

ความเข้มข้นของไกลโฟเสตในปัสสาวะของผู้ฉีดพ่น ในจังหวัดนครสวรรค์ ประเทศไทย

Urinary glyphosate concentration of sprayers in Nakhon Sawan Province, Thailand

พันทวี แข่งขัน¹Phanthawee Khangkhun¹พรพิมล กองทิพย์¹Pornpimol Kongtip¹นพนันท์ นานคงแนบ¹Noppanun Nankongnab¹ดุสิต สุจิรารัตน์²Dusit Sujirarat²สุเมธ เพ็งภูมิเกียรติ¹Sumate Pengpumkiat¹¹ภาควิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย¹Department of Occupational Health and Safety,

คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

Faculty of Public Health, Mahidol University

²ภาควิชาระบาดวิทยา คณะสาธารณสุขศาสตร์²Department of Epidemiology, Faculty of Public Health,

มหาวิทยาลัยมหิดล

Mahidol University

DOI: 10.14456/dcj.2020.48

Received: April 03, 2020 | Revised: May 27, 2020 | Accepted: May 28, 2020

บทคัดย่อ

สารไกลโฟเสตเป็นสารที่ใช้อย่างกว้างขวางในการควบคุมหญ้าและวัชพืชในท้องไร่ท้องนาในพื้นที่การเกษตร งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ความเข้มข้นของสารไกลโฟเสตในปัสสาวะของกลุ่มผู้ฉีดพ่น จำนวน 49 คน วิธีการศึกษาโดยมีการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างและเก็บตัวอย่างปัสสาวะ 3 ช่วงเวลา ได้แก่ ปัสสาวะแรกตอนเช้า วันก่อนฉีดพ่น ปัสสาวะหลังฉีดพ่น และปัสสาวะแรกในเช้าวันถัดไปหลังจากวันฉีดพ่น วิเคราะห์หาสารไกลโฟเสต ในปัสสาวะด้วยวิธีโครมาโทกราฟีของเหลวแบบสมรรถนะสูงด้วยดีเทคเตอร์ฟลูออเรสเซนซ์ ผลการศึกษาพบว่า ค่าเฉลี่ยเรขาคณิตของสารไกลโฟเสตในปัสสาวะหลังฉีดพ่นเสร็จ และเช้าวันถัดไปหลังจากวันฉีดพ่น มีความแตกต่าง จากระดับไกลโฟเสตตอนเช้าก่อนวันฉีดพ่น (Repeated measure ANOVA, $p < 0.001$ และ $p < 0.001$ ตามลำดับ) ระดับไกลโฟเสตในปัสสาวะมีค่าสูงสุดในตัวอย่างปัสสาวะในวันถัดไปหลังการฉีดพ่น มีค่าเฉลี่ยทางเรขาคณิต (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานทางเรขาคณิต) เท่ากับ 49.49 (2.63) $\mu\text{g/g creatinine}$ การศึกษานี้บ่งชี้ข้อมูลระดับความเข้มข้นของสารไกลโฟเสตในกลุ่มผู้ฉีดพ่นมีค่าสูงกว่าการศึกษาอื่น ๆ จึงควรมีการควบคุมการใช้สารไกลโฟเสตโดยผู้ฉีดพ่นต้องผ่านการอบรมและขึ้นทะเบียนเป็นผู้ฉีดพ่นและสามารถซื้อสารไกลโฟเสตในปริมาณที่เหมาะสมกับพื้นที่ การเกษตรที่ทำการฉีดพ่น ผู้ฉีดพ่นควรสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลที่เหมาะสมได้แก่ หน้ากาก สวมใส่ถุงมือและรองเท้า ควรมีพฤติกรรมการทำงานที่เหมาะสม ได้แก่ ล้างมือก่อนรับประทานอาหารหรือเครื่องดื่ม เมื่อมีสารเคมีปนเปื้อนเสื้อผ้า ควรเปลี่ยนเสื้อผ้าและล้างตัวทันที เพื่อลดความเสี่ยงต่อสุขภาพของผู้ฉีดพ่น

ติดต่อผู้นิพนธ์ : พรพิมล กองทิพย์

อีเมล : pornpimol.kon@mahidol.ac.th

Abstract

Glyphosate is extensively used to control grasses and broadleaf weeds in agricultural field. This study aimed to measure urinary glyphosate concentrations in 49 sprayers. We interviewed the subjects and collected urine samples for 3 time periods; the first morning void urine the day before spraying, urine at the end of spraying task, and the first morning void urine the next day after spraying. The urine samples were analyzed with high pressure liquid chromatography with fluorescence detector. The results found that the geometric mean of urinary glyphosate concentrations at the end of spraying event and the next day after spraying were significantly different from those at the day before spraying (Repeated measure ANOVA, $p < 0.001$ and $p < 0.001$, respectively). The highest urinary glyphosate concentrations in the next day after spraying had a geometric mean (geometric standard deviation) of 49.49 (2.63) $\mu\text{g/g}$ creatinine. This study indicated that the urinary glyphosate concentrations of the sprayers were higher than those in the other studies. The sprayers should therefore be provided with appropriate trainings on how to safely use and handle the chemical and registered as glyphosate sprayers for monitoring purposes; they should also be allowed to buy glyphosate in the amount that is consistent with the size of their agricultural areas that need spraying. Sprayers should wear proper personal protective equipment, including mask, gloves and shoes. In addition, they should also have proper behaviors and practices, for instance, properly washing hands before eating or drinking, changing contaminated clothing and taking a shower immediately in order to reduce health risk of the sprayers.

Correspondence: Pornpimol Kongtip

E-mail: pornpimol.kon@mahidol.ac.th

คำสำคัญ

ไกลโฟเสต, ปัสสาวะ, ผู้ฉีดพ่น, HPLC-FLD

Keywords

Glyphosate, urine, sprayers, HPLC-FLD

บทนำ

สารกำจัดศัตรูพืชหลายชนิดได้นำมาใช้เพื่อปกป้องพืชผลและเพิ่มผลผลิตในประเทศไทย สารไกลโฟเสต (glyphosate, $\text{C}_3\text{H}_8\text{NO}_5\text{P}$) เป็นสารประกอบอินทรีย์ในกลุ่มฟอสโฟโนไกลซีน (phosphonoglycine) มีชื่อทางการค้าที่รู้จักกันโดยทั่วไปคือ ราวด็อฟ และไกลโฟเสต 48 นิยมใช้เป็นสารกำจัดวัชพืชก่อนทำการเพาะปลูกเป็นสารชนิดดูดซึม ออกฤทธิ์ช้า เพื่อควบคุมหญ้า กำจัดวัชพืชได้อย่างกว้างขวางและไม่เลือกชนิด (Non-selective)⁽¹⁻²⁾ ในปี 2558 หน่วยงาน International Agency for Research on Cancer (IARC) ระบุว่า สารไกลโฟเสตเป็นสารในกลุ่ม 2A เป็นกลุ่มที่อาจจะก่อให้เกิดมะเร็ง มีผลต่อสารพันธุกรรม⁽³⁾ พิษแบบเฉียบพลันของไกลโฟเสตได้แก่ ระคายเคืองทางผิวหนัง ผื่นคัน ผิวหนังไหม้ ปวดท้อง

ท้องเสีย คลื่นไส้ อาเจียน และทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานของไตลดลง⁽⁴⁾ ในประเทศไทยมีการนำเข้าสารไกลโฟเสตในปริมาณสูงที่สุดในกลุ่มสารกำจัดวัชพืช โดยมีการนำเข้าปริมาณ 59,872 ตัน ในปี พ.ศ. 2560⁽⁵⁾ และมีการพบผู้ป่วยที่มีสาเหตุจากยาฆ่าหญ้าและยามาเข็วราจำนวน 1,886 ราย เสียชีวิตจำนวน 442 ในช่วงเวลา 10 เดือนระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2560-เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2561⁽⁶⁾ การรับสัมผัสสารตัวอ่อนในเกษตรกรจะทำอันตรายต่อสารพันธุกรรมดีเอ็นเอ⁽⁷⁾ ผลการศึกษาในประเทศสหรัฐฯ ตรวจพบสารไกลโฟเสตในปัสสาวะเกษตรกรร้อยละ 60 คู่สมรสร้อยละ 4 และเด็กร้อยละ 12 ในวันที่ฉีดพ่นสารไกลโฟเสต⁽⁸⁾ การศึกษาที่มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจวิเคราะห์ระดับของสารไกลโฟเสตในปัสสาวะของเกษตรกรที่ฉีดพ่น ในช่วงหลังการฉีดพ่น และ

วันต่อมาหลังการฉีดพ่นในพื้นที่จังหวัดนครสวรรค์ เพื่อนำข้อมูลไปใช้ประกอบในการพิจารณาความถี่ในการใช้สารไกลโฟเสตในกลุ่มเกษตรกรต่อไป

วัสดุและวิธีการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงพรรณนาภาคตัดขวาง (descriptive cross-section study) โดยวิเคราะห์สารไกลโฟเสตในปัสสาวะของเกษตรกรที่ฉีดพ่นสารไกลโฟเสต มีรายละเอียดดังนี้

1. ประชากรและการเก็บข้อมูล

รูปแบบการศึกษา เป็นการศึกษาเชิงพรรณนาภาคตัดขวาง (cross-sectional study) ในเกษตรกรที่เป็นผู้ฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูพืช จำนวนจำนวนตัวอย่างโดยใช้สูตร

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

ได้จำนวนตัวอย่าง 46 คน มีเกณฑ์คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยเป็นเกษตรกรอายุตั้งแต่ 18 ปีขึ้นไป เคยใช้สารไกลโฟเสตในการเพาะปลูกอย่างน้อย 1 ปี และเป็นการฉีดพ่นสารไกลโฟเสตในครอบครัวของตนเอง ไม่ได้รับจ้างฉีดพ่น การศึกษานี้ได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์จากคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล (MUPH 2015-146) ทำการเก็บข้อมูลในเกษตรกรผู้ปลูกอ้อยที่มีการฉีดพ่นสารไกลโฟเสตซึ่งเป็นกลุ่มที่เฉพาะเจาะจงในตำบลเขาทอง อำเภอพยุหะคีรี จังหวัดนครสวรรค์ ใช้แบบสอบถามประกอบด้วยข้อมูลทั่วไปของเกษตรกร กิจกรรมการเกษตรและประวัติการใช้สารกำจัดศัตรูพืชและอาการที่พบเมื่อใช้สารไกลโฟเสตแบบสอบถามมาจากการศึกษาของ Kongtip P⁽⁹⁾ ทำการเก็บตัวอย่างโดยทีมวิจัยซึ่งอยู่ในพื้นที่ที่จะเป็นผู้สัมภาษณ์เกษตรกรที่ฉีดพ่นสารไกลโฟเสตจำนวน 49 คน และมีการนัดเกษตรกรล่วงหน้าเมื่อเกษตรกรวางแผนว่าจะฉีดพ่นสารไกลโฟเสต เกษตรกรจะติดต่อทีมวิจัยเพื่อช่วยกันวางแผนในการเก็บตัวอย่างโดยขอให้เกษตรกรเก็บตัวอย่างปัสสาวะในขวดพลาสติกขนาด 60 มิลลิลิตร ซึ่งผู้วิจัยจัดเตรียมไว้ โดยเก็บตัวอย่างปัสสาวะเป็น 3 ช่วงเวลา คือ เก็บตัวอย่างปัสสาวะครั้งแรกเมื่อตื่นนอนตอนเช้า

ในวันก่อนฉีดพ่นสาร โดยในวันฉีดพ่นสารไกลโฟเสต ทีมวิจัยจะไปสังเกตการฉีดพ่นด้วยและให้เกษตรกรผู้ฉีดพ่นเก็บตัวอย่างปัสสาวะครั้งที่ 2 หลังจากเกษตรกรฉีดพ่นสารไกลโฟเสตเสร็จแล้ว และเก็บปัสสาวะครั้งที่ 3 คือปัสสาวะแรกเมื่อตื่นนอนในวันถัดไป เกษตรกรจะนำตัวอย่างปัสสาวะมาส่ง และทีมวิจัยนำตัวอย่างไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส จนกระทั่งทำการวิเคราะห์ตัวอย่าง ผู้วิจัยได้ทำการส่งตัวอย่างปัสสาวะตรวจวัดค่า ครีเอตินีน (creatinine) ที่โรงพยาบาลเวชศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล

2. วิเคราะห์สารไกลโฟเสตในปัสสาวะ

2.1 สารเคมี :

Glyphosate [N-(phosphonomethyl) glycine: 95% pure, w/w], APPA (DL-2- Amino-3-phosphonopropionic acid), 9-FMOC-Cl (fluorenyl methyl chloroformate), boric acid, disodium tetraborate decahydrate, ammonium hydroxide, ammonium formate, acetonitrile, dichloromethane และ ultrapure water system (Central Laboratory, Faculty of Public Health, Mahidol University) สารเคมีที่ใช้ทั้งหมดเป็น HPLC grade, 0.1 M disodium tetraborate buffer solution (pH 9) เตรียมใน ultrapure water และ 0.2 M FMOC-Cl เตรียมใน acetonitrile

2.2 การสกัดและวิเคราะห์สารไกลโฟเสต

การสกัดสารไกลโฟเสตในงานวิจัยนี้ได้ประยุกต์จากงานวิจัยของ Bernal J⁽¹⁰⁾ ซึ่งผู้วิจัยพัฒนาเทคนิคการวิเคราะห์สารไกลโฟเสตในปัสสาวะ และทำการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการภาคชีวเคมีและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล โดยนำตัวอย่างปัสสาวะ 1 มิลลิลิตร ไปตกตะกอนโปรตีน 2 ครั้งด้วยอะซิโตนไนไตรล์ (Acetonitrile) 1 มิลลิลิตร และนำตัวอย่างปัสสาวะ มาระเหยลดปริมาตรโดยเครื่องระเหยสารโดยใช้ไนโตรเจนเป่า ให้เหลือปัสสาวะปริมาตรประมาณ 300 ไมโครลิตร เตรียมอนุพันธ์ของสารไกลโฟเสต โดยเติมสาร DL-2-Amino-3-phosphonopropionic acid (APPA) เป็น Internal standard 100 ไมโครลิตร (ความ

เข้มข้น 500 ng/mL) เติม borate buffer 100 ไมโครลิตร (0.1M, pH 9) และ FMOC-Cl (0.2 M) 100 ไมโครลิตร ทำปฏิกิริยาที่อุณหภูมิห้อง 1 ชั่วโมง หลังจากนั้นเติมไดคลอโรมีเทนเพื่อชะสาร FMOC-Cl ที่เหลืออยู่นำสารละลายอนุพันธ์ที่ได้มากรอง ด้วยชุดกรอง เมมเบรน (Syringe Filter) แล้วนำสารละลาย 20 ไมโครลิตร ไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวแบบสมรรถนะสูง (High Performance Liquid Chromatography: HPLC) ด้วยดีเทคเตอร์ฟลูออเรสเซนซ์ โดยสภาวะที่ใช้แยกสารไกลโฟเสต ใช้เฟสเคลื่อนที่ Acetonitrile: Ammonium formate buffer pH 8.5 อัตราส่วน 15:85 ใช้ gradient mode ดังนี้ (ก) 0–9 min (A–B, 85:15, v/v); (ข) 9–10 min (A–B, 80:20, v/v); (ค) 9–10 min (A–B, 50:50, v/v); (ง) 12–15 min (A–B, 95:5, v/v); และ (จ) 15–16 min (A–B, 85:15, v/v) และมีอัตราการไหล (flow rate) เท่ากับ 0.8 มิลลิเมตรต่อนาที ใช้คอลัมน์ชนิด Poroshell 120 EC- C18, 4 μ m (150 mm $\times$ 4.6 mm i.d.) และ Poroshell C18 security guard cartridge (4.6 mm $\times$ 5 mm i.d.) วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น (detection wavelengths) คือ 265 nm (excitation) และ 315 nm (emission) โดยใช้ Agilent serial 1260, fluorescence detector สำหรับกราฟมาตรฐาน ใช้สารมาตรฐานไกลโฟเสต โดยเตรียมสารมาตรฐานไกลโฟเสตในปัสสาวะ 6 ความเข้มข้น ได้แก่ 10, 25, 50, 100, 150 และ 200 นาโนกรัมต่อมิลลิเมตร การควบคุมคุณภาพโดยผลการทดสอบความเที่ยงตรงของวิธีการวิเคราะห์โดยวิเคราะห์ปัสสาวะที่ระดับไกลโฟเสต 25, 100 และ 150 นาโนกรัมต่อ

มิลลิเมตรจำนวน 3 ซ้ำ มีค่าร้อยละการกลับคืน (% recovery) ของสารไกลโฟเสต เฉลี่ยร้อยละ 91.96, 95.99 และ 95.60 ตามลำดับ โดยความเข้มข้นต่ำสุดของสารไกลโฟเสตที่ตรวจวัดได้เป็น 0.6 นาโนกรัมต่อมิลลิเมตร

2.3 สถิติที่ใช้การวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติเชิงพรรณนา (descriptive statistics) เพื่ออธิบายคุณลักษณะทั่วไปของประชากรที่ศึกษา ส่วนสถิติเชิงอนุมานเพื่อทดสอบสมมติฐาน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความแตกต่างระดับความเข้มข้นของไกลโฟเสตในปัสสาวะผู้ฉีดพ่นสารในวันก่อนฉีด วันฉีดพ่นสาร และวันถัดไปหลังจากฉีดพ่นสารเสร็จ ใช้สถิติ Repeated measure ANOVA ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาด้วยการวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้โปรแกรม SPSS version 18 Serial no. 5082368, ID no. 5071846) จากบริษัท SPSS (ประเทศไทย) Co., Ltd., ประเทศไทย

ผลการศึกษา

1. ข้อมูลทั่วไป

กลุ่มตัวอย่างเกษตรกร 49 คน เป็นผู้ที่ฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืชไกลโฟเสต และใช้เครื่องพ่นสารเคมีแบบเป่าสายหลัง (manual knapsack sprayer) เกษตรกรปลูกพืชหลายอย่าง ปลูกอ้อยมากที่สุด (ร้อยละ 100.0) รองลงมาคือข้าว (ร้อยละ 74.5) และถั่ว (ร้อยละ 47.1) ผู้ฉีดพ่นส่วนใหญ่เป็นเพศชาย (ร้อยละ 69.4) อายุเฉลี่ย 48 ปี (อายุระหว่าง 18–69 ปี) จบการศึกษาในระดับมัธยมมากที่สุด (ร้อยละ 59.2) และกลุ่มตัวอย่างมีอาชีพเสริม (ร้อยละ 61.2) ข้อมูลในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของเกษตรกรผู้ฉีดพ่นสารไกลโฟเสต (n = 49)

ลักษณะ	จำนวน (ร้อยละ)
เพศ	
ชาย	34 (69.4)
หญิง	15 (30.6)
อายุ (ปี)	
เฉลี่ย = 47.75, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 13.36, พิสัย = 18-69	
ระดับการศึกษา	
ประถมศึกษา	19 (38.8)
มัธยมศึกษา	29 (59.2)
ปริญญาตรีขึ้นไป	1 (2.0)
สถานภาพ	
โสด	7 (14.9)
แต่งงาน	38 (80.9)
หม้าย/หย่า/แยก	2 (4.2)
ระดับความเพียงพอในการใช้จ่าย	
เพียงพอและมีเงินเก็บ	5 (10.2)
เพียงพอแต่ไม่มีเงินเก็บ	22 (44.9)
ไม่เพียงพอและเป็นหนี้	22 (44.9)
ระยะเวลาการทำการเกษตร (ชม./สัปดาห์)	
ค่าเฉลี่ย = 26.5, ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 9.0	
อาชีพเสริม	
มี	30 (61.2)
ระยะเวลาในการทำอาชีพเสริม (ชม./สัปดาห์)	
ค่าเฉลี่ย = 19.2, ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 7.9	
ชนิดพืชที่ปลูก	
ข้าว	38 (74.5)
อ้อย	49 (100.0)
ถั่ว	24 (47.1)

2. ลักษณะการทำงาน

ผู้ฉีดพ่นสับบุหรี (ร้อยละ 67.3) และตีมสุรา (ร้อยละ 16.3) ผู้ฉีดพ่นอาศัยอยู่ใกล้พื้นที่มีการฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูพืช (ร้อยละ 98.0) โดยแหล่งน้ำที่ใช้บริโภคมากที่สุดคือ น้ำดื่มบรรจุขวด (ร้อยละ 19.6)

ผู้ฉีดพ่นใช้สารไกลโฟเสตเฉลี่ย 22.5 ปี ความถี่ที่ใช้ 4 ครั้ง ต่อเดือน (ร้อยละ 86.3) ระยะเวลาเฉลี่ยในการฉีดไกลโฟเสต 37.4 นาที และปริมาณที่ใช้ไกลโฟเสตแต่ละครั้งโดยเฉลี่ย 293.9 มิลลิลิตร ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ข้อมูลปัจจัยด้านการทำงานของผู้ที่ฉีดพ่นไกลโฟเสต (n = 49)

ลักษณะ	จำนวน (ร้อยละ)
สูบบุหรี่	33 (67.3)
ดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์	8 (16.3)
ที่พักอาศัยใกล้พื้นที่เกษตร	48 (98.0)
แหล่งน้ำดื่ม	
น้ำดื่มบรรจุขวด	10 (19.6)
ระยะเวลาที่ใช้ไกลโฟเสต (ปี)	
เฉลี่ย = 22.5, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 14.6, พิสัย = 4-49 ปี	
อุปกรณ์ฉีดพ่น	
เป่าสะพายหลัง	49 (100.0)
ระยะเวลาในการฉีดพ่น (นาที)	
เฉลี่ย = 37.4, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 20.8, พิสัย = 20-120 นาที	
พื้นที่ที่ฉีดพ่น (ไร่)	
เฉลี่ย = 2.2, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 1.47, พิสัย = 0.5-10 ไร่	
ปริมาณไกลโฟเสตที่ใช้ฉีดพ่นต่อครั้งก่อนผสมน้ำ (มิลลิลิตร)	
เฉลี่ย = 293.9, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 15.5, พิสัย = 100-1000 มล.	

ผู้ฉีดพ่นส่วนใหญ่สวมอุปกรณ์ป้องกันขณะฉีดพ่นสารไกลโฟเสต ดังนี้ กางเกงขายาว (ร้อยละ 94.1) เสื้อแขนยาว (ร้อยละ 94.1) ถุงมือยาง (ร้อยละ 62.7) หมวกปิดศีรษะและหน้า (ร้อยละ 62.7) รองเท้าบูท (ร้อยละ 54.9) และผ้าปิดจมูก (ร้อยละ 5.9) ผู้ฉีดพ่นส่วนใหญ่ยื่นเหนือลมขณะที่ใช้สารเคมี (ร้อยละ 84.3) อ่านฉลากก่อนการใช้ (ร้อยละ 58.8) ล้างมือทุกครั้งก่อนพักทานอาหารหรือดื่มน้ำ (ร้อยละ 54.9) เปลี่ยนเสื้อผ้าที่เปื้อนทันที (ร้อยละ 21.6) แยกเสื้อผ้าที่ปนเปื้อนสารเคมีกับเสื้อผ้าอื่น (ร้อยละ 19.6) ทำความสะอาดร่างกาย

หลังการฉีดพ่นทันที (ร้อยละ 19.6) และรับประทานอาหารหรือดื่มน้ำขณะฉีดพ่น (ร้อยละ 3.9) การสัมผัสสารเคมีในบริเวณต่างๆของร่างกายดังนี้ แขน/ มือ (ร้อยละ 94.1) หน้าอก/ ท้อง/ หลัง (ร้อยละ 92.2) และ ขา/ เท้า (ร้อยละ 74.5)

ข้อมูลอาการผิดปกติที่เกิดขึ้นขณะทำงาน หรือหลังใช้สารไกลโฟเสต มีดังนี้ เหนื่อยออก (ร้อยละ 98.0) เวียนศีรษะ (ร้อยละ 92.1) อ่อนเพลีย (ร้อยละ 79.4) ผิวหนังเป็นผื่นแดง (ร้อยละ 56.9) เป็นต้น (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 อาการผิดปกติขณะทำงาน หรือหลังใช้สารไกลโฟเสต (n = 49)

อาการผิดปกติ	จำนวน (ร้อยละ)
เวียนศีรษะ	47 (92.1)
เหนื่อยออก	48 (98.0)
อาการชา	3 (5.9)
อาเจียน	28 (54.9)
ตะคริว	3 (5.9)
เดินโซเซ	22 (43.1)
ปวดศีรษะ	28 (54.9)
ผิวหนังเป็นผื่นแดง	29 (56.9)
กล้ามเนื้อท้องเกร็ง	13 (25.5)
อ่อนเพลีย	40 (79.4)

3. ความเข้มข้นของสารไกลโฟเสตในปัสสาวะ

ความถี่ในการตรวจพบไกลโฟเสตในปัสสาวะผู้ฉีดพ่นร้อยละ 100.0 ในตัวอย่างปัสสาวะทั้ง 3 ช่วงเวลา คือปัสสาวะวันก่อนการฉีดพ่น ปัสสาวะหลังฉีดพ่นเสร็จ และปัสสาวะตอนเช้าในวันต่อมาหลังจากฉีดพ่น มีหน่วยเป็น $\mu\text{g/g creatinine}$ การปรับค่าความเข้มข้นของไกลโฟเสตในปัสสาวะจากหน่วย $\mu\text{g/L}$ เป็นหน่วย $\mu\text{g/g creatinine}$ เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบผล โดยคำนึงถึงการทำงานของไตในการขับถ่ายปัสสาวะด้วย

ค่าเฉลี่ยเรขาคณิต (Geometric Mean: GM) ที่ตรวจพบระหว่าง 3.1 ถึง $321.6 \mu\text{g/g creatinine}$ ค่าเฉลี่ยเรขาคณิต (GM) ของความเข้มข้นไกลโฟเสตต่ำที่สุดในปัสสาวะวันก่อนการฉีดพ่น ($22.8 \mu\text{g/g creatinine}$) จากนั้นเพิ่มขึ้นในตัวอย่างปัสสาวะเมื่อฉีดพ่นเสร็จ ($41.0 \mu\text{g/g creatinine}$) และพบสูงที่สุดในปัสสาวะของเช้าวันถัดไปหลังจากการฉีดพ่น ($49.5 \mu\text{g/g creatinine}$) ในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ระดับไกลโฟเสตในตัวอย่างปัสสาวะของเกษตรกรฉีดพ่น จำแนก 3 ช่วงเวลา

พารามิเตอร์	ระดับไกลโฟเสตก่อนฉีดพ่น ($\mu\text{g/g creatinine}$) (n = 49)	ระดับไกลโฟเสตหลังฉีดพ่น ($\mu\text{g/g creatinine}$) (n = 49)	ระดับไกลโฟเสตเช้าวันต่อมา ($\mu\text{g/g creatinine}$) (n = 49)
Mean (SD)	34.4 (31.8)	59.8 (48.8)	76.2 (76.5)
GM (GSD)	22.8 (2.6)	41.0 (2.6)	49.5 (2.6)
Min-Max	3.1-138.1	6.2-195.6	5.0-321.6

4. การเปรียบเทียบระดับความเข้มข้นไกลโฟเสตในปัสสาวะของเกษตรกรฉีดพ่น

ระดับไกลโฟเสตในปัสสาวะวันก่อนฉีดพ่นและวันหลังฉีดพ่นทันที มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และระดับไกลโฟเสตในปัสสาวะวันก่อนฉีดพ่นและในเช้าวันถัดไปหลังจากการฉีดพ่น มีความแตกต่างกัน

อย่างมีนัยสำคัญที่ $p < 0.001$ และ $p < 0.001$ ตามลำดับ และระดับไกลโฟเสตในปัสสาวะหลังฉีดพ่นและในเช้าวันถัดไปหลังจากการฉีดพ่น ไม่แตกต่างกันที่ $p = 0.194$ โดยใช้การทดสอบสถิติแบบ Repeated measure ANOVA แสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบระดับไกลโฟเสตในปัสสาวะของเกษตรกรผู้ฉีดพ่น (n = 49)

ตัวแปร	GM (GSD) ($\mu\text{g/g creatinine}$)	Repeated measure	p-value
(1) เช้าวันก่อนฉีดพ่น	22.81 (2.62)	(1) and (2)	<0.001
(2) วันฉีดพ่น	40.99 (2.56)	(2) and (3)	0.194
(3) เช้าวันถัดไปหลังจากการฉีดพ่น	49.49 (2.63)	(1) and (3)	<0.001

* ค่า p-values โดยใช้สถิติ Repeated measure ANOVA, $p < 0.05$

วิจารณ์

1. พฤติกรรมการทำงานของเกษตรกรผู้ฉีดพ่น

เกษตรกรฉีดพ่นสารไกลโฟเสตจำนวน 49 คน ในจังหวัดนครสวรรค์ มีการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลพื้นฐานได้แก่ กางเกงขายาวและเสื้อ

แขนยาว ร้อยละ 94.0 และส่วนใหญ่ยืนเหนือลมขณะฉีดพ่น แต่ถ้าลมมีการเปลี่ยนทิศทางก็จะมีโอกาสรับสัมผัสไกลโฟเสตได้ เกษตรกรมีพฤติกรรมขณะที่ฉีดพ่นไกลโฟเสตไม่เหมาะสมหลายอย่างเช่น เกษตรกรผู้ฉีดพ่นเกือบครึ่งที่ไม่ได้ล้างมือก่อนที่จะรับประทานอาหาร

และน้ำ ทำให้สารไกลโฟเสตปนเปื้อนที่มีอยู่แล้วหยิบจับอาหาร และเข้าสู่ร่างกาย และพบว่าเกษตรกรเปลี่ยนเสื้อผ้า ที่เปื้อนทันทีที่แค่ร้อยละ 21.6 ทำให้สารไกลโฟเสตที่ปนเปื้อนติดตามเสื้อผ้าสามารถถูกดูดซึมเข้าร่างกายได้ การแยกซักเสื้อผ้าที่ปนเปื้อนสารเคมีกับเสื้อผ้าอื่น ร้อยละ 19.6 ทำให้มีโอกาสปนเปื้อนเสื้อผ้าอื่นด้วย เมื่อสอบถามเรื่องการสัมผัสสารเคมีในบริเวณต่างๆ ของร่างกายพบว่าส่วนของแขน/มือ (ร้อยละ 94.1) หน้าอก/ท้อง/หลัง (ร้อยละ 92.2) และ ขา/เท้า (ร้อยละ 74.5) จะเห็นได้ว่าร่างกายของเกษตรกรส่วนใหญ่จะได้รับสัมผัสสารไกลโฟเสตทางผิวหนังในส่วนแขน ลำตัว และขา สารเคมีสามารถซึมเข้าร่างกายทางผิวหนังได้ เกษตรกรร้อยละ 62.7 สวมถุงมือยางขณะฉีดพ่น มีการรายงานว่า การสัมผัสสารไกลโฟเสตทางผิวหนังทำให้ผิวหนังอักเสบ และสามารถลดการอักเสบที่ผิวหนังโดยการล้างตัวด้วยน้ำและสบู่และเปลี่ยนเสื้อผ้าที่ปนเปื้อนออกทันที⁽¹¹⁾

2. อาการของเกษตรกรหลังฉีดพ่น

เกษตรกรฉีดพ่นมีอาการผิดปกติหลายอย่าง ได้แก่ อาเจียนร้อยละ 54.9 ผิวหนังเป็นผื่นแดงร้อยละ 56.9 เหนื่อยร้อยละ 43.1 อาการเหล่านี้ไม่จำเพาะกับไกลโฟเสต เป็นอาการที่คล้ายกับการได้รับสารเคมีกำจัดศัตรูพืชชนิดอื่นๆ จะเห็นได้ว่าเกษตรกรได้รับพิษแบบเฉียบพลันเมื่อฉีดพ่นเสร็จ อาการเหล่านี้เป็นข้อบ่งชี้เบื้องต้นว่าเกษตรกรฉีดพ่นได้รับสารไกลโฟเสตเข้าร่างกายจนเกิดอาการผิดปกติ ซึ่งการปนเปื้อนอาจเกิดจากการได้รับไกลโฟเสตเข้าร่างกายทางผิวหนังในส่วนมือ แขน หน้าอก หลัง และขาตามที่เกษตรกรฉีดพ่นรายงานไว้ และการปนเปื้อนจากการรับประทานอาหาร การได้รับทางหายใจเกิดขึ้นน้อยมาก⁽¹¹⁾

3. การเปรียบเทียบปริมาณสารไกลโฟเสตในปัสสาวะกับการศึกษาอื่น

เนื่องจากการศึกษาของต่างประเทศใช้ความเข้มข้นไกลโฟเสตในปัสสาวะเป็น $\mu\text{g/L}$ ผลการเปรียบเทียบระดับสารไกลโฟเสตในปัสสาวะกับการศึกษาอื่น จึงใช้หน่วยเดียวกันทั้งหมด สารไกลโฟเสตที่ตรวจพบ

ในผู้ฉีดพ่น โดยทำการเก็บตัวอย่าง 3 ช่วงเวลา ได้แก่ วันก่อนการฉีดพ่น หลังการฉีดพ่น และวันถัดไปหลังการฉีดพ่น โดยผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า ตัวอย่างปัสสาวะเกษตรกรที่ฉีดพ่นสารในวันฉีดพ่นและวันถัดไปหลังจากฉีดพ่นมีการรับสัมผัสสูงกว่าตัวอย่างปัสสาวะในวันก่อนฉีดพ่น ปริมาณสารไกลโฟเสตในปัสสาวะของผู้ฉีดพ่นมีค่าระหว่าง 5 ถึง $251.2 \mu\text{g/L}$ เนื่องจากระดับของไกลโฟเสตในปัสสาวะไม่มีค่ามาตรฐานของ Occupational Health setting จึงทำการเปรียบเทียบกับการศึกษาอื่นๆ ได้แก่ ระดับไกลโฟเสตในเกษตรกรทางภาคเหนือของประเทศไทยที่ไม่ได้อยู่ในช่วงฉีดพ่น ($3.02-12.3 \mu\text{g/L}$)⁽¹²⁾ จะพบว่ามีระดับต่ำกว่าระดับก่อนการฉีดพ่นในการศึกษานี้ ($22.4 \mu\text{g/L}$) เกษตรกรที่ประเทศไอซ์แลนด์ในช่วงฉีดพ่น ($0.4-0.66 \mu\text{g/L}$)⁽¹³⁾ และ ($0.7-1.2 \mu\text{g/L}$)⁽¹⁴⁾ และเกษตรกรในประเทศสหรัฐอเมริกาในช่วงฉีดพ่น⁽⁸⁾ ($1.1-233 \mu\text{g/L}$) (ตารางที่ 6) พบว่าการศึกษานี้ให้ผลสูงกว่าการศึกษาอื่นๆ โดยสัดส่วนจำนวนตัวอย่างที่ตรวจพบสารไกลโฟเสตในงานวิจัยนี้ (ร้อยละ 100.0) สูงกว่าผลการศึกษาในเกษตรกรผู้ฉีดพ่นประเทศสหรัฐอเมริกา (ร้อยละ 60.0)⁽⁸⁾ ในผู้ฉีดพ่นในภาคเหนือของประเทศไทย (ร้อยละ 44.8)⁽¹²⁾ เกษตรกรในประเทศไอซ์แลนด์ (ร้อยละ 55.0)⁽¹³⁾ และร้อยละ 82.0)⁽¹⁴⁾ อาจเป็นเพราะว่า

1. อุปกรณ์ฉีด ผู้ฉีดพ่นใช้เป้สะพายหลังที่ใช้แบตเตอรี่หรือใช้ปรับอัตราการฉีดด้วยมือ บางครั้งถ้าอุปกรณ์ฉีดพ่นเป็นอุปกรณ์เก่า ฝาปิดไม่สนิทอาจมีสารเคมีกระเด็นปนเปื้อนในส่วนหลังได้ การฉีดพ่นลงไปที่ดินซึ่งอยู่ต่ำทำให้สารเคมีปนเปื้อนที่ช่วงขา ทำให้สารเคมีซึมผ่านเข้าสู่ร่างกายทางผิวหนัง

2. ระยะเวลาการสัมผัส ผู้ฉีดพ่นใช้เวลาตั้งแต่ 20 นาที ถึง 2 ชั่วโมง

3. พฤติกรรมการทำงาน ผู้ฉีดพ่นเกือบครึ่งที่ไม่ได้ล้างมือก่อนที่จะรับประทานอาหารและน้ำ ทำให้สารไกลโฟเสตปนเปื้อนที่มีอยู่แล้วหยิบจับอาหาร และเข้าสู่ร่างกาย และพบว่าเกษตรกรเปลี่ยนเสื้อผ้าที่เปื้อนทันทีที่แค่ร้อยละ 21.6 ทำให้สารไกลโฟเสตที่ปนเปื้อนติดตามเสื้อผ้าสามารถถูกดูดซึมเข้าร่างกายได้

เกษตรกรไทยจะทำงานอยู่ในไร่ทั้งวัน ทำให้มีโอกาสสัมผัสกับสารไกลโฟเสตที่ตกค้างอยู่ที่ต้นพืชและในดิน สารไกลโฟเสตมีการขับถ่ายออกจากร่างกายได้รวดเร็ว มีค่าครึ่งชีวิตเป็น 5.30-10 ชั่วโมง⁽¹⁵⁾ ส่วนเกษตรกรของต่างประเทศจะฉีดพ่นด้วยอุปกรณ์หลายชนิดได้แก่ เป่าพวยหลัง ปั่นอัดความดัน และ control droplet

applicator⁽¹⁴⁾ หรือวิธีอื่นๆ โดยเกษตรกรในต่างประเทศมีใบรับรองในการฉีดพ่นสารปราบศัตรูพืช นอกจากนี้วิธีวิเคราะห์สารไกลโฟเสตใช้วิธีวิเคราะห์ที่แตกต่างกัน เกษตรกรที่ฉีดพ่นในการศึกษานี้มีโอกาสได้รับสัมผัสสารไกลโฟเสตสะสมในร่างกายมากเกินไป อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพในระยะยาวได้

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบปริมาณสารไกลโฟเสตในปัสสาวะของเกษตรกรกลุ่มตัวอย่าง

พื้นที่ศึกษา	กลุ่มตัวอย่าง	จำนวน ตัวอย่าง	ความเข้มข้นสารไกลโฟเสต (µg/L)		
			ค่าเฉลี่ย (GM)*		ค่าสูงสุด
ประเทศไทย (การศึกษานี้)	เกษตรกรที่ฉีดพ่น	49	วันก่อนฉีด	(22.4)	251.2
			วันฉีดพ่น	(47.1)	
			วันถัดไป	(47.9)	
ประเทศไทย ⁽¹²⁾	เกษตรกร	297	ค่าเฉลี่ย	(3.02-12.3)	-
ไอซ์แลนด์ ⁽¹³⁾	เกษตรกร/ก่อนฉีดและ หลังฉีด	18	ก่อนฉีดพ่น	(0.4)	10.7
			หลังฉีดพ่น	(0.7)	
ไอซ์แลนด์ ⁽¹⁴⁾	เกษตรกร/วันก่อนฉีด, วันฉีด และวันถัดไป หลังฉีด	20	ก่อนฉีดพ่น	(0.7)	10.7
			หลังฉีดพ่น	(1.2)	
			วันถัดไป	(0.8)	
สหรัฐอเมริกา ⁽⁸⁾	ครอบครัวเกษตรกร อาศัยในพื้นที่เกษตร	175	วันก่อนฉีด	(NC)	233.0
			วันฉีดพ่น	(3.2)	
			หลังฉีด	(1.7)	
สหรัฐอเมริกา ⁽¹⁶⁾	ครอบครัวเกษตรกร และครอบครัวอาชีพ อื่นๆ	212	ค่าเฉลี่ย	(2.0)	18.0

*GM = ค่าเฉลี่ยเรขาคณิต (geometric mean), NC = not calculated

4. การเปรียบเทียบความเข้มข้นของไกลโฟเสตในปัสสาวะในแต่ละช่วงเวลา

การศึกษานี้พบว่าตัวอย่างปัสสาวะหลังการฉีดพ่นและในวันถัดไปหลังจากการฉีดพ่นจะสูงกว่าปัสสาวะในวันก่อนการฉีดพ่นอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งใกล้เคียงกับการศึกษาในไอซ์แลนด์⁽¹³⁾ โดยค่าเฉลี่ยระดับไกลโฟเสตในตัวอย่างปัสสาวะก่อนฉีดพ่น (0.4 µg/L) และหลังฉีดพ่น (0.7 µg/L) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งได้ผลทำนองเดียวกันกับการศึกษาในเกษตรกรในไอซ์แลนด์⁽¹⁴⁾ โดยพบว่า ไกลโฟเสตในปัสสาวะก่อนการฉีดพ่น

(0.7 µg/L) และหลังการฉีดพ่น (1.2 µg/L) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ตัวอย่างก่อนการฉีดพ่นและวันถัดไปหลังจากฉีดพ่น 0.8 µg/L ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ⁽¹⁴⁾ ข้อจำกัดในการศึกษานี้คือ ผู้ศึกษาไม่ได้ควบคุมเกษตรกรในเรื่อง การสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล พฤติกรรมการฉีดพ่นหรือการผสมสารไกลโฟเสตกับสารอื่น สัตส่วนหรือปริมาณไกลโฟเสตที่ใช้ อุปกรณ์การฉีดพ่น เกษตรกรปฏิบัติตามที่เกษตรกรเคยทำ ผู้ศึกษาสังเกตการฉีดพ่นและเก็บข้อมูลการสัมภาษณ์และเก็บตัวอย่างปัสสาวะตามช่วงเวลาที่กำหนด

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาครั้งนี้ เสนอแนะให้หน่วยงานที่รับผิดชอบในพื้นที่ที่ตรวจติดตามการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชอย่างต่อเนื่อง โดยมีความร่วมมือกับโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลในพื้นที่ และมีการควบคุมการใช้สารไกลโฟเสตโดยแจ้งผลการตรวจวัดระดับความเข้มข้นของไกลโฟเสตในปัสสาวะ และให้คำแนะนำกับเกษตรกรไม่ให้มีการใช้ปริมาณไกลโฟเสตที่เกินมาตรฐานกำหนด การกำจัดวัชพืชตามวิธีแบบโบราณสามารถทำได้โดยการถอนสำหรับต้นเล็ก ๆ โดยทำให้ดินเปียกก่อนจะถอนได้ง่าย การขุดโดยใช้มีด จอบ และเสียม การใช้เครื่องมือทุ่นแรงในการเกษตร เช่น การใช้รถแทรกเตอร์ไถหรือพรวนดิน ก่อนลงมือปลูกพืช การใช้น้ำซังให้ท่วมแปลงเป็นวิธีการกำจัดวัชพืชอีกวิธีหนึ่ง ซึ่งเป็นการปรับมาใช้วิธีปลูกพืชแบบเกษตรปลอดภัยสารพิษ ที่มีเจ้าหน้าที่แนะนำทางเลือกและการป้องกันตนเองจากการใช้สารเคมี เพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการทำงานแก่เกษตรกร นอกจากนี้ยังมีการจำกัดการใช้ไกลโฟเสตตามที่กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้มีประกาศเกี่ยวกับข้อบังคับในการใช้ ซึ่งเกษตรกรต้องขอขึ้นทะเบียนเป็นผู้ปลูกพืชที่อนุญาตให้ใช้ไกลโฟเสต ได้แก่ อ้อย ยางพารา ปาล์ม ข้าวโพด มันสำปะหลัง และไม้ผล เมื่อได้รับการลงทะเบียนเป็นเกษตรกรผู้ปลูกพืชแล้ว เกษตรกรต้องเข้ารับการอบรม และเข้ารับการทดสอบจึงจะสามารถใช้สารไกลโฟเสตได้ และควรมีข้อกำหนดในเรื่องการสวมใส่เสื้อแขนยาว กางเกงขายาว สวมใส่หน้ากากชนิดต่าง ๆ เพื่อป้องกันสารเคมี สวมถุงมือและรองเท้านิรภัย และปฏิบัติตามขั้นตอนฉีดพ่นได้แก่ ต้องยืนเหนือลม ควรล้างมือก่อนการรับประทานอาหาร สูดบุหรี่และดื่มเครื่องดื่ม เมื่อมีสารเคมีปนเปื้อนเสื้อผ้าและร่างกายควรเปลี่ยนเสื้อผ้า และชะล้างร่างกายโดยทันที อาบน้ำและเปลี่ยนเสื้อผ้าเมื่อฉีดพ่นเสร็จ และควรมีการตรวจติดตามการรับสัมผัสสารไกลโฟเสตในเกษตรกรที่มีการฉีดพ่น ถ้าพบว่าอยู่ในระดับที่มีอันตราย ควรมีการควบคุมการใช้อย่างเข้มงวด

สรุป

ผลการวิเคราะห์สารไกลโฟเสตในปัสสาวะจำนวน 49 ตัวอย่าง ของเกษตรกรที่ฉีดพ่นสารในพื้นที่จังหวัดนครสวรรค์ ตรวจพบสารไกลโฟเสตในปัสสาวะทุกตัวอย่าง (ร้อยละ 100.0) มีค่าระหว่าง 3.1–321 µg/g ครีเอตินีน หรือ 5–251.2 µg/L โดยก่อนการฉีดพ่น (22.4 µg/L) วันฉีดพ่น (47.1 µg/L) และวันถัดไป (47.9 µg/L) ผลการวิเคราะห์พบว่าปริมาณเฉลี่ยของระดับไกลโฟเสตในปัสสาวะในวันที่ฉีดพ่นและวันถัดไปหลังการฉีดพ่นสูงกว่าวันก่อนการฉีดพ่น โดยในวันที่มีการฉีดพ่นนั้นเกษตรกรได้รับสารไกลโฟเสตสะสมในร่างกายมากกว่าวันที่ไม่มีการฉีดพ่น งานวิจัยนี้ตรวจพบสารไกลโฟเสตในปัสสาวะทุกตัวอย่าง ดังนั้นหากมีการได้รับสารไกลโฟเสตอย่างต่อเนื่อง จะทำให้สารไกลโฟเสตสะสมในร่างกายได้ในระยะยาว และอาจก่อให้เกิดโรคหรืออันตรายต่อสุขภาพได้ จึงควรมีการควบคุมการใช้สารไกลโฟเสตที่มีประสิทธิภาพเพื่อลดโอกาสที่ผู้ฉีดพ่นจะได้รับสารไกลโฟเสตตกค้างในร่างกาย และควรมีการให้ความรู้ต่อเกษตรกรผู้ฉีดพ่นว่า ไกลโฟเสตเป็นสารกำจัดวัชพืชที่มีอันตราย ควรมีการใช้สารไกลโฟเสตให้น้อยที่สุด เพื่อความปลอดภัยของผู้ฉีดพ่นและสมาชิกในครอบครัว

กิตติกรรมประกาศ

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

เอกสารอ้างอิง

1. Tarazona JV, Court-Marques D, Tiramani M, Reich H, Pfeil R, Istace F, et al. Glyphosate toxicity and carcinogenicity: a review of the scientific basis of the European Union assessment and its differences with IARC. *Arch Toxicol*. 2017;91(8):2723-43.
2. Benbrook CM. Trends in glyphosate herbicide use in the United States and globally. *Environ Sci Eur*. 2016;28(1):3.
3. World Health Organization. IARC Monographs volume 112: evaluation of five organophosphate insecticides and herbicides. Geneva: World Health Organization; 2015.
4. Bradberry SM, Proudfoot AT, Vale JA. Glyphosate poisoning. *Toxicol Rev*. 2004;23(3):159-67.
5. Thai-PAN (Thailand Pesticide Alert Network). Summary of hazardous pesticides in year 2017 [Internet]. 2018 [cited 2020 May 6]. 33 p. Available from: https://www.thaipan.org/wp-content/uploads/2018/10/pesticide_doc54.pdf
6. National Health Security Office. NHSO support the banning of the three pesticides. [Internet]. 2015 [cited 2020 May 6]. 1 p. Available from: <https://www.nhso.go.th/FrontEnd/NewsInformationDetail.aspx?newsid=MjM5OQ==>
7. Koller VJ, Furrhacker M, Nersesyan A, Misik M, Eisenbauer M, Knasmueller S. Cytotoxic and DNA-damaging properties of glyphosate and Roundup in human-derived buccal epithelial cells. *Arch Toxicol*. 2012;86(5):805-13.
8. Acquavella JF, Alexander BH, Mandel JS, Gustin C, Baker B, Chapman P, et al. Glyphosate biomonitoring for farmers and their families: results from the Farm Family Exposure Study. *Environ Health Perspect*. 2004;112(3):321-6.
9. Kongtip P, Nangkongnab N, Mahaboonpeeti R, Bootsikeaw S, Batsungnoen K, Hanchenlaksh C, et al. Differences among Thai agricultural worker health, working conditions and pesticide use by farm type. *Ann Work Expo Health*. 2018;62(2):167-81.
10. Bernal J, Bernal JL, Martin MT, Nozal MJ, Anadon A, Martínez-Larrañaga MR, et al. Development and validation of a liquid chromatography-fluorescence-mass spectrometry method to measure glyphosate and aminomethylphosphonic acid in rat plasma. *Journal of Chromatography B*. 2010;878(31):3290-6.
11. Polyiem W, Hongsibsong S, Chantara S, Kerdnoi T, Patarasiri V, Prapamonto T, et al. Determination and assessment of glyphosate exposure among farmers from northern part of Thailand. *Journal of Pharmacology and Toxicology*. 2017;12(2):97-102.
12. Connolly A, Jones K, Galea KS, Basinas I, Kenny L, McGowan P, et al. Exposure assessment using human biomonitoring for glyphosate and fluroxypyr users in amenity horticulture. *Int J Hyg Environ Health*. 2017;220(6):1064-73.
13. Connolly A, Basinas I, Jones K, Galea K, Kenny L, McGowan P, et al. Characterising glyphosate exposures among amenity horticulturists using multiple spot urine samples. *Int J Hyg Environ Health*. 2018;221(17):1012-22.

14. Connolly A, Jones K, Basinas I, Galea KS, Kenny L, McGowan P, et al. Exploring the half-life of glyphosate in human urine samples. *Int J Hyg Environ Health*. 2019;222(2):205-10.
15. Curwin BD, Hein MJ, Sanderson WT, Striley C, Heederik D, Kromhout H, et al. Urinary pesticide concentrations among children, mothers and fathers living in farm and non-farm households in Iowa. *Ann Occup Hyg*. 2007;51(1):53-65.