

การศึกษาการปนเปื้อนของสารมลพิษในดินจากการเพาะปลูกข้าว
ในพื้นที่ตำบลทิววัฒนา อำเภอไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี
A STUDY OF SOIL POLLUTANT CONTAMINATIONS FROM
PADDY FIELDS IN THAWI WATTHANA SUBDISTRICT,
SAI NOI DISTRICT, NONTABURI PROVINCE

วันที่รับ: 28 มีนาคม 2565

วันที่แก้ไข: 28 มิถุนายน 2565

วันที่ตอบรับ: 28 มิถุนายน 2565

ณัฐนันท์ คล้ายชุม¹, ปิยนุช ใจแก้ว²,
เสฏฐา ศาสสนนันท์² และ ณภัทร โพธิ์วัน^{*}

Nattinan Khlaichum¹, Piyanuch Jaikaew²,

Setta Sasananan² and Naphat Phowan^{1*}

¹คณะวัฒนธรรมสิ่งแวดล้อมและการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร 10400

¹Faculty of Environmental Culture and Ecotourism,
Srinakharinwirot University, Bangkok 10400

²คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จังหวัดนครนายก 26120
Faculty of Engineering, Srinakharinwirot University, Nakhonnayok 26120

^{*}Corresponding author e-mail: naphat@g.swu.ac.th



บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการปนเปื้อนของสารมลพิษในดินที่มีการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในการเพาะปลูกข้าว บริเวณพื้นที่ปลูกข้าวตำบลทิววัฒนา อำเภอไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี ใช้แบบแผนการวิจัยเชิงปริมาณด้วยการเก็บตัวอย่างดินโดยการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย ให้ครอบคลุมพื้นที่จำนวน 10 แปลง ศึกษาการปนเปื้อนสารมลพิษ 2 กลุ่ม ได้แก่ โลหะหนัก ประกอบด้วย ซีลีเนียม แมงกานีส ทองแดง โครเมียม สังกะสี นิกเกิล สารหนู แคดเมียม ตะกั่ว และปรอท และสารเคมีกำจัดศัตรูพืช ประกอบด้วย สารฆ่าแมลงและไร และสารกำจัดวัชพืช จากนั้นหาความแตกต่างทางสถิติกับค่ามาตรฐานคุณภาพดินด้วยโปรแกรม SPSS ในการหาค่าทดสอบที (t-test) ผลการศึกษาพบว่า มีการปนเปื้อนโลหะหนัก ได้แก่ ซีลีเนียม แมงกานีส ทองแดง โครเมียม สังกะสี และนิกเกิล โดยพบซีลีเนียมทั้ง 10 แปลง เกินค่ามาตรฐานคุณภาพดินที่กำหนด และพบสังกะสีในแปลงที่ 9 เกินมาตรฐานที่กำหนด ปริมาณโลหะหนักที่พบมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับค่ามาตรฐานเทียบเคียง

อีกทั้งยังพบการปนเปื้อนของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชประเภทสารฆ่าแมลงและไร คือ Methoprene ในแปลงที่ 8 และ 9 ซึ่งออกฤทธิ์ขัดขวางกระบวนการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของแมลงจากตัวอ่อนไปเป็นตัวเต็มวัย และยังมีผลในการฆ่าไข่ของแมลงด้วย จากการศึกษาี้แสดงให้เห็นว่ามีการปนเปื้อนของสารมลพิษในดินจากการเพาะปลูกข้าวที่มีการใช้สารเคมีในพื้นที่ศึกษา เกษตรกรและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรพิจารณากำหนดมาตรการป้องกันและลดการใช้สารเคมีทางการเกษตร เพื่อลดผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นกับประชาชนและสิ่งแวดล้อมจากการได้รับสารมลพิษ และต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมเรื่องการดูดซึมสารมลพิษไปสู่ผลผลิตและการสะสมในสิ่งแวดล้อมโดยรอบ

คำสำคัญ: มลพิษทางดิน, โลหะหนัก, สารเคมีกำจัดศัตรูพืช, การปนเปื้อน



Abstract

This purpose of research was to investigate the soil pollutant contaminations where pesticides were used in paddy fields of Thawi Watthana Sub-district, Sai Noi District in Nonthaburi Province. This study applied a quantitative research model. Soil samples were collected at the study area by simple random sampling to cover the area amounting to 10 plots. Soil pollution in this investigative study was divided into 2 groups: heavy metals including selenium, manganese, copper, chromium, zinc, nickel, arsenic, cadmium, lead and mercury, and the group of pesticides, including insecticides and herbicides. The data was analyzed to differentiate with the statistics and soil quality standard with SPSS for t-test. The result revealed that there were heavy metal contaminants such as selenium, manganese, copper, chromium, zinc and nickel. Selenium were found in all plots which exceeded the soil quality standards and zinc in plot 9 which also exceeded standard. The heavy metal contents found in the study sites were statistically significantly different from the comparable standard values and found contamination of pesticides. Moreover, contamination of Methoprene, an insecticide which prohibits the transformation process of insects from larvae to adults, was found in plots 8 and 9. Its effect was to kill the eggs of insects. The research result pointed out that soil pollutants contaminated in the paddy fields were resulted from agrochemical use in the study area. Farmers and

related agencies should consider preventing and reducing the use of agricultural chemicals to reduce the potential impact on people and the environment from exposure to pollutants. And further studies are needed on the absorption of pollutants into plants and yields.

Keywords: Soil Pollution, Heavy Metal, Pesticide, Contamination



บทนำ

ปัจจุบันมลพิษทางดินยังคงเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องในประเทศไทย ซึ่งมีสาเหตุหลักมาจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การทำเกษตรกรรมอย่างต่อเนื่องทำให้สูญเสียแร่ธาตุที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช เกษตรกรจึงนิยมใช้ปุ๋ยเคมีเพื่อเพิ่มสารอาหารที่สำคัญ รวมถึงการใช้สารเคมีเพื่อป้องกันกำจัดศัตรูพืช เมื่อใช้สารเคมีเหล่านี้เป็นระยะเวลายาวนานจะส่งผลให้เกิดการตกค้างสะสมของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชและโลหะหนักในดิน อีกทั้งยังมีการประกอบกิจการอุตสาหกรรมที่มีการบำบัดและกำจัดของเสียอันตรายอย่างผิดกฎหมาย อาทิ การลักลอบทิ้งกากของเสีย วัตถุพิษ สารเคมี หรือน้ำเสียลงสู่พื้นที่สาธารณะ ทำให้มลพิษของของเสียเหล่านั้นปนเปื้อนออกสู่สิ่งแวดล้อม รวมถึงการทิ้งขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูลจากชุมชนและการกำจัดอย่างผิดวิธี เช่น การทิ้งขยะอันตราย ขยะติดเชื้อ หรือขยะอิเล็กทรอนิกส์ร่วมกับขยะมูลฝอยทั่วไป ทำให้สารอันตรายและโลหะหนักปนเปื้อนสู่ดินได้ จากสาเหตุที่กล่าวมานี้จะทำให้เกิดปัญหามลพิษทางดินซึ่งจะทวีความรุนแรงมากขึ้น เมื่อเกิดการพัดพาดินที่ปนเปื้อนไปสู่แหล่งน้ำจนเกิดเป็นมลพิษทางน้ำทำให้คุณภาพน้ำเปลี่ยนแปลงไป หรือดินบริเวณที่ปนเปื้อนฟุ้งกระจายในรูปของฝุ่นก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ ส่งผลกระทบต่อมนุษย์ สัตว์ และระบบนิเวศ รวมถึงเกิดการเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (กองการวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน, 2562; คัดค้านัฐ ชื่นวงศ์อรุณ, 2563)

ประเทศไทยมีลักษณะทางภูมิศาสตร์ที่เหมาะสมในการทำเกษตรกรรม ประชากรในประเทศส่วนใหญ่จึงประกอบอาชีพทางการเกษตร ทั้งการผลิตเพื่อบริโภคเองภายในประเทศ และการผลิตเพื่อการส่งออกต่างประเทศ ข้อมูลการสำรวจภาวะการทำงานของประชากรไทย ปี พ.ศ. 2563 จากสำนักงานสถิติแห่งชาติ เผยว่ามีผู้ที่ทำงานภาคเกษตรกรรม จำนวน 10.52 ล้านคน คิดเป็นร้อยละ 28 ของผู้ที่ประกอบอาชีพทั้งหมดภายในประเทศ ซึ่งเป็นสัดส่วนที่มีจำนวนมากที่สุด (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2563) และข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจหลักของประเทศไทยนิยมปลูกสูงถึงร้อยละ 46 ของพืชที่ปลูกในประเทศทุกชนิด (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2562) โดยเกษตรกรจะใช้สารเคมีในการทำนาข้าวที่หลากหลาย เช่น ปุ๋ยเคมี

สารเคมีกำจัดแมลง สารเคมีกำจัดวัชพืช สารเคมีป้องกันโรคพืช และสารเคมีเพิ่มผลผลิตของข้าว เนื่องจากมีความสะดวกและรวดเร็วในการใช้ ให้ผลผลิตที่ออกงามมีคุณภาพและปริมาณสูง (สยาม อรุณศรีมรกต และคนอื่น ๆ, 2560) อีกทั้งยังพบว่าประเทศไทยมีการนำเข้าวัตถุอันตรายทางการเกษตรในปี พ.ศ. 2563 สูงถึง 98,449,035.43 กิโลกรัม (สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร, 2563) เพื่อนำมาใช้ในการเพาะปลูก เช่น สารกำจัดแมลง สารกำจัดวัชพืช สารป้องกันกำจัดโรคพืช สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช และสารกำจัดไรศัตรูพืช เป็นต้น สารเคมีเหล่านี้มีส่วนประกอบของโลหะหนักที่มีความเป็นอันตรายต่อเกษตรกรเองเมื่อสะสมในร่างกายจนถึงปริมาณที่เป็นพิษถึงขั้นแสดงอาการเจ็บป่วย (กองการวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน, 2562; สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร, 2563) รวมถึงอาจเป็นสารตกค้างในผลผลิตทางการเกษตร พื้นที่เพาะปลูก หรือแพร่กระจายออกสู่สิ่งแวดล้อมได้ มีการศึกษาวิจัยการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ในดินจากนาข้าว พบว่ามีการปนเปื้อนของสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ กลุ่ม Carbamate กลุ่ม Organochlorine และกลุ่ม Herbicide สูงกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนด (ภัทราวดี วัฒนสุนทร และจินตนา อมรสงวนสิน, 2559) และการศึกษาการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชที่ใช้เพาะปลูกข้าวในสิ่งแวดล้อม พบว่ามีการตกค้างในดินบริเวณพื้นที่เพาะปลูกและพบการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชชนิดเดียวกันในเมล็ดข้าวเปลือก ซึ่งมีค่าเกินมาตรฐานที่กำหนด (ศิริอุมา เจาะจิตต์ และอื่น ๆ, 2560) นอกจากข้อกังวลของการพบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในสิ่งแวดล้อมและผลผลิตทางการเกษตรแล้ว ยังพบว่าการเพาะปลูกที่ใช้สารเคมีมักจะพบการตกค้างของสารโลหะหนักในสิ่งแวดล้อม ดังที่ได้มีการศึกษาปริมาณโลหะหนักในดินที่ทำเกษตรเคมีพบการปนเปื้อนของทองแดง สังกะสี ตะกั่ว และเหล็กในนาข้าว ซึ่งปริมาณเหล็กที่พบมีค่าเกินมาตรฐาน (วรรณศักดิ์ สุขสง และคนอื่น ๆ, 2556)

จากการพบสารตกค้างในดินบ่งชี้ถึงความเสี่ยงที่อาจก่อให้เกิดอันตรายจากการได้รับสารเคมีตกค้างในสิ่งแวดล้อมที่จะส่งผลกระทบต่อมนุษย์ สัตว์ ห่วงโซ่อาหาร และระบบนิเวศได้ รวมถึงการก่อเกิดเป็นมลพิษทางดิน อันเนื่องมาจากสารเคมีสลายตัวช้าและตกค้างในดินทำให้โครงสร้างของดินเสื่อมโทรมลง เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมแหล่งอื่น ๆ ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความสำคัญของการเกิดปัญหามลพิษทางดินและความเสื่อมโทรมของคุณภาพดินจากการทำเกษตรกรรม จึงได้ศึกษาการปนเปื้อนของสารมลพิษที่ตกค้างในดินจากการเพาะปลูกข้าวเพื่อตรวจสอบการปนเปื้อนของดินจากการปลูกแบบใช้สารเคมี โดยผู้วิจัยได้คัดเลือกจังหวัดนนทบุรีเป็นพื้นที่ศึกษาเนื่องจากจังหวัดนนทบุรีถูกจัดให้เป็นเขตปริมาณมลพิษที่รองรับการขยายตัวของเมือง นอกจากพื้นที่เกษตรกรรมดั้งเดิมแล้วยังมีพื้นที่ที่ถูกใช้ประโยชน์เพื่อจัดทำเป็นที่อยู่อาศัยของประชาชน ซึ่งมีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง (องค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี, 2557) การปนเปื้อนของสารมลพิษที่เกิดจากการทำเกษตรกรรมอาจส่งผลกระทบต่อ

ต่อประชาชนที่อยู่อาศัยทั้งทางตรงและทางอ้อมได้ จากการศึกษาข้อมูลการปนเปื้อนของสารมลพิษจากการทำเกษตรกรรมในจังหวัดนนทบุรี พบว่าในพื้นที่ที่ยังไม่มีการศึกษาข้อมูลพื้นฐานนี้ และการทำเกษตรกรรมในจังหวัดนนทบุรีนิยมปลูกข้าวมากที่สุด สูงถึงร้อยละ 78 ของพื้นที่การเกษตรทั้งหมดของจังหวัดนนทบุรี (สำนักงานเกษตรจังหวัดนนทบุรี, 2563) โดยพื้นที่ที่ปลูกข้าวมากที่สุดและมีขอบเขตติดต่อกับแหล่งที่อยู่อาศัย ได้แก่ ตำบลทวีพัฒนา อำเภอไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี มีการเพาะปลูกข้าวสูงถึง 7,668 ไร่ จากพื้นที่เกษตรกรรมทั้งหมดจำนวน 9,459 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 81 ของพื้นที่เกษตรกรรมในตำบลทวีพัฒนา (สำนักงานเกษตรอำเภอไทรน้อย, 2563) และในพื้นที่ที่มีการเพาะปลูกข้าวตลอดทั้งปี จากการสอบถามแลกเปลี่ยนข้อมูลกับเกษตรกรในพื้นที่ระบุว่ามีการใช้สารเคมีอย่างต่อเนื่องยาวนานมากกว่า 10 ปี ซึ่งอาจมีการตกค้างสะสมจนเป็นอันตรายต่อตัวเกษตรกรเอง อันตรายต่อประชาชนโดยรอบ และอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมได้ ผู้วิจัยจึงมุ่งเน้นศึกษาในพื้นที่ดังกล่าว ซึ่งผลที่ได้จากการศึกษาจะเป็นประโยชน์ในการบ่งชี้คุณภาพดินในพื้นที่อันเกิดจากการเพาะปลูกโดยใช้สารเคมี ซึ่งเกษตรกรและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องพึงตระหนักถึงผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นได้ และสามารถนำผลการศึกษาไปใช้เป็นข้อมูลประกอบการจัดทำแนวทางการบริหารจัดการการใช้สารเคมีทางการเกษตรในพื้นที่อย่างถูกวิธี เพื่อลดผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อมและประชาชนที่อยู่อาศัยโดยรอบ อีกทั้งยังสามารถใช้เป็นข้อมูลประกอบการกำหนดมาตรการป้องกันและลดการใช้สารเคมีทางการเกษตร หรือการปรับเปลี่ยนสู่การทำเกษตรอินทรีย์ให้กับเกษตรกรในพื้นที่ศึกษารวมถึงพื้นที่ใกล้เคียงที่มีบริบทใกล้เคียงกัน รวมถึงการนำข้อมูลองค์ความรู้ไปใช้ประโยชน์ผ่านภาคส่วนต่าง ๆ ทั้งหน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชน ภาคประชาชน และภาคการศึกษาต่อไปได้



วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาการปนเปื้อนของสารมลพิษในดินที่มีการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในการเพาะปลูกข้าว บริเวณพื้นที่ปลูกข้าวตำบลทวีพัฒนา อำเภอไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี



วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาการปนเปื้อนของสารมลพิษในดินจากการเพาะปลูกข้าวในพื้นที่ตำบลทวีพัฒนา อำเภอไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี ใช้แบบแผนการวิจัยเชิงปริมาณด้วยวิธีการเก็บตัวอย่างดินให้ครอบคลุมพื้นที่ศึกษา โดยการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple Random Sampling) ซึ่งจำนวนพื้นที่เพาะปลูกข้าวในตำบลทวีพัฒนาที่ขึ้นทะเบียนของสำนักงานเกษตรอำเภอไทรน้อย ปี 2563 มีจำนวน 7,668 ไร่ (สำนักงานเกษตรอำเภอไทรน้อย, 2563) ผู้วิจัยคัดเลือก

กลุ่มตัวอย่างโดยเป็นพื้นที่ปลูกข้าวที่ใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในการเพาะปลูกอย่างต่อเนื่อง ซึ่งในพื้นที่ศึกษาไม่มีพื้นที่ที่ได้รับรองการทำเกษตรอินทรีย์ (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2565) อนุมานได้ว่าพื้นที่ปลูกข้าวในตำบลทวีวัฒนาใช้สารเคมีในการเพาะปลูกทั้งหมดกว่า 7,668 ไร่ และการคำนวณกลุ่มตัวอย่างใช้การกำหนดขนาดโดยใช้เกณฑ์จากจำนวนประชากร ซึ่งในประชากรจำนวนหลักพัน ใช้กลุ่มตัวอย่างร้อยละ 10 (กัญญ์สิริ จันทรเจริญ, 2554) การศึกษานี้ จึงใช้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 791 ไร่ โดยแบ่งเป็น 10 แปลง ในแต่ละแปลงมีขนาดพื้นที่ ดังแสดงในตาราง 1 การวิจัยในครั้งนี้กำหนดช่วงเวลาการเก็บตัวอย่าง คือ เดือนมกราคม 2565 เมื่อเก็บตัวอย่างในพื้นที่แล้ว จากนั้นได้นำตัวอย่างดินไปตรวจวิเคราะห์หาชนิดของสารมลพิษ ที่ปนเปื้อนในดิน โดยแบ่งการตรวจวิเคราะห์เป็น 2 ประเภท คือ การตรวจวิเคราะห์โลหะหนัก และการตรวจวิเคราะห์สารเคมีกำจัดศัตรูพืช โดยมีชนิดของสารที่ตรวจวิเคราะห์ทั้งหมด ดังแสดงในตาราง 2 และนำผลการวิเคราะห์ที่ได้มาหาความแตกต่างทางสถิติกับค่ามาตรฐาน คุณภาพดิน

ตาราง 1 ขนาดพื้นที่แปลงปลูกข้าวตำบลทวีวัฒนา อำเภอไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี ที่ใช้เป็น จุดเก็บตัวอย่าง

รหัสจุดเก็บตัวอย่าง	ขนาดแปลง	หน่วย
TW01	90	ไร่
TW02	84	ไร่
TW03	46	ไร่
TW04	78	ไร่
TW05	80	ไร่
TW06	97	ไร่
TW07	65	ไร่
TW08	72	ไร่
TW09	90	ไร่
TW10	89	ไร่
รวม	791	ไร่

ตาราง 2 ชนิดของโลหะหนักและสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่ตรวจวิเคราะห์จากดินที่มีการใช้ สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในการเพาะปลูกข้าว บริเวณพื้นที่ปลูกข้าวตำบลทิวพัฒนา อำเภอไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี

ประเภทของสารปนเปื้อน	ชนิดของสารที่ตรวจวิเคราะห์
โลหะหนัก	ซีลีเนียม (Se) แมงกานีส (Mn) ทองแดง (Cu) โครเมียม (Cr) สังกะสี (Zn) นิกเกิล (Ni) สารหนู (As) แคดเมียม (Cd) ตะกั่ว (Pb)ปรอท (Hg)
สารเคมีกำจัดศัตรูพืช	
สารฆ่าแมลงและไร	
กลุ่ม 1 สารกลุ่มยับยั้ง เอนไซม์	กลุ่มย่อย 1A สารคาร์บาเมต (Carbamates) Alanycarb, Aldicarb, Bendiocarb, Benfuracarb,
อะเซพทิลโคลีนเอสเทอร์เอส	Butocarboxim, Butoxycarboxim, Carbaryl, Carbofuran, Carbosulfan, Ethiofencarb, Fenobucarb, Formetanate, Furathiocarb, Isoprocarb, Methiocarb, Methomyl, Metolcarb, Oxamyl, Pirimicarb, Propoxur, Thiodicarb, Thiofanox, Triazamate, Trimethacarb, XMC, Xylcarb
	กลุ่มย่อย 1B สารออร์แกนโนฟอสเฟต (Organophosphates) Acephate, Azamethiphos, Azinphos-ethyl, Azinphosmethyl, Cadusafos, Chlorethoxyfos, Chlorfenvinphos, Chlormephos, Chlorpyrifos, Chlorpyrifos-methyl, Coumaphos, Cyanophos, Demeton-S-methyl, Diazinon, Dichlorvos/DDVP, Dicrotophos, Dimethoate, Dimethylvinphos, Disulfoton, EPN, Ethion, Ethoprophos, Famphur, Fenamiphos, Fenitrothion, Fenthion, Fosthiazate, Heptenophos, Imicyafos, Isofenphos, Isopropyl O-(methoxyaminothio-phosphoryl) salicylate, Isoxathion, Malathion, Mecarbam, Methamidophos, Methidathion, Mevinphos, Monocrotophos, Naled, Omethoate, Oxydemeton-methyl, Parathion, Parathion-methyl, Phenthoate, Phorate, Phosalone, Phosmet, Phosphamidon, Phoxim, Pirimiphos-methyl, Profenofos, Propetamphos, Prothiofos, Pyraclofos, Pyridaphenthion, Quinalphos, Sulfotep, Tebupirimfos, Temephos, Terbufos, Tetrachlorvinphos, Thiometon, Triazophos, Trichlorfon, Vamidothion

ประเภทของสารปนเปื้อน	ชนิดของสารที่ตรวจวิเคราะห์
กลุ่ม 2 สารกลุ่ม ที่หยุดการทำงานของ ช่องคลอไรด์ที่ทำงาน โดยกรดแกมมา อะมิโนบิวไทริก (GABA)	กลุ่มย่อย 2A สารไซโคลไดอิน (Cyclodiene) Chlordane, Endosulfan กลุ่มย่อย 2B สารฟีนีลไพราโซล (Phenylpyrazoles) Ethiprole, Fipronil
กลุ่ม 3 สารกลุ่ม ที่ปรับการทำงานของ ช่องโซเดียม	กลุ่มย่อย 3A สารไพรีทริน (Pyrethrins) และไพเรทรอยด์ (Pyrethroids) Acrinathrin, Allethrin, d-cis-trans Allethrin, d-trans Allethrin, Bifenthrin, Bioallethrin, Bioallethrin S-cyclopentenyl isomer, Bioresmethrin, Cycloprothrin, Cyfluthrin, beta-Cyfluthrin, Cyhalothrin, lambda-Cyhalothrin, gamma-Cyhalothrin, Cypermethrin, alpha-Cypermethrin, beta-Cypermethrin, thetacypermethrin, zeta-Cypermethrin, Cyphenothrin [(1R)-trans- isomers], Deltamethrin, Empenthrin (EZ) [(1R)-isomers], Esfenvalerate, Etofenprox, Fenpropathrin, Fenvalerate, Flucythrinate, Flumethrin, tau-Fluvalinate, Halfenprox, Imiprothrin, Kadethrin, Permethrin, Phenothrin [(1R)-trans-isomer], Prallethrin, Pyrethrins (pyrethrum), Resmethrin, Silafluofen, Tefluthrin, Tetramethrin, Tetramethrin [(1R)-isomers], Tralomethrin, Transfluthrin, กลุ่มย่อย 3B สารดีดีที (DDT) และเมท็อกซีคลอร์ (Methoxychlor) DDT, Methoxychlor
กลุ่ม 4 สารกลุ่ม ที่ปรับการทำงานของ ตัวรับสารอะเซติลโคลีน ชนิดนิโคติค โดยการ จับแบบแข่งขัน	กลุ่มย่อย 4A สารนีโอนิโคตินอยด์ (Neonicotinoids) Acetamiprid, Clothianidin, Dinotefuran, Imidacloprid, Nitenpyram, Thiacloprid, Thiamethoxam กลุ่มย่อย 4B Nicotine กลุ่มย่อย 4C Sulfoximines กลุ่มย่อย 4D สารบูทีโนไลด์ (Butenolides) Flupyradifurone กลุ่มย่อย 4E สารเมโสไอโอนิกส์ (Mesoionics) Triflumezopyrim

ประเภทของสารปนเปื้อน	ชนิดของสารที่ตรวจวิเคราะห์
กลุ่ม 5 สารกลุ่มที่ปรับ การทำงานของตัวรับ สารอะเซติลโคลีนชนิด นิโคตินิก โดยการจับ ที่ตำแหน่งแอลโลสเตอริก ที่ตำแหน่งที่ 1	Spinetoram, Spinosad
กลุ่ม 6 สารกลุ่มที่ปรับ การทำงานของช่อง คลอไรด์ที่ทำงาน โดยกลูตาเมต โดยการจับ ที่ตำแหน่งแอลโลสเตอริก	Abamectin, Emamectin benzoate, Lepimectin, Milbemectin
กลุ่ม 7 สารกลุ่มเลียนแบบ ฮอร์โมนจูวีไนล์	กลุ่มย่อย 7A สารจูวีไนล์ฮอร์โมนอนาล็อก (Juvenile hormone analogues) Hydroprene, Kinoprene, Methoprene กลุ่มย่อย 7B Fenoxycarb กลุ่มย่อย 7C Pyriproxyfen
กลุ่ม 8 สารกลุ่มที่ยับยั้ง กลไกการทำงาน ของร่างกายแบบ ไม่เฉพาะเจาะจง (ยับยั้งหลายจุด)	กลุ่มย่อย 8A แอลคิล เฮไลด์ (Alkyl halides) Methyl bromide กลุ่มย่อย 8B คลอโรพิกริน (Chlorpicrin) กลุ่มย่อย 8C ฟลูออไรด์ (Fluorides) Cryolite (Sodium aluminum fluoride), Sulfuryl fluoride กลุ่มย่อย 8D โบเรต (Borates) Borax, Boric acid, Disodium octaborate, Sodium borate, Sodium metaborate กลุ่มย่อย 8E Tatar emetic กลุ่มย่อย 8F สารที่ทำให้เกิดเมธิลไอโซไธโอไซยาเนต (Methyl isothiocyanate generators) Dazomet, Metam
กลุ่ม 9 สารกลุ่มที่ปรับ การทำงานของช่อง TRPV ที่ Chordotonal organ	กลุ่มย่อย 9B สารอนุพันธ์ของไพรีดีน อะโซเมธีน (Pyridine azomethine) Pymetrozine, Pyrifluquinazon กลุ่มย่อย 9D สารไพโรเพน (Pyropenes) Afidopyropen

ประเภทของสารปนเปื้อน	ชนิดของสารที่ตรวจวิเคราะห์
กลุ่ม 10 สารกลุ่มที่ยับยั้ง การเจริญเติบโตของไรโดย ไปจับที่เอนไซม์ chitin synthase (CHS1)	กลุ่มย่อย 10A Hexythiazox, Clofentezin, Diflovidazin กลุ่มย่อย 10B Etoxazole
สารกำจัดวัชพืช	2,4-D, 2,4-DB, dicamba, picloram, triclopyr, quinclorac, naptalam, diflufenzopyr-Na, benazolin-ethyl, imazapyr, imazethapyr, bensulfuron-methyl, metsul furon-methyl, pyrazosulfuron-ethyl, diclosulam, metosulam, bispyribac-Na, Pyribenzoxim, flucarba zone-Na, procarbazon-Na, glyphosate, sulfosate, glufosinate-ammonium, alloxymid, butoxydim, quizalofop, fenoxaprop, propaquizafop, haloxyfop-R-methyl, EPTC, benthicarb, molinate, bensulide, benfuresate, ethofumesate, dalapon, butralin, pendimethalin, asulam, alachlor, butachlor, acetochlor, pretilachlor, propisochlor, anilofos, piperophos, ametryn, atrazine, dimethametryn, hexazinone, metribuzin, bromacil, diuron, linuron, propanil, bentazon, paraquat, CNP, fomesafen, oxyfluorfen, oxadiazon, diflufenican, dichlobenil, chlorthiamide, isoxaben, flupoxam, DSMA, MSMA, cinmethylin, dazomet, fosamine

การแบ่งกลุ่มสารฆ่าแมลงและไรจัดกลุ่มตามกลไกการออกฤทธิ์ อ้างอิงตามข้อมูลการจัดกลุ่มของ Insecticide Resistance Action Committee (IRAC) (IRAC, 2020) และกรมวิชาการเกษตร (สุภรดา สุคนธาภิรมย์ ณ พัทลุง และคนอื่น ๆ, 2563)

การเก็บตัวอย่างดิน

เก็บตัวอย่างดินบริเวณพื้นที่ศึกษาโดยใช้วิธีการสุ่ม (Random Sampling) ให้ครอบคลุมทั้งแปลง แปลงละ 15 จุด ในแต่ละจุดต้องวางหลุม กวาดเศษวัชพืชที่ปกคลุมผิวดินออกก่อน และผู้เก็บตัวอย่างต้องสวมใส่ถุงมือยางที่สะอาด จากนั้นใช้จอบ เสียม หรือพลั่ว ขุดหลุมเป็นรูปตัว V ให้ลึกในแนวตั้งประมาณ 15 เซนติเมตร แล้วชะเอาดินหนึ่งด้าน ความหนาประมาณ 2-3 เซนติเมตร ทำเช่นเดียวกันจนครบทั้ง 15 จุด แล้วนำดินทุกจุดใส่รวมกันในถุงพลาสติก (Polyethylene) ที่แห้ง สะอาด และปิดปากถุงให้เรียบร้อย ซึ่งต้องมีน้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า 1 กิโลกรัม ถือว่าเป็นตัวแทนของตัวอย่างดิน 1 แปลง (สำนักวิทยาศาสตร์ เพื่อการพัฒนาที่ดิน, 2555; มหาวิทยาลัยมหิดล, 2562)

การเตรียมและวิเคราะห์ตัวอย่าง

นำตัวอย่างดินไปชั่งน้ำหนักเปียกและผึ่งให้แห้งในที่ร่มเพื่อลดความชื้น และอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง หรือจนน้ำหนักแห้งคงที่ และชั่งน้ำหนักดินเพื่อให้ได้น้ำหนักแห้งของดิน โดนคำนวณปริมาณน้ำในดินได้ดังสมการ (1) (FAO, 2020) จากนั้นนำไปบดให้ละเอียดและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 0.5 มิลลิเมตร

$$\text{Gravimetric water content} = \theta_d = \frac{(W_t - W_d)}{W_d} \times 100 \quad (1)$$

เมื่อ W_t = น้ำหนักดินเปียก (g)

W_d = น้ำหนักดินแห้ง (g)

1. การวิเคราะห์ตัวอย่างเพื่อตรวจสอบโลหะหนัก

ชั่งตัวอย่างดิน 2 กรัม บรรจุลงในภาชนะบรรจุที่ปิดด้วยแผ่นไมลาร์ ให้มีปริมาณความหนาของดินประมาณ 0.5 เซนติเมตร จากนั้นนำไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิค X-ray Fluorescence Spectrophotometry (XRF) ยี่ห้อ Shimadzu รุ่น EDX-8000

2. การวิเคราะห์ตัวอย่างเพื่อตรวจสอบสารเคมีกำจัดศัตรูพืช

ชั่งตัวอย่างดิน 20 กรัม สกัดด้วย Ethyl Acetate (AR grade) ปริมาตร 75 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่าสาร (Shaker) เป็นเวลา 5 ชั่วโมง และนำไปลดปริมาตรโดยให้ความร้อนด้วยเตาให้ความร้อน (Hot plate) จนเกือบแห้ง ปรับปริมาตรเป็น 2 มิลลิลิตร แล้วกรองสารละลายด้วยกระดาษกรองวอดต์แมน เบอร์ 42 (พนิดา ไชยยันต์บุรณ์, 2558) นำไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิค Gas Chromatography Mass Spectrometry (GC-MS) ยี่ห้อ Shimadzu รุ่น GCMS-QP2020

การวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อศึกษาชนิดของสารปนเปื้อนในดินแล้วจะนำข้อมูลที่พบมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพดินจากแหล่งกำเนิดประเภทเกษตรกรรม จากนั้นศึกษาความแตกต่างทางสถิติของการปนเปื้อนโลหะหนักกับค่ามาตรฐานคุณภาพดิน โดยใช้การวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม SPSS ในการหาค่าการทดสอบที (t-test)



ผลการวิจัย

ผลการตรวจวิเคราะห์สารพิษที่ปนเปื้อนในดินที่มีการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในการเพาะปลูกข้าว ตำบลทวีวัฒนา อำเภอไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี จากการสุ่มเก็บตัวอย่างจำนวน 10 แปลง ซึ่งแบ่งออกเป็นผลการปนเปื้อนโลหะหนัก และผลการปนเปื้อนสารเคมีกำจัดศัตรูพืช ดังนี้

การปนเปื้อนโลหะหนัก

จากการตรวจวิเคราะห์โลหะหนักในดินบริเวณพื้นที่ปลูกข้าว ตำบลทวีวัฒนา อำเภอไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี จำนวน 10 แปลง โดยได้ตรวจวิเคราะห์โลหะหนัก จำนวนทั้งสิ้น 10 ชนิด ได้แก่ ซีลีเนียม (Se) แมงกานีส (Mn) ทองแดง (Cu) โครเมียม (Cr) สังกะสี (Zn) นิกเกิล (Ni) สารหนู (As) แคดเมียม (Cd) ตะกั่ว (Pb) และปรอท (Hg) พบการปนเปื้อนของซีลีเนียม จำนวน 10 แปลง โดยทั้ง 10 แปลง มีค่าอยู่ในช่วง 83,199.62–122,403.60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมีค่าเกินมาตรฐานที่กำหนด พบแมงกานีส จำนวน 10 แปลง มีค่าอยู่ในช่วง 62.18–119.40 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งไม่เกินมาตรฐานที่กำหนด พบทองแดง จำนวน 7 แปลง มีค่าอยู่ในช่วง 13.81–50.73 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งไม่เกินมาตรฐานที่กำหนด พบโครเมียม จำนวน 10 แปลง มีค่าอยู่ในช่วง 29.16–50.73 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งไม่เกินมาตรฐานที่กำหนด พบสังกะสี จำนวน 10 แปลง มีค่าอยู่ในช่วง 26.76–55.94 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมีค่าเกินมาตรฐานที่กำหนด ในแปลงที่ 9 มีค่า 55.94 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบนิกเกิล จำนวน 4 แปลง มีค่าอยู่ในช่วง 9.29–14.35 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งไม่เกินมาตรฐานที่กำหนด และตรวจไม่พบการปนเปื้อนของสารหนู แคดเมียม ตะกั่ว และปรอท ดังแสดงในตาราง 3

ตาราง 3 ผลการตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อนโลหะหนักในตัวอย่างดินที่มีการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในการเพาะปลูกข้าว บริเวณพื้นที่ปลูกข้าว ตำบลทวีวัฒนา อำเภอไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี

แปลงที่	ปริมาณการปนเปื้อน (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)									
	Se	Mn	Cu	Cr	Zn	Ni	As	Cd	Pb	Hg
TW01	95,525.06	72.15	42.16	36.04	27.92	ND	ND	ND	ND	ND
TW02	83,199.62	62.18	34.26	29.16	27.90	ND	ND	ND	ND	ND
TW03	94,877.53	101.35	43.50	43.78	33.71	10.40	ND	ND	ND	ND
TW04	108,076.20	78.02	48.46	43.40	34.03	12.40	ND	ND	ND	ND
TW05	110,262.60	112.10	50.73	44.87	41.98	14.35	ND	ND	ND	ND

ปริมาณการปนเปื้อน (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)										
แปลงที่	Se	Mn	Cu	Cr	Zn	Ni	As	Cd	Pb	Hg
TW06	99,847.67	70.46	13.81	39.11	29.06	9.29	ND	ND	ND	ND
TW07	99,727.87	80.21	43.96	40.64	28.31	ND	ND	ND	ND	ND
TW08	112,200.90	109.81	ND	30.71	32.92	ND	ND	ND	ND	ND
TW09	119,703.20	119.40	ND	47.82	55.94	ND	ND	ND	ND	ND
TW10	122,403.60	97.25	ND	50.73	26.76	ND	ND	ND	ND	ND
ค่ามาตรฐาน	4,380 ^(*)	19,640 ^(*)	35,040 ^(*)	212 ^(*)	50 ^(**)	5,205 ^(*)	25 ^(*)	762 ^(*)	800 ^(*)	263 ^(*)

ND = Not Detected

(*) ค่ามาตรฐานเทียบเคียง คือ ค่ามาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์เพื่อการค้าขาย เกษตรกรรม และกิจการอื่น ๆ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อปกป้องประชาชนกลุ่มวัยทำงาน รวมถึงเกษตรกร ที่เพาะปลูกพืชสวนและพืชไร่ ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพดิน ประกาศ ณ วันที่ 6 มกราคม พ.ศ. 2564 (กรมควบคุมมลพิษ, 2564)

(**) ค่ามาตรฐานเทียบเคียง คือ ค่าสูงสุดที่ยอมให้มีการปนเปื้อนในดินของประเทศเนเธอร์แลนด์ (Denneman & Robberse, 1990)

ตาราง 4 ความแตกต่างทางสถิติของค่าการปนเปื้อนโลหะหนักกับค่ามาตรฐานคุณภาพดิน

โลหะหนัก	n	Mean	S.D.	t	p
ซีลีเนียม	10	104,582.43	12,148.04	26.084*	0.000
แมงกานีส	10	90.29	20.11	-3074.27*	0.000
ทองแดง	10	27.69	21.66	-5,111.718*	0.000
โครเมียม	10	40.62	7.01	-77.28*	0.000
สังกะสี	10	33.85	9.00	-5.67*	0.000
นิกเกิล	10	4.64	6.13	-2,681.57*	0.000
สารหนู	10	-	-	-	-
แคดเมียม	10	-	-	-	-
ตะกั่ว	10	-	-	-	-
ปรอท	10	-	-	-	-

* นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตาราง 4 พบว่าปริมาณโลหะหนักที่พบในดินและค่ามาตรฐานมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการปนเปื้อนซีลีเนียม แมงกานีส ทองแดง โครเมียม สังกะสี และนิกเกิล บริเวณพื้นที่ศึกษา ($p < 0.001$) และไม่พบการปนเปื้อนของสารหนู แคดเมียม ตะกั่ว และปรอท

การปนเปื้อนสารเคมีกำจัดศัตรูพืช

ผลการตรวจวิเคราะห์สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในดินบริเวณพื้นที่ปลูกข้าว ตำบลทิวพัฒนา อำเภอไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี จำนวน 10 แปลง ประกอบด้วยการตรวจวิเคราะห์กลุ่มสารฆ่าแมลงและไร และสารกำจัดวัชพืช พบว่าจากตัวอย่างดินจำนวน 10 แปลง พบการปนเปื้อนของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในดิน 1 ชนิด คือ Methoprene ในแปลงที่ 8 และ 9 ซึ่งเป็นชนิดสารฆ่าแมลงและไร กลุ่มที่ 7 สารกลุ่มเลียนแบบฮอร์โมนจูวีไนล์ กลุ่มย่อย 7A สารจูวีไนล์ฮอร์โมนอนาล็อก (Juvenile Hormone Analogues) และตรวจไม่พบสารกำจัดศัตรูพืชชนิดอื่น ๆ นอกเหนือจากที่กล่าวมาข้างต้น ในตัวอย่างดินบริเวณพื้นที่ศึกษา ดังแสดงในตาราง 5

ตาราง 5 ผลการตรวจวิเคราะห์สารเคมีกำจัดศัตรูพืชจากตัวอย่างดินที่มีการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในการเพาะปลูกข้าว บริเวณพื้นที่ปลูกข้าวตำบลทิวพัฒนา อำเภอไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี

สารเคมีกำจัดศัตรูพืช		ผลการตรวจวิเคราะห์
สารฆ่าแมลงและไร		
กลุ่ม 1 สารกลุ่ม	กลุ่มย่อย 1A สารคาร์บาเมต (Carbamates)	ไม่พบ
ยับยั้งเอนไซม์อะเซทิล	กลุ่มย่อย 1B สารออร์แกนโนฟอสเฟต	ไม่พบ
โคลีนเอสเตอเรส	(Organophosphates)	
กลุ่ม 2 สารกลุ่มที่	กลุ่มย่อย 2A สารไซโคลไดอิน (Cyclodiene)	ไม่พบ
หยุดการทำงานของ	กลุ่มย่อย 2B สารฟีนีลไพราโซล	ไม่พบ
ช่องคลอไรด์ที่ทำงาน	(Phenylpyrazoles)	
โดยกรดแกมมา		
อะมิโนบิวไทริก (GABA)		
กลุ่ม 3 สารกลุ่มที่	กลุ่มย่อย 3A สารไพรีทริน (Pyrethrins)	ไม่พบ
ปรับการทำงานของ	และไพรีทรอยด์ (Pyrethroids)	
ช่องโซเดียม	กลุ่มย่อย 3B สารดีดีที (DDT) และเมทอกซีคลอร์	ไม่พบ
	(Methoxychlor)	

สารเคมีกำจัดศัตรูพืช		ผลการตรวจวิเคราะห์
กลุ่ม 4 สารกลุ่ม ที่ปรับการทำงานของ ตัวรับสารอะเซทิลโคลีน	กลุ่มย่อย 4A สารนีโอนิโคตินอยด์ (Neonicotinoids)	ไม่พบ
ชนิดนิโคตินิก	กลุ่มย่อย 4B	ไม่พบ
โดยการจับแบบแข่งขัน	กลุ่มย่อย 4C	ไม่พบ
	กลุ่มย่อย 4D สารบูทีโนไลด์ (Butenolides)	ไม่พบ
	กลุ่มย่อย 4E สารเมโสไอโอนิกส์ (Mesoionics)	ไม่พบ
กลุ่ม 5 สารกลุ่ม ที่ปรับการทำงานของ ตัวรับสารอะเซทิลโคลีน		ไม่พบ
ชนิดนิโคตินิก		
โดยการจับที่ตำแหน่ง แอลโลสเตอริก		
ที่ตำแหน่งที่ 1		
กลุ่ม 6 สารกลุ่ม ที่ปรับการทำงานของ ของช่องคลอไรด์		ไม่พบ
ที่ทำงานโดยกลูตาเมต		
โดยการจับที่ตำแหน่ง แอลโลสเตอริก		
กลุ่ม 7 สารกลุ่ม เลียนแบบฮอร์โมนจูวีไนล์	กลุ่มย่อย 7A สารจูวีไนล์ฮอร์โมนนาลิค (Juvenile hormone analogues)	พบสาร Methoprene ในแปลงที่ 8 และ 9
	กลุ่มย่อย 7B	ไม่พบ
	กลุ่มย่อย 7C	ไม่พบ
กลุ่ม 8 สารกลุ่ม ที่ยับยั้งกลไกการทำงานของ ของร่างกายแบบ	กลุ่มย่อย 8A แอลคิล เฮไลด์ (Alkyl halides)	ไม่พบ
ไม่เฉพาะเจาะจง	กลุ่มย่อย 8B	ไม่พบ
(ยับยั้งหลายจุด)	กลุ่มย่อย 8C ฟลูออไรด์ (Fluorides)	ไม่พบ
	กลุ่มย่อย 8D โบเรต (Borates)	ไม่พบ
	กลุ่มย่อย 8E	ไม่พบ
	กลุ่มย่อย 8F สารที่ทำให้เกิดเมธิลไอโซไธโอ ไซยาเนต (Methyl isothiocyanate generators)	ไม่พบ
กลุ่ม 9 สารกลุ่ม ที่ปรับการทำงานของ ของช่อง TRPV	กลุ่มย่อย 9B สารอนุพันธ์ของไพรีดีน อะโซเมธีน (Pyridine azomethine)	ไม่พบ
ที่ Chordotonal organ	กลุ่มย่อย 9D สารไพโรเพน (Pyropenes)	ไม่พบ

สารเคมีกำจัดศัตรูพืช	ผลการตรวจวิเคราะห์
กลุ่ม 10 สารกลุ่มที่ยับยั้งการเจริญเติบโตของไรโดยไปจับที่เอนไซม์ chitin synthase (CHS1)	ไม่พบ
กลุ่มย่อย 10A	ไม่พบ
กลุ่มย่อย 10B	ไม่พบ
สารกำจัดวัชพืช	ไม่พบ



อภิปรายผลการวิจัย

ผลการศึกษาการปนเปื้อนในดินที่มีการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในการเพาะปลูกบริเวณพื้นที่ปลูกข้าว ตำบลทวีวัฒนา อำเภอไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี จำนวน 10 แปลง โดยแบ่งเป็นการศึกษาสาร 2 กลุ่ม ได้แก่ การศึกษาการปนเปื้อนของโลหะหนัก ด้วยเทคนิค X-ray Fluorescence Spectrophotometry (XRF) พบว่ามีการปนเปื้อนของซิลิเนียมในตัวอย่างดินทั้ง 10 แปลง สูงกว่าค่ามาตรฐานที่กรมควบคุมมลพิษกำหนด คือ 4,380 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม การปนเปื้อนของซิลิเนียมในดินแสดงให้เห็นว่าดินบริเวณนี้อาจมีคุณสมบัติที่ไม่เหมาะสมในการเพาะปลูกพืชมากนัก เนื่องจากซิลิเนียมไม่ใช่ธาตุอาหารที่พืชใช้ในการเจริญเติบโต หากมีการปนเปื้อนซิลิเนียมในดินจะทำให้พืชเจริญเติบโตไม่เต็มที่และให้ผลผลิตต่ำ ในสภาวะที่การเจริญเติบโตของพืชถูกจำกัดด้วยการปนเปื้อนของซิลิเนียมในดินบริเวณพื้นที่ศึกษานี้ เป็นไปตามหลักของปัจจัยที่ขาดแคลน (Principle of Limiting Factors) (ทงศักดิ์ ประไพ, ม.ป.ป.) ความเป็นพิษของซิลิเนียมต่อพืช จะทำให้ใบเหลืองซีดจากการขาดคลอโรฟิลล์ ใบแห้งหรือไหม้เป็นต้น อีกทั้งการปนเปื้อนของซิลิเนียมในดินที่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนด อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อผู้บริโภคได้หากมีการดูดซึมไปสู่ผลผลิต โดยเมื่อได้รับซิลิเนียมในปริมาณมากเกินไปเกินความต้องการของร่างกายจะส่งผลให้เกิดพิษเรื้อรัง มีลักษณะอาการ เช่น ท้องร่วง เหนื่อยล้า ผอมร่าง เเสบเปราะ โลหิตจาง เหน็บชา กล้ามเนื้ออ่อนแรง หรืออาจมีภาวะตับวายได้ (MacFarquhar et al., 2010) และหากได้รับพิษเฉียบพลันจากการหายใจหรือรับประทาน ผุ่นดินที่มีการปนเปื้อนของซิลิเนียมเข้าไป จะทำให้มีอาการคลื่นไส้ ท้องเสีย ใจสั่น ความดันโลหิตต่ำ หัวใจล้มเหลว หรือหมดสติได้ (ซิลิเนียม, 2563) จากการตรวจวิเคราะห์ยังพบการปนเปื้อนของสังกะสี จำนวน 1 แปลง ที่มีสูงกว่าค่ามาตรฐานการปนเปื้อนโลหะหนักในดินของประเทศเนเธอร์แลนด์ คือ 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สอดคล้องกับการศึกษาปริมาณโลหะหนักสะสมในดินที่มีการทำเกษตรเคมีพบการปนเปื้อนของทองแดง สังกะสี ตะกั่ว และเหล็ก ในนาข้าว เป็นผลมาจากการใช้สารกำจัดศัตรูพืชที่มีโลหะหนักเป็นองค์ประกอบ (วรรณศักดิ์ สุขสง และคนอื่น ๆ, 2556) และยังตรวจพบการปนเปื้อนของแมงกานีส

ทองแดง โครเมียม และนิกเกิล ในบางแปลงปลูก แม้จะไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดแต่ยังจำเป็นต้องเฝ้าระวังการปนเปื้อนของสารเหล่านี้ หากยังมีการปลูกข้าวโดยใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชเป็นระยะเวลาต่อเนื่องยาวนาน อีกทั้งผลการศึกษาการปนเปื้อนของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชด้วยเทคนิค Gas Chromatography Mass Spectrometry (GC-MS) พบการปนเปื้อนของสาร Methoprene ในแปลงที่ 8 และ 9 ซึ่งเป็นสารฆ่าแมลงออกฤทธิ์ขัดขวางกระบวนการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของแมลง (Metamorphosis) จากตัวอ่อนไปเป็นตัวเต็มวัย โดยสารกลุ่มนี้จะไปเลียนแบบการทำงานของฮอร์โมนจูวีไนล์ โดยการเข้าไปจับที่ juvenile hormone receptor ทำให้เกิดการยับยั้งการแสดงออกของยีนต่าง ๆ ที่จำเป็นในกระบวนการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของแมลง ส่งผลให้แมลงมีการลอกคราบที่ไม่สมบูรณ์ สภาพเป็นตัวอ่อนผิดปกติ และไม่สามารถเจริญเป็นตัวเต็มวัยได้ นอกจากนี้สารฆ่าแมลงกลุ่มนี้ยังมีผลในการฆ่าไข่ของแมลง (Ovicidal Effect) อีกด้วย (สุภรดา สุคนธาภิรมย์ ณ พัทลุง และคนอื่น ๆ, 2563) สำหรับผลการตรวจวิเคราะห์ที่ไม่พบสารเคมีฆ่าแมลงและไรในกลุ่มอื่น ๆ และสารกำจัดวัชพืชนั้น อาจเป็นผลมาจากการถูกชะล้างจากน้ำที่ใช้เพาะปลูกในแปลงนา และอัตราการสลายตัว (half-life) ของสารเคมีแต่ละชนิดที่แตกต่างกัน ดังที่การศึกษาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช อธิบายว่า หลังจากการฉีดพ่นสารเคมีกำจัดศัตรูพืช มีเพียงร้อยละ 0.1 เท่านั้นที่ไปถึงศัตรูพืช ส่วนที่เหลือจะปลิวไปในอากาศและรอเวลาที่น้ำจากแปลงเกษตรจะชะสารเคมีลงสู่ดินหรือแหล่งน้ำใกล้เคียง (สุธาสนี อึ้งสูงเนิน, 2558)

การปนเปื้อนของโลหะหนักและสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในดินจากพื้นที่ศึกษานี้ หากมีการสะสมเป็นระยะเวลานานและปริมาณมากจะส่งผลกระทบต่อคุณลักษณะของดินและความอุดมสมบูรณ์ของดินเปลี่ยนแปลงไป ส่งผลต่อการเพาะปลูก อาจทำให้ผลผลิตตกต่ำ และหากมีการดูดซึมสารมลพิษเหล่านี้โดยพืชไปสะสมในส่วนต่าง ๆ ของพืช ทั้งในระบอบราก ลำต้น ใบ มนุษย์นำผลผลิตไปบริโภคหรือมีสัตว์บริโภคพืชที่ขึ้นบริเวณนั้นโดยตรง อาจทำให้เกิดการสะสมสารมลพิษนี้ในร่างกาย ซึ่งหากมีปริมาณมากจะทำให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพ อีกทั้งเมื่อดินหรือตะกอนดินบริเวณพื้นที่ศึกษานี้พัดพาไปสู่แหล่งน้ำจะส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำ ซึ่งประชาชนที่อาศัยในบริเวณพื้นที่ศึกษาอาจได้รับผลกระทบ



สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาการปนเปื้อนของสารมลพิษในดินที่มีการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในการเพาะปลูก พบว่ามีการปนเปื้อนของซีลีเนียมและสังกะสีในปริมาณที่สูงกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนด ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และยังพบการปนเปื้อนของแมงกานีส ทองแดง โครเมียม นิกเกิล และสารกำจัดศัตรูพืชในกลุ่มที่ 7 สารกลุ่มเลียนแบบฮอร์โมนจูวีไนล์

เป็นสารฆ่าแมลงและไร ได้แก่ Methoprene ในดินบางแห่งของพื้นที่ศึกษา การปนเปื้อนของโลหะหนักและสารกำจัดศัตรูพืชดังกล่าวที่แตกต่างกันในแต่ละแปลง อาจเกิดได้จากชนิดของสารกำจัดศัตรูพืชที่เกษตรกรใช้และปริมาณการใช้ที่แตกต่างกัน โดยการปนเปื้อนดังกล่าวอาจส่งผลกระทบต่อผู้บริโภคข้าว ประชาชนที่อยู่ใกล้เคียงซึ่งใช้ประโยชน์จากดินและแหล่งน้ำ และเกษตรกรเองจากการได้รับฝุ่นดินโดยการสูดดมเข้าไปโดยตรงหรือถูกพัดพาปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำเพื่อการอุปโภคและบริโภค รวมถึงจะทำให้คุณภาพและคุณสมบัติของดินและน้ำ และกระบวนการทำงานของระบบนิเวศเปลี่ยนแปลงไป เพื่อลดผลกระทบจากการปนเปื้อนของสารมลพิษเหล่านี้และปรับเปลี่ยนเป็นการทำเกษตรกรรมแบบยั่งยืน ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

ข้อเสนอแนะการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. เกษตรกรควรใช้สารเคมีอย่างถูกวิธีและพอดีกับความต้องการของพืช หรือสลับปรับเปลี่ยนระหว่างการใช้และไม่ใช้สารเคมีในแต่ละรอบการเพาะปลูก เพื่อลดการสะสมของสารมลพิษที่ปนเปื้อนในดิน
2. หน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถนำผลการศึกษาไปใช้เป็นข้อมูลประกอบการจัดทำแนวทางการบริหารจัดการการใช้สารเคมีทางการเกษตร การกำหนดมาตรการป้องกันและลดการใช้สารเคมีทางการเกษตร หรือการปรับเปลี่ยนพื้นที่เกษตรเคมีมาเป็นเกษตรอินทรีย์ต่อไป

ข้อเสนอแนะการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาเพิ่มเติม เรื่อง การสะสมของโลหะหนักและสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในเมล็ดข้าวในพื้นที่สิ่งแวดล้อมใกล้เคียง และต้องประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพของมนุษย์จากการสัมผัสสารปนเปื้อนที่พบในพื้นที่ศึกษานี้ เพื่อให้มีข้อมูลสำหรับการเฝ้าระวังความเสียหายต่อคุณภาพชีวิตของประชาชนในพื้นที่



กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะวัฒนธรรมสิ่งแวดล้อมและการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ และกรมควบคุมมลพิษ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้เครื่องมือวิเคราะห์ขั้นสูง และขอบคุณผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่ทำงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี



เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาที่ดิน. กองการวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน. (2562). *ข้อมูลการจัดการดิน*.
https://www.ddd.go.th/Web_Soil/polluted.htm#3
- กรมพัฒนาที่ดิน. สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน. (2555). *การเก็บตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์สำหรับการปลูกพืช*. https://osd101.ddd.go.th/?page_id=39
- กรมวิชาการเกษตร. สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร. (2563). *รายละเอียดการนำเข้าวัตถุอันตรายทางการเกษตร*. <https://www.doa.go.th/ard/wp-content/uploads/2021/01/รายละเอียดการนำเข้าวัตถุอันตรายทางการเกษตร-ปี-2563.pdf>
- กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2565). *ฐานข้อมูลกลางเกษตรกรที่ได้รับใบรับรองมาตรฐานเกษตรอินทรีย์*. <https://organicmoac.ddd.go.th/agriculture/#/reports>
- กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม. สำนักงานสถิติแห่งชาติ. (2563). *สรุปผลการสำรวจภาวะการทำงานของประชากร*. http://www.nso.go.th/sites/2014/DocLib13/ด้านสังคม/สาขาแรงงาน/ภาวะการทำงานของประชากร/2563/Report_02-63.pdf
- กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. กรมควบคุมมลพิษ. (2564). *ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพดิน*. <https://www.pcd.go.th/laws/25162>
- กัญญ์สิริ จันทรเจริญ. (2554). *การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง*. มหาวิทยาลัยพะเยา. <https://shorturl.asia/50Zkp>
- คัดค้านัฐ ชื่นวงศ์อรุณ. (2563, 26 มกราคม). *มลพิษในดิน (Soil Pollution)*. National Geographic. <https://ngthai.com/science/27458/soil-pollution/>
- ซีลีเนียม. (2563). <http://mutualselfcare.org/medicine/holistic/element-selenium.aspx?M=k&G=f>
- ทองศักดิ์ ประไพ. (ม.ป.ป.). *ความสัมพันธ์ระหว่างธาตุอาหารพืชกับดิน*. http://r07.ddd.go.th/Web/15_KM/S2.pdf
- พนิดา ไชยยันต์บุรณ์. (2558). *การพัฒนาการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างของวัตถุอันตรายทางการเกษตรให้ถูกต้อง แม่นยำตามมาตรฐานสากล (รายงานการวิจัย)*. <https://www.doa.go.th/research/attachment.php?aid=2219>
- ภัทราวดี วัฒนสุนทร และจินตนา อมรสงวนสิน. (2559). *การตรวจวิเคราะห์การตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ในตัวอย่างดินจากนาข้าวในพื้นที่จังหวัดชัยนาท*. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์*, 11(2), 245–258.

- มหาวิทยาลัยมหิดล. (2562, 4 มกราคม). *คู่มือบริการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างผลิตภัณฑ์เกษตร ผัก ผลไม้ น้ำ ดิน*. https://mt.mahidol.ac.th/wp-content/uploads/2019/10/1-foodsafety_guidebook-2562.pdf
- วรรณศักดิ์ สุขสง, รวี จันทรัตน์, สรพงศ์ เบญจศรี, และวิชุดา กล้าเวช. (2556). ปริมาณโลหะหนักสะสมในดินที่ทำการเกษตรเคมีในอำเภอบางปะอิน จังหวัดพิจิตร. ใน *การประชุมวิชาการแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 10* (น. 248–255). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.
- ศิริอุมา เจาะจิตต์, วิดา กวานเทียน, อุดมรัตน์ วัฒนสิทธิ์, พิมาน ธีระรัตนสุนทร, สุภาภรณ์ ยิ้มเที่ยง, จันจิรา มหาบุญ, และปนัดดา พิบูลย์. (2560). การเปรียบเทียบความรู้ ทักษะคิพพฤติกรรมของเกษตรกรผู้ปลูกข้าว และปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างในสิ่งแวดล้อมจังหวัดนครราชสีมา. *วารสารความปลอดภัยและสุขภาพ*, 10(37), 10–20.
- สยาม อรุณศรีมรกต, วรพร สังเนตร, และปิยะรักษ์ ประดับเพชรรัตน์. (2560). การใช้สารเคมีในการทำนาข้าวของเกษตรกรในอำเภอนองสี จังหวัดปทุมธานี. *วารสารเกษตรพระวรุณ*, 14(2), 173–180.
- สำนักงานเกษตรจังหวัดนนทบุรี. (2563). *ข้อมูลพื้นฐานด้านการเกษตร ระดับจังหวัด ประจำปี 2563*. <http://www.nonthaburi.doae.go.th/statisticss/statistic63.pdf>
- สำนักงานเกษตรอำเภอไทรน้อย. (2563). *ข้อมูลพื้นฐานด้านการเกษตร*. สำนักงานฯ.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2562). *เนื้อที่ใช้ประโยชน์ทางการเกษตร รายจังหวัด ปี พ.ศ. 2562*. <https://www.oae.go.th/assets/portals/1/files/socio/LandUtilization2562.pdf>
- สุธาสินี อังสูงเนิน. (2558). ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 9(1), 50–63.
- สุรดาตา สุนธกริรมย์ ณ พัทลุง, เสาวนิตย์ โพธิ์พูนศักดิ์, ศรีจันทร์ ศรีจันทร์, และพฤทธิชาติ ปุณณวัฒน์. (2563). *เอกสารวิชาการ คำแนะนำการป้องกันกำจัดแมลง-สัตว์ศัตรูพืช อย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัยจากงานวิจัย*. กรมวิชาการเกษตร.
- องค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี. (2557). *ลักษณะสังคม*. <http://nont-pro.go.th/public/social/data/index/menu/25>
- Denneman, C. A., & Robberse, J. G. (1990). *Target values are specified to indicate desirable maximum levels of elements in unpolluted soils*. <https://www.omicsonline.org/articles-images/2161-0525-5-334-t011.html>

- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). (2020). *Soil testing methods – Global Soil Doctors Programme – A farmer-to-farmer training programme*. Rome. <https://doi.org/10.4060/ca2796en>
- IRAC (Insecticide Resistance Action Committee). (2020). *IRAC Mode of Action Classification Scheme*. <https://irac-online.org/>
- MacFarquhar, J. K., Broussard, D. L., Melstrom, P., Hutchinson, R., Wolkin, A., Martin, C., Burk, R. F., Dunn, J. R., Green, A. L., Hammond, R., Schaffner, W., & Jones, T. F. (2010). Acute Selenium Toxicity Associated with a Dietary Supplement. *Archives of internal medicine*, 170(3), 256–261