



ความเข้มข้นของสารออร์กาโนฟอสเฟตในปัสสาวะของ เกษตรกร:กรณีศึกษาในจังหวัดนครสวรรค์และพิษณุโลก

ชนาภา บำรุงชัย* นพนันท์ นานคงแนบ** สุคนธา ศิริ*** สุมะธ เพ็งภูมิเกียรติ**** และพรพิมล กองทิพย์*****

Received : September 14, 2020

Revised : October 18, 2020

Accepted: November 16, 2020

บทคัดย่อ

สารกำจัดศัตรูพืชสามารถช่วยกำจัดศัตรูพืชต่างๆได้ แต่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของมนุษย์ การศึกษาแบบภาคตัดขวางครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา (1) ข้อมูลทั่วไปของเกษตรกรที่ใช้สารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (2) ประเมินความเข้มข้นของออร์กาโนฟอสเฟตเมแทบอลิต์ในปัสสาวะ และ (3) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระดับของออร์กาโนฟอสเฟตเมแทบอลิต์ในปัสสาวะของเกษตรกรกับอาการแสดงหลังฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูพืชจากเกษตรกร 216 คนในจังหวัดนครสวรรค์และพิษณุโลก โดยใช้เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโทมิเตอร์ ในการตรวจวัดความเข้มข้นออร์กาโนฟอสเฟตเมแทบอลิต์ในปัสสาวะ ผลการศึกษาพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่มีความถี่ในการใช้สารกำจัดแมลงอยู่ที่ 2-4 ครั้ง/รอบ แต่ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นสารไดอัลคิลฟอสเฟตรวมกับความถี่ในการฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูพืช นอกจากนี้ เกษตรกรมีการสวมใส่อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลพื้นฐาน ค่าร้อยละการกลับคืนของสารไดอัลคิลฟอสเฟตที่ความเข้มข้น 2.5-50 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตรอยู่ในช่วงร้อยละ 94.29 ถึง 105.01 โดยความเข้มข้นต่ำสุดของสารไดอัลคิลฟอสเฟตที่ตรวจวัดได้อยู่ในช่วง 4.46-6.73 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร ค่าเฉลี่ยของระดับสารไดอัลคิลฟอสเฟตเมแทบอลิต์ในเกษตรกรปลูกข้าว เกษตรกรปลูกผัก เกษตรกรปลูกข้าวและอ้อย และเกษตรกรปลูกข้าวและผัก มีค่า 59.63, 61.10, 59.52 และ 34.8 ไมโครกรัมต่อกรัมครีเอตินินตามลำดับ อาการแสดงหลังจากฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูพืชสูงสุด 3 อันดับแรก ได้แก่ เหนื่อยออก เวียนศีรษะ และปวดศีรษะ ตามลำดับ และพบความสัมพันธ์ระหว่างสารไดอัลคิลฟอสเฟตรวมกับอาการตาพร่ามัว ($p=0.011$) ในการศึกษาที่ตรวจพบสารไดอัลคิลฟอสเฟตอยู่ในระดับสูง ดังนั้น การส่งเสริมความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลและการใช้สารกำจัดศัตรูพืชอย่างเหมาะสมจึงเป็นสิ่งจำเป็นในการตรวจติดตามและการเฝ้าระวัง

คำสำคัญ: ออร์กาโนฟอสเฟต / สารกำจัดศัตรูพืช / เกษตรกร

ผู้รับผิดชอบบทความ: ศาสตราจารย์ ดร. พรพิมล กองทิพย์ ภาควิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล 420/1 ถนนราชวิถี เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400 โทรศัพท์ 026-444-070 ต่อ 102 โทรสาร 0-2354-8561, E-mail: pornpimol.kon@mahidol.ac.th

*นักศึกษานิพนธ์โท วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

**ป.ร.ด. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

*** Ph.D. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาระบาดวิทยา คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

**** Ph.D. อาจารย์ ภาควิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

***** Ph.D. ศาสตราจารย์ ภาควิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล



Urinary Organophosphate Concentration of Agricultural Workers: Case Studies in Nakorn Sawan and Phitsanulok Province

Chanapa Bumrungchai*, Noppanun Nankongnab**, Sukhontha Siri***, Sumate Pengpumkiat****
and Pornpimol Kongtip*****

Abstract

Pesticides can help eliminate various pests but it has an impact on the environment and human health. This cross-sectional study aimed : (1) to describe general characteristics of agricultural workers using organophosphate pesticides; (2) assess the urinary organophosphate metabolite concentrations; and (3) assess the relationship between urinary organophosphate metabolites of agricultural workers and health symptoms after spraying pesticide from 216 agricultural workers in Nakorn Sawan and Phitsanulok Province. The gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) was used for measuring the concentration of organophosphate metabolite in urine. The results showed that the majority of the agricultural workers sprayed insecticides 2-4 times per crop cycle but no association between the concentrations of dialkyl phosphate metabolite (DAPs) and the frequency of insecticide used was found. In addition, farmers were wearing appropriate clothing and basic personal protective equipment such as long-sleeved shirts, trousers, boots, etc. The percent recovery of each DAP analysis method at concentrations from 2.5 to 50 ng/mL were in the range of 94.29-105.01%. The detection limit (LODs) for the method was in the range of 4.46-6.73 ng/mL. Mean of total dialkyl phosphate (Σ DAPs) of rice farmers, vegetable farmers, rice and sugarcane farmers, and rice and vegetable farmers were 59.63, 61.10, 59.52, and 34.8 μ g/g creatinine, respectively. The top 3 symptoms developed after spraying pesticides were sweating, dizziness, and headache, respectively, and an association between Σ DAPs and blurred vision symptoms ($p = 0.011$) was found. The high urinary DAP concentrations in this study were found; therefore, the extensive training of knowledge and understanding about proper use of personal protective equipment and toxicity of organophosphate pesticides is necessary for monitoring and surveillance of farmers.

Keywords: Organophosphate/ Pesticides/ Agricultural workers



ปีที่ 14 ฉบับที่ 1 ประจำเดือนมกราคม – มิถุนายน 2564

Corresponding Author: Professor Dr. Pornpimol Kongtip, Department of Occupational Health and Safety, Faculty of Public Health, Mahidol University, 420/1 Ratchawithi RD., Ratchathewi District, Bangkok 10400 Tel 026-444-070 Ext.102 Fax 0-2354-8561, E-mail: pornpimol.kon@mahidol.ac.th

* Student in Master of Science Program (Occupational Health and Safety), Faculty of Public Health, Mahidol University

** Ph.D. Assistant Professor, Department of Occupational Health and Safety, Faculty of Public Health, Mahidol University

*** Ph.D. Assistant Professor, Department of Epidemiology, Faculty of Public Health, Mahidol University

**** Ph.D. Lecturer, Department of Occupational Health and Safety, Faculty of Public Health, Mahidol University

***** Ph.D. Professor, Department of Occupational Health and Safety, Faculty of Public Health, Mahidol University



1. บทนำ

การเกษตรเป็นภาคการผลิตที่สำคัญสำหรับประชากรไทยมานานโดยสำนักงานสถิติแห่งชาติของประเทศไทยเดือนกุมภาพันธ์ 2563 มีแรงงานในภาคการเกษตรคิดเป็นร้อยละ 28 ของแรงงานทั้งหมด (37.63 ล้านคน) (National Statistical Office Thailand, 2020) เนื่องจากประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตอบอุ่น สภาพอากาศโดยทั่วไปจึงเอื้อต่อการเจริญเติบโตและแพร่ระบาดของศัตรูพืชส่งผลให้เกิดปัญหาด้านศัตรูพืชรุนแรงสร้างความเสียหายต่อผลผลิตอย่างมาก (กรมอุตุฯ, มปป.) จากรายงานของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ปี 2562 พบว่า มีการนำเข้าของวัตถุดิบทางการเกษตรจำนวน 131,308 ตัน ประกอบด้วย สารกำจัดวัชพืช 88,846 ตัน สารกำจัดแมลง 16,897 ตัน และสารกำจัดเชื้อรา 19,334 ตัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2563) จากรายงานสถานการณ์ผู้ป่วยโรคจากพิษสารเคมีกำจัดศัตรูพืช ปี 2561 พบว่า มีผู้ป่วยโรคจากพิษสารเคมีกำจัดศัตรูพืชจำนวน 6,075 ราย คิดเป็นอัตราป่วยเท่ากับ 10.04 ต่อประชากรแสนราย โดยกลุ่มอาชีพที่พบผู้ป่วยมากที่สุด คือกลุ่มอาชีพผู้ปลูกพืชไร่และพืชผัก และเกิดจากสารเคมีกลุ่มสารกำจัดแมลงมากที่สุด (2,950 ราย คิดเป็นร้อยละ 48.56) (กองโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม, 2561) ออร์กาโนฟอสเฟตจัดอยู่ในกลุ่มของสารกำจัดแมลงซึ่งถูกใช้เป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เพื่อกำจัดแมลงทั้งในบ้านและในอุตสาหกรรม มีฤทธิ์ในการยับยั้งการทำงานของระบบประสาทส่วนกลางและระบบประสาทส่วนปลายโดยการจับกับเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสที่ทำหน้าที่ส่งสัญญาณประสาท (ภาควิชาเภสัชวิทยา, มปป.; กรมควบคุมโรค, มปป.) ในการศึกษาของเกษตรกรที่ใช้สารกำจัดศัตรูพืชออร์กาโนฟอสเฟตในจังหวัดเชียงใหม่ ประเทศไทยได้ทำการวิเคราะห์ผู้สัมผัสทางชีวภาพโดยใช้เอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสและสารไดอิลคิลฟอสเฟตเมแทบอลไลต์ ผลการศึกษาพบว่า การปนเปื้อนของสารกำจัดศัตรูพืชออร์กาโนฟอสเฟตไม่เพียงส่งผลกระทบต่อปัญหาสุขภาพของเกษตรกรเท่านั้น แต่ยังส่งผลการบริโภคผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรในพื้นที่ด้วย (Hongsibsong, Kerdnoi, Polyiem, Patarasiriwong & Patarasiriwong, 2015) จะเห็นได้ว่าการได้รับสารกำจัดศัตรูพืชออร์กาโนฟอสเฟตมีความเสี่ยงต่อสุขภาพ ดังนั้นการประเมินความเข้มข้นของการได้รับสารกำจัดศัตรูพืชออร์กาโนฟอสเฟตในเกษตรกรจึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะต้องดำเนินการแก้ไขในกรณีที่มีความเสี่ยงสูง เพื่อใช้เป็นข้อมูลให้โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลในพื้นที่สามารถจัดทำโครงการส่งเสริมสุขภาพเพื่อลดการสัมผัสสารกำจัดศัตรูพืชในชุมชนต่อไปในอนาคต

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

- 2.1 เพื่อศึกษาข้อมูลทั่วไปของเกษตรกรที่ใช้สารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต
- 2.2 เพื่อประเมินความเข้มข้นของออร์กาโนฟอสเฟตเมแทบอลไลต์ในปัสสาวะของเกษตรกร
- 2.3 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระดับของออร์กาโนฟอสเฟตเมแทบอลไลต์ในปัสสาวะของเกษตรกรกับอาการแสดงหลังฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูพืช



3. วิธีดำเนินการศึกษา

3.1 รูปแบบการศึกษา เป็นการศึกษาแบบภาคตัดขวางโดยวิเคราะห์ออร์กาโนฟอสเฟตเมแทบอลิต์ในปัสสาวะของเกษตรกรในประเทศไทย

3.2 ประชากรและการเก็บตัวอย่าง

3.2.1 การคำนวณขนาดตัวอย่าง

ประชากรที่ศึกษาคือเกษตรกรผู้ปลูกข้าว อ้อย และผักอื่นๆ ในจังหวัดนครสวรรค์และพิษณุโลกคำนวณจำนวนตัวอย่างโดยใช้สูตร

$$n = \frac{Z_{\alpha/2}^2 \sigma^2}{d^2}$$

เมื่อ n คือ ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง, $Z_{\alpha/2}$ คือ ค่ามาตรฐานใต้โค้งปกติ, σ คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ d คือ ค่าความคลาดเคลื่อน (Daniel & Cross, 2013) ผลการคำนวณได้ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 174 คน เพื่อป้องกันการสูญหายของกลุ่มตัวอย่างระหว่างการศึกษ จึงเพิ่มขนาดตัวอย่างร้อยละ 12.5 ได้ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 196 คน

3.2.2 วิธีการเลือกตัวอย่างและเกณฑ์การเลือกตัวอย่าง

มีเกณฑ์คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยเป็นเพศชายหรือเพศหญิงมีอายุตั้งแต่ 18 ปีขึ้นไป และเคยใช้สารกำจัดศัตรูพืชในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตอย่างน้อย 1 ปี

3.3 จริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ การศึกษานี้ได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์จากคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล (MUPH 2015-146)

3.4 เครื่องมือวิจัย

3.4.1 แบบสอบถาม ประกอบด้วย ข้อมูลทั่วไปของเกษตรกร ข้อมูลที่อยู่อาศัย กิจกรรมการเกษตร และประวัติการใช้สารกำจัดศัตรูพืชและอาการที่พบเมื่อใช้สารกำจัดศัตรูพืชในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (Kongtip et al., 2018)

3.4.2 การตรวจทางห้องปฏิบัติการ ได้แก่ การตรวจวิเคราะห์ความเข้มข้นของออร์กาโนฟอสเฟตเมแทบอลิต์ในปัสสาวะตามวิธีการของ Prapamontol et al. (2014) และทำการตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรมิเตอร์ (gas chromatography-mass spectrometry, GC-MS)

3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล ทำการเก็บข้อมูลในเกษตรกรผู้ปลูกข้าว อ้อย และผักอื่นๆ ในพื้นที่ที่ใช้สารกำจัดศัตรูพืชในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตมาเป็นเวลานาน ผู้เข้าร่วมได้รับการสัมภาษณ์เป็นภาษาไทยโดยผู้วิจัย มีการสำรวจครั้งแรกก่อนทำการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยอธิบายแบบสัมภาษณ์และการตอบคำถามกับผู้เข้าร่วมอย่างชัดเจน เก็บตัวอย่างปัสสาวะจากเกษตรกร โดยเก็บตัวอย่างปัสสาวะไว้ในขวดโพลีเอทิลีน และเก็บไว้ในที่อุณหภูมิ -40 องศาเซลเซียสจนกระทั่งทำการวิเคราะห์ ทำการส่งตัวอย่างปัสสาวะตรวจวัดค่าครีเอตินิน (creatinine) ที่โรงพยาบาลเวชศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล

3.6 วิเคราะห์สารไดอัลคิลฟอสเฟตในปัสสาวะ การสกัดสารออร์กาโนฟอสเฟตในงานวิจัยนี้ได้ประยุกต์จากงานวิจัยของ Prapamontol et al. (2014) ซึ่งผู้วิจัยพัฒนาเทคนิคการวิเคราะห์สารออร์กาโนฟอสเฟตในปัสสาวะ และทำการวิเคราะห์โดยใช้เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรมิเตอร์ใน



ห้องปฏิบัติการภาควิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล สำหรับกราฟมาตรฐาน ใช้สารมาตรฐานไดอัลคิลฟอสเฟตเมแทบอลิต์ โดยเตรียมสารมาตรฐานไดอัลคิลฟอสเฟตในปัสสาวะ 7 ความเข้มข้น ได้แก่ 0, 50, 100, 250, 500, 750 และ 1,000 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร การควบคุมคุณภาพโดยผลการทดสอบความเที่ยงตรงของวิธีการวิเคราะห์โดยวิเคราะห์ปัสสาวะที่ระดับความเข้มข้น 250 และ 750 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตรจำนวน 7 ซ้ำ มีค่าร้อยละการกลับคืน (% recovery) ของสารไดอัลคิลฟอสเฟตอยู่ในช่วงร้อยละ 94.29 ถึง 105.01 โดยความเข้มข้นต่ำสุดของสารไดอัลคิลฟอสเฟตที่ตรวจวัดได้อยู่ในช่วง 4.46-6.73 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร

3.7 สถิติที่ใช้การวิเคราะห์ข้อมูล คุณลักษณะทั่วไปของประชากรที่ศึกษาจะวิเคราะห์ออกมาในรูปแบบการบรรยายโดยใช้สถิติเชิงพรรณนาแสดงผลด้วยค่าเฉลี่ย (mean) จำนวน (frequency) ร้อยละ (%) ค่าต่ำสุด (min) ค่าสูงสุด (max) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation, SD.) เปอร์เซ็นไทล์ที่ 25 และ 75 (P^{25th} , P^{75th}) และใช้สถิติเชิงอนุมานในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความแตกต่างระดับความเข้มข้นของออร์กาโนฟอสเฟตในปัสสาวะเกษตรกรโดยใช้การทดสอบของครัสคาลและวัลลิส (Kruskal-Wallis test) และหาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของออร์กาโนฟอสเฟตเมแทบอลิต์และอาการแสดงหลังฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูพืชโดยใช้การทดสอบของแมนวิทนียูเทสต์ (Mann-Whitney U test) ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ IBM SPSS Statistics version 22.0

4. ผลการศึกษา

4.1 ข้อมูลทั่วไปของเกษตรกร

ในการศึกษานี้มีเกษตรกรเข้าร่วมโครงการ 196 คน เป็นเกษตรกรปลูกข้าว 51 คน เกษตรกรปลูกผัก 37 คน เกษตรกรปลูกข้าวและอ้อย 70 คน และเกษตรกรปลูกข้าวและผัก 38 คน ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย (ร้อยละ 74.5) มีอายุระหว่าง 18 ถึง 69 ปีอายุเฉลี่ย 50.5 ปี เกษตรกรส่วนใหญ่จบการศึกษาระดับต่ำกว่าหรือเท่ากับประถมศึกษา (ร้อยละ 65.1) มีพฤติกรรมสูบบุหรี่ (ร้อยละ 27.7) และดื่มแอลกอฮอล์ (ร้อยละ 63.3) เกษตรกรร้อยละ 90.8 ทำงานน้อยกว่า 8 ชั่วโมง/วัน และร้อยละ 80.4 ทำงานมากกว่า 5 วัน/สัปดาห์ ส่วนใหญ่อาศัยอยู่ใกล้กับพื้นที่การเกษตร (ร้อยละ 84.2) และมีการใช้สารกำจัดแมลงภายในครัวเรือนร้อยละ 89.3 โดยส่วนใหญ่มีความถี่ในการใช้สารกำจัดแมลงภายในครัวเรือนมากกว่า 3 ครั้ง/สัปดาห์ (ร้อยละ 57.3) ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของเกษตรกรจำแนกตามพืชที่ปลูก (n=196)



ลักษณะ	เกษตรกรปลูก ข้าว (n=51) จำนวน (ร้อยละ)	เกษตรกรปลูก ผัก (n=37) จำนวน (ร้อยละ)	เกษตรกรปลูก ข้าวและอ้อย (n=70) จำนวน (ร้อยละ)	เกษตรกรปลูก ข้าวและผัก (n=38) จำนวน (ร้อยละ)	ค่าเฉลี่ย (ร้อยละ)
เพศ					
ชาย	42 (82.4)	29 (78.4)	55 (78.6)	20 (52.6)	74.5
หญิง	9 (17.6)	8 (21.6)	15 (21.4)	18 (47.4)	25.5
อายุ (ปี)					
อายุเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน)	49.2 (11.8)	51.1 (8.1)	51.7 (11.6)	49.4 (10.1)	50.5(10.8)
น้อยสุด-มากที่สุด	25-69	34-66	18-69	27-66	18-69
ระดับการศึกษา					
≤ประถมศึกษา	36 (70.6)	25 (67.6)	36 (52.2)	30 (78.9)	65.1
สูงบุหรี	19 (37.3)	8 (22.2)	14 (20.0)	13 (34.2)	27.7
ดิมแอลกอฮอล์	30 (58.8)	25 (67.6)	45 (64.3)	24 (63.2)	63.3
ชั่วโมงการทำงาน (ชั่วโมง/วัน)					
≤ 8 ชั่วโมง	49 (98.0)	32 (86.5)	59 (85.5)	38 (100.0)	91.8
8-10 ชั่วโมง	1 (2.0)	5 (13.5)	10 (14.5)	0	8.2
จำนวนวันการทำงาน (วัน/ สัปดาห์)					
<5 วัน	11 (22.0)	0	21 (30.4)	6 (15.8)	19.6
≥ 5 วัน	39 (78.0)	37 (100.0)	48 (69.6)	32 (84.2)	80.4
อาศัยใกล้กับพื้นที่เกษตร	36 (70.6)	33 (89.2)	66 (94.3)	30 (78.9)	84.2
ใช้สารกำจัดแมลงในครัวเรือน	46 (90.2)	29 (78.4)	67 (95.7)	33 (86.8)	89.3
ความถี่ในการใช้					
1-3 ครั้ง/สัปดาห์	8 (18.2)	7 (25.0)	32 (46.4)	7 (23.3)	31.6
> 3 ครั้ง/สัปดาห์	32 (72.7)	21 (75.0)	25 (36.2)	20 (66.7)	57.3
1-3 ครั้ง/เดือน	4 (9.1)	0	12 (17.4)	3 (10.0)	11.1

4.2 ลักษณะการทำงานของเกษตรกร

เกษตรกรส่วนใหญ่มีการใช้สารกำจัดแมลงในกิจกรรมการเกษตร 1-2 ชนิด (ร้อยละ 79.6) โดยมีความถี่ในการใช้สารกำจัดแมลงอยู่ที่ 2-4 ครั้ง/รอบ (ร้อยละ 47.1) ส่วนใหญ่มีการใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล ได้แก่ เสื้อแขนยาว (ร้อยละ 99.5) กางเกงขายาว (ร้อยละ 97.9) รองเท้าบูท (ร้อยละ 59.8) หมวกปิดศีรษะและหน้า (ร้อยละ 43.4) และผ้าปิดจมูกหรือปาก (ร้อยละ 46.6) เกษตรกรส่วนใหญ่เคย



ปีที่ 14 ฉบับที่ 1 ประจำเดือนมกราคม – มิถุนายน 2564

ผสมหรือฉีดพ่นสารกำจัดแมลง 10-30 ปี (ร้อยละ 44.3) โดยมีความถี่ในการผสมหรือฉีดพ่นสารกำจัดแมลงส่วนใหญ่อยู่ที่ 1-4 ครั้ง/เดือน (ร้อยละ 88.5) ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ลักษณะการทำงานของเกษตรกรจำแนกตามพืชที่ปลูก (n=196)

ลักษณะ	เกษตรกรปลูก ข้าว (n=51) จำนวน (ร้อยละ)	เกษตรกรปลูก ผัก (n=37) จำนวน (ร้อยละ)	เกษตรกรปลูก ข้าวและอ้อย (n=70)จำนวน (ร้อยละ)	เกษตรกรปลูก ข้าวและผัก (n=38)จำนวน (ร้อยละ)	ค่าเฉลี่ย (ร้อยละ)
การใช้สารกำจัดแมลงในกิจกรรมการเกษตร					
ไม่ใช้	1 (2.0)	2 (5.4)	0	0	1.5
1-2 ชนิด	34 (66.7)	31 (83.8)	65 (92.9)	26 (68.4)	79.6
≥ 3 ชนิด	16 (31.4)	4 (10.8)	5 (7.1)	12 (31.6)	18.9
ความถี่ในการใช้สารกำจัดแมลง					
2-4 ครั้ง/รอบ	4 (8.7)	8 (22.9)	68 (97.1)	9 (23.7)	47.1
1-7 ครั้ง/สัปดาห์	7 (15.2)	8 (22.9)	0	10 (26.3)	13.2
1-4 ครั้ง/เดือน	35 (76.1)	19 (54.3)	2 (2.9)	19 (50.0)	39.7
อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล					
เสื้อแขนยาว	46 (100.0)	34 (97.1)	70 (100.0)	38 (100.0)	99.5
กางเกงขายาว	45 (97.8)	33 (94.3)	70 (100.0)	37 (97.4)	97.9
รองเท้านิรภัย	20 (43.5)	27 (77.1)	45 (64.3)	21 (55.3)	59.8
ผ้าปิดจมูกหรือปาก	17 (37.0)	8 (22.9)	43 (61.4)	20 (52.6)	46.6
หมวกปิดศีรษะและใบหน้า	22 (47.8)	16 (45.7)	30 (42.9)	14 (36.8)	43.4
ถุงมือยาง	5 (10.9)	6 (17.1)	35 (50.0)	8 (21.1)	28.6
ถุงมือผ้า	4 (8.7)	0	14 (20.0)	3 (7.9)	11.1
เคยผสมหรือฉีดพ่นสารกำจัดแมลง					
< 10 ปี	14 (28.0)	5 (14.3)	12 (17.1)	6 (16.2)	19.3
10-30 ปี	17 (34.0)	20 (57.1)	31 (44.3)	17 (45.9)	44.3
> 30 ปี	19 (38.0)	10 (28.6)	27 (38.6)	14 (37.8)	36.5
ความถี่ในการผสมหรือฉีดพ่นสารกำจัดแมลง					
1-4 ครั้ง/เดือน	44 (88.0)	27 (77.1)	66 (94.3)	33 (89.2)	88.5
1-7 ครั้ง/สัปดาห์	6 (12.0)	8 (22.9)	4 (5.7)	4 (10.8)	11.5

อาการแสดงหลังจากฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูพืชสูงสุด 3 อันดับแรก ได้แก่ เหนื่อยออก (ร้อยละ 41.8) เวียนศีรษะ (ร้อยละ 40.3) และปวดศีรษะ (ร้อยละ 38.3) ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 3



ตารางที่ 3 อาการแสดงหลังจากฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูพืชจำแนกตามพืชที่ปลูก (n=196)

ลักษณะ	เกษตรกรปลูกข้าว (n=51) จำนวน (ร้อยละ)	เกษตรกรปลูก ผัก (n=37) จำนวน (ร้อยละ)	เกษตรกรปลูก ข้าวและอ้อย (n=70) จำนวน (ร้อยละ)	เกษตรกรปลูก ข้าวและผัก (n=38) จำนวน (ร้อยละ)	ค่าเฉลี่ย (ร้อยละ)
เวียนศีรษะ	6 (11.8)	0	68 (97.1)	5 (13.2)	40.3
เหงื่อออก	6 (11.8)	0	68 (97.1)	8 (21.1)	41.8
อาการชา	1 (2.0)	0	8 (11.4)	2 (5.3)	5.6
ตาพร่ามัว	5 (9.8)	0	5 (7.1)	2 (5.3)	6.1
คลื่นไส้อาเจียน	2 (3.9)	0	46 (65.7)	3 (7.9)	26.0
เป็นตะคริว	1 (2.0)	0	18 (25.7)	2 (5.3)	10.7
เดินโซเซ	1 (2.0)	0	48 (68.6)	2 (5.3)	26.0
ปวดศีรษะ	6 (11.8)	0	64 (91.4)	5 (13.2)	38.3
ผื่นแดง	5 (9.8)	0	48 (68.6)	4 (10.5)	29.1
กล้ามเนื้อท้องเกร็ง	0	0	13 (18.6)	1 (2.6)	7.1
อ่อนเพลียมาก	5 (9.8)	0	22 (31.4)	6 (15.8)	16.8

4.3 ความเข้มข้นของสารไดอัลคิลฟอสเฟตเมแทบอลิต์ในปัสสาวะ

ความถี่ในการตรวจพบเมแทบอลิต์พบว่า เกษตรกรทุกกลุ่มตรวจพบสารไดอัลคิลฟอสเฟตในปัสสาวะอย่างน้อยหนึ่งสาร โดยเกษตรกรทุกกลุ่มตรวจพบสารกลุ่มไดเอทิลฟอสเฟต (Σ DEPs) มากกว่าสารในกลุ่มไดเมทิลฟอสเฟต (Σ DMPs) ค่ามัธยฐานของระดับสารไดอัลคิลฟอสเฟตรวม (Σ DAPs) มีค่าสูงสุดในกลุ่มเกษตรกรปลูกผัก และเกษตรกรปลูกข้าวและเกษตรกรปลูกผักจะมีระดับสารในกลุ่มไดเมทิลฟอสเฟตสูงกว่าระดับสารกลุ่มไดเอทิลฟอสเฟต ในขณะที่เกษตรกรที่ปลูกข้าวและอ้อยและเกษตรกรที่ปลูกข้าวและผักจะมีระดับสารกลุ่มไดเอทิลฟอสเฟตสูงกว่าระดับสารกลุ่มไดเมทิลฟอสเฟตแต่ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มเกษตรกร ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ระดับความเข้มข้นของสารไดอัลคิลฟอสเฟตเมแทบอลิต์ในปัสสาวะจำแนกตามพืชที่ปลูก (ไม่โครโมลต่อกรัมครีอะตินิน) (n=196)



ลักษณะ	เกษตรกร ปลูกข้าว (n=51)	เกษตรกร ปลูกผัก (n=37)	เกษตรกรปลูก ข้าวและอ้อย (n=70)	เกษตรกรปลูก ข้าวและผัก (n=38)	p-value
Σ DMPs					
%Detection	78.4	78.4	70.0	60.5	0.113
Median	0.40	0.42	0.16	0.18	
IQR	0.08-0.88	0.01-1.06	0.01-0.75	0.01-0.54	
Σ DEPs					
%Detection	88.2	83.8	90.0	86.8	0.305
Median	0.14	0.39	0.26	0.28	
IQR	0.03-0.54	0.04-0.77	0.07-0.70	0.05-0.94	
Σ DAPs					
%Detection	94.1	91.9	94.3	86.8	0.552
Median	0.63	0.93	0.64	0.46	
IQR	0.31-1.58	0.30-2.16	0.16-1.83	0.20-1.52	

* ค่า $p < 0.05$ โดยใช้การทดสอบของครัสคาลและวัลลิส, DMP = Dimethyl phosphate, DEP= Diethyl phosphate, DMTP= Dimethyl thiophosphate, DMDTP = Dimethyl dithiophosphate, DETP = Diethyl thiophosphate, DEDTP = Diethyl dithiophosphate, Σ DMPs =DMP+DMTP+DMDTP, Σ DEPs = DEP+DETP+DEDTP, และ Σ DAPs = Σ DMPs+ Σ DEPs

ค่าเฉลี่ยของระดับสารไดอัลคิลฟอสเฟตเมแทบอลิไตในเกษตรกรปลูกข้าว เกษตรกรปลูกผัก เกษตรกรปลูกข้าวและอ้อย และเกษตรกรปลูกข้าวและผัก มีค่า 59.63, 61.10, 59.52 และ 34.8 ไมโครกรัมต่อกรัมครีอะตินิน ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบความเข้มข้นของสารไดอัลคิลฟอสเฟตในเกษตรกร

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวน กลุ่มตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของ สารไดอัลคิลฟอสเฟตรวม (ไมโครกรัมต่อกรัมครีอะตินิน)
เกษตรกรปลูกข้าว	51 คน	59.63
เกษตรกรปลูกผัก	37 คน	61.10
เกษตรกรปลูกข้าวและอ้อย	70 คน	59.52
เกษตรกรปลูกข้าวและผัก	38 คน	35.44



4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารไดอัลคิลฟอสเฟตรวมกับความถี่ในการฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูพืช

สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารไดอัลคิลฟอสเฟตรวมกับความถี่ในการฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูพืช พบว่า ไม่มีความสัมพันธ์กัน ($p=0.912$) ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารไดอัลคิลฟอสเฟตรวมกับความถี่ในการฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูพืช (ไม่โครโมลต่อกรัมครีอะตินิน) ($n=196$)

ปัจจัย	Median (P^{25th} - P^{75th})	p-value
ความถี่ในการผสมหรือฉีดพ่นสารกำจัดแมลง		
2-4 ครั้ง/รอบ	0.83 (0.16-1.98)	0.912
1-7 ครั้ง/สัปดาห์	0.75 (0.28-1.58)	
1-4 ครั้ง/เดือน	0.75 (0.27-1.65)	

* ค่า $p<0.05$ โดยการใช้การทดสอบของครัสคาลและวัลลิส, Median = ค่ามัธยฐาน, P^{25th} และ P^{75th} = เปอร์เซ็นไทล์ที่ 25 และ 75

4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารไดอัลคิลฟอสเฟตรวมกับอาการแสดงหลังฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูพืช

สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารไดอัลคิลฟอสเฟตรวมกับอาการแสดงหลังฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูพืช พบว่า เกษตรกรที่มีอาการตาพร่ามัวหลังฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูพืชจะมีระดับของสารไดอัลคิลฟอสเฟตรวม (2.02 ไมโครโมลต่อกรัมครีอะตินิน) ในปริมาณที่สูงกว่าเกษตรกรที่ไม่มีอาการ (0.63 ไมโครโมลต่อกรัมครีอะตินิน) ($p=0.011$) ดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารไดอัลคิลฟอสเฟตรวมกับอาการแสดงหลังฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูพืช (ไม่โครโมลต่อกรัมครีอะตินิน) ($n=196$)

อาการ	Median (P^{25th} - P^{75th})		p-value
	มีอาการ	ไม่มีอาการ	
เวียนศีรษะ	0.83 (0.17-1.85)	0.75 (0.27-1.64)	0.710
เหงื่อออก	0.62 (0.16-1.83)	0.80 (0.28-1.64)	0.679
อาการชา	0.58 (0.11-1.15)	0.75 (0.27-1.70)	0.249
ตาพร่ามัว	2.02 (0.92-2.68)	0.63 (0.24-1.62)	0.011*
คลื่นไส้ อาเจียน	0.66 (0.13-1.85)	0.75 (0.28-1.65)	0.935
เป็นตะคริว	0.87 (0.28-1.78)	0.66 (0.25-1.66)	0.737
เดินโซเซ	0.60 (0.14-1.58)	0.79 (0.28-1.66)	0.350
ปวดศีรษะ	0.84 (0.22-2.19)	0.73 (0.27-1.58)	0.379
ผื่นแดง	0.86 (0.20-1.98)	0.73 (0.25-1.63)	0.524
กล้ามเนื้อท้องเกร็ง	0.86 (0.13-1.78)	0.74 (0.26-1.66)	0.942
อ่อนเพลียมาก	0.95 (0.24-2.16)	0.63 (0.25-1.64)	0.279



* ค่า $p < 0.05$ โดยการใช้การทดสอบของแมนและวิทนีย, Median = ค่ามัธยฐาน, P^{25th} และ P^{75th} = เปอร์เซ็นไทล์ที่ 25 และ 75

5. อภิปรายผลการวิจัย

5.1 ข้อมูลทั่วไปของเกษตรกรที่ใช้สารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต

เกษตรกรส่วนใหญ่อาศัยอยู่ใกล้กับพื้นที่การเกษตร (ร้อยละ 84.2) มีการใช้สารกำจัดแมลงในกิจกรรมการเกษตร 1-2 ชนิด (ร้อยละ 79.6) โดยมีความถี่ในการใช้สารกำจัดแมลงอยู่ที่ 2-4 ครั้ง/รอบ (ร้อยละ 47.1) แต่ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นสารไดอัลคิลฟอสเฟตรวมกับความถี่ในการฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูพืช นอกจากนี้ เกษตรกรมีการสวมใส่เสื้อผ้าที่เหมาะสมและอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลพื้นฐาน ได้แก่ เสื้อแขนยาว (ร้อยละ 99.5) กางเกงขายาว (ร้อยละ 97.9) รองเท้าบูท (ร้อยละ 59.8) หมวกปิดศีรษะ และหน้ากาก (ร้อยละ 43.4) และผ้าปิดจมูกหรือปาก (ร้อยละ 46.6) อย่างไรก็ตาม ยังมีเกษตรกรบางส่วนที่ไม่ได้สวมใส่อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลขณะที่ผสมหรือฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูพืช เนื่องจากการรับสัมผัสกับสารออร์กาโนฟอสเฟตส่วนใหญ่เกิดขึ้นระหว่างการฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูพืชผ่านทางผิวหนัง การสูดดม และการกลืนกิน โดยส่วนใหญ่เกษตรกรจะใช้อุปกรณ์ที่เรียบง่ายและสามารถหาซื้อได้ง่ายทำให้อุปกรณ์ที่ใช้ อาจไม่เป็นไปตามมาตรฐาน ส่งผลให้ไม่สามารถป้องกันการรับสัมผัสกับสารกำจัดศัตรูพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Gesese, Woldemichael, Massa, & Mwanri, 2016) รวมถึงอาจมีการดูแลรักษาอุปกรณ์หลังจากสวมใส่ไม่ดีพอทำให้เกิดการปนเปื้อนของสารกำจัดศัตรูพืชได้

5.2 ความเข้มข้นของสารไดอัลคิลฟอสเฟตในปัสสาวะ

ผลการศึกษาพบว่า ค่าเฉลี่ยของระดับสารไดอัลคิลฟอสเฟตเมแทบอลิต์ในเกษตรกรปลูกข้าว เกษตรกรปลูกผัก เกษตรกรปลูกข้าวและอ้อย และเกษตรกรปลูกข้าวและผัก มีค่า 59.63, 61.10, 59.52 และ 34.8 ไมโครกรัมต่อกรัมครีเอตินิน ตามลำดับ ซึ่งมีระดับสูงเมื่อเทียบกับการศึกษาของ Panuwet et al. (2008); Sapbamrer, Hongsibsong, & Kerdnoi (2017); และ Wongta et al. (2018) และเมื่อเทียบกับการศึกษาของ Hanchenlaksh, Povey, O'Brien, & de Vocht (2011) ในกลุ่มเกษตรกรที่ปลูกผลไม้พบว่า ค่าเฉลี่ยของระดับสารไดอัลคิลฟอสเฟตเมแทบอลิต์ในการศึกษานี้มีค่าต่ำกว่า เป็นไปได้ว่าอาจเกิดจากชนิดปริมาณ และระยะเวลาในการใช้สารกำจัดศัตรูพืชตามชนิดพืชที่ปลูก รวมถึงการใช้สารกำจัดศัตรูพืชในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ (Sapbamrer, Hongsibsong, & Kerdnoi, 2017) ซึ่งในการศึกษานี้ พบค่ามัธยฐานของความเข้มข้นสารไดอัลคิลฟอสเฟตในเกษตรกรปลูกผักในระดับที่สูงกว่าเกษตรกรกลุ่มอื่น เนื่องจากเกษตรกรปลูกผักมีความถี่ในการใช้สารกำจัดศัตรูพืชมากกว่าเกษตรกรกลุ่มอื่นโดยทั่วไปจะฉีดทุก 4-7 วันและมีความถี่ในการใช้เพิ่มขึ้นในช่วงฤดูร้อน (Harnpicharnchai, Chaiear & Charerntanyarak, 2013)

5.3 ความสัมพันธ์ระหว่างสารไดอัลคิลฟอสเฟตและอาการแสดงหลังฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูพืช

อาการแสดงหลังจากฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูพืชในการศึกษานี้ ได้แก่ เวียนศีรษะ เหนื่อยออก อาการขาตาวร่ามว คลื่นไส้อาเจียน เป็นตะคริว เดี๋ยวเซ ปวดศีรษะ ผื่นแดง กล้ามเนื้อทึงเกร็ง และอ่อนเพลียมาก ซึ่งเป็นกลุ่มอาการที่เกี่ยวข้องกับระบบทางเดินหายใจ ระบบกล้ามเนื้อ ระบบประสาท และเนื้อเยื่อผิวหนัง โดยอาการแสดงที่ตรวจพบมากที่สุด 3 อันดับแรก ได้แก่ เหนื่อยออก เวียนศีรษะ และปวดศีรษะ ตามลำดับ



นอกจากนี้ ยังพบความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มข้นของสารไดอัลคิลฟอสเฟตรวมกับเกษตรกรที่มีอาการตาพร่ามัวหลังจากฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูพืชซึ่งจัดเป็นอาการทางระบบประสาทที่เกิดจากการกระตุ้นตัวรับมัสคารินิก (muscarinic effects) แตกต่างจากการศึกษาของ Sapbamrer, Hongsibsong, & Kerdnoi (2017) ซึ่งไม่พบความสัมพันธ์กันระหว่างความเข้มข้นของสารไดอัลคิลฟอสเฟตรวมกับอาการแสดงของเกษตรกร เป็นไปได้ว่าในการศึกษานี้เกษตรกรมีระดับการสัมผัสสารกำจัดศัตรูพืชสูงกว่าจึงทำให้เกิดพิษและแสดงอาการทางสุขภาพได้

6. สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาสารไดอัลคิลฟอสเฟตเมแทบอลิไตในปัสสาวะของเกษตรกรที่ปลูกข้าว อ้อย และผักในจังหวัดนครสวรรค์และพิษณุโลก ผลการศึกษาพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่มีความถี่ในการใช้สารกำจัดแมลงอยู่ที่ 2-4 ครั้ง/รอบ แต่ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นสารไดอัลคิลฟอสเฟตรวมกับความถี่ในการฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูพืช นอกจากนี้เกษตรกรมีการสวมใส่เสื้อผ้าที่เหมาะสมและอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลพื้นฐาน เช่น เสื้อแขนยาว กางเกงขายาว รองเท้าบูท เป็นต้น ค่าร้อยละการกลับคืนของสารไดอัลคิลฟอสเฟตอยู่ในช่วงร้อยละ 94.29 ถึง 105.01 โดยความเข้มข้นต่ำสุดของสารไดอัลคิลฟอสเฟตที่ตรวจวัดได้อยู่ในช่วง 4.46-6.73 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร ค่าเฉลี่ยของระดับสารไดอัลคิลฟอสเฟตเมแทบอลิไตในเกษตรกรปลูกข้าว เกษตรกรปลูกผัก เกษตรกรปลูกข้าวและอ้อย และเกษตรกรปลูกข้าวและผัก มีค่า 59.63, 61.10, 59.52 และ 34.8 ไมโครกรัมต่อกรัมครีเอตินิน ตามลำดับ อาการแสดงหลังจากฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูพืชสูงสุด 3 อันดับแรก ได้แก่ เหนื่อยออก เวียนศีรษะ และปวดศีรษะ ตามลำดับ และพบความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารไดอัลคิลฟอสเฟตรวมกับเกษตรกรที่มีอาการตาพร่ามัว

7. ข้อเสนอแนะ

การตรวจพบสารไดอัลคิลฟอสเฟตในการศึกษานี้มีค่าอยู่ในระดับสูง ดังนั้น การตรวจติดตามและการเฝ้าระวังนั้นเป็นสิ่งสำคัญ เนื่องจากอาจเกิดความเสี่ยงจากการรับสัมผัสและสะสมอยู่ในร่างกายในระยะเวลานาน การส่งเสริมความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลและการใช้สารกำจัดศัตรูพืชอย่างถูกต้องเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อป้องกันปัญหาสุขภาพของเกษตรกรในระยะยาว

8. กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบคุณผู้เข้าร่วมการศึกษานี้ทุกท่าน ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลในพื้นที่ที่ให้ความช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่างกลุ่มตัวอย่างเกษตรกร โครงการนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยภายใต้โครงการ CWEND GEOHealth Hub (Center for Work Environment, Nutrition and Human Development, Global Environmental and Occupational Health Hub)



9. เอกสารอ้างอิง

- กรมอุตุนิยมวิทยา. (ม.ป.ป.). *ความรู้อุตุนิยมวิทยา*. สืบค้นเมื่อ 10 ส.ค. 2562, จาก <https://www.tmd.go.th/info/info.php?FileID=88>
- กองโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม. (ม.ป.ป.). *รายงานสถานการณ์โรคและภัยสุขภาพจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อมปี 2561*. สืบค้นเมื่อ 9 เม.ย. 2563, จาก http://envocc.ddc.moph.go.th/uploads/situation2/2561/2561_01_envocc_situation.pdf
- กองโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม. (ม.ป.ป.). *โรคจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืช*. สืบค้นเมื่อ 9 เม.ย. 2563, จาก <http://envocc.ddc.moph.go.th/contents/view/72>
- ภาควิชาเภสัชวิทยา คณะสัตวแพทยศาสตร์. (ม.ป.ป.). *สารกำจัดศัตรูพืช*. สืบค้นเมื่อ 9 เม.ย. 2563, จาก http://www.pharmaco.vet.ku.ac.th/pdf_file/Pesticide_20161020.pdf
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2563). *ข้อมูลเศรษฐกิจการเกษตร*. สืบค้นเมื่อ 10 ส.ค. 2562, จาก <http://www.oae.go.th/>
- Daniel, W.W. & Cross, C.L. (2013). *Biostatistics: a foundation for analysis in the health sciences* (10th ed.). Hoboken: John Wiley & Sons, Inc.
- Gesese, H. A., Woldemichael, K., Massa, D., & Mwanri, L. (2016). Farmers Knowledge, Attitudes, Practices and Health Problems Associated with Pesticide Use in Rural Irrigation Villages, Southwest Ethiopia. *PLoS One*, 11(9), e0162527. doi:10.1371/journal.pone.0162527
- Hanchenlaksh, C., Povey, A., O'Brien, S., de Vocht, F. (2011). Urinary DAP metabolite levels in Thai farmers and their families and exposure to pesticides from agricultural pesticide spraying. *Occup Environ Med*, 68, 625-627.
- Harnpicharnchai, K., Chaiear, N., & Chareerntanyarak, L. (2013). Residues of organophosphate pesticides used in vegetable cultivation in ambient air, subdistrict, Khon Kaen, Thailand. *Assessment of Organophosphate Pesticides in the Environment*, 44(6), 1088-1097.
- Hongsibsong, S., Kerdnoi, T., Polyiem, W., Patarasiriwong, V., & Patarasiriwong, T. (2015, July). Organophosphate pesticide exposure of farmers in Chiang Mai Province, northern Thailand. In *the Proceeding of the International Conference on Advances in Environment Research* (Vol.87, No.13, pp.73-76).
- Kongtip, P., Nangkongnab, N., Mahaboonpeeti, R., Bootskeaw, S., Batsungnoen, K., Hanchenlaksh, C., et al. (2018). Differences among Thai agricultural worker health, working conditions and pesticide use by farm type. *Annals of Work Exposures and Health*, 62(2), 167-181.



National Statistical Office Thailand. (2020). *Summary of the labor force survey in Thailand*.

Retrieved April 9, 2020, from http://www.nso.go.th/sites/2014en/Survey/social/labour/LaborForce/2020/february_2020.pdf

Panuwet, P., Prapamontol, T., Chantara, S., Thavornyuthikarn, P., Montesano, M.A., Whitehead Jr, W., *et al.* (2008). Concentrations of urinary pesticide metabolites in small-scale farmers in Chiang Mai Province, Thailand. *Science of The Total Environment*, 407(1), 655-668.

Prapamontol, T., Sutan, K., Laoyang, S., Hongsibsong, S., Lee, G., Yano, Y., & Panuwet, P. (2014). Cross validation of gas chromatography-flame photometric detection and gas chromatography-mass spectrometry methods for measuring dialkylphosphate metabolites of organophosphate pesticides in human urine. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 217(4-5), 554-566.

Rohitrattana, J., Siri Wong, W., Tunsaringkarn, T., Panuwet, P., Ryan, P.B., Barr, D.B., *et al.* (2014). Organophosphate Pesticide Exposure in School-Aged Children Living in Rice and Aquacultural Farming Regions of Thailand. *Journal of Agromedicine*, 19(4), 406-416.

Sapbamrer, R., Hongsibsong, S., & Kerdnoi, T. (2017). Urinary dialkylphosphate metabolites and health symptoms among farmers in Thailand. *Environmental & Occupational Health*, 72(3), 145-152.

Wongta, A., Sawarng, N., Tongchai, P., Sutan, K., Kerdnoi, T., Prapamontol, T., & Hongsibsong, S. (2018). The pesticide exposure of people living in agricultural community, Northern Thailand. *Journal of Toxicology*, 2018.