บทความวิชาการ

สถานการณ์ ผลกระทบ และวิธีการป้องกันตนเองจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในประเทศไทย

The Situation, Effects, and Methods of Self-Protection from the Use of Pesticides in Thailand

จุฑารัตน์ รักประสิทธิ์ (Jutarat Rakprasit)*
รมย์นลิน เขียนจูม (Romnalin Keanjoom)*
มนัสวี พานิชนอก (Manuswee Phanichnok)*
จริยา แห่งสันเทียะ (Jariya Hangsantea)*
กานต์พิชชา เกียรติกิจโรจน์ (Kanpitcha Kiatkitroj)*
สุดาวดี ยะสะกะ (Sudawadee Yasaka)**

Received: April 28, 2023
Revised: May 23, 2023
Accepted: June 20, 2023

บทคัดย่อ

ประเทศไทยมีแนวโน้มการนำเข้าสารเคมีกำจัดศัตรูพืชเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องหากเกษตรกรมีพฤติกรรมการใช้สารเคมีไม่ถูกต้องย่อมส่งผลกระทบต่อสุขภาพของเกษตรกรทั้งพิษแบบเฉียบพลันและแบบเรื้อรัง รวมถึงมีการตกค้างของสารเคมีในพืชผลทางการเกษตรส่งผลกระทบต่อผู้บริโภค และมีการปนเปื้อนของสารเคมีในสิ่งแวดล้อม ส่งผลกระทบต่อวงจรชีวิต ห่วงโซ่อาหารของพืชและสัตว์ ในการป้องกันอันตรายจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในเกษตรกรให้มีประสิทธิภาพจำเป็นต้องคำนึงถึงการป้องกันและแก้ไขที่ครบวงจรตั้งแต่ต้นน้ำไปยังปลายน้ำ ภาครัฐควรพิจารณายกเลิกการนำเข้าสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่เป็นอันตรายและการบังคับใช้กฎหมายอย่างจริงจัง มีมาตรการจัดการสภาพแวดล้อมเพื่อลดการปนเปื้อน รวมทั้งมีการเฝ้าระวังอันตรายและคัดกรองการเจ็บป่วยจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชอย่างทันท่วงที ดังนั้นจำเป็นต้องทราบข้อมูลสถานการณ์การใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในประเทศไทย ผลกระทบ และวิธีการป้องกัน เพื่อนำไปสู่การกำหนดมาตรการแก้ไขปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพโดยเกษตรกรควรได้รับการสนับสนุนให้มีพฤติกรรมการป้องกันอันตรายจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืชให้ถูกต้องและปลอดภัย ทั้งก่อนใช้ ขณะใช้ และหลังใช้ รวมทั้งควรเร่งหามาตรการการแก้ไขปัญหาสารเคมีกำจัดศัตรูพืชให้เป็นวาระสำคัญของชาติ บูรณาการภาคีเครือข่ายทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องในการร่วมกันแก้ไขปัญหาแบบเป็นระบบครบวงจร เพื่อลดผลกระทบจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในประเทศไทยอย่างยั่งยืน

คำสำคัญ: สารเคมีกำจัดศัตรูพืช เกษตรกร ผลกระทบต่อสุขภาพ ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การป้องกันอันตรายต่อสุขภาพ

**Corresponding author: Sudawadee Yasaka; E-mail: Sudawadeey@nu.ac.th
*อาจารย์ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร (Instructor, Faculty of Public Health, Naresuan University)
**อาจารย์ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร (Instructor, Faculty of Public Health, Naresuan University)

Abstract

In Thailand, there has been a continuing increase in importing pesticides used in agriculture. Unsafe use of pesticides is potentially hazardous to agricultural workers which ranges from acute and chronic health conditions. Pesticides can contaminate crops and agricultural products, thereby affecting consumer health and leaving residues in the environment. Additionally, pesticides can have negative effects on the life cycle of plants and animals and can accumulate in food chains. To efficiently prevent adverse effects from pesticide use, supply chain management (from upstream to downstream) should be implemented. The government should forbid and ban toxic pesticides, improve law enforcement, and implement environmental management measures to reduce contamination. Also, surveillance of pesticide-related illness, and health screening should be implemented promptly. Thus, the situation of pesticide use, adverse effects, and health prevention should be acknowledged in order to define efficient measures. Information on pesticide health and safety (before, during, and after use) should be promoted among agricultural workers. In particular, pesticide safety should be addressed in national action plans, and intersectional collaboration should be applied to integrate pesticide management and control the adverse effects of pesticide use sustainably among Thai agricultural workers.

Keywords: Pesticide, Agricultural worker, Health impact, Environmental impact, Health prevention.

บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม มีพื้นที่ทางการเกษตรประมาณ 131.25 ล้านไร่ ประชากรส่วนใหญ่ของประเทศ ร้อยละ 70 มีรายได้หลักจากการประกอบอาชีพทางการเกษตร เช่น การเพาะปลูกข้าว พืชไร่ พืชสวน ผักผลไม้ การเลี้ยงสัตว์ และการประมง ในประเทศไทยได้มีการใช้สารเคมีเพื่อกำจัดและป้องกันศัตรูพืช เช่น สารกำจัดวัชพืช (Herbicide) สารกำจัดแมลง (Insecticide) สารป้องกันและกำจัดโรคพืชที่เกิดจากเชื้อรา (Fungicide) สารเคมีกำจัดไส้เดือนฝอย (Nematicide) เป็นต้น (Digital Government Development Agency, 2022) สารเคมีกำจัดศัตรูพืชเหล่านี้มีผลกระทบต่อสุขภาพส่วนมากเกิดจากการใช้หรือสัมผัสสารเคมีหรือใช้สารเคมีไม่ถูกต้อง ส่งผลต่อเกษตรกร ผู้บริโภค รวมถึงมีการปนเปื้อนสารเคมีกำจัดศัตรูพืชทั้งทางตรงและทางอ้อม ในอาหารและสิ่งแวดล้อม ส่งผลกระทบต่อสุขภาพทั้งพิษแบบเฉียบพลันและแบบเรื้อรัง (Digital Government Development Agency, 2022) ขณะที่ข้อมูลสถานการณ์การใช้สารเคมี พ.ศ. 2561-2565 พบว่าปริมาณการใช้สารเคมีอันตรายทางการเกษตรกลับมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เป็นสถิติการใช้สารเคมีเฉลี่ย 5 ปีโดยมีปริมาณ 2,301,776.71 - 170,826,647.30 กิโลกรัม (Digital Government Development Agency, 2022) ซึ่งจากตัวเลขปริมาณการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่เพิ่มขึ้นนี้เกิดจากการใช้ประโยชน์ที่ดินทางการเกษตร โดยเฉพาะการใช้ปุ๋ยเคมีเพื่อการบำรุงดิน และการใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตร เช่น สารกำจัดวัชพืช เป็นต้น (Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning, 2022) หากไม่มีการควบคุม และเกษตรกรมีพฤติกรรมการใช้สารเคมีที่ไม่ถูกต้อง จะส่งผลกระทบหลายด้าน เช่น ผลกระทบต่อสุขภาพของเกษตรกร ผลกระทบต่อผู้บริโภคจากการบริโภคผักและผลไม้ที่มีปริมาณสารเคมีตกค้างที่เกินค่ามาตรฐาน รวมถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมต่างๆ

ตามมา ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการศึกษาสถานการณ์ ผลกระทบ และการป้องกันตนเองของเกษตรกรจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช

สถานการณ์การใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในประเทศไทย

ภาคเกษตรกรรมในประเทศไทยได้พึ่งพาการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชมาเป็นระยะเวลายาวนาน ซึ่งสารเคมีกำจัดศัตรูพืชหลายชนิดที่ใช้ พบว่ามีอันตรายร้ายแรง เช่น เป็นพิษต่อมนุษย์ และปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อม ทำให้ในหลายประเทศมีการกำหนดมาตรการในการควบคุมและห้ามใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชบางชนิด สำหรับประเทศไทยนั้นได้มีการขับเคลื่อนเพื่อให้ยกเลิกการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่มีความเป็นอันตราย โดยในปี พ.ศ. 2563 ได้มีการประกาศให้พาราควอตและคลอร์ไพริฟอส ซึ่งเกษตรกรนิยมใช้ แต่มีผลกระทบที่ชัดเจนทั้งต่อสุขภาพและต่อสิ่งแวดล้อม ให้เป็นวัตถุอันตรายชนิดที่ 4 ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง บัญชีรายชื่อวัตถุอันตราย (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2563 ซึ่งเกี่ยวข้องกับการควบคุมการใช้ โดยห้ามผลิต นำเข้า ส่งออก นำผ่าน หรือมีไว้ในครอบครอง (Institute for Population and Social Research, Mahidol University, 2019; Institute for Population and Social Research, Mahidol University, 2020; Notification of Ministry of Industry: List of hazardous substances (No.6) B.E. 2563, 2020; Laohaudomchok et al., 2021) เกษตรกรใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชโดยมีวัตถุประสงค์ที่สำคัญคือ ใช้ในการป้องกัน ควบคุม หรือทำลายศัตรูพืช เพื่อให้ได้ผลผลิตทางการเกษตรที่เพิ่มมากขึ้น (Thammasri, 2021) โดยประเทศไทยได้มีการนำเข้าวัตถุอันตรายเพื่อใช้ประโยชน์ทางการเกษตรในแต่ละปีเป็นจำนวนมาก ข้อมูลจากกรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เปรียบเทียบระหว่างปี พ.ศ. 2563-2564 พบว่า มีปริมาณการนำเข้าสารเคมีกำจัดศัตรูพืช เช่น สารกำจัดแมลง (Insecticide) สารกำจัดวัชพืช (Herbicide) และสารป้องกันและกำจัดโรคพืชที่เกิดจากเชื้อรา (Fungicide) เพิ่มขึ้น โดยในปี พ.ศ. 2563 มีปริมาณการนำเข้าสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในภาพรวม รวมทุกประเภทอยู่ที่ 98,254,846.82 กิโลกรัม และเพิ่มขึ้นเป็น 136,058,219.89 กิโลกรัม ในปี พ.ศ. 2564 เมื่อพิจารณาถึงปริมาณการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชประเภทต่างๆ ข้อมูลในปี พ.ศ. 2564 พบว่า มีการนำเข้าสารกำจัดวัชพืช (Herbicide) มากที่สุด รองลงมาคือ สารกำจัดแมลง (Insecticide) และสารป้องกันและกำจัดโรคพืชที่เกิดจากเชื้อรา (Fungicide) (Digital Government Development Agency, 2022)

การใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกรกำลังเป็นปัญหาที่สำคัญในปัจจุบัน เนื่องจากผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชส่งผลกระทบทั้งต่อสุขภาพของเกษตรกร ต่อสุขภาพของผู้บริโภค และต่อสิ่งแวดล้อม เช่น การทำให้สัตว์น้ำในแหล่งน้ำตาย (Angsungnuen, 2015; Thammasri, 2021) และจากการสำรวจข้อมูลโดยสำนักงานสถิติแห่งชาติ ในปี พ.ศ. 2561 พบว่า เกษตรกรได้มีการใช้พื้นที่ทางการเกษตร ในการปลูกข้าว ยางพารา และพืชไร่ ลดลง และยังพบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่ใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช สูงถึงร้อยละ 92.0 เป็นการเพิ่มจำนวนมากขึ้นจากการสำรวจเมื่อครั้งในปี พ.ศ. 2551 ซึ่งในขณะนั้นมีเกษตรกรที่ใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชอยู่ที่ร้อยละ 85.8 (National Statistical Office, 2019)

จากข้อมูลข้างต้น สะท้อนให้เห็นถึงสถานการณ์การใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกรในปัจจุบันที่มีเกษตรกรผู้ใช้เป็นจำนวนมาก รวมทั้งมีการใช้ในปริมาณมาก และอาจแสดงให้เห็นถึงแนวโน้มที่จะยิ่งมีการเพิ่มปริมาณเกษตรกรผู้ใช้และปริมาณการใช้มากขึ้นอีกในอนาคต และนำไปสู่การเกิดปัญหาทางด้านสุขภาพและสิ่งแวดล้อม ซึ่งสารเคมีกำจัดศัตรูพืชอาจจำแนกตามการเกิดพิษได้เป็นกลุ่มต่างๆ ได้แก่ กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphate) กลุ่มออร์กาโนคลอรีน (Organochlorine) กลุ่มคาร์บาเมต (Carbamate) กลุ่มไพรีทรอยด์ (Pyrethroid) กลุ่มสารกำจัดวัชพืช (Herbicides) กลุ่มสารกำจัดหนู (Rodenticide) และกลุ่มสารไธโอคาร์บาเมต (Thiophosphate) โดยผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อสุขภาพจะแตกต่างกันไปตามประเภท ความเข้มข้น และปริมาณที่ได้รับเข้าสู่ร่างกาย เช่น ทำให้เกิดการเจ็บป่วยด้วยโรคระบบทางเดินหายใจ โรคทางผิวหนัง เป็นต้น ซึ่งมักเกิดจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชอย่างไม่ถูกต้อง (Thammasri, 2021)

ผลกระทบต่อสุขภาพ

สารเคมีกำจัดศัตรูพืชเป็นสารเคมีอันตรายที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ สามารถเข้าสู่ร่างกายได้ทางตรงและทางอ้อมโดยผ่านทางการหายใจ ทางผิวหนัง และทางการรับประทาน ซึ่งการสัมผัสสารเคมีกำจัดศัตรูพืชโดยตรงจากการใช้ที่ไม่ถูกต้องและไม่ปลอดภัยเป็นสาเหตุของการเกิดอาการแบบเฉียบพลัน เช่น ปวดศีรษะ ระคายเคือง อาเจียน จาม และผื่นบนผิวหนัง ความรุนแรงของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชต่อมนุษย์ขึ้นอยู่กับระยะเวลาและความเข้มข้นของการสัมผัส โดยทั่วไปสารกำจัดศัตรูพืชจะถูกขับออกจากร่างกายในรูปแบบของการขับถ่าย (ปัสสาวะ ทางเดินน้ำดี และต่อมคัดหลั่ง) การบริโภคผักและผลไม้ที่มีสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างจากการปนเปื้อนในดินและน้ำ ทำให้มีสารพิษสะสมภายในอวัยวะของร่างกายมีความเข้มข้นมากขึ้น เป็นสาเหตุของการเกิดโรคเรื้อรังต่างๆ เช่น พิษต่อระบบประสาท มะเร็ง เนื้อตาย หอบหืด โรคระบบสืบพันธุ์ โรคหัวใจ โรคเบาหวาน เป็นต้น (Kalyabina, Esimbekova, Kopylova, & Kratasyuk, 2021)

จากข้อมูลสภาวะสุขภาพของวัยแรงงาน กระทรวงสาธารณสุข ปี พ.ศ. 2565 พบว่า โรคพิษจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืชเป็นปัญหาโรคและภัยสุขภาพจากการประกอบอาชีพที่สำคัญ โดยมีอัตราป่วยเท่ากับ 14.25 ต่อ 100,000 คน ซึ่งมีอัตราเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2564 และมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นทุกปี (Division of Occupational and Environmental Diseases, 2021) และจากผลการตรวจคัดกรองความเสี่ยงจากการสัมผัสสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในปี พ.ศ. 2564 โดยใช้กระดาษทดสอบโคลีนเอสเตอเรส มีจำนวนผู้ที่ได้รับการตรวจคัดกรองทั้งหมด 392,712 คน พบผลเสี่ยงและไม่ปลอดภัย จำนวน 79,685 คน คิดเป็นร้อยละ 32.25 (Division of Occupational and Environmental Diseases, 2020) ซึ่งสามารถจำแนกความเป็นพิษของสารเคมีกำจัดศัตรูได้ดังนี้

1. สารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มคาร์บาเมตและออร์กาโนฟอสฟอสเฟส (Carbamate and Organophosphate) มีฤทธิ์ขัดขวางการทำงานของระบบประสาทส่วนกลางและระบบประสาทรอบนอก ยับยั้งการทำงานของอะซิติลโคลีนเอสเตอเรส (Acetylcholinesterase, AChE) ทำให้เกิดการสะสมของแอซิติลโคลีน (Acetylcholine) ซึ่งเป็นสารสื่อประสาทที่มีหน้าที่ควบคุมการนำส่งกระแสประสาทที่รอยต่อระหว่างปลายประสาทกับเซลล์กล้ามเนื้อ ต่อมต่างๆ และกล้ามเนื้อเรียบ ซึ่งภาวะการทำงานปกติของร่างกายเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสจะมีหน้าที่ในการทำลายแอซิติลโคลีนเพื่อไม่ให้มีมากเกินไป ซึ่งการมีแอซิติลโคลีนจำนวนมากเกินไปที่ปลายประสาท ทำให้เกิดอาการม่านตาหรี่ หายใจลำบาก เวียนศีรษะ อาเจียน มือสั่น เดินโซเซ ชัก หมดสติ กล้ามเนื้ออ่อนแรง ตะคริวที่กล้ามเนื้อ ต่อมน้ำลายขับน้ำลายออกมามาก ต่อมเหงื่อขับเหงื่อออกมามาก และเสียชีวิตได้ (Ramathibodi Poison Center, 2016; Gupta, Pathak, Siddiqi, & Sharma, 2016; Phonkaew, Boonkhao, Kwonpongsagoon, & Manwong, 2022; Mungkalarungsi et al., 2022) และจากการศึกษาพบว่าสารออร์กาโนฟอสฟอสเฟสส่งผลต่อการเจริญเติบโตและการแพร่กระจายของเซลล์มะเร็งเต้านม (Calaf, 2021) และการทำงานของฮอร์โมนต่อมไร้ท่อ ระยะเวลาการปลดปล่อย และการเลียนแบบฮอร์โมน ซึ่งเป็นสาเหตุของความผิดปกติของระบบสืบพันธุ์ทั้งในเพศชายและเพศหญิง และจากการศึกษาพบว่าออร์กาโนฟอสฟอเฟสทำให้การทำงานของระดับพาราออกโซเนส (Paraoxonase) ลดลงและเพิ่มความเสี่ยงต่อการเป็นโรคหลอดเลือดหัวใจ (Kabir, Rahman, & Rahman, 2015)

2. สารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์การโนคลอรีน (Organochlorine) สารพิษกลุ่มนี้ส่วนมากปะปนไปกันเนื้อสัตว์โดยเฉพาะส่วนที่ติดมัน และปนเปื้อนในผักและผลไม้ เนื่องจากสารเคมีกลุ่มนี้สลายตัวช้าทำให้ตกค้างในสิ่งแวดล้อมเป็นเวลานาน เมื่อได้รับสารกลุ่มนี้ปริมาณมากๆ จะทำให้ระบบประสาทส่วนกลางถูกขัดขวาง นำมาซึ่งอาการกล้ามเนื้ออ่อนแรง เวียนศีรษะ ปวดศีรษะ และสารกลุ่มนี้มีพิษแบบเฉียบพลันต่ำกว่ากลุ่มอื่นๆ แต่ส่งผลให้เกิดพิษแบบเรื้อรังต่อระบบทางเดินอาหาร (Angsungnuen, 2015; Ramathibodi Poison Center, 2016; Thammasri, 2021)

3. สารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มไพรีทรอยด์ (Pyrethroid) สารกลุ่มนี้ส่งผลให้เกิดอาการชา หายใจเร็วตื้น เจ็บคอ คอแห้ง แสบจมูก คันตามผิวหนัง ท้องเสีย น้ำลายไหลมาก หนังตากระตุก และเดินโซเซ(Angsungnuen, 2015;

Ramathibodi Poison Center, 2016; Thammasri, 2021)

4. สารกำจัดวัชพืช (Herbicides) เป็นสารกลุ่มที่ส่งผลทำให้เกิดอาการคลื่นไส้ อาเจียน ปวดท้อง ท้องเสีย และระคายเคืองระบบทางเดินหายใจ ทำให้หายใจไม่สะดวก นอกจากนี้การสัมผัสสารกลุ่มนี้ยังพบอาการผิวหนังแห้งแตก ผื่นแดง เป็นแผล เล็บซีดขาว และเล็บเปราะ (Ramathibodi Poison Center, 2016; Thammasri, 2021)

5. สารกำจัดหนู (Rodenticides) มีความเป็นพิษสูง เมื่อถูกน้ำและกรดในกระเพาะอาหารเกิดปฏิกิริยาได้ก๊าซพิษฟอสฟีน ซึ่งไปทำลายเซลล์กระเพาะอาหาร ตับ ไต และการดูดซึมเข้าสู่ร่างกายทำให้มีน้ำคั่งในปอด ปวดศีรษะ หายใจขัด ความดันโลหิตสูง อาจทำให้เสียชีวิตภายใน 2-3 ชั่วโมง (Ramathibodi Poison Center, 2014; Thammasri, 2021)

6. สารไธโอคาร์บาเมต (Thiophosphate) เป็นสารกำจัดเชื้อรา และมีพิษแบบเฉียบพลันต่ำ และลักษณะอาการที่เกิดขึ้นจากการสัมผัสสารนี้จะมีลักษณะคล้ายไพรีทรอยด์ ซึ่งการสัมผัสสารนี้ทำให้เกิดอาการคอแห้ง ไอ แสบจมูก แสบตา ตาแดง คันผิวหนัง มีจุดขาวที่ผิวหนัง และผื่นแดง (Bureau of Epidemiology: Ministry of Health, 2014; Thammasri, 2021)

ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

การใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชมีวัตถุประสงค์เพื่อป้องกันโรคพืชที่เกิดจากศัตรูพืช เช่น แมลง วัชพืช เชื้อรา และสัตว์กัดแทะ เป็นต้น การเลือกใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชทั้งชนิดและปริมาณที่ถูกต้องเหมาะสมจะเป็นประโยชน์ต่อพืชและส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรซึ่งหากเลือกใช้สารเคมีที่มีฤทธิ์รุนแรงและในปริมาณที่มากเกินไปอาจทำให้สารเคมีเหล่านี้เกิดการตกค้างในสิ่งแวดล้อมได้ ปริมาณสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่ใส่ลงไปในพื้นที่เกษตรกรรมมีเพียงร้อยละ 0.1 ที่จะไปถึงศัตรูเป้าหมาย ส่วนที่เหลืออีก ร้อยละ 99.9 จะปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะทางดินและน้ำ (Pimentel, 1995) ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศและห่วงโซ่อาหาร เนื่องจากวิธีการใช้สารเคมีของเกษตรกร มักใช้วิธีการฉีดพ่นผ่านอากาศลงสู่ต้นพืช ทำให้สารเคมีส่วนใหญ่แพร่กระจายอยู่ในสิ่งแวดล้อมและตกค้างลงสู่ดินและน้ำ อย่างไรก็ตาม สารเคมีกำจัดศัตรูพืชแต่ละชนิดสามารถอยู่ในสิ่งแวดล้อมได้ยาวนานแตกต่างกัน โดยมูลนิธิชีววิถี (Biothai, 2011) ได้กล่าวถึงการตกค้างของสารเคมีกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตว่าสามารถตกค้างในดินที่มีสภาพเป็นกรดได้ยาวนานกว่าสภาพเป็นกลาง สารเคมีกลุ่มคาร์บาเมตสามารถตกค้างในดินได้นานกว่าในน้ำ สารเคมีกลุ่มไพรีทริน มีค่าครึ่งชีวิตประมาณ 12 วัน ถึง 8 สัปดาห์ และมีอายุยาวนานขึ้นในพื้นที่ที่แสงส่องไม่ถึง ส่วนสารเคมีกลุ่มออร์กาโนคลอรีนใช้เวลาย่อยสลายในดินได้ประมาณ 1-15 ปี โดยสารเคมีกำจัดศัตรูพืชเมื่อตกค้างในสิ่งแวดล้อมจะส่งผลกระทบ ดังต่อไปนี้

- **ผลกระทบต่อดิน** โดยดินที่รองรับสารเคมีกำจัดศัตรูพืชจากการเพาะปลูกพืชมักพบอยู่บริเวณหน้าดินลึกลงไปประมาณ 1-2 นิ้ว โดยผลกระทบจะเกิดขึ้นต่อโครงสร้างของดิน ทำให้ดินขาดการบำรุงและเกิดการสะสมสารพิษแทนธาตุอาหาร ทำให้ผลผลิตทางการเกษตรตกต่ำ อีกทั้งอาจส่งผลให้เกิดการพังทลายของหน้าดินได้ง่ายหรือเกิดการชะล้างหน้าดินเมื่อเกษตรกรใช้น้ำหรือถูกกระแสลมพัดพาซึ่งทำให้เกิดการแพร่กระจายของสารพิษและปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคได้ (Angsungnuen, 2015) นอกจากนี้สารพิษที่สะสมอยู่ในดินยังอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสัตว์บางประเภท โดยเฉพาะสัตว์หน้าดินที่มีประโยชน์ต่อดินและพืช
- **ผลกระทบต่อแหล่งน้ำ** สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในพื้นที่เกษตรกรรมไหลลงสู่แหล่งน้ำผิวดินจากการพัดพาของน้ำฝนและระบบชลประทาน เกิดการปนเปื้อนในแหล่งน้ำและสะสมในตัวสัตว์น้ำและสัตว์หน้าดินที่อยู่ใต้ท้องน้ำ หากสารพิษมีความเข้มข้นสูงจะส่งผลให้สัตว์น้ำตายได้เกิดเป็นมลพิษทางน้ำต่อไป ส่วนความเข้มข้นต่ำจะสะสมอยู่ในเนื้อเยื่อสัตว์และเกิดการถ่ายทอดสารพิษในห่วงโซ่อาหาร โดยมีการตรวจพบสารพิษในเนื้อเยื่อต่อมไร้ท่อและสมองของปลาซึ่งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระบบหายใจและพฤติกรรมของปลา นอกจากนี้สารพิษยังมีผลทำให้อัตราการเจริญเติบโตลดลงและก่อให้เกิดความผิดปกติต่อระบบสืบพันธุ์ของปลา (Kumari, 2020)
- **ผลกระทบต่อพืชและสัตว์** การฉีดพ่นสารเคมีกำจัดศัตรูพืชทำให้เกิดฟุ้งกระจายของสารเคมีในอากาศและตกลงสู่พืชและสัตว์ที่ไม่ใช่ศัตรูเป้าหมาย ส่งผลเสียต่อพืช โดยสารพิษจะไปยับยั้งการผลิตคลอโรฟิลล์ในพืช ส่งผล

ต่อประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงของพืชลดลง ทำให้เซลล์และเนื้อเยื่อไม่เจริญเติบโต (Sharma, Kumar, Thukral, & Bhardwaj, 2019) ผล กระทบต่อสัตว์ เช่น นก ผึ้ง ผีเสื้อ สัตว์เลื้อยคลาน และแมลงอื่นๆ ในสิ่งแวดล้อม มีผลต่อระบบสืบพันธุ์ของสัตว์ เช่น สารอะทราซิน (Atrazine) ซึ่งเป็นสารกำจัดวัชพืชมีส่วนทำให้เกิดความเป็นพิษต่อระบบสืบพันธุ์ของสัตว์ (Nicolopoulou-Stamati, Maipas, Kotampasi, Stamatis, & Hens, 2016) และหากสารพิษมีความเข้มข้นสูงอาจส่งผลทำให้สัตว์ตายทำให้จำนวนประชากรสัตว์ลดลง

การใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช เกษตรกรควรใช้อย่างระวัดระวัง และเลือกใช้ทั้งชนิดและปริมาณของสารเคมีให้เหมาะสมกับชนิดของศัตรูพืชที่ต้องการกำจัด ทั้งนี้เพื่อความปลอดภัยต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม และเพื่อลดผลกระทบจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่มีอันตรายร้ายแรงจึงจำเป็นต้องมีมาตรการในการป้องกันอันตรายจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในเกษตรกร

การป้องกันอันตรายจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในเกษตรกร

จากสถานการณ์การใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชและผลกระทบของการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในประเทศไทย ในการป้องกันอันตรายจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในเกษตรกรให้มีประสิทธิภาพจำเป็นต้องคำนึงถึงการป้องกันและแก้ไขที่ครบวงจรตั้งแต่ต้นน้ำ (การบังคับใช้กฎหมาย การสร้างความตระหนัก) กลางน้ำ (การเข้าถึงสารเคมีของเกษตรกร การเฝ้าระวังความเสี่ยงและผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม) และปลายน้ำ (พฤติกรรมการใช้สารเคมีให้ปลอดภัย)

การจัดการที่ต้นน้ำ

แม้ว่าปัจจุบันมีกฎหมายเกี่ยวกับสารเคมีกำจัดศัตรูพืช ซึ่งจดให้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชบางชนิดเป็นวัตถุอันตราย ตาม พ.ร.บ.วัตถุอันตราย 2535 ซึ่งหน่วยงานที่เกี่ยวข้องต้องกำหนดกลไกการควบคุมวัตถุอันตราย การขึ้นทะเบียน การติดฉลากคำเตือน การนำเข้า ส่งออก และการครอบครอง แต่ยังพบปัญหาในการขึ้นทะเบียน และการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่เป็นอันตราย ในขณะเดียวกันยังไม่พบกฎหมายใดที่ใช้ควบคุมการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชโดยเฉพาะ และไม่มีการควบคุมการโฆษณาสารเคมีกำจัดศัตรูพืชทางกฎหมายเป็นการเฉพาะ ดังนั้นนอกจากการบังคับใช้กฎหมายแล้ว การป้องกันอันตรายจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในเกษตรกรต้องอาศัยความร่วมมือระหว่างภาครัฐ เอกชน องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น และประชาชนในการบังคับใช้กฎหมาย สร้างความตระหนัก สื่อสารความเสี่ยง ส่งเสริมการปรับเปลี่ยนพฤติกรรม และสร้างแรงจูงใจด้านความปลอดภัยจากทุกภาคส่วน (Bureau of Occupational and Environmental Diseases, 2018)

การจัดการที่กลางน้ำ

การป้องกันอันตรายที่ดีที่สุดคือการเลิกใช้หรือหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีฯ(การจัดการที่ต้นน้ำ) แต่หากยังจำเป็นต้องใช้สารเคมีฯ ควรหันมาใช้แนวทางการจัดการศัตรูพืชแบบบูรณาการวิธีชีวภาพ วิธีกายภาพ วิธีกล และวิธีการทางเคมี (European Commission, 2023; The National Association of State Departments of Agriculture Research Foundation, 2014) เช่น การเลือกใช้วิธีเกษตรแผนใหม่หรือเกษตรอินทรีย์ ที่เน้นการใช้สารชีวภาพ ตลอดจนการนำเทคโนโลยีทางการเกษตรมาใช้เพื่อส่งเสริมคุณภาพผลผลิตทางการเกษตรให้กับเกษตรกร นอกจากนี้ การเข้าถึงสารเคมีของเกษตรกร การเฝ้าระวังความเสี่ยงและผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อมเป็นอีกปัจจัยที่ภาครัฐและประชาชนต้องให้ความสำคัญ

กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข ได้ประกาศ พ.ร.บ.ควบคุมโรคจากการประกอบอาชีพและโรคจากสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2562 ปัจจุบันกำหนดให้พิษจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืชเป็นหนึ่งในโรคจากการประกอบอาชีพ ซึ่งต้องได้รับการตรวจคัดกรองสุขภาพเพื่อการวินิจฉัยอย่างรวดเร็วและดำเนินการรักษาได้ถูกต้องทันท่วงที (Department of Disease Control: Ministry of Health, 2018; Department of Health: Bangkok Metropolitan Administration, 2020) การตรวจคัดกรองสุขภาพ โดยเฉพาะการตรวจคัดกรองเฉพาะตามอาชีพ รวมถึงการตรวจสุขภาพประจำปีโดยเกษตรกรที่ใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชหรือประชาชนที่อยู่ในแหล่งเกษตรกรรมที่มีการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชควรกระทำอย่างสม่ำเสมอ และกำหนดให้อยู่ในแผนพัฒนาของท้องถิ่น เพื่อเฝ้าระวังความเสี่ยงทางสุขภาพ เช่นการตรวจดูปริมาณสารเคมีในกระแสเลือด การตรวจการทำงานของ ตับ ไต ในกลุ่มเกษตรกรที่ฉีด

พ่นสารกำจัดวัชพืชควรได้รับการตรวจสมรรถภาพปอดด้วยเครื่องสไปโรมิเตอร์ เพื่อดูการทำงานของปอด ในกลุ่มเกษตรกรที่ใช้สารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต และคาร์บาร์เมต ควรตรวจดูระดับเอ็นไซม์โคลีนเอสเตอร์เรสในเม็ดเลือด หรือพลาสมา

การจัดการสภาพแวดล้อมเพื่อลดความเสี่ยงในการสัมผัสสารเคมีกำจัดศัตรูพืชและการตกค้างในสิ่งแวดล้อม ทำได้โดยการเฝ้าระวังการใช้สารเคมีในครัวเรือนผ่านทางเจ้าหน้าที่สาธารณสุขและอาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน โดยกระทรวงสาธารณสุขได้ออกแบบแอปพลิเคชั่นจัดเก็บข้อมูล อสม.ออนไลน์ เพื่อเป็นการเฝ้าระวังสถานการณ์ใช้สารเคมีในครัวเรือน นอกจากนี้การตรวจวัดการตกค้างของสารเคมีในสิ่งแวดล้อมสามารถตรวจวัดภาคสนามได้ทั้งในผัก ผลไม้ ดิน และแหล่งน้ำ

การจัดการที่ปลายน้ำ

ในขณะเดียวกันการจัดการที่ปลายน้ำ กล่าวคือหากมีความจำเป็นที่ต้องใช้สารเคมีนั้นอยู่ควรพิจารณาลดปริมาณการใช้สารเคมี และเพิ่มความปลอดภัยในการใช้หรือลดความเสี่ยงหรืออันตรายที่อาจจะเกิดขึ้น (Bureau of Occupational and Environmental Diseases, 2018) ซึ่งมีวิธีการปฏิบัติให้ปลอดภัยในขั้นตอนก่อนการใช้ ขณะใช้ และหลังการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชดังนี้

การป้องกันอันตรายก่อนการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช (Bureau of Occupational and Environmental Diseases, 2018; Department of Disease Control: Ministry of Health, 2018; Sukonthabhirom, Popoonsak, Srijuntra, & Punyawattoe, 2021) 1) ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับสารเคมีกำจัดศัตรูพืช สารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่นำมาใช้ในการเกษตรทุกชนิด ก่อนที่จะนำมาฉีดพ่นต้องอ่านฉลากที่ติดมากับภาชนะบรรจุให้เข้าใจทุกครั้ง เพื่อให้ทราบถึงวิธีการใช้ ขนาด ปริมาณ ระดับความเป็นพิษ แถบสีบ่งบอกความเป็นอันตราย วิธีป้องกันอันตราย และการปฐมพยาบาลตนเองเบื้องต้น 2) ตรวจสอบอุปกรณ์ให้มีความปลอดภัย โดยดูแลอุปกรณ์การพ่นให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน ไม่มีรอยรั่วหรือชำรุด 3) การผสมสารเคมีกำจัดศัตรูพืช ต้องทำตามอัตราส่วนที่ระบุในฉลาก ควรพิจารณาการเข้ากันได้ของสารเคมีแต่ละชนิด เนื่องจากสารเคมีบางตัวไม่สามารถผสมร่วมกันได้ และไม่ผสมสารเคมีด้วยมือเปล่า ในการผสมสารเคมีให้ใช้ไม้หรือพลาสติกในการกวนพร้อมทั้งใส่ถุงมือยาง รวมทั้งไม่รับประทานอาหารหรือดื่มน้ำขณะฉีดพ่น

การป้องกันอันตรายขณะใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช (Bureau of Occupational and Environmental Diseases, 2018; Department of Disease Control: Ministry of Health, 2018; Sukonthabhirom et al., 2021) ขณะฉีดพ่นสารเคมีกำจัดศัตรูพืชต้องสวมใส่อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล ตรวจสอบอุปกรณ์ฉีดพ่น ตรวจสอบสภาพแวดล้อม และไม่ปฏิบัติกิจกรรมอื่นขณะฉีดพ่น 1) การสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล (รูปที่ 1) เพื่อลดการสัมผัสสารเคมี ได้แก่ ชุดป้องกัน อุปกรณ์คลุมศีรษะ แว่นตานิรภัย อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจ รองเท้าบูท ถุงมือ ทั้งนี้อุปกรณ์ต่างๆ ต้องอยู่ในสภาพที่ใช้การได้ดี 1.1) ชุดป้องกัน ชุดป้องกันสารเคมีที่เหมาะสมที่ได้มาตรฐานต้องเป็นชุดในลักษณะที่ปกคลุมทุกส่วนของร่างกาย หรือเป็นชุดที่สามารถป้องกันการซึมผ่านของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชได้ มีความคงทนและสามารถซักล้างได้ง่าย ทั้งนี้อาจพิจารณาสวมใส่ผ้ากันเปื้อนพลาสติกร่วมด้วย 1.2) อุปกรณ์คลุมศีรษะ ควรพิจารณาใช้หมวกหรือผ้าคลุมศีรษะที่ทำด้วยวัสดุกันสารเคมีซึม มีความรัดกระชับ เพื่อป้องกันละอองของสารเคมีปลิวมาถูกผมหรือหนังศีรษะ 1.3) อุปกรณ์ป้องกันดวงตา ได้แก่ แว่นตานิรภัย เป็นแว่นครอบตา ควรทำด้วยวัสดุกันสารเคมีซึม เลนส์ทนต่อสารเคมีและแรงกระแทก โดยแว่นตานิรภัยใช้ป้องกันสารเคมีกระเด็นเข้าตา แว่นตาควรมีความกระชับกับรูปหน้า ทั้งนี้สามารถใช้หน้ากากนิรภัยแทนได้ซึ่งเป็นหน้ากากที่มีตลับกรองหรือไส้กรอง 1.4) อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจ ได้แก่ หน้ากากชนิดต่างๆ ที่มีแผ่นกรองสารเคมี โดยอาจเป็นหน้ากากที่ใช้แล้วทิ้งหรือหน้ากากชนิดเปลี่ยนไส้กรอง ใช้ป้องกันสารเคมีซึมผ่านเข้าทางระบบหายใจ 1.5) ถุงมือ ควรใช้ถุงมือยางที่ป้องกันการซึมผ่านของสารเคมีกำจัดศัตรูพืช ก่อนสวมถุงมือต้องพิจารณาอย่างละเอียดว่ามีการชำรุดหรือไม่ 1.6) รองเท้าบูท รองเท้าบูทหุ้มข้อควรปิดถึงครึ่งน่อง มีความกระชับสะดวกต่อการเดิน ไม่มีซับใน 2) การตรวจสอบอุปกรณ์ให้มีความปลอดภัย กรณีอุปกรณ์ฉีดพ่นเกิดขัดข้อง ห้ามใช้ปากเป่าหัวฉีด แต่ให้ถอดหัวฉีดออกมาทำความสะอาดโดยการแช่ในน้ำหรือใช้อุปกรณ์ทำความสะอาดชนิดอื่น 3) การตรวจสอบสภาพ



รูปที่ 1 อุปกรณ์ป้องกันอันตราย ขณะฉีดพ่นสารเคมีกำจัดศัตรูพืช

อากาศและทิศทางลม เกษตรกรควรที่จะยืนอยู่เหนือลม ตลอดเวลาการฉีดพ่นและหันหัวฉีดไปใต้ลม ควรพ่นในช่วงเช้าหรือพลบค่ำ ไม่ควรพ่นเมื่อมีลมพัดแรงหรือพ่นขณะฝนตกหรือมีแนวโน้มว่าฝนจะตก 4) หลีกเลี่ยงการสัมผัสสารเคมีทางอ้อม โดยไม่รับประทานอาหาร หรือดื่มน้ำขณะฉีดพ่นสารเคมี หากสารเคมีหกรดร่างกายหรือกระเด็นเข้าตาให้รีบทำความสะอาดด้วยน้ำเปล่าจำนวนมากเป็นเวลาอย่างน้อย 10 นาที

การป้องกันอันตรายหลังการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช (Bureau of Occupational and Environmental Diseases, 2018; Department of Disease Control: Ministry of Health, 2018; Sukonthabhirom, Popoonsak, Srijuntra, & Punyawattoe, 2021) หลังการฉีดพ่นสารเคมีต้องถอดชุดชำระล้างทำความสะอาดร่างกายและชุดป้องกันทุกครั้ง ไม่ดื่มน้ำหรือรับประทานอาหารก่อนการทำความสะอาดร่างกาย โดยให้ถอดชุดและอุปกรณ์ทุกชิ้นที่ใช้ขณะฉีดพ่น หรือทำงาน แยกซักจากเสื้อผ้าอื่นๆ แล้วรีบอาบน้ำเปลี่ยนเสื้อผ้าทันที การชำระล้างร่างกายควรรีบอาบน้ำฟอกสบู่อย่างน้อย 15 นาที ในการกำจัดและทำลายอุปกรณ์ที่ใช้ในการฉีดพ่นและผลิตภัณฑ์บรรจุสารเคมีกำจัดศัตรูพืชต้องไม่ทิ้งรวมกับขยะทั่วไป ทำการคัดแยกออกจากขยะทั่วไปให้อยู่ในกลุ่มขยะอันตราย ต้องแยกทิ้งในที่ที่จัดเตรียมไว้ให้ หรือนำไปฝังกลบ ทำลาย โดยให้ห่างไกลจากแหล่งน้ำเพื่อป้องกันการปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชต้องมีการจัดเก็บในที่ปลอดภัย ห่างไกลจากเด็ก อาหาร น้ำดื่ม สัตว์เลี้ยง และเปลวไฟ

สรุป

การใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่ไม่ถูกต้องย่อมส่งผลกระทบต่อสุขภาพของเกษตรกรอย่างชัดเจนดังข้อมูลทางวิชาการที่แสดงให้เห็นถึงผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อมทั้งทางตรงและทางอ้อม ดังนั้นการแก้ไขปัญหาการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชควรเป็นวาระที่สำคัญของประเทศในการร่วมกันขับเคลื่อนเพื่อออกเป็นกฎหมายและนโยบายที่ทำให้ระบบเกษตรของไทยปลอดภัยและคำนึงถึงสุขภาพของเกษตรกร ผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อม การสื่อสารและนำเสนอข้อมูลที่เกษตรกรและประชาชนสามารถเข้าถึงและเข้าใจง่าย เพื่อพิจารณายกเลิกการนำเข้าหรือจำหน่ายสารเคมีกำจัดศัตรูพืช การบังคับใช้ รวมทั้งการลงโทษและรณรงค์การใช้สารชีวภาพทดแทนจำเป็นต้องอาศัยการสื่อสารอย่างเป็นระบบและครบวงจร เพื่อสร้างความตระหนักรู้ และการสนับสนุนการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล รวมถึงการสร้างกระบวนการมีส่วนร่วมผ่านเครือข่ายต่างๆ ทั้งภาคธุรกิจ ภาครัฐ เกษตรกรและชุมชนในการเฝ้าระวังและร่วมมือกันขับเคลื่อนอย่างต่อเนื่อง เพื่อลดผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชของประเทศไทยอย่างยั่งยืน

เอกสารอ้างอิง

Angsungnuen, S. (2015). Environmental impact from pesticide utilization. *EAU Heritage Journal Science and Technology,* 9(1), 50-63. [In Thai].

Biothai. (2011). *Pesticides and ecosystem degradation*. Retrieved 9 April 2023 from https://www.biothai.net/food-security-situation/pesticide/653. [In Thai].

Bureau of Occupational and Environmental Diseases. (2018). *Pesticides in agricultural workers*. Retrieved 9 April 2023 from https://ddc.moph.go.th/uploads/files/89c294f74b806af79b24cacd7fb58b7f.pdf. [In Thai].

Bureau of Epidemiology: Ministry of Health. (2014). *Annual epidemiology surveillance report 2014*. Retrieved 24 April 2023 from https://apps-doe.moph.go.th/boeeng/annual/Annual/AESR2014/aesr2557/Part%201/ env-occ/pesticide.pdf. [In Thai].

Calaf, G. M. (2021). Role of organophosphorous pesticides and acetylcholine in breast carcinogenesis. *Seminars in Cancer Biology. 76*, 206–217.

Department of Disease Control: Ministry of Health. (2018). *Handout for agricultural workers and village health volunteers*. Retrieved 9 April 2023 from https://ddc.moph.go.th/uploads/publish/133752022 1028030219.pdf. [In Thai].

Department of Health: Bangkok Metropolitan Administration. (2020). *Report of 2020 academic conference on pesticide warning: Moving food and agricultural systems towards safety*. Retrieved 9 April 2023 from http://foodsanitation.bangkok.go.th/assets/uploads/activity/20201218_48927.pdf. [In Thai].

Digital Government Development Agency. (2022). *Import of agricultural hazardous substance (by type of use)*. Retrieved 9 April 2023 from https://data.go.th/dataset/importchemvol. [In Thai].

Division of Occupational and Environmental Diseases. (2022). *Pesticide poisoning*. Retrieved 20 April 2023, from https://trt.hdc.moph.go.th/hdc/reports/page.php?cat_id=f16421e617aed29602f9f09d951cce68. [In Thai].

Division of Occupational and Environmental Diseases. (2020). *Situation report on occupational disease control among informal sector 2020*. Retrieved 9 April 2023 from https://ddc.moph.go.th/uploads/ckeditor2//files/20210507_02.pdf. [In Thai].

Division of Occupational and Environmental Diseases. (2021). *Situation report on occupational disease control among informal sector 2021*. Retrieved 9 April 2023 from https://ddc.moph.go.th/uploads/ckeditor2//files/20220224_01A.pdf. [In Thai].

European Commission. (2023). Farmer's toolbox for integrated pest management - publications office of the EU. In European commission (Ed.), *EU publications*. EU publications. Retrieved 9 April 2023 from https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/d85592e9-b71b-11ed-8912-01aa75ed71a1/language-en.

Gupta V. K., Pathak A., Siddiqi N. J., Sharma B. (2016). Carbofuran modulating functions of acetylcholinesterase from rat brain in vitro. *Advance in Biology*. 2016:3760967.

Institute for Population and Social Research, Mahidol University. (2019). Thai health 2019: Online social media – A double edged sword Thai health in the context of a socially-connected world. Retrieved 20 April 2023 from https://ipsr.mahidol.ac.th/en/post_research/thai-health-2019/. [In Thai].

Institute for Population and Social Research, Mahidol University. (2020). Thai health 2020: 2 decades of Thailand educational reform : Failures and successes. Retrieved 20 April 2023 from https://ipsr.mahidol.ac.th/en/post_research/thai-health-2020/. [In Thai].

Kabir E. R., Rahman M. S., Rahman I. (2015). A review on endocrine disruptors and their possible impacts on human health. *Environmental Toxicology and Pharmacology. 40*, 241–258.

Kalyabina V. P., Esimbekova E. N., Kopylova K. V., Kratasyuk V. A. (2021). Pesticides: Formulants, distribution pathways and effects on human health–a review. *Toxicology Reports. 8*, 1179–1192.

Kumari, K. (2020). Pesticides toxicity in fishes: A review. *Journal of Entomology and Zoology Studies, 8*(5), 1640-1642.

Laohaudomchok, W., Nankongnab, N., Siriruttanapruk, S., Klaimala, P., Lianchamroon, W., Ousap, P., ...Woskie, S. (2021). Pesticide use in Thailand: Current situation, health risks, and gaps in research and policy. *Human and Ecological Risk Assessment, 27*(5), 1147-1169.

Mungkalarungsi, S., Techasan, S., Sintuganon, V., Ratanathaworn, J., Withayakom, T., Kitkanjanakul, P., Pramaphan, N., & Somjai, D. (2022). Prevalence of organophosphate and carbamate residues in fresh vegetables sold in fresh market and supermarket in Bangkok. *Academic Journal of Community Public Health, 8*(2), 129–140. [In Thai].

National Statistical Office. (2019). *The 2018 agriculture intercensal survey whole kingdom*. Bangkok: Bangkok Block LTD., Part. [In Thai].

Notification of Ministry of Industry: List of hazardous substances (No.6) B.E. 2563. (2020, 19 May). *Government Gazette*. volume 137, special part 117 Ngor. 56-57. [In Thai].

Nicolopoulou-Stamati, P., Maipas, S., Kotampasi, C., Stamatis, P., & Hens, L. (2016). Chemical pesticides and human health: The urgent need for a new concept in agriculture. *Frontiers in Public Health*, volume 4. Retrieved 11 April 2023 from https://doi.org/10.3389/fpubh.2016.00148.

Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning. (2022). Pesticide residues in agriculture 2022. Retrieved 28 May 2023 from http://envdata.onep.go.th/reports/subject/view/86. [In Thai].

Phonkaew, S., Boonkhao, L., Kwonpongsagoon, S., & Manwong, M. (2022). Health risk assessment of carbofuran exposure water vegetable farmers in Khi-lek subdistrict, Mueang district, Ubon Ratchathani province. *Thai Journal of Public Health and Health Sciences, 5*(2), 106–117. [In Thai].

Pimentel, D. (1995). Amounts of pesticides reaching target pests: Environmental impacts and ethics. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics, 8*(1), 17-29.

Ramathibodi Poison Center. (2016). *Pesticide poisoning: patient case study*. Retrieved 24 April 2023 from https://www.rama.mahidol.ac.th/poisoncenter/th/books/24jun2016-1319. [In Thai].

Ramathibodi Poison Center. (2014). Rodenticides. *Poison & Drug Information Bulletin, 22*(4), 6–10. [In Thai]

Sharma, A., Kumar, V., Thukral, AK., & Bhardwaj, R. (2019). Responses of plants to pesticide toxicity: An overview. *Planta Daninha*. Retrieved 11 April 2023 from https://www.scielo.br/j/pd/a/nKtJz4Np476jhWjHmRsMZvh/?format=pdf&lang=en.

Sukonthabhirom, S., Popoonsak, S., Srijuntra, S., & Punyawattoe, P. (2021). *Academic report and guideline on effective prevention of pest control in agriculture: Evidence from research*. *Department of Agriculture.* Retrieved 9 April 2023 from http://www.edoae.doae.go.th/sjch-64_doc2.1.pdf. [In Thai].

Thammasri, W. (2021). The impacts of health and environmental from agricultural chemicals of Thai farmers. *King Mongkut's Agricultural Journal, 39*(4), 329-336. [In Thai].

The National Association of State Departments of Agriculture Research Foundation. (2014). *National pesticide applicator certification*. Retrieved 24 April 2023 from https://www.epa.gov/system/files/ documents/2022-09/national-pesticide-applica tor-cert-core-manual-2014.pdf.