

ปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชโพฟิโนฟอสที่ตกค้างในพริกจากตำบลหัวเรือ จังหวัด อุบลราชธานี และความเสี่ยงจากการบริโภค

Profenofos Pesticide Residue in Chili from Huaruea District, Ubonratchathani and Consumption Risk

สุมนา ราษฎร์ภักดี^{1,2} วิเชียร ศรีหนาม³ วัฒนสิทธิ์ ศิริวงศ์⁴

¹คณะวิศวกรรมศาสตร์ และ ศูนย์วิจัยด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมและสารอันตราย มหาวิทยาลัยขอนแก่น
อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40002

²ศูนย์ความเป็นเลิศด้านการจัดการสารอันตราย เครือข่ายมหาวิทยาลัยขอนแก่น ปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

³คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อ.วารินชำราบ จ.อุบลราชธานี 34190

⁴วิทยาลัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

Sumana Ratpukdi^{1,2} Wichien Srihanaj³ Wattasit Siri Wong⁴

¹Faculty of Engineering and Research Center of Environmental and Hazardous Substance Management,
Khon Kaen University, Muang, Khon Kaen 40002

²Center of Excellence for Hazardous Substance Management, Pathumwan, Bangkok 13330

³Faculty of Engineering, Ubonratchathani University, Warinchamrap, Ubonratchathani 34190

⁴College of Public Health Sciences, Chulalongkorn University, Pathumwan, Bangkok 13330

Tel : 0-4320-2571 E-mail: sumana.r@kku.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชโพฟิโนฟอสในพริกและการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการบริโภคพริกที่ปนเปื้อนสารดังกล่าว โดยพื้นที่ปลูกพริกที่ศึกษาอยู่ในเขตตำบลหัวเรือ อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี การสำรวจพฤติกรรมการบริโภคครอบคลุมกลุ่มประชากรตัวอย่างทั้งในและนอกพื้นที่เพาะปลูกพริก จำนวนทั้งหมด 200 คน วิธีการศึกษาพฤติกรรมการบริโภคเป็นการสัมภาษณ์โดยตรง ส่วนปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างในพริกวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี-เอฟพีดี ผลการวิเคราะห์สารตกค้างในพริกหลังฉีดพ่น 0-14 วัน ตรวจพบสารเฉลี่ย 1.03-5.86 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมค่าคงที่อัตราการย่อยสลายของสารโพฟิโนฟอสในธรรมชาติ เท่ากับ 0.12 ต่อวัน ปริมาณการรับสัมผัสสารโพฟิโนฟอสจากการบริโภคพริกเฉลี่ย คือ 1.08×10^{-4} ถึง 6.17×10^{-4} มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมต่อวัน จากพฤติกรรมบริโภคและการรับสัมผัสสารสามารถระบุความเสี่ยงโดยอาศัยค่า

ดัชนีบ่งชี้อันตราย (Hazard Quotient, HQ) แบบไม่ใช้สารก่อมะเร็งพบว่าค่าดัชนีบ่งชี้อันตรายสารโพฟิโนฟอสค่าสูงกว่าค่าที่ยอมรับได้ ($HQ > 1$)

คำหลัก การย่อยสลายสารกำจัดศัตรูพืช การประเมินความเสี่ยง สารกำจัดศัตรูพืชโพฟิโนฟอส

Abstract

This research was to determine profenofos pesticide residue in chili and health risk assessment from chili consumption. Study area was Hua Rua sub-district, Muang district, Ubon Ratchathani. Dietary survey of 200 local and outside people was conducted. The dietary survey was completed by face-to-face interview. For determination of pesticide residue in chili, GC-FPD was used. The result showed that after pesticide spraying for 0-14 days, average concentration of profenofos was 1.03-5.86 milligram per kilogram. Coefficient of profenofos

degradation rate was 0.12 per day. Average daily dose of profenofos was 1.08×10^{-4} to 6.17×10^{-4} milligram per kilogram per day. From the dietary and average daily dose information, non-carcinogenic risk was evaluated based on hazard quotient ratio (HQ). The result showed that HQ for profenofos was over the acceptable risk level (HQ > 1).

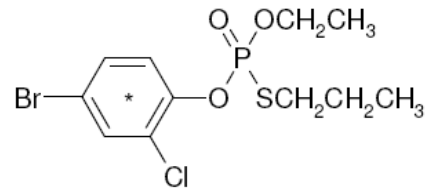
Keywords: pesticide degradation, risk assessment, profenofos pesticide

1. บทนำ

พริก (*capsicum frutescens*) เป็นพืชที่ใช้เป็นส่วนประกอบของอาหารหลากหลายชนิดส่งผลให้มีการปลูกพริกอย่างแพร่หลายทั่วทุกภาคของประเทศไทยและประเทศอื่น ๆ การเพาะปลูกพริกมีอุปสรรคที่สำคัญ คือ โรคและแมลงศัตรูพริก ในทางปฏิบัติเกษตรกรใช้สารเคมีหลายชนิดในปริมาณสูงเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวเป็นเหตุให้เกิดสารพิษตกค้างในผลพริกปริมาณสูงตามมา [1]

จากการสำรวจเบื้องต้นในพื้นที่เพาะปลูกพริกตำบลหัวเรือ อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี ซึ่งเป็นแหล่งปลูกพริกที่ใหญ่และสำคัญที่สุดแห่งหนึ่งของประเทศไทยพบว่าสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์แกนโนฟอสฟอรัสเป็นสารที่ใช้มากที่สุด โดยสารที่มีการใช้เป็นจำนวนมากที่สุดชนิดหนึ่ง คือ สารกำจัดศัตรูพืชโปรฟีนอโฟส (profenofos ชื่อทางเคมี คือ O-(4-bromo-2-chlorophenyl) O-ethyl S-propyl phosphorothioate) (รูปที่ 1) [2] สารดังกล่าวนอกจากมีฤทธิ์กำจัดแมลงแล้วยังเป็นพิษทั้งต่อมนุษย์และสัตว์ [3] งานวิจัยในอดีตพบว่าสารโปรฟีนอโฟสมีผลกระทบต่อกระบวนการเปลี่ยนแปลงกระบวนการเมตาบอลิซึมในสิ่งมีชีวิต [4-5] โดยสารดังกล่าวมีฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์อะซิติลโคลีนเอสเตอเรสซึ่งเป็นเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาท [6] ส่งผลให้เกิดปัญหาต่อระบบประสาทได้ทั้งในมนุษย์และสัตว์ ดังนั้นหากได้รับสารโปรฟีนอโฟสที่ตกค้างในผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรในปริมาณมากอาจส่งผลต่อสุขภาพได้ในที่สุด จากการสำรวจภาคสนามในเบื้องต้นพบว่าโดยทั่วไปเกษตรกรได้รับคำแนะนำจากหน่วยงานทางด้านเกษตรให้เก็บเกี่ยวผลผลิตซึ่งหมายรวมถึงพริกภายหลังฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูพืชเป็นเวลา 7 วัน แต่ในทางปฏิบัติเกษตรกรอาจเก็บเกี่ยวผลผลิตอยู่ระหว่าง 3

ถึง 7 วัน ภายหลังฉีดพ่นสารด้วยเหตุผลด้านราคา ผลผลิตที่ต้องเร่งเก็บผลผลิตในช่วงราคาผลผลิตดี ดังนั้นปริมาณสารตกค้างจึงยังคงมีอยู่ในปริมาณมาก



รูปที่ 1 ลักษณะโครงสร้างของสารโปรฟีนอโฟส

ในปัจจุบันยังไม่มีการศึกษาการตกค้างของสารดังกล่าวในพริกและความเสี่ยงจากการบริโภคพริกในระยะเวลาเก็บเกี่ยวต่างๆ จากเหตุผลข้างต้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นศึกษาการตกค้างของสารโปรฟีนอโฟสในพริกในช่วงเวลาเก็บเกี่ยวที่ต่างกัน นอกจากนี้การศึกษายังครอบคลุมการประเมินการรับสัมผัสสารตกค้างและความเสี่ยงจากการบริโภคพริกสดที่ปนเปื้อนสารดังกล่าวด้วย

2. วิธีการวิจัย

2.1 พื้นที่ศึกษา

การศึกษานี้เป็นการเก็บข้อมูลทั้งจากการทำแบบสอบถามและการสุ่มตรวจวัดปริมาณสารเคมีกำจัดศัตรูพืชโปรฟีนอโฟสที่ตกค้างในพริก การเก็บแบบสอบถามพฤติกรรมการใช้สารจากประชากรตัวอย่างจำนวน 200 ตัวอย่าง ประกอบด้วย กลุ่มประชากรตัวอย่างทั้งในพื้นที่ปลูกพริกเขตตำบลหัวเรือ อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี และ กลุ่มประชากรกลุ่มตัวอย่างในพื้นที่อื่น ๆ นอกเหนือจากพื้นที่ปลูกพริก

ส่วนตัวอย่างพริกเก็บตัวอย่างจากแปลงปลูกพริกกระจายในเขตตำบลหัวเรือ อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานีจำนวน 5 แปลง ระยะเวลาในการดำเนินการเก็บตัวอย่างอยู่ในช่วงเดือนตุลาคม 2553 ถึงเดือนเมษายน 2554

2.2 การเก็บตัวอย่างพริกและวิธีการวิเคราะห์สารกำจัดศัตรูพืชโปรฟีนอโฟส

การเก็บตัวอย่างพริกเพื่อวิเคราะห์สารโปรฟีนอโฟสที่ตกค้างดำเนินการเก็บตัวอย่างภายหลังฉีดพ่นในวันที่ 0 (วันแรก) 1 4 7 และ 14 เพื่อหาศึกษาปริมาณสารตกค้างและช่วงเวลาที่เหมาะสมในการเก็บผลผลิตพริก

สำหรับวิธีการวิเคราะห์ปริมาณสารโพธิ์โนฟอสใช้วิธีการสกัด QuEChERS และวิเคราะห์ด้วยเครื่องวิเคราะห์เครื่องแก๊สโครมาโตกราฟ-แฟรมโฟโตเมตริก (gas chromatography with flame photometric detector, GC-FPD) (6890N, agilent, ประเทศสหรัฐอเมริกา)

วิธีการสกัดเป็นไปตามวิธีการจากบริษัทผู้ผลิตชุดสกัด (QuEChERSD-SPE, agilent, ประเทศสหรัฐอเมริกา) วิธีการสกัดเริ่มต้นจากซังพริก 10 กรัม เติมน้ำในสารละลายอะซิโตนในไตรคลอโรเอทิลอีเธอร์ 0.1 ปริมาณ 10 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันเป็นเวลา 1 นาที จากนั้นเติมน้ำโซเดียมคลอไรด์ 1 กรัม และสารแมกนีเซียมซัลเฟต 4 กรัม เขย่าให้เข้ากันเป็นระยะเวลา 1 นาที แล้วนำส่วนผสมนี้ไปปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็ว 5,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที เก็บตัวอย่างสารละลายที่ผ่านการสกัด 1,325 ไมโครลิตร เติมน้ำในหลอด QuEChERSD-SPE เขย่าให้เข้ากันเป็นเวลา 1 นาที จากนั้นปั่นเหวี่ยงหลอดที่ความเร็ว 13,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 3 นาที แล้วจึงเก็บตัวอย่าง 825 ไมโครลิตร และนำไปประเหยด้วยแก๊สไนโตรเจนจนเหลือ 600 ไมโครลิตร จากนั้นนำสารสกัดไปวิเคราะห์หาสารตกค้างต่อไป

การวิเคราะห์ปริมาณสารโพธิ์โนฟอสใช้เครื่องวิเคราะห์จีซีเอฟพีดีที่มีคอลัมน์ชนิด DB-1701 (ยาว 30 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.25 มิลลิเมตร และความหนาแผ่นฟิล์ม 0.25 ไมโครเมตร) แก๊สนำพาที่ใช้ คือ แก๊สฮีเลียมด้วยอัตราการไหล เท่ากับ 0.75 มิลลิลิตรต่อนาที สภาวะที่วิเคราะห์ คือ ระบบฉีดตัวอย่างแบบสปลิตเลส (splitless mode) ค่าอุณหภูมิในระบบฉีดตัวอย่าง เท่ากับ 220 องศาเซลเซียส ปริมาตรตัวอย่างที่ฉีด คือ 1 ไมโครลิตร การตั้งค่าอุณหภูมิเตาอบเริ่มต้นที่ 80 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 นาที แล้วปรับอุณหภูมิเพิ่มขึ้นด้วยอัตราเร็ว 12 องศาเซลเซียสต่อนาที เป็นอุณหภูมิ 195 องศาเซลเซียส จากนั้นเพิ่มอุณหภูมิด้วยอัตราเร็ว 2 องศาเซลเซียสต่อนาที จนเป็นอุณหภูมิ 210 องศาเซลเซียส แล้วคงอุณหภูมิไว้ 3 นาที ต่อมาเพิ่มอุณหภูมิด้วยอัตราเร็ว 15 องศาเซลเซียสต่อนาที เป็นอุณหภูมิ 225 องศาเซลเซียส แล้วคงอุณหภูมิไว้ 2 นาที สุดท้ายเพิ่มอุณหภูมิด้วยอัตราเร็ว 40 องศาเซลเซียสต่อนาที จนเป็นอุณหภูมิ 275 องศาเซลเซียส แล้วคงอุณหภูมิไว้ 10 นาที เวลาของโปรแกรมอุณหภูมิรวมทั้งสิ้น 35.33 นาที

การสกัดและการวิเคราะห์มีร้อยละการคืนกลับ (percent of recovery) เท่ากับ ร้อยละ 82-104 และมีค่าจำกัดของการตรวจจับ (limit of detection) และค่าจำกัดของการระบุปริมาณ (limit of quantitation) เท่ากับ 0.01 และ 0.02 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ

2.3 การสำรวจข้อมูลกลุ่มประชากรตัวอย่างและการบริโภคพริก

การจัดทำและเก็บข้อมูลและแบบสอบถามกระทำโดยการสัมภาษณ์รายบุคคล เพื่อรวบรวมข้อมูลผู้รับสัมผัสสารกำจัดศัตรูพืชจากการบริโภคพริกสดและข้อมูลส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง 200 คน แบบสอบถามครอบคลุมข้อมูลทั่วไป พฤติกรรมการบริโภคพริก และข้อมูลด้านสุขภาพ การคัดเลือกตัวอย่างเป็นแบบสุ่มจากนั้นหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานตามหลักทางสถิติ

2.4 การประเมินความเสี่ยงจากการบริโภคพริก

การประเมินโอกาสรับสัมผัสสารโพธิ์โนฟอสจากการบริโภคพริกคำนวณตามสมการที่ 1 ส่วนการระบุความเสี่ยงจากสารกำจัดศัตรูพืชโพธิ์โนฟอสซึ่งเป็นสารกำจัดศัตรูพืชที่ไม่ก่อให้เกิดโรคมะเร็ง การพิจารณาค่าดัชนีบ่งชี้อันตราย (hazard quotient, HQ) เป็นไปตามสมการที่ 2 โดยค่าปริมาณเปรียบเทียบ (reference dose; RfD) ของสารกำจัดศัตรูพืชโพธิ์โนฟอส เท่ากับ 0.0001 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมต่อวัน [2] ซึ่ง HQ ในระดับที่มีความเสี่ยงมีค่ามากกว่า 1

$$ADD = \frac{C \times IR \times EF \times ED}{AT \times BW} \quad (1)$$

โดย

ADD = ปริมาณรับสัมผัสต่อวัน (average daily dose) (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมต่อวัน)

C = ปริมาณสารตกค้างในพริก (มิลลิกรัม-สารตกค้าง ต่อกิโลกรัม-พริก)

IR = อัตราการบริโภคพริก (กิโลกรัม-พริก ต่อ วัน)

EF = ความถี่ของการรับสัมผัส (วัน ต่อ ปี)

ED = ระยะเวลาสัมผัสรวม (ปี)

AT = เวลาเฉลี่ยที่รับสัมผัสสารกำจัดศัตรูพืช (วัน)

BW = น้ำหนักประชากรตัวอย่าง (กิโลกรัม)

$$HQ = \frac{ADD}{RfD} \quad (2)$$

โดย

HQ = ค่าดัชนีบ่งชี้อันตราย

ADD = ปริมาณรับสัมผัสต่อวัน

RfD = ค่าปริมาณเปรียบเทียบ

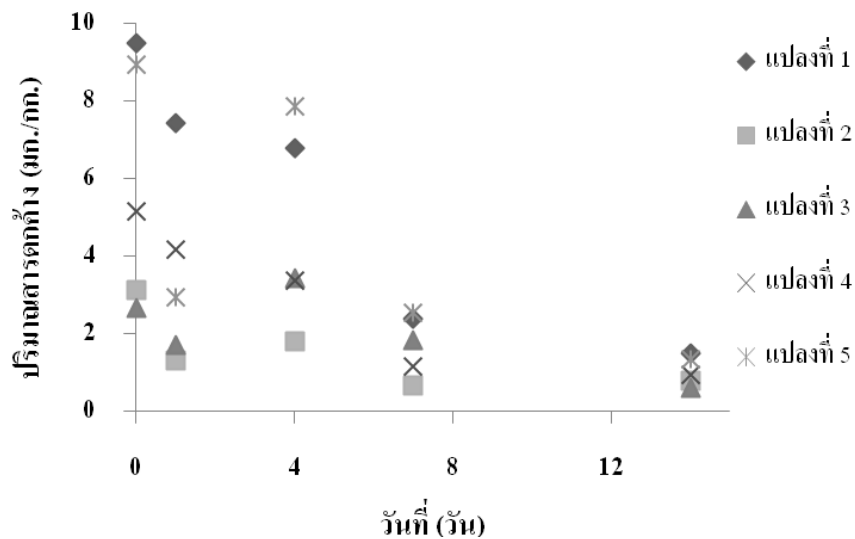
3. ผลการวิจัย

3.1 ปริมาณสารโพรพิโนฟอสตกค้างในพริก

ปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชโพรพิโนฟอสตกค้างในพริกภายหลังการฉีดพ่นวันที่ 0 (ภายหลังฉีดพ่นทันที) 1

4 7 และ 14 แสดงรูปที่ 2

จากข้อมูลในรูปที่ 2 สามารถสรุปค่าเฉลี่ยได้ดังตารางที่ 1 ซึ่งให้เห็นว่าการย่อยสลายสารโพรพิโนฟอสเป็นไปตามปฏิกิริยาที่หนึ่ง (first-order reaction) ปฏิกิริยาดังกล่าวเป็นอัตราการเกิดปฏิกิริยาที่ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารตั้งต้นยกกำลังหนึ่งซึ่งเป็นลักษณะการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่พบทั่วไปในธรรมชาติ จากผลการศึกษาสามารถพิจารณาค่าครึ่งชีวิตและค่าคงที่จลนพลศาสตร์การย่อยสลายของสารโพรพิโนฟอสซึ่งเป็นไปตามสมการที่ 3 ได้ดังตารางที่ 2



รูปที่ 2 ปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชโพรพิโนฟอสตกค้างในพริก

ตารางที่ 1 ปริมาณสารตกค้างของโพรพิโนฟอสในพริก

ระยะเวลาหลังการฉีดพ่น (วัน)	ปริมาณสารพิษตกค้างในพริกเฉลี่ย (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
0	5.86	3.19
1	3.51	2.46
4	4.64	2.56
7	1.70	0.79
14	1.03	0.37
ปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด (Maximum Residue Limit : MRL) ในพริก คือ 3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม		

$$\ln[A] = \ln[A_0] - kt \quad (3)$$

โดย

[A] = ความเข้มข้นสารคงเหลือ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

[A₀] = ความเข้มข้นสารเริ่มต้น (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

k = ค่าคงที่การย่อยสลายสาร (ต่อวัน)

t = เวลา (วัน)

ตารางที่ 2 จลนพลศาสตร์การย่อยสลายของสารโพรพิโนฟอสตกค้างในพริก

แปลงที่	ค่าคงที่จลนพลศาสตร์ (ต่อวัน)	ครึ่งชีวิต (วัน)	R ²
1	0.1322	5.24	0.85
2	0.0990	7.00	0.49
3	0.1058	6.55	0.78
4	0.1212	5.72	0.83
5	0.1364	5.08	0.51
เฉลี่ย	0.1189	5.92	0.69

จากผลดังกล่าวสามารถชี้ให้เห็นได้ว่าเกษตรกรฉีดพ่นสารโพรพิโนฟอสในปริมาณที่แตกต่างกันส่งผลให้เกิดการตกค้างในพริกแตกต่างกัน โดยพบว่าภายหลังการฉีดพ่นสารในแปลงที่มีการฉีดพ่นสารโพรพิโนฟอสสูงที่สุด (ประมาณเกือบ 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) จากปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุดในพริกที่ยอมรับได้ซึ่งกำหนดเป็นมาตรฐานสินค้าเกษตรกำหนดไว้ที่ 3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม [7] ดังนั้นสามารถกล่าวได้ว่าพบการตกค้าง

มากกว่าค่าปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุดที่ยอมรับได้ถึงประมาณ 3 เท่า เมื่อระยะเวลาผ่านไปสารดังกล่าวสามารถถูกย่อยสลายได้ตามธรรมชาติบางส่วน โดยทั่วไปสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์แกนอโฟสฟอรัสมีความคงทนในสิ่งแวดล้อมไม่มากนัก ปัจจัยสิ่งแวดล้อม เช่น แสง และความชื้น เป็นต้น เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลให้สารกลุ่มดังกล่าวถูกย่อยสลายได้ [8]

โดยทั่วไปหน่วยงานภาครัฐได้แนะนำให้เกษตรกรเก็บเกี่ยวผลผลิตภายหลังฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูพืช 7 วัน ดังนั้นหากพิจารณาเปรียบเทียบการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชโพรพิโนฟอสภายหลังฉีดพ่นเป็นเวลา 7 วัน จะพบว่าสารโพรพิโนฟอสทุกแปลงมีค่าต่ำกว่าค่าปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุดที่ยอมรับได้ ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่าหากเกษตรกรฉีดพ่นสารโพรพิโนฟอสในลักษณะที่กระทำในปัจจุบัน ปริมาณสารตกค้างในระยะเวลาตามที่หน่วยงานภาครัฐแนะนำอยู่ในระดับต่ำกว่าปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุดที่ยอมรับได้

3.2 การประเมินความเสี่ยงจากการบริโภคพริก

3.2.1 ผลการสำรวจข้อมูลกลุ่มประชากรตัวอย่างและการบริโภคพริก

ผลการศึกษาพบว่าผู้รับสัมผัสสารกำจัดศัตรูพืชจากการบริโภคพริกสด กลุ่มประชากรตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (ร้อยละ 75.00) มีลักษณะดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ข้อมูลประชากรตัวอย่างและการบริโภคพริก

ข้อมูล	ผลการสำรวจ
อายุเฉลี่ย	48.39±15.44 ปี
น้ำหนักตัวเฉลี่ย	56.99±9.37 กิโลกรัม
การประกอบอาชีพ	ประกอบอาชีพเกษตรกรรมเป็นส่วนใหญ่ (ร้อยละ 64.00)
พฤติกรรมกรรมการบริโภคพริก	ส่วนใหญ่รับประทานเผ็ดระดับปานกลาง
แหล่งพริกที่ใช้ในการประกอบอาหาร	ซื้อมาจากตลาดและไม่ทราบข้อมูลการใช้สารกำจัดศัตรูพืช (ร้อยละ 64.50)
ลักษณะการบริโภคพริกสด	บริโภคพริกเป็นเครื่องเคียงและเป็นส่วนประกอบอาหารโดยไม่ผ่านความร้อน
ปริมาณพริกที่บริโภคเฉลี่ย	6.77±3.89 เม็ดต่อวัน (คิดเป็น 0.006±0.0049 กิโลกรัมต่อวัน)
อายุเฉลี่ยที่เริ่มรับประทานพริก	6.32±2.80 ปี

3.2.2 ผลการประเมินโอกาสรับสัมผัสและการระบุความเสี่ยงสารกำจัดศัตรูพืชโพฟิโนฟอสจากการบริโภคพริก

จากข้อมูลประชากรตัวอย่างและพฤติกรรมกรรมการบริโภคสามารถสรุปลักษณะการสัมผัสได้ดังตารางที่ 4 และจากข้อมูลดังกล่าวสามารถคำนวณหาโอกาสรับสัมผัสและประเมินความเสี่ยงได้ดังตารางที่ 5 โดยปริมาณรับสัมผัสเฉลี่ยต่อวันของสารโพฟิโนฟอสจากการบริโภคคือ 1.08×10^{-4} ถึง 6.17×10^{-4} มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมต่อวัน โดยผลการวิเคราะห์หารสตกค้างในพริกหลังฉีดพ่น 7 วัน ซึ่งเป็นวันที่หน่วยงานภาครัฐได้แนะนำให้เกษตรกรเก็บเกี่ยวผลผลิตตรวจพบสารโพฟิโนฟอสเฉลี่ย 1.70 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีปริมาณการการรับสัมผัสสารกำจัดศัตรูพืชโพฟิโนฟอสจากการบริโภคพริกเฉลี่ย คือ 1.79×10^{-4} มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมต่อวัน

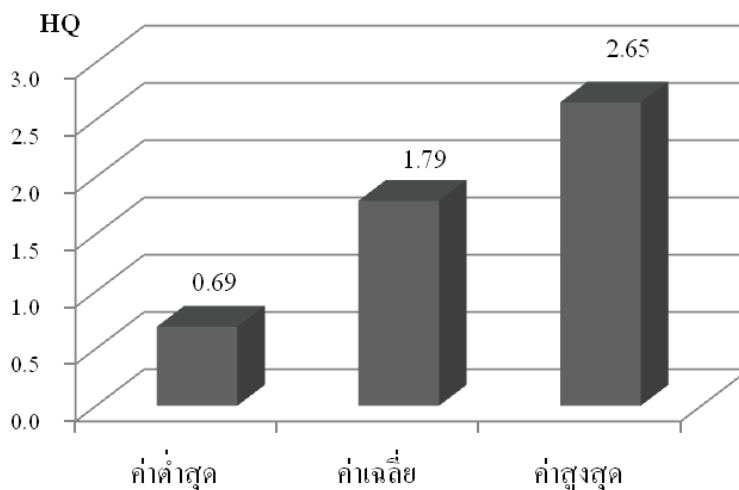
เมื่อพิจารณาความเสี่ยงพบว่าการบริโภคพริกที่ผ่านการฉีดพ่นสารโพฟิโนฟอส (วันที่ 0) มีค่าดัชนีบ่งชี้อันตรายสูงกว่าระดับที่ยอมรับได้ (เท่ากับ 1.0) ถึงกว่า 6 เท่า (ตารางที่ 5) และแม้เวลาผ่านไปส่งผลให้สาร

โพฟิโนฟอสย่อยสลายตามธรรมชาติจนกระทั่งมีความเข้มข้นตกค้างอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ตามที่กล่าวไว้ในหัวข้อที่ผ่านมา แต่ยังคงพบว่าเมื่อพิจารณาความเสี่ยงแล้วปริมาณตกค้างนี้ยังจัดอยู่ในระดับที่มีความเสี่ยง

ตารางที่ 4 ลักษณะการสัมผัสสารกำจัดศัตรูพืชโพฟิโนฟอสจากการบริโภคพริก

ตัวแปร	ข้อมูล
ความถี่ของการสัมผัส (วัน/ปี)	365
ระยะเวลาที่สัมผัส (ปี)	42.07 ± 16.16
อัตราการรับประทาน (กก./วัน)	0.006 ± 0.0049

สำหรับการพิจารณาข้อมูลในวันที่ 7 ซึ่งเป็นวันที่หน่วยงานราชการแนะนำให้เก็บเกี่ยวผลผลิต จากปริมาณที่ตกค้างเฉลี่ยและสูงสุดพบว่าการบริโภคพริกที่ปนเปื้อนสารกำจัดศัตรูพืชโพฟิโนฟอสถือว่ามีความเสี่ยง (รูปที่ 3) โดยมีค่าสูงสุดสูงถึง 2.65 เท่า ของค่าที่ยอมรับได้ (HQ เท่ากับ 2.65)



รูปที่ 3 ความเสี่ยงจากการบริโภคพริกที่ปนเปื้อนสารกำจัดศัตรูพืชโพฟิโนฟอสในกรณีที่เก็บเกี่ยววันที่ 7

ดังนั้นสามารถกล่าวได้ว่าผู้รับสัมผัสจึงมีความเสี่ยงจากสารกำจัดศัตรูพืชโพฟิโนฟอสจากการบริโภคพริกสดแม้จะเก็บเกี่ยวผลผลิตภายหลังฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูพืชโพฟิโนฟอสถึง 14 วัน ซึ่งสาเหตุที่มีความเสี่ยงสูงอาจเกิดมาจากเกษตรกรใช้สารกำจัดศัตรูพืชในปริมาณสูงกว่าคำแนะนำ จากข้อมูลความเสี่ยงในหัวข้อนี้

เปรียบเทียบกับค่าความเข้มข้นตกค้างในหัวข้อก่อนจะเห็นได้ว่าแม้สารกำจัดศัตรูพืชโพฟิโนฟอสตกค้างต่ำกว่าค่าปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุดที่ยอมรับได้แต่ยังมีโอกาสเสี่ยงสูง ดังนั้นการพิจารณาควบคุมการใช้สารกำจัดศัตรูพืชควรพิจารณาค่าความเสี่ยงด้วยเช่นกัน

ตารางที่ 5 การประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพของการสัมผัสสารกำจัดศัตรูพืชโปรฟิโนฟอส

วันที่	ความเข้มข้น (มก./กก.)	การประเมินการสัมผัส						Oral RfD (มก./กก.-วัน)	HQ
		IR (กก./วัน)	EF (วัน/ปี)	ED (ปี)	BW (กก.)	AT (ปี)	ADD (มก./กก.-วัน)		
0	5.86	0.006	365	42.1	57	42.1	6.17×10^{-4}	0.0001	6.17
1	3.51	0.006	365	42.1	57	42.1	3.70×10^{-4}	0.0001	3.70
4	4.64	0.006	365	42.1	57	42.1	4.89×10^{-4}	0.0001	4.89
7	1.70	0.006	365	42.1	57	42.1	1.79×10^{-4}	0.0001	1.79
14	1.03	0.006	365	42.1	57	42.1	1.08×10^{-4}	0.0001	1.08

4. สรุป

จากผลการศึกษาพบว่าปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชโปรฟิโนฟอสที่ตกค้างในพริกเฉลี่ย 1.03-5.86 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในระหว่างการศึกษาเป็นเวลา 14 วัน โดยสารดังกล่าวนี้ถูกย่อยสลายได้ในธรรมชาติบางส่วนของ การตกค้างของสารโปรฟิโนฟอสตกค้างในพริกภายหลังฉีดพ่นเป็นเวลา 7 วัน (วันที่หน่วยงานภาครัฐได้แนะนำให้เกษตรกรเก็บเกี่ยวผลผลิต) มีค่าต่ำกว่าค่าปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุดที่ยอมรับได้แต่เมื่อพบว่าค่าดัชนีบ่งชี้อันตรายของสารโปรฟิโนฟอสค่าสูงกว่าค่าที่กำหนด (ค่าดัชนีบ่งชี้อันตรายของสารโปรฟิโนฟอส 1.08-6.17 ซึ่งมีค่ามากกว่า 1 ซึ่งเป็นค่าที่กำหนด) จากผลการศึกษาพฤติกรรมของเกษตรกรและปริมาณการบริโภคพริกแล้วควรมีการพิจารณากำหนดค่าปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุดน้อยลง รวมทั้งมีการแนะนำเกษตรกรให้ฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูพืชโปรฟิโนฟอสลดน้อยลงเช่นกัน

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณได้รับทุนสนับสนุนจากศูนย์วิจัยการจัดการสิ่งแวดล้อมและสารอันตราย มหาวิทยาลัยขอนแก่น ศูนย์ความเป็นเลิศด้านการจัดการสารอันตราย (เครือข่ายมหาวิทยาลัยขอนแก่น) และ Thai Fogarty ITREOH Center และขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี สนับสนุนบุคลากรและอุปกรณ์ในการดำเนินงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- [1] จินตนา ภูม่งกุชัย, พนิดา ไชยยันต์บุรณ์ และเนาวรัตน์ เอื้ออัจฉิมกุล. 2550. วิจัยชนิดปริมาณสารพิษตกค้างของ profenofos ในพริก เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (MRL) ครั้งที่ 1-2. กลุ่มวิจัยวัตถุที่มีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรุงเทพฯ.
- [2] Taneepanichskul, N. 2010. Risk assessment of chlorpyrifos (organophosphate pesticide) associated with dermal exposure in chilli-growing famers at Ubonrachathani province Thailand. Master Thesis, Chulalongkorn University, Thailand.
- [3] Fulton, M.H. and Key, P.B. 2001. Acetylcholinesterase inhibition in estuarine fish and invertebrates as an indicator of organophosphorus insecticide exposure and effects. Environmental Toxicology Chemistry. 20: 37-45.
- [4] Gotoh, M., Sakata, M., Endo, T., Hayashi, H., Seno, H. and Suzuki, O. 2001. Profenofos metabolites in human poisoning. Forensic Science International. 116: 221-226.
- [5] Abass, K., Reponen, P. Jalonen, J., and Pelkonen, O. 2007. In vitro metabolism and interaction of profenofos by human, mouse and

rats liver preparations. *Pesticide Biochemistry and Physiology*. 87: 238-247.

- [6] Landis, W.G. and Yu M.H. 1995. *Introduction to Environmental Toxicology: Impacts of Chemicals Upon Ecological Systems*. CRC Press, Boca Raton.
- [7] สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2557. สารพิษตกค้าง : ปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด. สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- [8] Zamy C., Mazellier P., Legube B. 2004. Phototransformation of selected organophosphorus pesticides in dilute aqueous solutions. *Water Research*. 38:2305-2314.