึ่งผลที่ได้จากการศึกษาน่าจะมีประโยชน์ต่อเกษตรกรและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการนำไปประยุกต์ใช้ในการบริหารจัดการเพื่อพัฒนาระบบเกษตรกรรมยั่งยืน ตลอดจนลดผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อม และสุขภาพในอนาคต

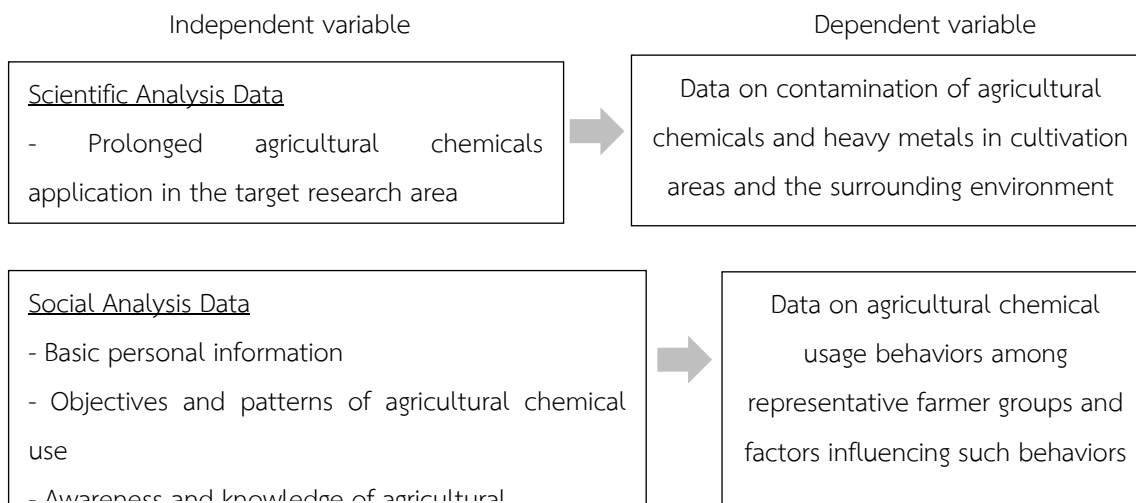


Figure 1 Research Conceptual Framework

วัตถุประสงค์

1. เพื่อวิเคราะห์การปนเปื้อนของสารเคมีทางการเกษตร และโลหะหนักในพื้นที่เพาะปลูก และสิ่งแวดล้อมบริเวณหมู่บ้านตะเพินคี อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี
2. เพื่อศึกษาพฤติกรรมการใช้สารเคมีทางการเกษตร ในกลุ่มตัวแทนเกษตรกรของหมู่บ้านตะเพินคี อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี

2. วิธีการวิจัย

2.1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1) ประชากร ในการศึกษาครั้งนี้ คือ ตัวแทนของเกษตรกรในแต่ละครัวเรือนของพื้นที่ที่ทำการศึกษา ณ หมู่บ้านตะเพินคี ซึ่งจัดเป็นชุมชนชาวกะเหรี่ยงเผ่าโปรว ตั้งอยู่บริเวณอุทยานแห่งชาติพุเตย อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี โดยทุกครัวเรือน (52 ครัวเรือน) ในพื้นที่มีการประกอบอาชีพเกษตรกรรม

2) กลุ่มตัวอย่าง

การคำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่าง (sample size) ในการศึกษาจะดำเนินการกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ค่าความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยใช้สูตรของยามาเน่ (Yamane, 1973) และเนื่องจากพื้นที่ที่ศึกษาเป็นชุมชนขนาดเล็ก เพื่อความเหมาะสมในการกำหนดกลุ่มตัวอย่างจะทำการสุ่มตัวอย่างครบทุกครัวเรือน รวมจำนวน 52 ตัวอย่าง โดยเก็บข้อมูลกับตัวแทนของเกษตรกรในแต่ละครัวเรือนโดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือ

2.2 การสร้างและพัฒนาคุณภาพเครื่องมือ

1) เครื่องมือในการเก็บข้อมูล ในที่นี้ใช้แบบสอบถามจากการออกแบบของคณะผู้วิจัย ซึ่งแบบสอบถาม แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป ส่วนที่ 2 การวัดความรู้เรื่องการใช้สารเคมีทางการเกษตร และ ส่วนที่ 3 ข้อมูลการใช้สารเคมีทางการเกษตร โดยแต่ละส่วนมีรายละเอียดดังนี้

- ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม เป็นข้อคำถามปลายปิดแบบมีข้อย้อยให้เลือกตอบคำตอบเดียว ประกอบด้วยข้อคำถามที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลส่วนตัว อาชีพ รูปแบบการประกอบอาชีพ การศึกษา ตำแหน่งในครัวเรือน และภาษาที่ใช้ในการสื่อสาร

- ส่วนที่ 2 การวัดความรู้เรื่องการใช้สารเคมีทางการเกษตรของผู้ตอบแบบสอบถาม ประกอบด้วยข้อคำถามปลายปิด 15 ข้อ ให้เลือกตอบว่าถูกหรือผิด โดยเป็นข้อคำถาม 2 กลุ่มเรื่อง ได้แก่ กลุ่มที่ 1 เรื่องการป้องกันตนเองและผลกระทบต่อสุขภาพจากการใช้สารเคมีทางการเกษตร และกลุ่มที่ 2 เรื่องผลกระทบของการใช้สารเคมีทางการเกษตรที่มีต่อสัตว์ สิ่งแวดล้อมและห่วงโซ่อาหาร

- ส่วนที่ 3 ข้อมูลการใช้สารเคมีทางการเกษตรของผู้ตอบแบบสอบถาม ประกอบด้วยข้อคำถาม 2 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบที่ 1 เป็นข้อคำถามปลายปิด แบบมีข้อย้อยให้เลือกตอบคำตอบเดียว และเลือกตอบได้มากกว่า 1 ตัวเลือก อีกทั้งมีข้อคำถามจัดลำดับความคิดเห็น ด้วยการวัด 5 ระดับ (Likert Scale) คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด และรูปแบบที่ 2 ข้อคำถามปลายเปิด เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้ตอบสามารถแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมได้อย่างเต็มที่ ประกอบด้วยข้อคำถามที่เกี่ยวข้องกับวัตถุประสงค์ในการใช้งานสารเคมีทางการเกษตร ระดับความมั่นใจในการใช้งาน ปริมาณและช่วงเวลาในการใช้ ผู้แนะนำให้ใช้หรือแหล่งข้อมูล การใช้สารชีวภาพ การป้องกันตัวจากสารเคมี การรับรู้ถึงอันตรายของสารเคมี การกำจัดบรรจุภัณฑ์ ระยะเวลาในการใช้สารเคมี การตัดสินใจใช้ต่อเนื่องในอนาคต และการตัดสินใจบริโภคผลผลิตของผู้ตอบแบบสอบถาม

2) การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ แบบสอบถามที่คณะผู้วิจัยทำการออกแบบจะถูกนำไปเสนอผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสม และความสอดคล้องของข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ในการวิจัย (Index of Item Objective Congruence, IOC) โดยกำหนดค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามแต่ละข้อมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 ให้อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ กรณีที่ค่าดัชนีความสอดคล้องข้อคำถามใดมีค่าต่ำกว่า 0.50 จะดำเนินการปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

2.3 การเก็บและรวบรวมข้อมูล

การเก็บและรวบรวมข้อมูลงานวิจัย ประกอบด้วยการดำเนินงาน 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 การศึกษาการปนเปื้อนของสารเคมีทางการเกษตร และโลหะหนักในพื้นที่เพาะปลูก และสิ่งแวดล้อม และส่วนที่ 2 การศึกษาพฤติกรรมการใช้สารเคมีทางการเกษตร ในกลุ่มตัวอย่าง โดยมีรายละเอียดดังนี้

ส่วนที่ 1 การศึกษาการปนเปื้อนของสารเคมีทางการเกษตร และโลหะหนักในพื้นที่เพาะปลูกและสิ่งแวดล้อม

ทำการลงสำรวจพื้นที่ที่ศึกษาและคัดเลือกจุดเก็บตัวอย่างดินและน้ำ ซึ่งประกอบด้วยพื้นที่ 5 จุด ได้แก่ จุดที่ 1 ตัวอย่างดินและตัวอย่างพืชในพื้นที่เพาะปลูก จุดที่ 2 ตัวอย่างน้ำใต้ดินบริเวณใกล้เคียงพื้นที่เพาะปลูก (ด้านหลังโรงเรียนตะเพินคี่น้อย สาขาโรงเรียนบ้านกล้วย) จุดที่ 3 ตัวอย่างน้ำใต้ดินของหมู่บ้านพุเตย (ตาน้ำ) จุดที่ 4 ตัวอย่างดินบริเวณที่พักของอุทยานฯ (หน่วยพิทักษ์อุทยานฯ ที่ 3 (ตะเพินคี่)) และจุดที่ 5 ตัวอย่างน้ำผิวดินของน้ำตกตะเพินคี่น้อย (Figure 2)



Figure 2 Sampling points for agricultural chemical and heavy metal analysis

การเก็บตัวอย่างดิน เก็บที่ระดับความลึก 15 เซนติเมตร โดยขุดดินเป็นหลุมรูปปลี ในจุดที่ 1 เป็นการสุ่มเก็บตัวอย่างในพื้นที่เพาะปลูกจำนวน 3 แปลง แบ่งเป็นแปลงในช่วงเตรียมการเพาะปลูก ช่วงระหว่างทำการเพาะปลูก และช่วงหลังการเก็บเกี่ยว อย่างละ 1 แปลง โดยในแต่ละแปลงทำการเก็บตัวอย่าง 15 จุด ก่อนขุดทำการกวาดเศษพืชหรือวัสดุที่อยู่ผิวน้ำดินออกก่อน นำดินในแต่ละจุดมาคลุกให้เข้ากัน เกลี่ยตัวอย่างดิน โดยแผ่เป็นรูปวงกลมแล้วแบ่งออกเป็น 4 ส่วนเท่ากัน เก็บดิน 1 ส่วน เป็นดินตัวแทน โดยจุดที่ 1 สุ่มเก็บจากแปลงเพาะปลูกมันสำปะหลังเนื่องจากเป็นชนิดพืชที่พบในพื้นที่เป็นส่วนใหญ่ สำหรับจุดที่ 4 ดินจากบริเวณที่พักอุทยานฯ เป็นดินในบริเวณใกล้เคียงพื้นที่เพาะปลูก ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างดินจำนวน 15 จุด และเตรียมตัวอย่างลักษณะเช่นเดียวกันกับดิน ส่วนการเก็บตัวอย่างพืชในจุดที่ 1 ใช้การสุ่มเก็บต้นมันสำปะหลังในพื้นที่เพาะปลูกทั้งต้น โดยตัวอย่างที่เก็บอายุประมาณ 2 เดือน

มีการคัดเลือกจุดเก็บตัวอย่างน้ำผิวดินและน้ำใต้ดิน เพื่อใช้เป็นตัวแทนศึกษามลพิษปนเปื้อนในแหล่งน้ำของหมู่บ้านฯ โดยจุดที่ 2 เป็นตัวแทนบริเวณต้นน้ำก่อนการผ่านไปยังหมู่บ้าน จุดที่ 3 ตัวแทนแหล่งน้ำอุปโภคและบริโภคของหมู่บ้าน และจุดที่ 5 ตัวแทนบริเวณปลายน้ำภายหลังผ่านพื้นที่หมู่บ้านและพื้นที่เพาะปลูก ซึ่งในการเก็บตัวอย่างน้ำใต้ดินที่ผุดขึ้นสู่ผิวดิน (ตาน้ำ) ในจุดที่ 4 และน้ำผิวดินในจุดที่ 5 เก็บตัวอย่างจากตำแหน่งกึ่งกลางลำน้ำที่ระดับความลึกครึ่งหนึ่งจากผิวน้ำ ส่วนการเก็บตัวอย่างน้ำใต้ดินในจุดที่ 2 เก็บจากบ่อน้ำบาดาลที่ติดตั้งเครื่องสูบน้ำแบบคันโยก ดำเนินการโดยสูบน้ำทิ้งก่อนเพื่อให้น้ำในท่อไหลเวียนและได้น้ำที่เป็นตัวแทนของชั้นน้ำบาดาล จากนั้นทำการเก็บตัวอย่างน้ำที่ไหลออกมาจากท่อสูบน้ำโดยตรง

การวิเคราะห์คุณสมบัติพื้นฐานของตัวอย่างทางห้องปฏิบัติการ ประกอบด้วย 1) การวิเคราะห์คุณสมบัติของตัวอย่างดินในรูปของพีเอช (pH) อินทรีย์วัตถุในดิน (OM) แร่ธาตุในดิน เช่น ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) ซัลเฟอร์ (S) แมงกานีส (Mn) และ แมกนีเซียม (Mg) 2) การวิเคราะห์คุณสมบัติของตัวอย่างน้ำผิวดิน

ดิน ในรูปของพีเอช (pH) ของแข็งแขวนลอย (SS) ของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด (TDS) บีโอดี (BOD) และไนโตรเจนทั้งหมด (TN) 3) การวิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำใต้ดิน ในรูปของพีเอช (pH) ของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด (TDS) สี (Color) ความขุ่น (Turbidity) ความกระด้าง (Hardness) และไนเตรท (NO₃-) และ 4) การวิเคราะห์ตัวแทนแบคทีเรียก่อโรคระบบทางเดินอาหารกลุ่มโคลิฟอร์ม (TCB) และฟีคัลโคลิฟอร์ม (FCB) ในตัวอย่างน้ำ (AWWA, 2005)

สำหรับการวิเคราะห์สารมลพิษปนเปื้อนในตัวอย่าง ประกอบด้วย 1) การวิเคราะห์ตัวอย่างดิน น้ำ และพืช เพื่อสำรวจการปนเปื้อนสารเคมีทางการเกษตรกลุ่มไพไรดิเลียม (bipyridiliums) ชนิด Paraquat และกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphate) ชนิด DDVP, Mevinphos, Diazinon, Dicrotophos, Monocrotophos, Dimethoate, Pirimiphos-methyl, Chlorpyrifos, Parathion-methyl, Pirimiphos-ethyl, Malathion, Fenitrothion, Parathion ethyl, Prothiofos, Methidathion, Profenofos, Ethion, Triazophos, EPN, Phosalone และ Azinphos-ethyl โดยใช้การวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Liquid chromatography-mass spectrometry (LC-MS) (Grey et al., 2002) และเครื่อง Gas chromatography-Flame photometric detector (GC/FPD) (US EPA, 1995) ตามลำดับ ที่คัดเลือกวิเคราะห์สารกลุ่มดังกล่าว เนื่องจากเป็นสารกลุ่มที่เกษตรกรในพื้นที่นิยมใช้ 2) การวิเคราะห์โลหะหนักในตัวอย่างดิน ประกอบด้วยโลหะหนักชนิดทองแดง (Cu) เหล็ก (Fe) สังกะสี (Zn) เงิน (Ag) ดีบุก (Sn) สารหนู (As) โครเมียมชนิดเฮกซะวาเลนต์ (Cr+6) แคดเมียม (Cd) ตะกั่ว (Pb)ปรอท (Hg) และนิกเกิล (Ni) และ 3) การวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำใต้ดินในรูปของเหล็ก (Fe) สังกะสี (Zn) แคดเมียม (Cd) และตะกั่ว (Pb) ซึ่งในการวิเคราะห์โลหะหนักใช้เครื่อง Atomic absorption spectrophotometer (AA) (AWWA, 2005)

ส่วนที่ 2 การศึกษาพฤติกรรมการใช้สารเคมีทางการเกษตรในกลุ่มตัวอย่าง

การดำเนินงานจัดเก็บข้อมูลพฤติกรรมการใช้สารเคมีทางการเกษตรในกลุ่มตัวอย่างจำนวน 52 ตัวอย่างโดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือ กรณีที่ผู้ตอบแบบสอบถามไม่สะดวกทำแบบสอบถามด้วยตนเอง คณะผู้วิจัยจะเก็บข้อมูลผ่านการสนทนาแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้ตอบแบบสอบถาม โดยอ้างอิงตามข้อคำถามในแบบสอบถามและดำเนินการสนทนารอบละ 1 ตัวอย่าง นอกจากนี้คณะผู้วิจัยจะทำการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลจากแบบสอบถามอีกครั้งก่อนการรวบรวม

2.4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถาม โดยมีรายละเอียด ได้แก่ 1) การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพรรณนา ได้แก่ ค่าความถี่ ร้อยละ ค่ามัธยฐานเลขคณิต หรือค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) และ 2) การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติอ้างอิง ได้แก่ Interval scale, t-test และ สถิติทดสอบไค - สแควร์ (Chi-square Test Statistic)

3. ผลการวิจัย

3.1 การปนเปื้อนของสารเคมีทางการเกษตร และโลหะหนักในพื้นที่เพาะปลูกและสิ่งแวดล้อม

จากการลงสำรวจพื้นที่ที่ทำการศึกษาและจัดเก็บตัวอย่างน้ำและดินเพื่อวิเคราะห์ผลทางห้องปฏิบัติการในพารามิเตอร์บางรายการที่ได้ทำการคัดเลือกไว้เพื่อใช้ประเมินคุณภาพสิ่งแวดล้อมร่วมกับการประเมินการตกค้างของสารเคมีทางการเกษตรของพื้นที่ โดยผลการศึกษาแสดงดัง Table 1 จากข้อมูลการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำผิวดินและน้ำใต้ดินในบริเวณใกล้เคียงพื้นที่เพาะปลูก (จุดที่ 2) พื้นที่ชุมชน (จุดที่ 3) และพื้นที่น้ำตกตะเพินคี (จุดที่ 5) (Table 1) พบว่าในส่วนของคุณภาพน้ำผิวดินของน้ำตกฯ เมื่อประเมินดัชนีคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดิน (Water Quality Index, WQI) ผ่านพารามิเตอร์บีโอดี (BOD), ออกซิเจนละลายน้ำ (DO), ไนเตรท (NO₃-), โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (TCB) และฟีคัลโคลิฟอร์ม (FCB) (กรมควบคุมมลพิษ, 2566) พบค่าดัชนี WQI อยู่ที่ร้อยละ 81.6 อยู่ในเกณฑ์คุณภาพระดับดี และถูกจัดเป็นแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2 ซึ่งเป็นแหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทั้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ 1) การอุปโภคและบริโภคโดยตรงผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน 2) การอนุรักษ์สัตว์น้ำ 3) การประมง และ 4) การว่ายน้ำและกีฬาทางน้ำ สำหรับผลการวิเคราะห์คุณภาพ

น้ำใต้ดินบริเวณใกล้พื้นที่เพาะปลูกและในชุมชนใกล้เคียงนั้น พบว่าคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์คุณภาพน้ำบาดาลเพื่อการบริโภค ยกเว้น สี (Color) ของน้ำที่มีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานที่อนุโลมให้ ในขณะที่ค่าความขุ่น (Turbidity) สูงกว่ามาตรฐานเช่นเดียวกันแต่ยังคงอยู่ภายใต้ระดับที่เกณฑ์อนุโลมให้ อีกทั้งยังพบปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (200 MPN/100 mL) ในขณะที่เกณฑ์มาตรฐานระบุว่าไม่ควรพบปรากฏ จากการสอบถามผู้อยู่อาศัยในพื้นที่พบว่าจะมีการนำน้ำบาดาลไปปรับสภาพเบื้องต้นและต้มก่อนการนำไปใช้บริโภค อย่างไรก็ตามตัวอย่างน้ำใต้ดินทั้ง 2 จุด พบสารตะกั่ว (Pb) เกินค่ามาตรฐานเล็กน้อย คาดการณ์ว่าน่าจะมาจากการใช้สารเคมีทางการเกษตรที่มีตะกั่วเป็นองค์ประกอบ ในส่วนของคุณภาพดินในพื้นที่เพาะปลูก (จุดที่ 1) และพื้นที่บริเวณที่พักของอุทยานฯ (จุดที่ 4) มีการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมี รายละเอียดแสดงดังใน Table 2 และ 3

Table 1 Chemical and biological properties of water samples in the study area

Parameters	Water quality data of the studied samples ¹			Standard values for each water quality category
	Groundwater behind the school (Point 2)	Underground water (natural spring) of the village (Point 3)	Tapernkee Noi Waterfall (Point 5)	
pH	7.2	7.1	8.3	7.0-8.5 ² /5.0-9.0 ³
SS) mg/L)	NA	NA	32.5	-
TDS (mg/L)	332.0	323.0	240.0	< 600 ²
BOD (mg/L)	NA	NA	0.7	≤ 1.5 ³
DO (mg/L)	NA	NA	6.8	≥ 6.0 ³
NO ₃ ⁻ (mg/L)	0.07	0.06	0.49	≤ 45 ² /≤ 5.0 ³
Color (Pt-Co)	49.5	5.0	NA	5/Maximum Permission 15 ²
Turbidity (NTU)	17.5	2.0	NA	5/Maximum Permission 20 ²
Hardness (mg/L)	180.0	187.5	NA	< 300 ²
Fe (mg/L)	0.080	0.028	NA	≤ 0.5 ³
Zn (mg/L)	1.485	0.000	NA	≤ 0.5 ³
Cd (mg/L)	0.000	0.000	NA	Not detectable ³
Pb (mg/L)	0.005	0.003	NA	Not detectable ³
TCB (MPN/100 mL)	200	0	1,150	< 2.2 ² / ² < 5,000 ³
FCB (MPN/100 mL)	0	0	450	0 ² / ² < 1,000 ³

Remarks ¹ Data are presented as the average of two sampling times ² Groundwater quality standards for consumption according to the Ministry of Natural Resources and Environment Announcement on Establishing Academic Criteria and Measures for Public Health Protection and Environmental Pollution Prevention B.E. 2551 (2008) ³ Surface water quality standards Category 2 according to the National Environment Board Announcement No. 8 (B.E. 2537/1994) issued under the Enhancement and Conservation of National Environmental Quality Act B.E. 2535 (1992) regarding Surface Water Quality Standards, NA: Laboratory analysis was not performed

Table 2 Chemical properties of soil samples in the study area

Soil sampling points	Quality data of the studied soil samples									
	pH	OM (%)	N (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	S (%)	Mn (mg/kg)	Mg (mg/kg)	Na (mg/kg)	Fe (mg/kg)
Cultivation area	4.8	0.39	0.53	1,105.7	2,121.0	0.003	999.9	44.7	55.4	35,485.0
Park campsite	6.1	0.46	0.80	1,686.5	2,781.0	0.003	332.5	291.0	73.7	14,461.0

Table 3 Heavy metal data in soil samples from the study area

Soil sampling points	Data on metal quantities in the studied soil samples (mg/kg)									
	Ag	As	Cd	Cr ⁺⁶	Cu	Hg	Ni	Pb	Sn	Zn
Cultivation area	0.00	0.99	6.65	680.70	44.50	0.12	14.9	267.46	0.00	26.64
Park campsite	0.00	0.53	5.53	249.17	23.87	0.08	7.95	157.55	0.00	23.46

Remarks Heavy metal quantities compared with soil quality standards according to the National Environment Board Announcement B.E. 2563 (2020), referencing soil quality standards for commercial, agricultural, and other activities with the objective to protect working-age populations, including farmers who grow crops and field plants, which specifies that: 1) As not exceeding 25 mg/kg, 2) Cd not exceeding 762 mg/kg, 3) Hexavalent Chromium not exceeding 212 mg/kg, 4) Cu not exceeding 35,040 mg/kg, 5) Hg not exceeding 263 mg/kg, 6) Ni not exceeding 5,205 mg/kg, and 7) Pb not exceeding 800 mg/kg

จากข้อมูลคุณภาพดิน (Table 2-3) เนื่องจากพื้นที่มีการใช้สารเคมีทางการเกษตรติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน ส่งผลให้ดินในพื้นที่เพาะปลูกมีสภาพเป็นกรดจัดมาก (very strongly acid) (pH 4.8) ส่วนดินจากบริเวณที่พักอุทยานมีความเป็นกรดเล็กน้อย (slightly alkaline) (pH 6.1) ซึ่งค่า pH ไม่ได้มีผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตของพืช แต่เป็นตัวควบคุมการละลายของธาตุอาหารพืชจากดินให้อยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้งานได้ ในส่วนของปริมาณสารอาหารในดินพบค่าอินทรีย์วัตถุ (OM) จากตัวอย่างดินพื้นที่พักอุทยานฯ (ร้อยละ 0.46) มีค่าสูงกว่าพื้นที่เพาะปลูกเล็กน้อย (ร้อยละ 0.39) แต่อย่างไรก็ตามทั้ง 2 พื้นที่มีค่าอินทรีย์วัตถุจัดอยู่ในระดับต่ำมาก ซึ่งค่าดังกล่าวเป็นตัวบ่งชี้ถึงความอุดมสมบูรณ์ดิน อีกทั้งยังพบวาระดับฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) ในตัวอย่างดินทั้ง 2 พื้นที่ มีค่าอยู่ในระดับสูง มากกว่า 45 mg/kg และ 120 mg/kg ตามลำดับ บ่งชี้ถึงการมีแร่ธาตุฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในดินเพียงพอความต้องการของพืชและเหลือใช้ (ธงชัย, 2564) แต่อย่างไรก็ตาม การใช้สารเคมีติดต่อกันเป็นระยะเวลานานเป็นอีกสาเหตุที่ส่งผลต่อการสะสมแร่ธาตุดังกล่าวในดินสูง ประกอบกับการที่ดินมีสภาพเป็นกรดจะส่งผลให้พืชนำแร่ธาตุออกมาใช้ได้ไม่เต็มที่

เมื่อพิจารณาเพิ่มเติมถึงปริมาณโลหะหนักที่ตรวจพบในตัวอย่างดิน ในภาพรวมพบว่าตัวอย่างดินจากพื้นที่เพาะปลูกมีการปนเปื้อนด้วยโลหะหนักมากกว่าพื้นที่อื่น แต่ค่าที่ตรวจวิเคราะห์อยู่ในระดับที่ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์เพื่อการเกษตรกรรม ยกเว้นเฉพาะโครเมียมชนิดเฮกซะวาเลนต์ (Cr+6) โดยในตัวอย่างดินเพาะปลูก (680.70 mg/kg) เกินเกณฑ์มาตรฐานสูงถึง 3.2 เท่า ในขณะที่ดินบริเวณที่พักอุทยานฯ (249.17 mg/kg) เกินค่ามาตรฐานเล็กน้อย 1.2 เท่า นอกจากนี้ยังมีการพบตะกั่ว (Pb) ในระดับสูงในพื้นที่เพาะปลูก (267.46 mg/kg) ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลการพบปริมาณตะกั่วซึ่งปนเปื้อนในแหล่งน้ำใต้ดินโดยเฉพาะในบริเวณแหล่งน้ำบาดาลด้านหลังโรงเรียนฯ (จุดที่ 2) ที่อยู่ใกล้เคียงพื้นที่เพาะปลูก เมื่อพิจารณาเพิ่มเติมในส่วนของหลักพบการสะสมตัวในดินทั้งสองจุดในปริมาณสูงโดยเฉพาะในดินเพาะปลูก (35,485.0 mg/kg)

สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลตัวอย่างดิน น้ำ และพืช เพื่อศึกษาการปนเปื้อนสารเคมีทางการเกษตรในกลุ่มไบไพริดีเลียม (bipyridiliums) ชนิดพาราควอต (Paraquat) และกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphate)

จำนวน 21 ชนิด นั้น ไม่ปรากฏการปนเปื้อนสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตจากตัวอย่างทุกประเภท พบเฉพาะการปนเปื้อนสารกลุ่มไปโรไดเลียม ชนิดพาราควอต ในตัวอย่างดินจากพื้นที่เพาะปลูก และดินจากพื้นที่พักของอุทยานฯ เท่านั้น โดยพบปริมาณ 0.39 mg/kg และ 0.06 mg/kg ตามลำดับ ซึ่งถือว่ามียุทธศาสตร์การตรวจพบที่ต่ำมากเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์เพื่อการเกษตรกรรม โดยกำหนดค่าพาราควอต ไดคลอไรด์ (Paraquat Dichloride) ไม่เกิน 2,950 mg/kg ซึ่งโดยทั่วไปแล้วพาราควอตสามารถคงอยู่ในดินได้หลายปี มีคุณสมบัติในการยึดเกาะกับอนุภาคดิน อีกทั้งอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม หากมีการใช้ในปริมาณที่สูง โดยสามารถเคลื่อนย้ายลงไปสะสมในชั้นดินด้านล่าง หรือสามารถเคลื่อนย้ายไปกับตะกอนดินออกสู่สิ่งแวดล้อมภายนอก โดยการพัดพาหรือชะล้างของน้ำฝน (Huang et al., 2019)

3.2 พฤติกรรมการใช้สารเคมีทางการเกษตรในกลุ่มตัวอย่าง

การศึกษาพฤติกรรมการใช้สารเคมีทางการเกษตรในกลุ่มตัวอย่าง (52 ตัวอย่าง) ได้จัดเก็บข้อมูลผ่านแบบสอบถาม ซึ่งการนำเสนอข้อมูลการประเมินผลประกอบด้วยข้อมูลส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป ส่วนที่ 2 การวัดความรู้เรื่องการใช้อยู่สารเคมีทางการเกษตร และส่วนที่ 3 ข้อมูลการใช้สารเคมีทางการเกษตร ซึ่งในภาพรวมของข้อมูลพบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่มีความมั่นใจในการใช้สารเคมีสูง (ร้อยละ 89.6) โดยนิยมใช้สารเคมีเพื่อกำจัดวัชพืชมากที่สุด (ร้อยละ 100.0) รองลงมาคือการใช้เพื่อการป้องกัน (ร้อยละ 88.5) และการกำจัดแมลงและสัตว์ (ร้อยละ 69.2) ในขณะที่มีการใช้สารชีวภาพเพียงเล็กน้อย (ร้อยละ 1.9) ส่วนใหญ่ตัดสินใจใช้สารเคมีตามคำแนะนำของผู้รู้ (ร้อยละ 51.9) และได้รับอิทธิพลจากผู้นำมาขายในพื้นที่ (ร้อยละ 42.3) โดยเกษตรกรมีประสบการณ์การใช้สารเคมี 10-15 ปี (ร้อยละ 40.4) และเกือบทั้งหมด (ร้อยละ 96.2) ยังคงตัดสินใจใช้สารเคมีต่อไปในอนาคต เมื่อพิจารณาตามระดับความรู้พบความแตกต่างที่สำคัญในเรื่องการปฏิบัติตามคู่มือและการพึ่งพาคำแนะนำจากบุคคลภายนอก สำหรับรายละเอียดข้อมูลในการประเมินแต่ละส่วน มีรายละเอียดดังนี้

แบบสอบถามส่วนที่ 1 ซึ่งจากข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามพบว่า ทั้งหมดมีสัญชาติไทย (ร้อยละ 100.0) ใช้ภาษาไทยเป็นภาษาหลักในการสื่อสาร (ร้อยละ 100.0) โดยส่วนใหญ่สามารถใช้ภาษาท้องถิ่นได้ (ร้อยละ 80.8) ซึ่งในที่นี้คือภาษากระเหรี่ยง นอกจากนี้ทั้งหมดยังประกอบอาชีพเกษตรกร (ร้อยละ 100.0) โดยผู้ตอบร้อยละ 92.3 เป็นเจ้าของกิจการ ในขณะที่ร้อยละ 7.7 เป็นลูกจ้าง อีกทั้งผู้ตอบแบบสอบถามร้อยละ 50.0 จัดเป็นหัวหน้าครัวเรือน ที่เหลือเป็นผู้อยู่อาศัย (ร้อยละ 50.0) เมื่อพิจารณาเพิ่มในเรื่องระดับการศึกษา พบว่าส่วนใหญ่จบการศึกษาระดับประถมศึกษา (ร้อยละ 50.0) ต่ำกว่าประถมศึกษา (ร้อยละ 30.8) มัธยมศึกษาตอนต้น (ร้อยละ 17.3) และปริญญาตรี (ร้อยละ 1.9) ตามลำดับ

สำหรับข้อมูลจากแบบสอบถามในส่วนที่ 2 จะเป็นการวัดความรู้เรื่องการใช้อยู่สารเคมีทางการเกษตร โดยข้อคำถามในการศึกษานี้สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มเรื่อง ได้แก่ กลุ่ม A การใช้สารเคมีทางการเกษตรและการป้องกันตนเอง กลุ่ม B ผลกระทบของสารเคมีทางการเกษตรที่มีต่อร่างกาย และกลุ่ม C ผลกระทบของสารเคมีทางการเกษตรที่มีต่อสัตว์ สิ่งแวดล้อม และห่วงโซ่อาหาร อีกทั้งมีการแบ่งระดับความรู้เพื่อใช้ในการประเมินผลออกเป็น 5 ระดับ ตั้งแต่ระดับความรู้สูงมาก (ตอบถูกมากกว่าร้อยละ 80.0) ไปจนถึงระดับต่ำมาก (ตอบถูกต่ำกว่าร้อยละ 20.0) ซึ่งในภาพรวมพบว่ากลุ่มตัวอย่างมีความรู้ระดับต่ำ (ร้อยละ 33.6) เมื่อพิจารณารายข้อคำถาม (15 ข้อ) ข้อที่ตอบถูกมากที่สุดอยู่ที่ร้อยละ 73.1 (ข้อคำถามกลุ่ม C) และข้อที่ตอบถูกน้อยที่สุดอยู่ที่ร้อยละ 11.5 (ข้อคำถามกลุ่ม A) โดยกลุ่มตัวอย่างมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องผลกระทบของสารเคมีฯ ที่มีต่อร่างกายสูงสุด (ตอบถูกร้อยละ 38.0) รองลงมาเป็นเรื่องผลกระทบของสารเคมีฯ ที่มีต่อสัตว์ สิ่งแวดล้อม และห่วงโซ่อาหาร (ตอบถูกร้อยละ 34.0) และการใช้สารเคมีทางการเกษตรและการป้องกันตนเอง (ตอบถูกร้อยละ 29.6) แต่อย่างไรก็ตาม พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีระดับความรู้ทั้ง 3 กลุ่มเรื่องในระดับต่ำ เมื่อพิจารณาข้อมูลอ้างอิงตามระดับความรู้ของผู้ตอบแบบสอบถาม สามารถแบ่งกลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามออกได้เป็น 2 กลุ่มหลัก คือ กลุ่มที่มีระดับความรู้สูง (ระดับความรู้สูงถึงสูงมาก โดยตอบถูกมากกว่าร้อยละ 60.0 ขึ้นไป) จำนวน 10 ตัวอย่าง และกลุ่มที่มีระดับความรู้ต่ำ (ระดับความรู้ต่ำมากถึงปานกลาง (ตอบถูกต่ำ

กว่าร้อยละ 60.0) จำนวน 42 ตัวอย่าง โดยกลุ่มแรกมีค่าเฉลี่ยระดับความรู้ที่ร้อยละ 90.0 ในขณะที่อีกกลุ่มมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 24.3

Table 4 Agricultural chemical usage data of sample groups in the study area

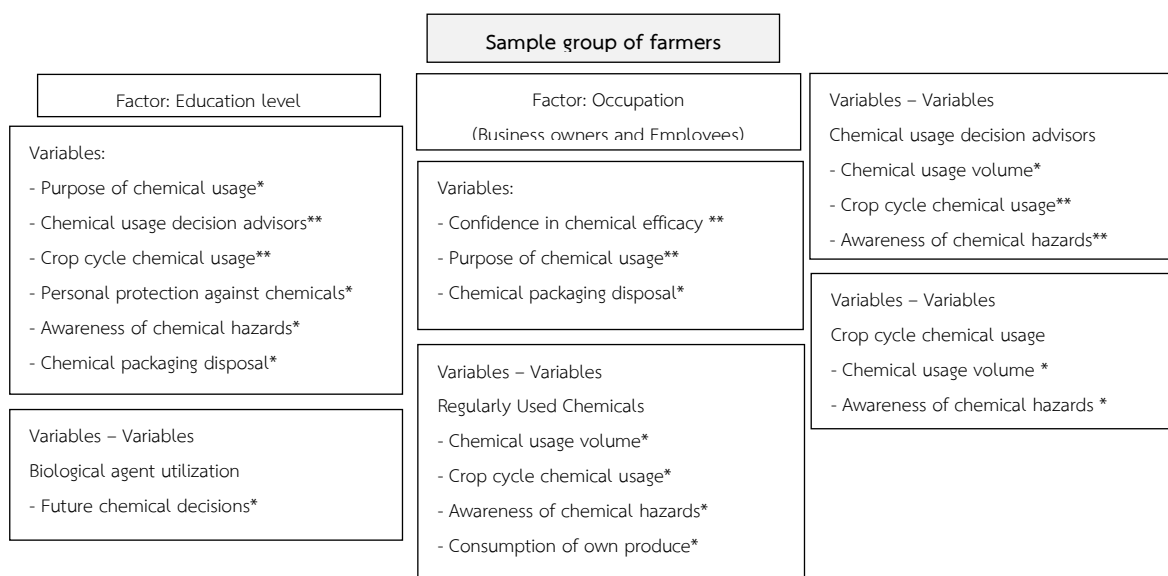
Questions	Agricultural chemical usage data of sample groups (%)		
	Total (n=52)	High-knowledge group (n=10)	Low-knowledge group (n=42)
Confidence level in chemical usage	89.6	90.0	89.5
Using chemicals for prevention	88.5	100.0	85.7
Using chemicals for treatment	40.4	60.0	35.7
Using chemicals for weed control	100.0	100.0	100.0
Using chemicals for insect/animal control	69.2	70.0	69.0
Using biological agents	1.9	10.0	0.0
Chemical usage quantity			
- Used as specified in the manual	32.7	70.0	23.8
- Used more than specified in the manual	9.6	20.0	7.1
- Used according to expert advice	51.9	10.0	61.9
- Used according to friends' practices	5.8	0.0	7.1
Methods of using chemicals for cultivation			
- Follow as specified in the manual	32.7	80.0	21.4
- Use more than specified in the manual	5.8	10.0	4.8
- Follow expert recommendations	53.8	10.0	64.3
Personal protection when using chemicals	96.2	90.0	97.6
Disposal of chemical packaging			
- Open burning of waste/waste burial	28.8	50.0	23.8
- Open burning of waste	40.4	40.0	40.8
- waste burial	5.8	0.0	7.1
Sources of chemical usage advice			
- Community experts	19.2	40.0	14.3
- Friends	13.5	0.0	16.7
- Self-determined use	17.3	50.0	9.5
- Local vendors/suppliers	42.3	10.0	50.0
Duration of chemical usage			
- 0-5 years	1.9	0.0	2.4
- 5-10 years	23.1	20.0	23.8
- 10-15 years	40.4	40.0	40.5
- More than 15 years	34.6	40.0	33.3
Future decision-making on chemical usage	96.2	90.0	97.6

ในส่วนของผลการวิเคราะห์แบบสอบถามส่วนที่ 3 ข้อมูลการใช้สารเคมีทางการเกษตร จะมีการนำเสนอข้อมูลในภาพรวม และข้อมูลแบบแยกกลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามตามระดับความรู้เรื่องสารเคมีฯ ดังที่แสดงผลในแบบสอบถามส่วนที่ 2 เพื่อใช้ศึกษาอิทธิพลของระดับความรู้ที่มีต่อพฤติกรรมการใช้สารเคมีฯ เพิ่มเติมควบคู่กันไป จาก Table 4 จะพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีระดับความมั่นใจสูงในการใช้สารเคมีฯ (ร้อยละ 89.6) ส่วนใหญ่เน้นใช้เพื่อการป้องกันปัญหาที่อาจเกิดขึ้นจากการเพาะปลูก (ร้อยละ 88.5) โดยเฉพาะการใช้กำจัดวัชพืช (ร้อยละ 100.0) มีผู้ตอบ

แบบสอบถามเพียงตัวอย่างเดียวเท่านั้น ที่เริ่มมีการใช้สารชีวภาพร่วมด้วย ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มที่มีระดับความรู้สูง นอกจากนี้ยังพบว่า ส่วนใหญ่มีการป้องกันตนเองขณะใช้สารเคมี (ร้อยละ 96.2) ซึ่งรูปแบบการกำจัดบรรจุภัณฑ์ที่บรรจุสารเคมี มีทั้งการเผา (ร้อยละ 40.4) การฝัง (ร้อยละ 5.8) และการใช้ทั้ง 2 วิธีการควบคู่กันไป (ร้อยละ 28.8) อีกทั้งยังพบว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีการใช้สารเคมีฯ ติดต่อกันในช่วง 10-15 ปี ร้อยละ 40.4 ใช้ติดต่อกันมากกว่า 15 ปี ถึงร้อยละ 34.6 และเกือบทั้งหมดคาดการณ์ว่าจะมีการใช้อย่างต่อเนื่องในอนาคต (ร้อยละ 97.6) เมื่อสอบถามเพิ่มเติมถึงประเด็นความเป็นอันตรายของสารเคมีฯ ส่วนใหญ่ระบุว่าทราบถึงความอันตราย (ร้อยละ 88.5) และมีเพียงร้อยละ 23.1 เท่านั้น ที่บริโภคผลผลิตทางการเกษตรของตนเอง

เมื่อพิจารณาถึงปริมาณ และวิธีการใช้สารเคมีฯ ตามรอบการเพาะปลูกของผู้ตอบแบบสอบถาม (Table 4) จะพบพฤติกรรมการใช้งานที่แตกต่างกันออกไป โดยกลุ่มที่มีระดับความรู้สูงนิยมใช้สารเคมีตามคู่มือระบุ (ร้อยละ 70.0 และร้อยละ 80.0 ตามลำดับ) ในขณะที่กลุ่มที่มีระดับความรู้ต่ำส่วนใหญ่จะใช้ตามคำแนะนำของผู้รู้ (ร้อยละ 61.9 และร้อยละ 64.3 ตามลำดับ) รองลงมาเป็นการใช้ตามคู่มือระบุ (ร้อยละ 23.8 และร้อยละ 21.4 ตามลำดับ) นอกจากนี้ในประเด็นผู้แนะนำให้ผู้ตอบแบบสอบถามเริ่มใช้สารเคมีฯ กลุ่มผู้มีระดับความรู้สูงส่วนใหญ่เริ่มใช้ด้วยตนเอง (ร้อยละ 50.0) และใช้เพราะผู้รู้ในชุมชนแนะนำ (ร้อยละ 40.0) ในขณะที่กลุ่มที่มีระดับความรู้ต่ำส่วนใหญ่ใช้ตามคำแนะนำของผู้นำสารเคมีฯ มาขายในพื้นที่ (ร้อยละ 50.0) รองลงมาเป็นการใช้ตามเพื่อน (ร้อยละ 16.7) และผู้รู้ในชุมชน (ร้อยละ 14.3) และที่สำคัญยังพบประเด็นเพิ่มเติมว่า ผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด (n=6) ที่ไม่ทราบถึงความอันตรายของสารเคมีทางการเกษตรถูกจัดอยู่กลุ่มผู้มีระดับรู้เรื่องสารเคมีต่ำ

เมื่อพิจารณาเพิ่มเติมถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ ที่มีผลต่อพฤติกรรมการใช้สารเคมีทางการเกษตรของกลุ่มตัวอย่าง จะพบว่า ระดับการศึกษาเป็นปัจจัยหลักที่มีความสำคัญ โดยส่งผลอย่างมีนัยสำคัญกับตัวแปร เช่น วัตถุประสงค์ของการใช้สารเคมี ผู้แนะนำให้ตัดสินใจใช้สารเคมี รูปแบบการใช้สารเคมีตามรอบการเพาะปลูก การป้องกันตนเองจากสารเคมี การรับรู้ถึงอันตรายของสารเคมี อีกทั้งมีผลกับผลการวัดระดับความรู้เรื่องการใช้สารเคมีทางการเกษตรของผู้ตอบแบบสอบถาม (ทุกข้อ) อีกปัจจัยที่ส่งผลสำคัญรองลงมา คือ ลักษณะการประกอบอาชีพ (เจ้าของกิจการ และลูกจ้าง) โดยมีผลอย่างมีนัยสำคัญกับตัวแปร เช่น ความมั่นใจในประสิทธิภาพการใช้สารเคมี วัตถุประสงค์ของการใช้สารเคมี และการกำจัดบรรจุภัณฑ์ แต่อย่างไรก็ตามปัจจัยดังกล่าวมีผลกับระดับความรู้เรื่องเพียงหนึ่งข้อคำถาม และที่สำคัญยังพบว่าตัวแปรบางส่วนยังมีผลต่อกันอย่างมีนัยสำคัญ เช่น สารเคมีที่ใช้ประจำ ผู้แนะนำให้ตัดสินใจใช้สารเคมี รูปแบบและปริมาณการใช้สารเคมี การรับรู้ถึงอันตรายของสารเคมี และการบริโภคผลผลิตของตนเอง เป็นต้น โดยแสดงดังใน Figure 3 และ 4



Remark *Significance level of 0.05 and ** Significance level of 0.01

Figure 3 Factors affecting agricultural chemical usage behaviors among the sample group

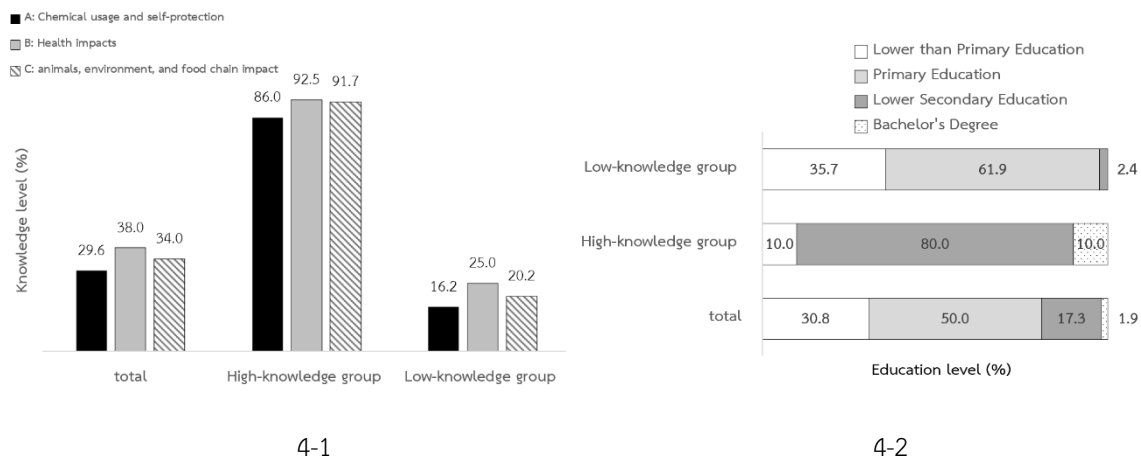


Figure 4 Knowledge level of agricultural chemical usage and its relationship with education level of the sample group; Including Figure 4-1 Knowledge level of agricultural chemical usage and Figure 4-2 Relationship between knowledge level and education level

4. สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิเคราะห์การปนเปื้อนสารมลพิษในตัวอย่างดิน น้ำ และพืช ในพื้นที่เพาะปลูกและบริเวณใกล้เคียงที่มีการใช้สารเคมีทางการเกษตรอย่างต่อเนื่อง ไม่พบการปนเปื้อนของสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต แต่พบการปนเปื้อนของพาราควอตในตัวอย่างดินในระดับต่ำ ทั้งนี้ จากการลงพื้นที่สำรวจและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกับตัวแทนเกษตรกร พบประวัติการใช้อย่างต่อเนื่องและพบบรรจุก๊าซสารเคมีทั้งสองกลุ่มในพื้นที่เพาะปลูก สำหรับการตรวจวิเคราะห์โลหะหนัก พบการปนเปื้อนของตะกั่วในแหล่งน้ำใต้ดิน และพบโครเมียมชนิดเฮกซะวาเลนต์ในดินเกินมาตรฐาน นอกจากนี้ยังพบการปนเปื้อนโลหะหนักชนิดอื่นในดินแต่มีระดับต่ำกว่าค่ามาตรฐาน ได้แก่ ตะกั่ว ทองแดง สังกะสี นิกเกิล แคดเมียม สารหนู และปรอท ตามลำดับ ซึ่งเป็นผลสืบเนื่องมาจากการใช้สารเคมีทางการเกษตรที่มีโลหะหนักเป็นองค์ประกอบ (ณัฐนันท์ และคณะ, 2565) เหล็กเป็นอีกโลหะหนักอีกชนิดที่พบในดินปริมาณสูง ซึ่งส่งผลให้พืชขาดธาตุอาหารได้ โดยทำให้การเจริญเติบโตของรากถูกจำกัด ประสิทธิภาพการดูดซึมแร่ธาตุต่ำ (พรณิภา และปิยะดา, 2564) จากผลการวิเคราะห์คุณภาพและสารมลพิษในดินจะเป็นตัวชี้วัดถึงศักยภาพในการให้ผลผลิตของดิน พบว่าดินในพื้นที่ควมมีการบำรุงเพิ่มก่อนการเพาะปลูก เช่น การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยชีวภาพ การปรับค่าความเป็นกรด-ด่างของดินให้อยู่ในช่วง 6.0-7.0 เนื่องจากดินในพื้นที่เพาะปลูกมีสภาพเป็นกรดจัดมากอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับต่ำมาก ถึงแม้จะมีแร่ธาตุ เช่น ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมสูงแต่ความเป็นกรดจะส่งผลให้พืชไม่สามารถดูดเอาธาตุอาหารได้เต็มที่ อีกทั้งฟอสเฟตในดินจะถูกตรึงโดยธาตุเหล็ก (กรมวิชาการเกษตร, 2564) จากข้อมูลการปนเปื้อนสารมลพิษในพื้นที่ มีความเชื่อมโยงกับข้อมูลการใช้สารเคมีฯ ของกลุ่มเกษตรกร โดยจากการสอบถามสามารถสรุปประเด็นการเลือกใช้ได้ว่าเกี่ยวข้องกับเรื่องประหยัดเวลา การเห็นผลการกำจัดที่เร็ว มีประสิทธิภาพ ประหยัดแรงงาน มีรูปแบบการใช้ที่ง่าย และสะดวก ในส่วนของการใช้สารชีวภาพนั้น สาเหตุที่กลุ่มตัวอย่างยังไม่เลือกใช้มาจากการไม่รู้จัก ไม่ทราบคุณสมบัติ เห็นผลช้า การใช้งานที่ยังไม่แพร่หลายในพื้นที่ และไม่เคยได้รับการแนะนำจากผู้ที่มีความรู้ และที่สำคัญยังพบประเด็นว่าในพื้นที่มีความวิตกกังวลถึงปัญหาการปนเปื้อนสารมลพิษในแหล่งน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคโดยเฉพาะในช่วงฤดูฝน

สำหรับพฤติกรรมการใช้สารเคมีทางการเกษตร พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีความรู้เกี่ยวกับการใช้สารเคมีทางการเกษตรระดับต่ำ โดยมีความรู้เกี่ยวกับการใช้สารเคมีทางการเกษตรและการป้องกันตนเองน้อยที่สุด แต่เกษตรกรกลับมีระดับความมั่นใจสูงในการใช้สารเคมีฯ ซึ่งส่วนใหญ่เน้นใช้เพื่อการป้องกันปัญหาที่อาจเกิดขึ้นจากการเพาะปลูก ใช้กำจัดวัชพืช สำหรับรูปแบบการกำจัดบรรจุก๊าซที่บรรจุก๊าซสารเคมี พบว่า ใช้วิธีการเผาและการฝัง และมีการใช้สาร

เคมีฯ ติดต่อกันในช่วง 10-15 ปี และเกือบทั้งหมดคาดการณ์ว่าจะมีการใช้อย่างต่อเนื่องในอนาคต แม้ว่าจะทราบถึงความอันตรายก็ตาม สำหรับวิธีการใช้สารเคมีนั้นพบว่ากลุ่มที่มีระดับความรู้สูงนิยมใช้สารเคมีตามที่คู่มือระบุ ในขณะที่กลุ่มที่มีระดับความรู้ต่ำส่วนใหญ่เริ่มใช้สารเคมีและมีวิธีการใช้ตามคำแนะนำของผู้รู้ และประเด็นสำคัญที่พบคือ ยังมีเกษตรกรบางส่วนที่ไม่ทราบถึงความอันตรายของสารเคมีทางการเกษตร จากผลการศึกษาเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการทดสอบสถิติอ้างอิง พบว่า ระดับการศึกษาเป็นปัจจัยหลักที่มีความสำคัญ กับพฤติกรรมการใช้สารเคมีทั้งในด้านของวัตถุประสงค์ของการใช้ ผู้แนะนำให้ตัดสินใจใช้ รูปแบบการใช้ ตลอดจนการป้องกันตนเอง ซึ่งถือว่าเป็นสิ่งจำเป็นเร่งด่วนมากในการกระจายความรู้ความเข้าใจให้เข้าถึงทุกพื้นที่เพื่อลดการใช้สารเคมี สอดคล้องกับงานวิจัยของนุชิตา และคณะ (2564) ได้ศึกษาถึงพฤติกรรมการใช้และการป้องกันตนเองจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกรได้ให้ข้อเสนอแนะว่าควรมีการศึกษาถึงแนวทางในการลดการใช้สารเคมี กำจัดศัตรูพืชทั้งในระยะสั้นและระยะยาวเนื่องจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชได้ส่งผลกระทบต่อทั้งสุขภาพและสิ่งแวดล้อม และในปัจจุบันมีการเพิ่มพื้นที่การเพาะปลูกเพิ่มขึ้นซึ่งหมายถึงปริมาณการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่เพิ่มสูงตามไปด้วย

ข้อเสนอแนะ

- 1) ควรมีการจัดอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับการใช้สารเคมีทางการเกษตรที่ถูกต้องให้กับเกษตรกร การใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล การจัดการบรรจุภัณฑ์สารเคมีฯ การติดตามพฤติกรรมการใช้สารเคมีฯ ตลอดจนติดตามตรวจสอบคุณภาพดินและสารมลพิษในดินอย่างต่อเนื่อง
- 2) ควรประชาสัมพันธ์ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการใช้สารเคมีทางการเกษตรในรูปแบบของสื่อต่างๆ โดยเน้นรูปแบบที่เข้าใจง่าย
- 3) ควรสร้างแกนนำเพื่อปลูกจิตสำนึกด้านการใช้สารเคมีฯ อย่างถูกต้องให้กับเกษตรกร และเน้นให้ความสนใจกับการทำเกษตรชีวภาพให้มากขึ้น

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยสวนดุสิต เพื่อนร่วมงานทุกคนที่อำนวยความสะดวกและช่วยเหลือในการทำวิจัยครั้งนี้

ผลประโยชน์ทับซ้อน

ผู้เขียนขอยืนยันว่างานวิจัยนี้ไม่มีความขัดแย้งทางผลประโยชน์ที่เกี่ยวข้องกับบทความนี้กับบทความอื่นๆ

REFERENCES

- กรมควบคุมมลพิษ).2566). ดัชนีคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดิน)Water Quality Index: WQI). ส่วนพัฒนาและบริหารระบบสารสนเทศ ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมควบคุมมลพิษสืบค้น .วันที่ 27 พฤศจิกายน 2566. จาก <https://www.pcd.go.th/waters/ดัชนีคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดิน-water-quality-indexwqi>
- กรมควบคุมโรค.(2563). รายงานสถานการณ์การดำเนินงานเฝ้าระวัง ป้องกัน ควบคุมโรคและภัยสุขภาพ สำหรับแรงงานนอกระบบ ประจำปี 2563. กลุ่มพัฒนามาตรการ กองโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข.
- ¹กรมวิชาการเกษตร. (2564). คำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับพืชไร่เศรษฐกิจ. กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- ²กรมวิชาการเกษตร. (2564). สารกำจัดวัชพืชที่มีปริมาณการนำเข้าสูง. สืบค้นวันที่ 8 พฤศจิกายน พ.ศ. 2566 จาก <https://nabc-catalog.oae.go.th/dataset/doa0002/resource/b0b4cc0a-b78d-41f7-ae95-7ab553c05cc0>.
- กรมวิชาการเกษตร. (2565). การนำเข้าวัตถุอันตรายทางการเกษตร (รายประเภทการใช้). สืบค้นวันที่ 8 พฤศจิกายน พ.ศ. 2566 จาก <https://data.go.th/dataset/importchemvol>.

- ณัฐนันท์ คล้ายชุ่ม, ปิยนุช ใจแก้ว, เสฎฐา ศาสนนันท์ และณภัทร โพธิ์วัน. (2565). การศึกษาการปนเปื้อนของสารมลพิษในดินจากการเพาะปลูกข้าวในพื้นที่ตำบลทิววัฒนา อำเภอไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์. ปีที่ 17 ฉบับที่ 2 (2022): กรกฎาคม - ธันวาคม 2565.
- ธงชัย คงหนองลาน. (2564). การประเมินคุณภาพดินและข้อจำกัดเชิงพื้นที่เพื่อการจัดการทางการเกษตร ในพื้นที่แอ่งสกลนคร ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย. เอกสารวิชาการเลขที่ 63/006. กลุ่มศึกษาและวิเคราะห์สถานการณ์ทรัพยากรดิน กองสำรวจดินและวิจัยทรัพยากรดิน กรมพัฒนาที่ดิน.
- พรณิภา แท้มติ และปิยะดา วชิระวงศกร. (2564). การปนเปื้อนโลหะหนักในดินของพื้นที่ผลิตผักเศรษฐกิจในจังหวัดพิษณุโลก. PSRU Journal of Science and Technology. 6(2): 98-108, 2021.
- นุชิตา ม่วงงาม และคณะ. (2564). พฤติกรรมการใช้และการป้องกันตนเองจาก สารเคมีกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกรผู้ปลูกไม้ดอก ตำบลวังลึก อำเภอสามชูก จังหวัดสุพรรณบุรี. วารสารวิชาการสาธารณสุข. 30(4). 623-633.
- สำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดสุพรรณบุรี. (2564). แผนพัฒนาการเกษตรและสหกรณ์ของจังหวัดสุพรรณบุรี (พ.ศ. 2566 - 2570). กลุ่มยุทธศาสตร์พัฒนาการเกษตร สำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดสุพรรณบุรี สำนักงานปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2566). แผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ (3) ประเด็นการเกษตร (พ.ศ. 2561-2580). สืบค้นวันที่ 8 พฤศจิกายน พ.ศ. 2566 จาก <http://nscr.nesdc.go.th/wp-content/uploads/2019/04/03-การเกษตร.pdf>
- สำนักเลขาธิการคณะรัฐมนตรี. (2566). ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง บัญชีรายชื่อวัตถุอันตราย (ฉบับที่ 6) พ.ศ. 2563. สืบค้นวันที่ 8 พฤศจิกายน พ.ศ. 2566 จาก <https://ratchakitcha.soc.go.th/documents/17132089.pdf>.
- AWWA. (2005). Standard methods for the examination of water and wastewater effluent. New York, American Water Works Association.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2022). World food and agriculture statistical yearbook 2022. Rome, Italy. <https://doi.org/10.4060/cc2211en>
- Grey, L., Nguyen, B., & Yang, P. (2002). Liquid chromatography–electrospray ionization isotope dilution mass spectrometry analysis of paraquat and diquat using conventional and multilayer solid-phase extraction cartridges. Journal of Chromatography A, 958(1-2), 25-33.
- Huang, Y., Zhan, H., Bhatt, P., & Chen, S. (2019). Paraquat degradation from contaminated environments: Current achievements and perspectives. Frontiers in Microbiology, 10, 1-15.
- Tong, S., Yang, L., Gong, H., Wang, L., Li, H., Yu, J., Li, Y., Deji, Y., Nima, C., Zhao, S., Gesang, Z., Kong, C., Wang, X., & Men, Z. (2022). Bioaccumulation characteristics, transfer model of heavy metals in soil-crop system and health assessment in plateau region, China. Ecotoxicology and Environmental Safety, 241, 113733.
- US. EPA. (1995). Method 507: Determination of nitrogen-and phosphorus-containing pesticides in water by gas chromatography with a nitrogen-phosphorus detector (Revision 2.1). Cincinnati, OHIO.
- Yamane, T. (1973). Statistics: An introductory analysis. New York, Harper & Row.