วารสารวิชาการสาธารณสุข
ปีที่ 30 ฉบับที่ 5 กันยายน - ตุลาคม 2564

Journal of Health Science
Vol. 30 No. 5, September - October 2021

**นิพนธ์ต้นฉบับ** *Original article*

# การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากพริกสดที่มีสารเคมีกำจัดแมลงตกค้าง เขตสุขภาพที่ 6

**วราพร ชลอำไพ ปร.ด. (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)**
**จิระเดช นาสุข วท.ม. (เคมี)**
**ขนิษฐา พุทธสุขา วท.บ. (เคมี)**
*ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ 6 ชลบุรี กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข*

| | |
|---|---|
| วันรับ: | 7 ต.ค. 2563 |
| วันแก้ไข: | 5 ม.ค. 2564 |
| วันตอบรับ: | 15 ม.ค. 2564 |

**บทคัดย่อ** พริกเป็นเครื่องเทศที่มีการบริโภคแพร่หลายในคนไทย การปลูกพริกมักใช้สารเคมีกำจัดแมลงเพื่อลดการสูญเสียของผลผลิต การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาชนิดและปริมาณสารเคมีกำจัดแมลง 4 กลุ่ม รวม 56 ชนิด ในพริกสดที่จำหน่ายในตลาดสด เขตสุขภาพที่ 6 และประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากพริกสดที่มีสารเคมีกำจัดแมลงตกค้าง ปีงบประมาณ พ.ศ. 2561 ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ 6 ชลบุรี ได้ตรวจวิเคราะห์สารเคมีกำจัดแมลงกลุ่ม organophosphorus, organochlorines และ synthetic pyrethroids ด้วย gas chromatograph (GC) และ carbamates ด้วย high performance liquid chromatograph (HPLC) ในพริกสด 160 ตัวอย่าง จำแนกเป็นพริกจินดาแดง พริกจินดาเขียว และพริกขี้หนู 72, 41 และ 47 ตัวอย่าง ผลตรวจพบสารเคมีกำจัดแมลง 124, 65, 30 และ 29 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 77.50, 90.28, 70.73 และ 63.83 ตามลำดับ ตรวจพบสารเคมีกำจัดแมลง 3 กลุ่ม รวม 13 ชนิด ได้แก่ cypermethrin, chlorpyrifos, profenofos, l-cyhalothrin, carbaryl, carbofuran, triazophos, ethion, methomyl, acephate, aldicarb, oxamyl และ methiocarb ชนิดที่มีความถี่การตรวจพบสูงอย่างเด่นชัด ได้แก่ cypermethrin (ร้อยละ 27.22) และ chlorpyrifos (ร้อยละ 25.00) ในพริกสดตัวอย่างเดียวกันพบสารเคมีกำจัดแมลง 1, 2, 3, 4, 5, 6 และ 8 ชนิด ร้อยละ 29.84, 28.23, 16.13, 13.71, 8.87, 2.42 และ 0.81 ตามลำดับ พบ ethion และ cypermethrin มีค่าเกิน Maximum Residue Limit (MRL) ร้อยละ 1.88 ผลการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพต่อการเกิดโรคอื่นที่ไม่ใช่โรคมะเร็งจากการบริโภคพริกสดที่มีสารเคมีกำจัดแมลงตกค้างกรณีร้ายแรงที่สุดพบว่า ผู้บริโภคทั้งเพศชายและเพศหญิง อายุ 3 ปี ขึ้นไป ซึ่งรับสัมผัสที่ระดับเฉลี่ย ไม่มีความเสี่ยงต่อสุขภาพผ่านทางการรับประทาน (HQ และ HI <1) อย่างไรก็ตามเพื่อความมั่นใจยิ่งขึ้นควรทำการล้างพริกสดทุกครั้งก่อนบริโภค

*คำสำคัญ:* **สารเคมีกำจัดแมลง; พริกสด; การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพ; เขตสุขภาพที่ 6**

## บทนำ

พริกที่มีความเผ็ด (chilli pepper หรือ hot pepper) ที่มีการผลิตเป็นการค้า มี 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มพริกผลใหญ่ เช่น พริกมัน พริกหนุ่ม และกลุ่มพริกผลเล็ก เช่น พริกจินดา พริกขี้หนูสวน[1] พริกเป็นผักปรุงรส จัดเป็นเครื่องเทศที่คนไทยนิยมบริโภคอย่างแพร่หลาย โดยนำมาปรุงแต่งรสชาติ กลิ่นและสี ทั้งพริกสดและพริกแห้งสามารถนำมาประกอบอาหารได้หลากหลายชนิด การปลูกพริกมักประสบปัญหาการถูกทำลายจากศัตรูพืช เช่น ไรขาว เพลี้ยไฟ เพลี้ยอ่อน หนอนกระทู้ และหนอนเจาะขั้วผล ทำให้

ได้ผลผลิตต่ำ โดยเฉพาะไรขาวและเพลี้ยไฟที่ทำให้ผลผลิตลดต่ำลงถึงร้อยละ 40.00-70.00[2] ดังนั้นเกษตรกรจึงต้องใช้สารเคมีกำจัดแมลง (Insecticides) โดยมีวัตถุประสงค์ในการฆ่าหรือทำลายศัตรูพืชเพื่อลดการสูญเสียของผลผลิต ทำให้มีโอกาสเกิดการตกค้างของสารเหล่านั้นในผลพริกหากมีการใช้ในปริมาณมากเกินไปหรือใช้ไม่ถูกวิธี สารเคมีกำจัดแมลงที่นิยมใช้ในการกำจัดศัตรูของพริก ได้แก่ azephate, cypermethrin, carbaryl, carbofuran, carbosulfan, chlorpyrifos, l-cyhalothrin, deltamethrin, dicofol, dimethoate, dichlorvos, endosulfan, ethion, fenpropathrin, methomyl, phosalone, profenofos และ triazophos[2-6] จากการศึกษาของจารุพงษ์ ประสพสุข และคณะ ในปี พ.ศ. 2554, 2555 และ 2556 พบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในพริกสดจากแปลงของเกษตรกรที่ขอรับรอง Good Agricultural Practices (GAP) คิดเป็นร้อยละ 32.26, 34.78 และ 41.99 ตามลำดับ[7] ส่วนผลการเฝ้าระวังสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในผักและผลไม้ของสำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ กรุงเทพมหานคร และเครือข่ายเตือนภัยสารเคมีกำจัดศัตรูพืช (Thai-PAN) ประจำปี พ.ศ. 2559 พบว่าผักที่พบปริมาณสารพิษตกค้างเกินค่า MRL (maximum residue limits) ได้แก่ พริกจินดาแดง ซึ่งเป็นพริกที่ได้รับความนิยมสูงที่สุดในตลาด โดยพบสารตกค้างสูงถึงร้อยละ 100.00[8]

สารเคมีกำจัดแมลงส่วนมากมีพิษต่อระบบประสาท (neurotoxicants) การออกฤทธิ์ไม่เฉพาะเจาะจงต่อแมลงที่เป็นศัตรูพืชเท่านั้นแต่ยังออกฤทธิ์ต่อสิ่งมีชีวิตอื่นด้วย โดยมีอวัยวะเป้าหมายเดียวกันและกลไกการออกฤทธิ์คล้ายกันแต่ระดับความเป็นพิษและระยะเวลาที่เกิดพิษจะแตกต่างกันในสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด[6] สารเคมีกำจัดแมลงที่นิยมใช้จำแนกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ organophosphorus, organochlorines, carbamates และ synthetic pyrethroids สารเคมีกำจัดแมลงกลุ่ม organophosphorus และ carbamates มีกลไกการออกฤทธิ์คล้ายกันคือออกฤทธิ์ต่อระบบประสาท cholinergic โดยไปยับยั้งการทำงานของเอ็นไซม์ cholinesterase ซึ่งเป็นเอ็นไซม์ที่ใช้ในการย่อยสลายสารสื่อประสาท acetylcholine ส่งผลให้เกิดการกระตุ้นของปลายประสาทอย่างรุนแรงและต่อเนื่อง ทำให้เกิดอาการคลื่นไส้ อาเจียน ท้องเสีย เหงื่อออก ม่านตาหด กล้ามเนื้อกระตุก และอาจทำให้เสียชีวิตได้ ส่วนสารเคมีกำจัดแมลงกลุ่ม organochlorines เป็นสารที่มีความคงทนและตกค้างยาวนานในสิ่งแวดล้อม กลไกการออกฤทธิ์คือทำให้การส่งต่อสัญญาณในระบบประสาททำงานผิดปกติ โดยเฉพาะในระบบประสาทส่วนกลาง (CNS) ทำให้เกิดอาการสั่น ตกใจง่าย กระสับกระส่าย วิงเวียน และสับสน ในรายที่มีอาการรุนแรงจะเกิดภาวะชัก และอาจทำให้เสียชีวิตได้ สำหรับสารเคมีกำจัดแมลงกลุ่ม synthetic pyrethroids เป็นสารที่มีพิษต่อมนุษย์น้อยที่สุด ออกฤทธิ์โดยตรงที่เซลล์ประสาท ทำให้เกิดอาการคลื่นไส้ อาเจียน ชัก หมดสติ และเป็นอัมพาต กรณีที่สัมผัสผิวหนังจะทำให้มีอาการระคายเคือง แสบ ร้อน คัน และชาขึ้นได้โดยเฉพาะใบหน้าและบริเวณที่ได้รับแสงแดด[9-12]

การประเมินความเสี่ยง หมายถึง กระบวนการประเมินโอกาสที่จะเกิดความเป็นพิษต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ เช่น การบาดเจ็บ การเจ็บป่วย หรือตาย ที่เกิดขึ้นจากการได้รับสารพิษ สารเคมี หรือเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค ผลที่ได้จากการประเมินความเสี่ยงเป็นข้อมูลสำคัญที่ผู้จัดการความเสี่ยงนำไปใช้ประกอบการตัดสินใจก่อนที่จะดำเนินการ หรือออกมาตรการควบคุมต่าง ๆ เพื่อลดการปนเปื้อนของสารเคมี สารพิษทั้งในน้ำ อากาศ ดิน และลดสารเคมี สารพิษ เชื้อโรคที่ปนเปื้อนอยู่ในอาหารให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัย เพื่อเป็นการคุ้มครองสุขภาพและความปลอดภัยของผู้บริโภค[13]

ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ 6 ชลบุรี ซึ่งมีบทบาทหน้าที่ในการใช้องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์การแพทย์ในการแก้ไขปัญหาและพัฒนางานด้านสาธารณสุขผ่านขบวนการทางห้องปฏิบัติการที่มีคุณภาพ มาตรฐาน ได้เห็นถึงปัญหาของพริกสดที่มีสารเคมีกำจัดแมลงตกค้างที่อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้บริโภค จึงได้จัดทำโครงการวิจัยนี้ขึ้นมาโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาชนิด

และปริมาณสารเคมีกำจัดแมลง 4 กลุ่ม รวม 56 ชนิด ในพริกสดที่จำหน่ายในตลาดสด เขตสุขภาพที่ 6 และประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการบริโภคพริกสดที่มีสารเคมีกำจัดแมลงตกค้างทั้งผู้บริโภคเพศชายและเพศหญิง ซึ่งเป็นข้อมูลพื้นฐานในการเฝ้าระวังการตกค้างของสารเคมีกำจัดแมลงในพริกสด และทำให้ทราบว่าผู้บริโภคในเขตสุขภาพที่ 6 มีภาวะเสี่ยงด้านสุขภาพหรือไม่ รวมถึงการเฝ้าระวังความเสี่ยงของสารเคมีกำจัดแมลงที่อาจจะเกิดในอนาคตต่อไป

## วิธีการศึกษา

**1. ตัวอย่าง**

ตัวอย่างพริกสดกลุ่มพริกผลเล็ก ที่จำหน่ายในตลาดสดเทศบาลอำเภอเมืองชลบุรี ระยอง จันทบุรี ตราด ฉะเชิงเทรา ปราจีนบุรี สระแก้ว และสมุทรปราการ ซึ่งอยู่ในพื้นที่เขตสุภาพที่ 6 จังหวัดละ 20 ตัวอย่าง รวมทั้งสิ้น 160 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 1 กิโลกรัม จำแนกเป็น พริกขี้หนู 47 ตัวอย่าง พริกจินดาเขียว 41 ตัวอย่าง และพริกจินดาแดง 72 ตัวอย่าง

**2. สารเคมีและสารมาตรฐาน**

สารเคมี: ชนิด HPLC grade ได้แก่ acetonitrile, dichloromethane, n-hexane, ethyl acetate และ methanol ชนิด AR grade ได้แก่ petroleum ether, toluene, glacial acetic acid, phosphoric acid, sodium chloride, magnesium sulfate anhydrous, sodium acetate, sodium sulfate anhydrous, sodium hydroxide, disodium hydrogen phosphate anhydrous, sodium dihydrogen phosphate anhydrous, o-phthaladehyde (OPA), sodium tetraborate decahydrate, 2-mercaptoethanol และ dispersive-SPE [Mixture of 150 mg magnesium sulfate, 50 mg primary secondary amine (PSA) and 50 mg graphitized carbon black (GCB)], Florisil (PR) 60-100 mesh, Extrelut NT 20 refill pack (Merck, cat. No. 1.15093.0001)

สารมาตรฐาน: สารมาตรฐานกลุ่ม organochlorines 20 ชนิด ได้แก่ aldrin, α-BHC, α-chlordane, γ-chlodane, oxy-chlordane, p,p'-DDE,p,p'-TDE, p,p'-DDT, dicofol, dieldrin, endrin, α-endosulfan, β-endosulfan, endosulfan sulfate, heptachlor, heptachlor epoxide, hexachlorobenzene, lindane, methoxychlor และ tetradifon สารมาตรฐานกลุ่ม organophosphorus 21 ชนิด ได้แก่ acephate, azinphos-methyl, chlorpyrifos, dichlorvos, diazinon, dicrotophos, dimethoate, EPN, ethion, methamidophos, methidathion, mevinphos, monocrotophos, omethoate, parathion, parathion-methyl, phosalone, pirimiphos-methyl, profenophos, prothiophos และ triazophos สารมาตรฐานกลุ่ม synthetic pyrethroids 8 ชนิด ได้แก่ bifenthrin, cyfluthrin, cyhalothrin, deltamethrin, fenpropathrin, fenvalerate และ permethrin และสารมาตรฐานกลุ่ม carbamates 7 ชนิด ได้แก่ aldicarb, carbaryl, carbofuran, 3-OH carbofuran, methiocarb, methomyl และ oxamyl สารมาตรฐานทั้งหมดเป็นผลิตภัณฑ์ ของ Dr Ehrenstorfer Co, Augsburg, Germany ที่มีความบริสุทธิ์ >95% ซึ่งได้รับการสนับสนุนจากสำนักคุณภาพและความปลอดภัยอาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

**3. เครื่องมือและอุปกรณ์**

3.1 High performance liquid chromatograph (HPLC) with post column derivatization instrument, fluorescence detector (FLD) (Water-Alliance system e2695, USA)

การวิเคราะห์ carbamates ใช้เครื่อง HPLC-FLD ชนิด Post column derivatization โดยใช้ water: acetonitrile เป็น mobile phase (gradient system), flow rate:1.0 ml/min, analytical column: zorbax C8, 5 µm, size 25 cm x 4.6 mm i.d., column oven: 35°C, Injection volume: 20 µl, fluorescence detector: Ex 345 nm, Em 445 nm, post-column condition: reagent 1: 0.05 N NaOH 0.3 ml/min, reagent 2: OPA in borate buffer 0.3 ml/min และ reactor temperature: 100°C

3.2 Gas chromatography (GC) (Agilent Technology 7890, USA) with flame photometric detector (GC-FPD+) และ μ-Electron capture detector (GC-μECD)

การวิเคราะห์ organochlorines และ synthetic pyrethroids ใช้เครื่อง GC-μECD; analytical column ชนิด DB-5MS, 30 m, 0.25 mm i.d., 0.25 μm film thickness, inlet แบบ splitless mode, oven initial 80°C hold 1 min, rate 15°C/min to 180°C, rate 3°C/min to 205°C hold 5 min, rate 40°C/min to final 260°C hold 20 min และใช้ flow rate สำหรับ helium (constant flow) 1.5 ml/min, nitrogen (make up) 60 ml/min

การวิเคราะห์ organophosphorus ใช้เครื่อง GC-FPD+; analytical column ชนิด DB-1701, 30 m, 0.25 mm i.d., 0.25 μm film thickness, inlet แบบ pulsed splitless mode, purge flow 60 ml/min, purge time 0.8 min, oven - initial 80°C hold 1 min, rate 15°C/min to 180°C, rate 3°C/min to 205°C hold 5 min, rate 40°C/min to final 260°C hold 20 min และใช้ flow rate สำหรับ helium (constant flow) 1.5 ml/min, nitrogen (make up) 60 ml/min hydrogen 75 ml/min, Air 100 ml/min

**4. การเตรียมตัวอย่าง**

สุ่มและเตรียมตัวอย่างตามมาตรฐานของ Codex Alimentarious Commission[14] โดยใช้ตัวอย่างพริก 1 กิโลกรัม เด็ดเอาขั้วผลออก ไม่ต้องล้างน้ำ นำตัวอย่างพริกทั้งหมดมาบดปั่นให้ละเอียด ก่อนนำไปสกัดตัวอย่าง

**5. การสกัดตัวอย่างและตรวจวิเคราะห์**

5.1 การสกัดตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ยาฆ่าแมลงกลุ่ม organophosphorus, organochlorines และ synthetic pyrethroids วิธี Modified QuEChERS[15] ชั่งตัวอย่างพริกที่บดละเอียด 10 กรัม เติม 1% acetic acid in acetonitrile 10 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน แล้วเติม magnesium sulfate 4 กรัม และ sodium acetate 1 กรัม เขย่าแล้วนำไปปั่นแยกตะกอนด้วยเครื่อง centrifuge ความเร็ว 3,500 รอบต่อนาที นาน 10 นาที แบ่งสารสกัดส่วนใสที่ได้ 5 มิลลิลิตร ใส่ใน centrifuge tube ที่บรรจุ dispersive-SPE เขย่าแล้วนำไป ปั่นแยกตะกอนด้วยเครื่อง centrifuge แบ่งส่วนสารสกัดใส 2 มิลลิลิตร นำไประเหยแห้งแล้วปรับปริมาตรด้วยสารละลายผสม n-hexane:ethyl acetate (3:1) 2 มิลลิลิตร นำตัวอย่างที่เตรียมไปวิเคราะห์ชนิดและปริมาณสารตกค้างด้วยวิธี GC ต่อไป โดยเทียบกับกราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานกลุ่ม organophosphorus, organochlorines และsynthetic pyrethroids ควบคุมคุณภาพผลการตรวจวิเคราะห์โดยการสร้างกราฟมาตรฐานใหม่ทุกครั้งที่ทำการตรวจวิเคราะห์ ทำการวิเคราะห์ method blank วิเคราะห์ตัวอย่าง 2 ซ้ำ (duplicate) เพื่อทดสอบความแม่นยำ และวิเคราะห์ spiked sample โดยการเติมสารมาตรฐานลงในตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์เพื่อทดสอบความถูกต้องของการวิเคราะห์ตัวอย่าง

5.2 การสกัดตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ยาฆ่าแมลงกลุ่ม carbamates วิธี Solid phase extraction (SPE)[16] ชั่งตัวอย่างพริกที่บดละเอียด 20 กรัม ปั่นผสมกับ methanol:phosphate buffer (1:10) 100 มิลลิลิตร กรองแล้วนำสารสกัดไประเหยลดปริมาตรจนเหลือประมาณ 75 มิลลิลิตร เทสารใส่ใน mixing cylinder ปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร ด้วย phosphate buffer ใส่สารละลาย 20 มิลลิลิตร ลงใน extrelut 20 NT column ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที แล้วชะด้วย dichloromethane:n-hexane (1:1) 100 มิลลิลิตร นำสารละลายที่ได้ไประเหยจนแห้ง แล้วเติม methanol 10 มิลลิลิตร ระเหยต่อจนแห้ง เติม methanol 2 มิลลิลิตร นำตัวอย่างที่เตรียมไปวิเคราะห์ชนิดและปริมาณสารตกค้างด้วยวิธี HPLC ต่อไป โดยเทียบกับกราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานกลุ่ม carbamates การควบคุมคุณภาพผลการตรวจวิเคราะห์ปฏิบัติเช่นเดียวกับข้อ 5.1

**6. การประเมินการรับสัมผัสสารเคมีกำจัดแมลงที่ตกค้างในพริกสด**[17,18]

การประเมินการรับสัมผัสสารเคมีกำจัดแมลงที่ตกค้าง

ในพริกสด ได้จากการคำนวณปริมาณ average daily intake dose (ADD) หรือปริมาณการได้รับสารเคมีกำจัดแมลงที่ตกค้างในพริกสดเข้าสู่ร่างกายต่อน้ำหนักตัวหนึ่งกิโลกรัมในหนึ่งวัน จำแนกตามเพศชายและเพศหญิง ที่มีอายุ 3 ปี ขึ้นไป โดยได้รับสัมผัสที่ระดับเฉลี่ยในกลุ่มเฉพาะผู้ที่บริโภค (eater only) การศึกษานี้ประเมินการได้รับสัมผัสกรณีร้ายแรงที่สุด ดังนั้นจึงนำค่าความเข้มข้นสูงสุดของสารเคมีกำจัดแมลงแต่ละชนิดที่ตรวจพบมาคำนวณ ตามสมการที่ 1

**สมการที่ 1**

$$\text{Average daily intake dose (ADD)} = \frac{C_{max} \times IR}{BW}$$

Average daily intake dose (ADD)

หมายถึง ปริมาณการได้รับสารแต่ละชนิดเข้าสู่ร่างกายต่อน้ำหนักตัวหนึ่งกิโลกรัมในหนึ่งวัน (มิลลิกรัม/กิโลกรัม/วัน)

Concentration ($C_{max}$)

หมายถึง ความเข้มข้นสูงสุดของสารเคมีกำจัดแมลงแต่ละชนิดที่ตรวจพบ (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)

Ingestion rate (IR)

หมายถึง อัตราการบริโภคพริกสด (กิโลกรัม/วัน) เป็นค่าเฉลี่ยของปริมาณที่บริโภคเฉพาะผู้ที่บริโภค (eater only) อายุ 3 ปี ขึ้นไป[19]

เพศชาย = 3.00 กรัม/วัน (0.00300 กิโลกรัม/วัน)

เพศหญิง = 2.72 กรัม/วัน (0.00272 กิโลกรัม/วัน)

Body weight (BW) หมายถึง น้ำหนักตัวเฉลี่ย (กิโลกรัม)[19]

เพศชาย = 59.35 กิโลกรัม ที่มีอายุ 3 ปี ขึ้นไป

เพศหญิง = 56.03 กิโลกรัม ที่มีอายุ 3 ปี ขึ้นไป

## 7. การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการบริโภคพริกสดที่มีสารเคมีกำจัดแมลงตกค้าง[17-18,20]

การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการบริโภคพริกสดที่มีสารเคมีกำจัดแมลงตกค้าง ในการศึกษานี้เป็นการประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดโรคอื่น ๆ ที่ไม่ใช่โรคมะเร็ง อธิบายได้จากค่า Hazard Quotient หรือ HQ ตามสมการที่ 2 และ Hazard Index หรือ HI ตามสมการที่ 3

**สมการที่ 2**

$$\text{Hazard quotient (HQ)} = \frac{\text{Average daily intake dose (ADD)}}{\text{Reference dose (RfD)}}$$

Hazard quotient (HQ)

หมายถึง ค่าสัดส่วนความเสี่ยงจากการได้รับสัมผัส

Average daily intake dose (ADD)

หมายถึง ปริมาณการได้รับสารแต่ละชนิดเข้าสู่ร่างกายต่อน้ำหนักตัวหนึ่งกิโลกรัมในหนึ่งวัน (มิลลิกรัม/กิโลกรัม/วัน)

Reference dose (RfD)

หมายถึง ค่าความเข้มข้นอ้างอิงของสารแต่ละชนิด ซึ่งเป็นค่าปริมาณความเข้มสูงสุดของสารเคมี (มิลลิกรัม/น้ำหนักตัวกิโลกรัม/วัน) ที่สามารถรับสัมผัสและดูดซึมเข้าสู่ร่างกายมนุษย์ทุกวันโดยไม่ก่อให้เกิดผลอันไม่พึงประสงค์ใด ๆ ต่อร่างกายตลอดช่วงอายุขัย (ตารางที่ 1)

**ตารางที่ 1** ค่า reference dose (RfD) ของสารเคมีกำจัดแมลง

| ชนิดสารเคมีกำจัดแมลง | RfD (มิลลิกรัม/น้ำหนักตัวกิโลกรัม/วัน) |
|---|---|
| acephate | 0.1[21] |
| carbaryl | 0.01[21] |
| chlorpyrifos | 0.1[21] |
| carbofuran | 0.00015[21] |
| l-cyhalothrin | 0.005[21] |
| cypermethrin | 0.2[21] |
| methiocarb | 0.0005[21] |
| methomyl | 0.0025[21] |
| oxamyl | 0.001[21] |
| profenofos | 1[21] |
| triazophos | 0.001[21] |
| aldicarb | 0.001[22] |
| ethion | 0.0005[22] |

หมายเหตุ: การแปลผลจากการคำนวณค่า Hazard quotient (HQ)

- ถ้าน้อยกว่า หรือเท่ากับ 1 หมายความว่า ปริมาณสารเคมีที่ร่างกายมนุษย์ได้รับไม่มากพอที่จะก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพหรือไม่มีความเสี่ยงต่อสุขภาพผ่านทางการรับประทาน
- ถ้ามากกว่า 1 หมายความว่า ปริมาณสารเคมีที่ร่างกายมนุษย์ได้รับเกินค่ามาตรฐานหรือถือว่าอยู่ในระดับที่ไม่ปลอดภัยต่อสุขภาพ มีความเสี่ยงต่อสุขภาพผ่านทางการรับประทาน

**สมการที่ 3**

Hazard Index (HI) = HQ1 + HQ2 + HQ3 +...+ HQn

Hazard Index (HI) หมายถึง ค่าดัชนีความเสี่ยง

HQ1-n หมายถึง ค่า Hazard Quotient (HQ) ของสารเคมีกำจัดแมลงชนิดที่ 1 ถึง n ที่มีผลต่อระบบหรืออวัยวะเป้าหมายเดียวกัน

การแปลผลจากการคำนวณค่า Hazard Index (HI) เช่นเดียวกับค่า Hazard Quotient (HQ)

## ผลการศึกษา

ผลการตรวจวิเคราะห์พริกสดจำนวนทั้งสิ้น 160 ตัวอย่าง จำแนกเป็นพริกจินดาแดง พริกจินดาเขียว และพริกขี้หนู 72, 41 และ 47 ตัวอย่าง ตรวจพบสารเคมีกำจัดแมลง 124, 65, 30 และ 29 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 77.50, 90.28, 70.73 และ 63.83 ตามลำดับ

ตัวอย่างพริกสด ตรวจพบสารเคมีกำจัดแมลงทั้งสิ้น 3 กลุ่ม รวม 13 ชนิด ได้แก่ กลุ่ม carbamates 6 ชนิด (carbaryl, carbofuran, methomyl, aldicarb, oxamyl และ methiocarb) กลุ่ม organophosphorus 5 ชนิด (chlorpyrifos, profenofos, triazophos, ethion และ acephate) และกลุ่ม synthetic pyrethroids 2 ชนิด (cypermethrin และ l-cyhalothrin) ความถี่ที่ตรวจพบรวม 316 รายการ ชนิดสารเคมีกำจัดแมลงที่มีความถี่การตรวจพบสูงอย่างเด่นชัด ได้แก่ cypermethrin (ร้อยละ 27.22) และ chlorpyrifos (ร้อยละ 25.00) (ตารางที่ 2) ซึ่งทั้งสองชนิดพบรวมกันสูงถึงร้อยละ 52.22

เมื่อจำแนกชนิดพริกสด ได้แก่ พริกจินดาแดง ตรวจพบสารเคมีกำจัดแมลงทั้งสิ้น 3 กลุ่ม 12 ชนิด ได้แก่ กลุ่ม organophosphorus 5 ชนิด (chlorpyrifos, profenofos, triazophos, ethion และ acephate) กลุ่ม carbamates 5 ชนิด (carbofuran, carbaryl, methomyl, oxamyl และ aldicarb) และกลุ่ม synthetic pyrethroids 2 ชนิด (cypermethrin และ l-cyhalothrin) ความถี่ที่ตรวจพบรวม 209 รายการ ชนิดสารเคมีกำจัดแมลงที่มีความถี่การตรวจพบสูงอย่างเด่นชัด ได้แก่ cypermethrin และ chlorpyrifos (ตารางที่ 3) ซึ่งทั้งสองชนิดพบรวมกันร้อยละ 50.24 ส่วนพริกจินดาเขียว ตรวจพบสารเคมีกำจัดแมลงทั้งสิ้น 3 กลุ่ม 10 ชนิด ได้แก่ กลุ่ม organophosphorus 4 ชนิด (chlorpyrifos, ethion, profenofos และ triazophos) กลุ่ม carbamates 4 ชนิด (carbaryl, aldicarb, carbofuran และ methomyl) และกลุ่ม synthetic pyrethroids 2 ชนิด (cypermethrin และ l-cyhalothrin) ความถี่ที่ตรวจพบรวม 52 รายการ ชนิดสารเคมีกำจัดแมลงที่มีความถี่การตรวจพบสูงอย่างเด่นชัด ได้แก่ chlorpyrifos และ cypermethrin (ตารางที่ 4) ซึ่งทั้งสองชนิดพบรวมกันร้อยละ 51.93 และพริกขี้หนู ตรวจพบสารเคมีกำจัดแมลงทั้งสิ้น 3 กลุ่ม 8 ชนิด ได้แก่ กลุ่ม carbamates 4 ชนิด (carbofuran, carbaryl, methiocarb และ methomyl) กลุ่ม organophosphorus 2 ชนิด (chlorpyrifos และ profenofos) และกลุ่ม synthetic pyrethroids 2 ชนิด (cypermethrin และ l-cyhalothrin) ความถี่ที่ตรวจพบรวม 55 รายการ ชนิดสารเคมีกำจัดแมลงที่มีความถี่การตรวจพบสูงอย่างเด่นชัดได้แก่ cypermethrin และ chlorpyrifos (ตารางที่ 5) ซึ่งทั้งสองชนิดพบรวมกันร้อยละ 60.00

ตัวอย่างพริกสดที่ตรวจพบสารเคมีกำจัดแมลงมีค่าเกิน Maximum Residue Limit (MRL) ของประเทศไทย รวมทั้งสิ้น 3 ตัวอย่าง จาก 160 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 1.88 ชนิดสารเคมีกำจัดแมลงที่มีค่าเกิน MRL ได้แก่ Ethion ในตัวอย่างพริกจินดาแดงและพริกจินดาเขียว ชนิดละ 1 ตัวอย่าง และ cypermethrin ในตัวอย่างพริกขี้หนู 1 ตัวอย่าง

ในพริกสดตัวอย่างเดียวกันตรวจพบสารเคมีกำจัดแมลงจำนวน 1, 2, 3, 4, 5, 6 และ 8 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 29.84, 28.23, 16.13, 13.71, 8.87, 2.42 และ 0.81 ตามลำดับ โดยพบจินดาแดง 1 ตัวอย่าง ที่ตรวจพบสารเคมีกำจัดแมลงสูงสุด 8 ชนิด ได้แก่ chlorpyrifos, profenofos, ethion, triazophos, cypermethrin, l-cyhalothrin, carbofuran และ methomyl

จากผลการประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดโรคอื่น ๆ ที่ไม่ใช่โรคมะเร็งจากการบริโภคพริกสดที่มีสารเคมีกำจัด

แมลงตกค้างในภาพรวมและพริกสดที่จำแนกชนิด ได้แก่ พริกจินดาแดง พริกจินดาเขียว และพริกขี้หนู กรณีรุนแรงที่สุด จำแนกตามผู้บริโภคเพศชายและเพศหญิง อายุ 3 ปี ขึ้นไป โดยได้รับสัมผัสที่ระดับเฉลี่ยในกลุ่มเฉพาะผู้ที่บริโภค (eater only) พบว่า hazard quotient (HQ) (ตารางที่ 2 ถึง 5) มีค่าน้อยกว่า 1 ทั้งผู้บริโภคเพศชายและเพศหญิง และ Hazard Index (HI) (ตารางที่ 6) มีค่าน้อยกว่า 1 ทั้งผู้บริโภคเพศชายและเพศหญิง เช่นกัน แสดงว่าไม่มีความเสี่ยงต่อการบริโภคซึ่งหมายความว่า ปริมาณสารเคมีกำจัดแมลงที่ได้รับไม่มากพอที่จะก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพได้

**ตารางที่ 2 ชนิดสารเคมีกำจัดแมลงที่ตรวจพบในพริกสดรวมทั้งหมด และค่า ADD และ HQ จำแนกตามเพศผู้บริโภค**

| ชนิดสาร ที่ตรวจพบ | ความถี่ที่พบ (รายการ) | ค่าเฉลี่ย (mg/kg) | ช่วงที่พบ (mg/kg) | ADD (mg/kg BW/d) | | HQ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | เพศหญิง | เพศชาย | เพศหญิง | เพศชาย |
| cypermethrin | 86 | 23.07 x $10^{-2}$ | <0.05 - 2.33 | 1.13 x $10^{-4}$ | 1.18 x $10^{-4}$ | 5.66 x $10^{-4}$ | 5.89 x $10^{-4}$ |
| chlorpyrifos | 79 | 8.52 x $10^{-2}$ | <0.05 - 0.87 | 4.22 x $10^{-5}$ | 4.40 x $10^{-5}$ | 4.22 x $10^{-4}$ | 4.40 x $10^{-4}$ |
| profenofos | 34 | 8.38 x $10^{-2}$ | <0.05 - 2.41 | 1.17 x $10^{-4}$ | 1.22 x $10^{-4}$ | 1.17 x $10^{-4}$ | 1.22 x $10^{-4}$ |
| l-cyhalothrin | 22 | 2.49 x $10^{-2}$ | 0.10 - 0.28 | 1.36 x $10^{-5}$ | 1.42 x $10^{-5}$ | 2.72 x $10^{-3}$ | 2.83 x $10^{-3}$ |
| carbaryl | 21 | 0.46 x $10^{-2}$ | <0.01 - 0.24 | 1.17 x $10^{-5}$ | 1.21 x $10^{-5}$ | 1.17 x $10^{-3}$ | 1.21 x $10^{-3}$ |
| carbofuran | 20 | 0.20 x $10^{-2}$ | <0.01 - 0.05 | 2.43 x $10^{-6}$ | 2.53 x $10^{-6}$ | 1.62 x $10^{-2}$ | 1.68 x $10^{-2}$ |
| triazophos | 20 | 5.03 x $10^{-2}$ | <0.05 - 1.75 | 8.50 x $10^{-5}$ | 8.85 x $10^{-5}$ | 8.50 x $10^{-2}$ | 8.85 x $10^{-2}$ |
| ethion | 15 | 10.03 x $10^{-2}$ | <0.05 - 8.01 | 3.89 x $10^{-4}$ | 4.05 x $10^{-4}$ | 7.78 x $10^{-1}$ | 8.10 x $10^{-1}$ |
| methomyl | 7 | 0.11 x $10^{-2}$ | <0.01 - 0.08 | 3.88 x $10^{-6}$ | 4.04 x $10^{-6}$ | 1.55 x $10^{-3}$ | 1.62 x $10^{-3}$ |
| acephate | 4 | 0.19 x $10^{-2}$ | <0.05 - 0.10 | 4.85 x $10^{-6}$ | 5.05 x $10^{-6}$ | 4.85 x $10^{-5}$ | 5.05 x $10^{-5}$ |
| aldicarb | 3 | 0.08 x $10^{-2}$ | 0.03 - 0.05 | 2.43 x $10^{-6}$ | 2.53 x $10^{-6}$ | 2.43 x $10^{-3}$ | 2.53 x $10^{-3}$ |
| oxamyl | 3 | 0.02 x $10^{-2}$ | <0.01 - 0.01 | 4.85 x $10^{-7}$ | 5.05 x $10^{-7}$ | 4.85 x $10^{-4}$ | 5.05 x $10^{-4}$ |
| methiocarb | 2 | 0.03 x $10^{-2}$ | <0.01 - 0.03 | 1.46 x $10^{-6}$ | 1.52 x $10^{-6}$ | 2.91 x $10^{-3}$ | 3.03 x $10^{-3}$ |
| รวมทั้งสิ้น | 316 | | | | | | |

**ตารางที่ 3 ชนิดสารเคมีกำจัดแมลงที่ตรวจพบในพริกจินดาแดง และค่า ADD และ HQ จำแนกตามเพศผู้บริโภค**

| ชนิดสาร ที่ตรวจพบ | ความถี่ที่พบ (รายการ) | ค่าเฉลี่ย (mg/kg) | ช่วงที่พบ (mg/kg) | ADD (mg/kg BW/d) | | HQ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | เพศหญิง | เพศชาย | เพศหญิง | เพศชาย |
| cypermethrin | 53 | 36.00 x $10^{-2}$ | 0.10 - 1.67 | 8.11 x $10^{-5}$ | 8.44 x $10^{-5}$ | 4.05 x $10^{-4}$ | 4.22 x $10^{-4}$ |
| chlorpyrifos | 52 | 14.61 x $10^{-2}$ | <0.05 - 0.87 | 4.22 x $10^{-5}$ | 4.40 x $10^{-5}$ | 4.22 x $10^{-4}$ | 4.40 x $10^{-4}$ |
| profenofos | 30 | 18.24 x $10^{-2}$ | <0.05 - 2.41 | 1.17 x $10^{-4}$ | 1.22 x $10^{-4}$ | 1.17 x $10^{-4}$ | 1.22 x $10^{-4}$ |
| triazophos | 19 | 10.60 x $10^{-2}$ | <0.05 - 1.75 | 8.50 x $10^{-5}$ | 8.85 x $10^{-5}$ | 8.50 x $10^{-2}$ | 8.85 x $10^{-2}$ |
| carbofuran | 12 | 00.32 x $10^{-2}$ | <0.01 - 0.05 | 2.43 x $10^{-6}$ | 2.53 x $10^{-6}$ | 1.62 x $10^{-2}$ | 1.68 x $10^{-2}$ |
| ethion | 12 | 13.18 x $10^{-2}$ | <0.05 - 8.01 | 3.89 x $10^{-4}$ | 4.05 x $10^{-4}$ | 7.78 x $10^{-1}$ | 8.10 x $10^{-1}$ |
| carbaryl | 10 | 00.64 x $10^{-2}$ | <0.01 - 0.24 | 1.17 x $10^{-5}$ | 1.21 x $10^{-5}$ | 1.17 x $10^{-3}$ | 1.21 x $10^{-3}$ |
| l-cyhalothrin | 8 | 02.17 x $10^{-2}$ | 0.13 - 0.28 | 1.36 x $10^{-5}$ | 1.42 x $10^{-5}$ | 2.72 x $10^{-3}$ | 2.83 x $10^{-3}$ |
| methomyl | 5 | 00.21 x $10^{-2}$ | <0.01 - 0.08 | 3.88 x $10^{-6}$ | 4.04 x $10^{-6}$ | 1.55 x $10^{-3}$ | 1.62 x $10^{-3}$ |
| acephate | 4 | 00.42 x $10^{-2}$ | <0.05 - 0.10 | 4.85 x $10^{-6}$ | 5.05 x $10^{-6}$ | 4.85 x $10^{-5}$ | 5.05 x $10^{-5}$ |
| oxamyl | 3 | 00.04 x $10^{-2}$ | <0.01 - <0.01 | 4.85 x $10^{-7}$ | 5.05 x $10^{-7}$ | 4.85 x $10^{-4}$ | 5.05 x $10^{-4}$ |
| aldicarb | 1 | 00.04 x $10^{-2}$ | 0.03 | 1.46 x $10^{-6}$ | 1.52 x $10^{-6}$ | 1.46 x $10^{-3}$ | 1.52 x $10^{-3}$ |
| รวมทั้งสิ้น | 209 | | | | | | |

**ตารางที่ 4 ชนิดสารเคมีกำจัดแมลงที่ตรวจพบในพริกจินดาเขียว และค่า ADD และ HQ จำแนกตามเพศผู้บริโภค**

| ชนิดสาร | ความถี่ที่พบ | ค่าเฉลี่ย | ช่วงที่พบ | ADD (mg/kg BW/d) | | HQ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ที่ตรวจพบ | (รายการ) | (mg/kg) | (mg/kg) | เพศหญิง | เพศชาย | เพศหญิง | เพศชาย |
| chlorpyrifos | 15 | $04.66 \times 10^{-2}$ | <0.05 - 0.66 | $3.20 \times 10^{-5}$ | $3.34 \times 10^{-5}$ | $3.20 \times 10^{-4}$ | $3.34 \times 10^{-4}$ |
| cypermethrin | 12 | $08.88 \times 10^{-2}$ | 0.12 - 0.74 | $3.59 \times 10^{-5}$ | $3.74 \times 10^{-5}$ | $1.80 \times 10^{-4}$ | $1.87 \times 10^{-4}$ |
| l-cyhalothrin | 10 | $04.29 \times 10^{-2}$ | 0.10 - 0.24 | $1.17 \times 10^{-5}$ | $1.21 \times 10^{-5}$ | $2.33 \times 10^{-3}$ | $2.43 \times 10^{-3}$ |
| carbaryl | 5 | $00.29 \times 10^{-2}$ | <0.01 - 0.08 | $3.88 \times 10^{-6}$ | $4.04 \times 10^{-6}$ | $3.88 \times 10^{-4}$ | $4.04 \times 10^{-4}$ |
| ethion | 3 | $15.98 \times 10^{-2}$ | <0.05 - 6.44 | $3.13 \times 10^{-4}$ | $3.26 \times 10^{-4}$ | $6.25 \times 10^{-1}$ | $6.51 \times 10^{-1}$ |
| aldicarb | 2 | $00.22 \times 10^{-2}$ | 0.04 - 0.05 | $2.43 \times 10^{-6}$ | $2.53 \times 10^{-6}$ | $2.43 \times 10^{-3}$ | $2.53 \times 10^{-3}$ |
| profenofos | 2 | $00.44 \times 10^{-2}$ | <0.05 - 0.13 | $6.31 \times 10^{-6}$ | $6.57 \times 10^{-6}$ | $6.31 \times 10^{-6}$ | $6.57 \times 10^{-6}$ |
| carbofuran | 1 | $00.02 \times 10^{-2}$ | <0.01 | $4.85 \times 10^{-7}$ | $5.05 \times 10^{-7}$ | $3.24 \times 10^{-3}$ | $3.37 \times 10^{-3}$ |
| methomyl | 1 | $00.02 \times 10^{-2}$ | <0.01 | $4.85 \times 10^{-7}$ | $5.05 \times 10^{-7}$ | $1.94 \times 10^{-4}$ | $2.02 \times 10^{-4}$ |
| triazophos | 1 | $01.00 \times 10^{-2}$ | 0.41 | $1.99 \times 10^{-5}$ | $2.07 \times 10^{-5}$ | $1.99 \times 10^{-2}$ | $2.07 \times 10^{-2}$ |
| รวมทั้งสิ้น | 52 | | | | | | |

**ตารางที่ 5 ชนิดสารเคมีกำจัดแมลงที่ตรวจพบในพริกขี้หนู และค่า ADD และ HQ จำแนกตามเพศผู้บริโภค**

| ชนิดสาร | ความถี่ที่พบ | ค่าเฉลี่ย | ช่วงที่พบ | ADD (mg/kg BW/d) | | HQ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ที่ตรวจพบ | (รายการ) | (mg/kg) | (mg/kg) | เพศหญิง | เพศชาย | เพศหญิง | เพศชาย |
| cypermethrin | 21 | $15.64 \times 10^{-2}$ | <0.05 - 2.33 | $1.13 \times 10^{-4}$ | $1.18 \times 10^{-4}$ | $5.66 \times 10^{-4}$ | $5.89 \times 10^{-4}$ |
| chlorpyrifos | 12 | $02.55 \times 10^{-2}$ | <0.05 - 0.37 | $1.80 \times 10^{-5}$ | $1.87 \times 10^{-5}$ | $1.80 \times 10^{-4}$ | $1.87 \times 10^{-4}$ |
| carbofuran | 7 | $00.17 \times 10^{-2}$ | <0.01 - 0.02 | $9.71 \times 10^{-6}$ | $1.01 \times 10^{-6}$ | $6.47 \times 10^{-3}$ | $6.74 \times 10^{-3}$ |
| carbaryl | 6 | $00.32 \times 10^{-2}$ | <0.01 - 0.09 | $4.37 \times 10^{-6}$ | $4.55 \times 10^{-6}$ | $4.37 \times 10^{-4}$ | $4.55 \times 10^{-4}$ |
| l-cyhalothrin | 4 | $01.40 \times 10^{-2}$ | 0.12 - 0.23 | $1.12 \times 10^{-5}$ | $1.16 \times 10^{-5}$ | $2.23 \times 10^{-3}$ | $2.33 \times 10^{-3}$ |
| methiocarb | 2 | $00.09 \times 10^{-2}$ | <0.01 - 0.03 | $1.46 \times 10^{-6}$ | $1.52 \times 10^{-6}$ | $2.91 \times 10^{-3}$ | $3.03 \times 10^{-3}$ |
| profenofos | 2 | $00.21 \times 10^{-2}$ | <0.05 - <0.05 | $2.43 \times 10^{-6}$ | $2.53 \times 10^{-6}$ | $2.43 \times 10^{-6}$ | $2.53 \times 10^{-6}$ |
| methomyl | 1 | $00.02 \times 10^{-2}$ | 0.01 | $4.85 \times 10^{-7}$ | $5.05 \times 10^{-7}$ | $1.94 \times 10^{-4}$ | $2.02 \times 10^{-4}$ |
| รวมทั้งสิ้น | 55 | | | | | | |

**ตารางที่ 6 ค่า Hazard Index (HI) จำแนกตามชนิดพริกสดและเพศผู้บริโภค**

| ตัวอย่าง | HI กลุ่ม organophosphorus* และ carbamates* | | HI กลุ่ม synthetic pyrethroids** | |
|---|---|---|---|---|
| | เพศหญิง | เพศชาย | เพศหญิง | เพศชาย |
| พริกสดรวมทั้งหมด | $8.88 \times 10^{-1}$ | $9.25 \times 10^{-1}$ | $3.28 \times 10^{-3}$ | $3.42 \times 10^{-3}$ |
| พริกจินดาแดง | $8.84 \times 10^{-1}$ | $9.21 \times 10^{-1}$ | $3.12 \times 10^{-3}$ | $3.25 \times 10^{-3}$ |
| พริกจินดาเขียว | $6.25 \times 10^{-1}$ | $6.79 \times 10^{-1}$ | $2.51 \times 10^{-3}$ | $2.61 \times 10^{-3}$ |
| พริกขี้หนู | $1.02 \times 10^{-2}$ | $1.06 \times 10^{-2}$ | $2.80 \times 10^{-3}$ | $2.91 \times 10^{-3}$ |

หมายเหตุ: * ออกฤทธิ์ต่อระบบประสาท cholinergic

** ออกฤทธิ์ต่อเซลล์ประสาท

## วิจารณ์

การศึกษาครั้งนี้ใช้เทคนิค gas chromatograph (GC) ที่มีตัวตรวจจับชนิด flame photometric detector (GC-FPD+) และ μ-Electron capture detector (GC-μECD) มีความไวสูงสำหรับตรวจวิเคราะห์สารเคมีกำจัดแมลงกลุ่ม organophosphorus, synthetic pyrethroids และ organochlorines และเทคนิค high performance liquid chromatography (HPLC) ที่มีตัวตรวจจับชนิด fluorescence detector (FLD) สำหรับตรวจวิเคราะห์สารเคมีกำจัดแมลงกลุ่ม carbamates โดยนำตัวอย่างที่ผ่านการสกัดมาทำให้ปฏิกิริยากับสาร derivatize เพื่อให้เกิดสารอนุพันธ์ (derivatization reaction) ทำให้วิธีนี้มีความเหมาะสมสำหรับการตรวจวิเคราะห์สารเคมีกำจัดแมลงกลุ่ม carbamates จากผลการตรวจวิเคราะห์พบสารเคมีกำจัดแมลงในตัวอย่างพริกสด ร้อยละ 77.50 ซึ่งพบมากกว่าการศึกษาของจารุพงศ์ และคณะ[7] อาจเกิดจากแหล่งที่มาของตัวอย่างพริกสด ชนิดตัวอย่างพริกสด เทคนิควิธีและจำนวนชนิดสารเคมีกำจัดแมลงที่ตรวจวิเคราะห์ต่างกัน อย่างไรก็ตามผลการตรวจวิเคราะห์ในพริกจินดาแดงที่พบร้อยละ 90.28 พบว่าใกล้เคียงกับข้อมูลของเครือข่ายเตือนภัยสารเคมีกำจัดศัตรูพืช (Thai-PAN) ที่พบร้อยละ 100.00[8]

ตัวอย่างพริกขี้หนู (ความยาวผลน้อยกว่า 2 เซนติเมตร) ซึ่งมีขนาดผลเล็ก พบว่าร้อยละการตรวจพบสารเคมีกำจัดแมลงน้อยกว่าตัวอย่างพริกจินดา (ความยาวผลมากกว่า 2 ถึง 5 เซนติเมตร) ซึ่งมีขนาดผลใหญ่กว่า ทั้งนี้อาจเกิดจากสมบัติทางกายภาพด้านขนาดผลพริกที่มีผลต่อการวางไข่ของแมลงวันพริกซึ่งเป็นศัตรูที่สำคัญ โดยมีการศึกษาที่ชี้ให้เห็นว่าแมลงวันพริกมีการวางไข่ในพริกขี้หนูน้อยกว่าเมื่อเทียบกับพริกผลใหญ่กว่า[23,24] ในการเพาะปลูกพริกขี้หนูจึงน่าจะมีการใช้สารเคมีกำจัดแมลงในปริมาณที่น้อยกว่าการเพาะปลูกพริกจินดา ดังนั้นร้อยละการตรวจพบสารเคมีกำจัดแมลงในพริกขี้หนูจึงน้อยกว่าพริกจินดาแดง

ตัวอย่างพริกจินดาเขียว พบว่า ร้อยละการตรวจพบสารเคมีกำจัดแมลงน้อยกว่าพริกจินดาแดง ซึ่งอาจเกิดจากสมบัติทางกายภาพด้านสีที่มีผลต่อการวางไข่ของแมลงวันพริก โดยมีการศึกษาที่ชี้ให้เห็นว่าแมลงวันพริกมีการวางไข่ในพริกพริกชี้ฟ้าเขียวน้อยกว่าพริกชี้ฟ้าแดง[23] ดังนั้นในการเพาะปลูกพริกจินดาในช่วงที่ผลยังไม่สุกและมีสีเขียว จึงน่าจะมีการใช้สารเคมีกำจัดแมลงในปริมาณที่น้อยกว่าในช่วงที่ผลสุกแล้วและมีสีแดง

จากการศึกษานี้ พบสารเคมีกำจัดแมลงถึง 13 ชนิด แต่ที่พบอย่างโดดเด่นคือ cypermethrin และ chlorpyrifos ที่พบสองชนิดรวมกันสูงถึงร้อยละ 52.77 อาจเกิดจากสารเคมีกำจัดแมลงทั้งสองชนิดนี้นิยมใช้กำจัดแมลงวันพริกและหนอนกระทู้ที่ทำลายผลพริกโดยตรง และมีการศึกษาที่ชี้ให้เห็นว่า cypermethrin และ chlorpyrifos เป็นสารเคมีกำจัดแมลง 2 ใน 5 ชนิดที่เกษตรกรปลูกผักนิยมใช้[25] สำหรับสารเคมีกำจัดแมลงอีก 11 ชนิดที่ตรวจพบมักใช้ในการกำจัดศัตรูพริกที่ทำลายลำต้น ใบ และดอกของต้นพริก ร้อยละการตรวจพบจึงน้อยกว่า อย่างไรก็ตาม พบสารเคมีกำจัดแมลงซึ่งมีความเป็นพิษสูง และอยู่ในบัญชีเฝ้าระวังของกรมวิชาการเกษตร หรือ watch list จำนวน 3 ชนิด ได้แก่ carbofurn, methomyl และ oxamyl ดังนั้น จึงควรมีการแนะนำให้เกษตรกรใช้อย่างระมัดระวัง หรือใช้สารชนิดอื่นที่มีพิษน้อยกว่าทดแทน

ในการศึกษานี้ ได้ทำการประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดโรคอื่นๆ ที่ไม่ใช่โรคมะเร็งจากการบริโภคพริกสดที่มีสารเคมีกำจัดแมลงตกค้าง กรณีร้ายแรงที่สุด ซึ่งพบค่า Hazard Quotient (HQ) น้อยกว่า 1 ซึ่งหมายความว่าปริมาณสารเคมีกำจัดแมลงที่ได้รับไม่มากพอที่จะก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพได้หรือไม่มีความเสี่ยงต่อสุขภาพผ่านทางการรับประทานทั้งผู้บริโภคเพศชายและเพศหญิง จากการศึกษานี้พบสารเคมีกำจัดแมลง 3 กลุ่ม ได้แก่ organophosphorus, carbamates และ synthetic pyrethroids ซึ่งกลุ่ม organophosphorus และ carbamates มีกลไกการออกฤทธิ์เหมือนกันคือออกฤทธิ์ต่อระบบประสาท cholinergic โดยไปยับยั้งการทำงานของเอ็นไซม์

cholinesterase ซึ่งเป็นเอ็นไซม์ที่ใช้ในการย่อยสลายสารสื่อประสาท acetylcholine ส่วนกลุ่ม synthetic pyrethroids ออกฤทธิ์โดยตรงที่เซลล์ประสาท ดังนั้น hazard index (HI) ที่เป็นผลรวมของ hazard quotient (HQ) ของสาร-เคมีกำจัดแมลงแต่ละชนิดที่มีกลไกการออกฤทธิ์เหมือนกัน จึงมี 2 ค่า ตามตารางที่ 6 ซึ่งพบค่า hazard index (HI) น้อยกว่า 1 เช่นกัน ซึ่งหมายความว่าปริมาณสาร-เคมีกำจัดแมลงที่ได้รับไม่มากพอที่จะก่อให้เกิดผล-กระทบต่อสุขภาพได้หรือไม่มีความเสี่ยงต่อสุขภาพผ่านทางการรับประทานในผู้บริโภคทั้งเพศชายและเพศหญิงที่มีอายุ 3 ปี ขึ้นไป โดยได้รับสัมผัสที่ระดับเฉลี่ยในกลุ่มเฉพาะผู้ที่บริโภค (eater only)

ประเทศไทยกำหนดปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุดที่มีได้ในอาหาร (maximum residue limit; MRL) ของ cypermethrin, chlorpyrifos, profenofos, l-cyhalothrin, carbaryl, carbofuran. ethion และ methomyl มีค่าเท่ากับ 2.00, 3.00, 3.00, 0.30, 0.50, 0.50, 3.00 และ 1.00 mg/kg ตามลำดับ และปริมาณสารพิษตกค้างที่มีได้ในสินค้าเกษตรสำหรับวัตถุอันตรายทางการเกษตรที่ไม่ได้กำหนดค่าปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุดไว้ (default limit) ของ triazophos, acephate, aldicarb, oxamyl และ methiocarb มีค่าเท่ากับ 0.01, 0.05, 0.01, 0.01 และ 0.01 mg/kg ตามลำดับ[26] ในการศึกษานี้มีตัวอย่างพริกสดที่ตรวจพบสารเคมีกำจัดแมลงมีค่าเกิน maximum residue limit (MRL) ของประเทศไทย รวมทั้งสิ้น 3 ตัวอย่าง จากตัวอย่างพริกสด 160 ตัวอย่าง โดยพบสารเคมีกำจัดแมลงชนิด ethion ที่ตรวจพบในปริมาณสูงอย่างเห็นได้ชัด จำนวน 2 ตัวอย่าง ในพริกจินดาเขียวและพริกจินดาแดง อย่างละ 1 ตัวอย่าง โดยตรวจพบปริมาณ 6.44 และ 8.01 mg/kg ตามลำดับ ซึ่งมีค่ามากกว่า MRL ของประเทศไทย 1.1 และ 1.67 เท่า ตามลำดับ แต่อัตราการตรวจพบน้อยมาก (ร้อยละ 1.25) สำหรับสารเคมีกำจัดแมลงชนิด cypermethrin ในพริกขี้หนูจำนวน 1 ตัวอย่าง ตรวจพบปริมาณ 2.33 mg/kg ซึ่งมีค่ามากกว่า MRL ของประเทศไทยเพียง 0.17 เท่า และอัตราการตรวจพบน้อยมากเช่นกัน (ร้อยละ 0.63) และเมื่อนำมาคำนวณ HQ และ HI ซึ่งเป็นผลรวมของค่า HQ พบว่ายังคงมีค่าไม่เกิน 1 เช่นเดียวกัน

จากการศึกษานี้ แม้ว่าอัตราการตรวจพบสารเคมีกำจัดแมลงในตัวอย่างพริกสดทั้งหมดสูงถึงร้อยละ 77.50 แต่จากการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพพบว่าไม่มีความเสี่ยง อาจเนื่องมาจากพริกไม่ใช่อาหารหลักในการบริโภค เป็นเพียงผักที่นำมาปรุงแต่งรสชาติ กลิ่นและสี ซึ่งผู้บริโภคเพศชายและเพศหญิง ที่มีอายุ 3 ปี ขึ้นไป บริโภคพริกสดเฉลี่ยเพียงวันละ 3 และ 2.72 กรัม ตามลำดับ ดังนั้น ผู้บริโภคจึงยังคงมีความมั่นใจในการบริโภคพริก-สดได้อย่างปลอดภัย อย่างไรก็ตามเพื่อความมั่นใจยิ่งขึ้น ควรทำการล้างพริกสดทุกครั้งก่อนนำมาบริโภคเช่นเดียวกับพืชผักและผลไม้ชนิดอื่น

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ สำนักคุณภาพและความปลอดภัยอาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ที่ให้การพัฒนาศักยภาพศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ 6 ชลบุรี ในด้านการตรวจวิเคราะห์สารเคมีกำจัดแมลงตกค้างในพืชผักและผลไม้ ตั้งแต่ ปีงบประมาณ พ.ศ. 2559 จนถึงปัจจุบัน

## เอกสารอ้างอิง

1. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. ประกาศกระทรวง กำหนดมาตรฐานสินค้าเกษตร: พริก. ราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 134, ตอนพิเศษ 99 ง (ลงวันที่ 7 เมษายน 2560).
2. Pathan ARK, Parihar NS, Sharma BN. Effect of drying on the residues of dicofol, ethion and cypermethrin in chilli (Capsicum annum L.). Pest Manag Hort Ecosyst 2009;15(2):167-9.
3. Department of Agriculture, University of Florida. Chilli Thrips (Scirtothrips dorsalis): a landscaper's guide [Internet]. 2019 [cited 2019 Sep 3]. Available from: http://lee.ifas.ufl.edu/Hort/GardenPubsAZ/ChilliThrips.pdf
4. Directorate of Agriculture & Food Production, Orissa. Expert committee 2009 – 10 for plant protection chem-

icals, biopesticides, micronutrients [Internet]. 2019 [cited 2019 Sep 3]. Available from: http://agriodisha.nic.in/http_public/Directorate_Agri/pdf/Expert_Committee_2009-10.pdf

5. Reddy AV, Srihari G, Kumar AK. Evaluation of certain new insecticide against chilli thrips (*Scirtothrips dorsalis*) and mites (*Polyphagotarsonemus latus*). Asian J Hort 2007;2(2):8-9.

6. Stockholm Convention. Recommended PP chemical, bio-pesticides and micronutrients by the expert committee 2008-9 [Internet]. 2019 [cited 2019 Sep 3]. Available from: http://chm.pops.int/Implementation/NewPOPs/DecisionSC54Informationrequest/AlternativestoEndosulfan(decisionSC54)/tabid/2269/ctl/Download/mid/7596/Default.aspx?id=4&ObjID=12234

7. จารุพงษ์ ประสพสุข, ปริยานุช สายสุพรรณ์, วัชราพร ศรีสว่างวงศ์. การวิเคราะห์สารพิษตกค้างในผักและผลไม้เพื่อการรับรองระบบการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับพืชในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน. แก่นเกษตร 2557;42(suppl 2):430-9.

8. สำนักข่าวอิศรา. สารเคมีตกค้างในพริกสูงสุด ไทยแพนจี้ ก. เกษตรฯ ปฏิรูปตรา Q ของ มกอช [อินเทอร์เน็ต]. 2559 [สืบค้นเมื่อ 4 พ.ค. 2559] แหล่งข้อมูล: https://www.isranews.org/isranews-news/46704-news_46704.html

9. Ecobichon DJ. Toxic effects of pesticides. In: Klaassen CD. editor. Casarett and Doull's Toxicology: the basic science of poisons. 6th ed. New York: McGraw-Hill Professional; 2001. p. 763-810.

10. กิจชัย ศิริวัฒน์. สารเคมีกำจัดแมลง. ใน: กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. ความรู้เกี่ยวกับสิ่งเป็นพิษ ตอนที่ 4. นนทบุรี: กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์; 2533. หน้า 1-16.

11. ไมตรี สุทธจิตต์. สารพิษรอบตัว: รู้เท่าทันสารพิษที่มีอยู่รอบตัวเรา. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: ดวงกมลพับลิชชิ่ง; 2551.

12. Barr DB. Biomonitoring of exposure to pesticides. J Chem Health Saf 2008;15(6):20-9.

13. ศูนย์วิจัยและประเมินความเสี่ยงด้านอาหารปลอดภัย. การประเมินความเสี่ยง (risk assessment) [อินเทอร์เน็ต]. 2563 [สืบค้นเมื่อ 14 ธ.ค. 2563]. แหล่งข้อมูล: http://www.nfi.or.th/foodsafety/riskInfo.php?id=3

14. สำนักคุณภาพและความปลอดภัยอาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. การเตรียมตัวอย่างอาหารสำหรับการตรวจวิเคราะห์ pesticide residue. SOP No. 20 14 001 แก้ไขครั้งที่ 04 วันที่ออกเอกสาร 2 ธันวาคม 2556.

สำนักคุณภาพและความปลอดภัยอาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. การตรวจวิเคราะห์สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีน กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสและกลุ่มสารสังเคราะห์ไพรีทรอยด์ตกค้างในพืชผักและผลไม้ โดยวิธี modified QuEChERS. นนทบุรี: กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์; 2558.

สำนักคุณภาพและความปลอดภัยอาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. การตรวจวิเคราะห์สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชกลุ่มคาร์บาเมตในพืชผักและผลไม้ โดยวิธี SPE. นนทบุรี: กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์; 2559.

15. Bommuraj V, Chen Y, Klein H, Sperling R, Barel S. Pesticide and trace element residues in honey and beeswax combs from Israel in association with human risk assessment and honey adulteration. Food Chem 2019;229:1-10.

16. Golge O, Hepsag F, Kabak B. Health risk assessment of selected pesticide residues in green pepper and cucumber. Food Chem Toxicol 2018;121:51-64.

17. สำนักกำหนดมาตรฐาน. ข้อมูลการบริโภคอาหารของประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ; 2559.

18. ChemSafetyPro. How to calculate hazard quotient (HQ) and risk quotient (RQ) [Internet]. 2020 [cited 2020 Aug 22]. Available from: https://www.chemsafetypro.com/Topics/CRA/How_to_Calculate_Hazard_Quotients_(HQ)_and_Risk_Quotients_(RQ).html)

19. EU Commission. EU pesticides database [Internet]. 2020 [cited 2020 Aug 3]. Available from: https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/public/?event=activesubstance.selection&language=EN

20. United States Environmental Protection Agency. IRIS assessments [Internet]. 2020 [cited 2020 Aug 3]. Available from: https://cfpub.epa.gov/ncea/iris_drafts/AtoZ.cfm

21. วนิดา เพ็ชร์ลมุล, อรัญ งามผ่องใส, จิราพร เพชรรัตน์. ความชอบในการวางไข่ของแมลงวันผลไม้ Bactrocera papayae Drew & Hancock (Diptera: Tephritidae) ในพริกบางสายพันธุ์. วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ 2552;12(2):43-9.
22. Ogbalu OK, Emelike NJT, Amacheree EI, Uche F, Thomas CN. Characterization and preferred oviposition sites of Atherigona orientalis (Schiner) on Nigerian pepper fruits. J Appl Sci Environ Mgt 2005;9(1):19-23.
23. อุดมลักษณ์ อุ่นจิตต์วรรธนะ, พิเชษฐ์ ทองละเอียด, ยุพดี จิตต์ไพศาล. การประเมินข้อมูลการใช้ผลิตภัณฑ์ cypermethrin, EPN, chlorpyrifos และผลิตภัณฑ์สารธรรมชาติจากเกษตรกร [อินเทอร์เน็ต]. 2558 [สืบค้นเมื่อ 3 ส.ค. 2563]. แหล่งข้อมูล: http://www.doa.go.th/research/attachment.php?aid=966
24. สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. สารพิษตกค้าง: ปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด. ราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศและงานทั่วไป เล่ม 133, ตอนพิเศษ 288ง (ลงวันที่ 13 ธันวาคม 2559).

**Abstract: Health Risk Assessment of Fresh Chillies with Residual Insecticides in Health Region 6**

**Varaporn Cholumpai, Ph.D. (Environmental Sciences); Chiradet Nasuk, M.Sc. (Chemistry); Khanittha Phutthasukha, B.Sc. (Chemistry)**

*Regional Medical Sciences Center 6 Chonburi, Department of Medical Sciences, Ministry of Public Health, Thailand*

*Journal of Health Science 2021;30(5):790-801.*

Chillies are spice that are commonly consumed by Thai people. Insecticides are often used in chilli cultivation to reduce its production losses. This study aimed to analyse for the presence of insecticide residues in fresh chillies sold in the market in Health Region 6, and to assess the health risks associated with insecticides residues by fresh chillies consumption. It was conducted in 2018 at the Regional Medical Sciences Center 6, Chonburi Province. Fresh chillies were analysed for the *presence of organophosphorus*, organochlorines and synthetic pyrethroids by gas chromatograph (GC) and carbamates by high performance liquid chromatograph (HPLC). There were 160 fresh chilies samples: 72 Chinda red chillies, 41 Chinda green chillies and 47 bird chillies. It was found that insecticide residues were detected in 124, 65, 30 and 29 of the 3 chili samples (77.50, 90.28, 70.73 and 63.83%), respectively. They were 3 groups with 13 types of insecticides identified including cypermethrin, chlorpyrifos, profenofos, l-cyhalothrin, carbaryl, carbofuran, triazophos, ethion, methomyl, acephate, aldicarb, oxamyl and methiocarb. The predominant insecticides were cypermethrin (27.22%) and chlorpyrifos (25.00%). Many single samples contained multiple insecticides, as 1, 2, 3, 4, 5, 6 and 8 types of insecticides were found in 29.84, 28.23, 16.13, 13.71, 8.87, 2.42 and 0.81% of samples, respectively. Ethion and cypermethrin were found in excess of maximum residue limit (MRL) in 1.88% of the samples. Risk assessment revealed that both male and female consumers aged 3 years and older were not at risk of non-cancer illness when consumed such fresh chillies contaminated with residual insecticides at the average daily intake (HQ and HI <1). To reduce the risk, however, consumers should always wash fresh chillies before cooking or eating.

***Keywords*: insecticide; fresh chillies; health risk assessment; Health Region 6**