

การลดลงของสารฆ่าแมลงคลอร์ไพรฟอสในใบโหระพา (*Ocimum basilicum* Linn.) หลังการฉีดพ่น

Reduction of Insecticide Chlorpyrifos in Sweet Basil Leaf (*Ocimum basilicum* Linn.) after Application

มะลิวัลย์ แซลิม¹ สุรชาติ พิมพา¹ และ ฐิติยา แซงปง^{1*}
Maliwan Sealim¹, Surachat Pimpa¹ and Thitiya Pung^{1*}

Abstract

Residue concentrations of chlorpyrifos after being sprayed with 3 doses on sweet basil were studied. Experimental design was completely randomized block design. The main factor was concentration of chlorpyrifos sprayed in 3 treatments: half of recommended dose (20 mL/ water 20 L), recommended dose (40 mL/ water 20 L), twice of recommended dose (80 mL/ water 20 L) and water (control). The minor factor was a period of harvesting on days 0 (before sprayed), 1, 3, 7, 10 and 15 after sprayed. Control sweet basil and lower concentration of chlorpyrifos plots were destroyed by insects. However, there were less basil damaged in the recommended dose and the double dose. After spraying for 10 days, chlorpyrifos concentrations in the control were less than EU MRL (0.05 ppm for basil). Chlorpyrifos concentrations in the recommended dose were high. There was chlorpyrifos of 8.08 ± 1.32 mg/kg on day 1 after sprayed, then the residue concentrations decreased. In the twice recommended dose, chlorpyrifos concentrations were very high especially on day 1 after sprayed at 14.46 ± 3.39 mg/kg. There was chlorpyrifos of 0.07 ± 0.02 mg/kg on day 15 in the recommended dose. Therefore, the safety period of harvesting of sweet basil should be further studied and basil farmers should use the recommended dose of chlorpyrifos.

Keywords: Sweet basil, Chlorpyrifos, Residue

¹โครงการจัดตั้งภาควิชาเคมี คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

Department of Chemistry, Faculty of Liberal Arts and Science, Kasetsart University, Kamphang Saen Campus, Nakhon Pathom 73140

รับเรื่อง : พฤษภาคม 2558

*Corresponding author : faasthp@ku.ac.th

บทคัดย่อ

ศึกษาปริมาณสารตอกดังกล่าวในโพรพอยส์ฟอร์มีดพ่น 3 อัตราในโภคภารตลดลงเป็นแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อกปัจจัยหลักคืออัตราการฉีดพ่น 3 อัตรา: แปลงฉีดพ่นต่ำกว่าอัตราแนะนำสองเท่า (20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร) แปลงฉีดพ่นตามอัตราแนะนำ (40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร) และแปลงฉีดพ่นสูงกว่าอัตราแนะนำสองเท่า (80 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร) และแปลงควบคุม (ฉีดน้ำ) ระยะเวลาเก็บตัวอย่างที่ 0 (ก่อนฉีดพ่น), 1, 3, 7, 10 และ 15 วันหลังฉีดพ่น สังเกตลักษณะของใบและวิเคราะห์ปริมาณคลอร์ไฟริฟอสพบว่า ในโภคภารตแปลงควบคุมและแปลงอัตราต่ำกว่าแนะนำถูกทำลายด้วยแสงอย่างมาก แต่ในแปลงอัตราแนะนำและสูงกว่าแนะนำในถูกทำลายน้อยกว่า หลังฉีดพ่น 10 วันบนคลอร์ไฟริฟอสในโภคภารตเก็บจากแปลงควบคุม $0.02 \text{ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม}$ ทั้งนี้ EU กำหนดคลอร์ไฟริฟอสในโภคภารต MRL ไม่เกิน 0.05 ppm ในวันที่ 1 หลังฉีดพ่นแปลงอัตราแนะนำพบคลอร์ไฟริฟอสสูงถึง $8.08 \pm 1.32 \text{ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม}$ แล้วปริมาณจะลดลง สำหรับแปลงสูงกว่าอัตราแนะนำพบคลอร์ไฟริฟอส ($14.46 \pm 3.39 \text{ mg/kg}$) สูงมากใน 1 วันหลังฉีดสูงกว่าแปลงอัตราแนะนำในวันที่ 15 หลังฉีดพ่นแปลงอัตราแนะนำพบคลอร์ไฟริฟอส $0.07 \pm 0.02 \text{ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม}$ ดังนั้นจึงควรศึกษาระยะเวลาหยุดฉีดพ่นหลังเก็บเกี่ยวเพิ่มเติมและผู้ปลูกโภคภารตจะได้พ่นคลอร์ไฟริฟอสในอัตราแนะนำ

บทนำ

โภคภารต (*Ocimum basilicum* Linn.) เป็นพืชที่รู้จักกันมานานแล้ว ใช้สำหรับบริโภคทั้งในรูปของผักสดและใช้ประกอบอาหาร โภคภารตเป็นพืชพื้นเมืองของประเทศไทย อินเดีย ในปัจจุบันโภคภารตเป็นที่แพร่หลายในหลายประเทศทั้งในเอเชีย ยุโรป อเมริกา และแอฟริกา นอกจากโภคภารตจะใช้ประกอบอาหารแล้ว โภคภารตยังมีประโยชน์และคุณค่าทางการแพทย์ และวิทยาศาสตร์ เช่น ในมีสารต้านอนุมูลิสระบีตาแครอทีน เมล็ดมีสรรพคุณเป็นยา Bayer อ่อนๆ เป็นต้น (Tri-nantawan, 2013) โภคภารตเป็นพืชที่ดูแลรักษาง่าย เจริญดีในดิน การใช้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 ในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ทุกครั้งหลังการเก็บเกี่ยวจะช่วยป้องกันการเกิดโรคและแมลงศัตรูพืชได้ (Extension and Training Office, Kasetsart University, 2015) โภคภารตเป็นผักชนิดหนึ่งที่ได้รับความนิยมในการปลูกและบริโภคกันมากทั่วทุกภาคของประเทศไทย และเป็นผักที่มีแมลงศัตรูพืชอยู่หลายชนิด เช่น เพลี้ยไฟ ไขขาวและมดดำแมลงเหล่านี้ทำให้ผลผลิตลดลง การระบาดของแมลงศัตรูเริ่มตั้งแต่ตอนแตกใบจนกระทั่งเก็บเกี่ยวทำให้

เกษตรกรผู้ปลูกโภคภารต จำเป็นต้องฉีดพ่นสารเฆ่าแมลง การใช้สารเฆ่าแมลงเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพ แต่การใช้สารเหล่านี้เป็นประจำ เกษตรกรควรมีความรู้ความเข้าใจเพียงพอและปฏิบัติตามคำแนะนำ มิฉะนั้นอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อเกษตรกรผู้ใช้ ปัญหาสารพิษตอกดังในผลผลิต การเกษตร อาหาร และสิ่งแวดล้อม ตลอดจนปัญหาเศรษฐกิจเป็นปัจจัยสำคัญที่กำหนดเพื่อส่งเป็นสินค้าส่งออกต่างประเทศ

คลอร์ไฟริฟอสเป็นสารเฆ่าแมลงในกลุ่มօร์แกโนฟอฟอรัส สารกลุ่มนี้ออกฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์อะเซ็ตทิลโคลีนเอสเทอเรสในระบบประสาท ทำให้มีการสะสมของอะเซ็ตทิลโคลีนบริเวณชิวนแนปจึงทำให้เกิดอาการพิษ เช่น แนนอก เนื่องจากบริเวณหลอดลมเกร็ง ถ้าได้รับสารกลุ่มօร์แกโนฟอฟอรัสในปริมาณสูงอาจพบอาการพิษเฉียบพลันเช่น น้ำลายไหลมาก น้ำตาไหล เหงื่ออออกมาก อาเจียน ห้องเสีย แต่สารกลุ่มօร์แกโนฟอฟอรัสสามารถหายใจได้ในสิ่งแวดล้อมในระยะเวลาสั้นเป็นวันถึงเดือน (Levi, 1987) ถ้าได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มօร์แกโนฟอฟอรัสบางชนิด เช่น คลอร์ไฟริฟอสทำให้เกิดอาการของโรค organophosphorus-induced delayed neuropathy

(OPIDN) เช่น ในคุณภาพของการหลังจากได้รับสารนี้ 6-14 วันจากการที่พับ เช่น ชา เจ็บแปลบที่มือและเท้า ตามด้วยอาการที่ประสาทรับรู้ที่มือและเท้าสูญเสียไป การนำกระแสงประสาทของเซลล์สั่งงานลดลง อย่างไรก็ตามอาการจะปรากฏในช่วงเป็นวันถึงเดือน เช่น อ่อนเพลีย และปลายมือปลายเท้าอ่อนแรง (Ehrich and Jortner, 2013)

จากรายงานการศึกษาปริมาณสารตกค้าง คลอร์ “ไพริฟอสในพืช โดยการสุ่มจากตลาดในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน และตลาดป้านาง ต. กำแพงแสน อ. กำแพงแสน จ. นครปฐม จากตัวอย่างทั้งหมด 18 ตัวอย่างเป็นผัก 3 ชนิด คือ ผักชี ถั่วฝักยาว และต้นหอม ตรวจพบปริมาณคลอร์ “ไพริฟอสตกค้างในตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 94.5 และค่าเฉลี่ยสารตกค้างคลอร์ “ไพริฟอสในผักชี ถั่วฝักยาว และต้นหอมเท่ากับ $0.040 \pm 0.000, 0.028 \pm 0.006, 0.039 \pm 0.014$ มิลลิกรัมต่อ กิโลกรัม (Pung et al., 2014)

Namvong and Chongrattanametekul (2013) ทำการศึกษาสารกำจัดศัตรูพืชตกค้าง ในอำเภอลาดบัวหลวง จังหวัดพระนครศรีอยุธยา พบว่า เกษตรกรทั่วไปที่ปลูกให้ทราบมีการใช้คลอร์ “ไพริฟอสในอัตรา $694.44 \text{ g active ingredient/ ha}$ และพบคลอร์ “ไพริฟอสจำนวน 5 ตัวอย่างในปริมาณ $0.02-0.03 \text{ ppm}$ แต่การปลูกด้วยวิธีปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (good agricultural practice, GAP) ตรวจไม่พบปริมาณคลอร์ “ไพริฟอส ซึ่งข้อกำหนดของ European Union maximum residue limits กำหนดให้มีคลอร์ “ไพริฟอสได้ไม่เกิน 0.05 ppm (European Commission, 2013)

ในประเทศไทย ยังไม่มีข้อกำหนดของสารกำจัดแมลงที่ต้องจดทะเบียนสำหรับกับให้ทราบและกระทรวงฯ หมายความว่า ถ้าตรวจพบจะยอมให้พับได้ในปริมาณ 0.01 ppm เท่านั้นและจะเป็นอุปสรรคในการค้าอย่างมาก อย่างไรก็ตาม ผักประเภทนี้มีปัญหาอย่างมากในการส่งออกไปขายยังประเทศในกลุ่มสหภาพยุโรป กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (Ministry of Agriculture and Cooperatives, 2009) ประกาศกำหนดพืชเป็นพืชควบคุมเฉพาะ ซึ่งให้ทราบเป็นพืชชนิดหนึ่งที่ถูกควบคุมสารกำจัดศัตรูพืชหลายชนิด โดยที่มีปริมาณคลอร์ “ไพริฟอสตกค้าง

ถูกควบคุมด้วย การใช้สารคลอร์ “ไพริฟอสและสารกำจัดศัตรูพืชอื่นๆ อย่างถูกวิธี และระยะเวลาการเก็บเกี่ยวผลผลิตก่อนนำส่งจำหน่ายทั้งในและต่างประเทศจะมีความจำเป็นอย่างมาก ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาหาปริมาณคลอร์ “ไพริฟอสหลังฉีดพ่นใน 3 อัตราในระยะเวลาเพื่อเป็นข้อมูลและแนวทางในการแนะนำให้เกษตรกร ที่ปลูกให้ทราบใช้คลอร์ “ไพริฟอสในอัตราฉีดพ่น และระยะเวลาเก็บเกี่ยวผลผลิตที่เหมาะสม

อุปกรณ์และวิธีการ

ให้ทราบที่ใช้เป็นพันธุ์ไทย สารกำจัดแมลงแอ็กคลอร์ 40 (คลอร์ “ไพริฟอส 40% W/V EC) สารที่ใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณ คือ คลอร์ “ไพริฟอส (O,O' -dimethyl-3,5,6-trichloro-2-pyridinyl-phosphorothioate, Sigma-Aldrich, 99 %), คาร์บอยด์ран (C₁₂H₁₅NO₃, Sigma-Aldrich, 99 %) ใช้เป็นสารมาตรฐานภายใน (internal standard) เครื่องแก๊สโคลมาโทรกราฟี-แมสสเปกโกรเมต里的 (GC-MS) ของ SHIMADZU รุ่น GC-2010 และ SHIMADZU รุ่น MS – QP2010

ออกแบบการทดลอง

จัดแบ่งทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก (Completely randomized block design, RCBD) มี 2 ปัจจัย ปัจจัยแรก คือ อัตราการฉีดพ่นคลอร์ “ไพริฟอส 3 อัตราๆ ละ 4 ข้าวคือ ฉีดพ่นคลอร์ “ไพริฟอสต่ำกว่าอัตราแนะนำสองเท่า (20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร หรือ 750 g active ingredient.ha⁻¹) ฉีดพ่นคลอร์ “ไพริฟอสตามอัตราแนะนำ (40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร หรือ 1500 g active ingredient.ha⁻¹) และฉีดพ่นสารช่วยแมลงสูงกว่าอัตราแนะนำสองเท่า (80 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร หรือ 3000 g active ingredient.ha⁻¹) และแบ่งควบคุมโดยฉีดพ่นน้ำโดยมีขนาดแบ่งทดลอง 4 เมตร x 4 เมตร จึงฉีดพ่นสารด้วยปริมาตร 3 ลิตรต่อแบ่ง ปัจจัยรอง คือ ระยะเวลาเก็บเกี่ยวใบให้ทราบหลังฉีดพ่นสารช่วยแมลงมี 6 ระยะเวลา คือ สุ่มเก็บใบให้ทราบก่อนการฉีดพ่นสารและสุ่มเก็บใบให้ทราบหลังการฉีดพ่นสาร 1, 3, 7, 10 และ 15 วัน

การทดลองในแปลง

ปลูกต้นโทรศพะ โดยใช้แปลงปลูกของเกษตรกร ในตำบลทุ่งกระพังใหม่ อำเภอกำแพงแสน จังหวัด นครปฐม โดยการเพาะต้นกล้า คือ หัว蔓เมล็ดโทรศพะลง ในแปลงเพาะกล้า หลังจากนั้นประมาณ 25-30 วัน จึงทำการข้ายกต้นกล้าไปปลูกที่แปลงทดลอง แปลงทดลองหลัก 4 แปลงแต่ละแปลงมีขนาด 4×26 เมตรและในแต่ละแปลงหลักประกอบด้วยแปลงย่อย 4 แปลงขนาดของแปลงทดลองย่อย 4×4 เมตร ระยะห่างระหว่างแปลงย่อย 2 เมตร ระยะห่างระหว่างแปลงหลัก 4 เมตร แผนการปลูกลง แปลงแบบสูงสมบูรณ์ในแปลงหลัก ซึ่งแสดงในแผนการทดลองด้านล่าง ไส่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 สลับกับสูตร 16-16-16 ทุกๆ 15 วัน หลังจากลงแปลงปลูกแล้ว โทรศพะเป็นพืชที่ต้องการความชื้นสูงและสม่ำเสมอจึงให้น้ำโดยใช้หัวสปริง เกอร์เปิดน้ำวันละ 2 ครั้ง ในช่วงตอนเช้าและตอนเย็นเปิด ครั้งละ 1 ชั่วโมง จนกระทั่งต้นโทรศพะอายุได้ 90 วัน จึงหยุดฉีดพ่นสารเคมีทุกชนิดนาน 30 วัน และวิจัยฉีดพ่นสารคลอร์ไฟฟอสตามแผนการทดลอง สูมเก็บตัวอย่างใบโทรศพาก่อนการฉีดพ่นคลอร์ไฟฟอส ที่ 0 ชั่วโมงและสูมเก็บตัวอย่างใบโทรศพาหลังการฉีดพ่นสารชีวภัณฑ์ที่ 1, 3, 7, 10 และ 15 วัน วิเคราะห์ปริมาณสารตกค้างของคลอร์ไฟฟอส โดยสูมเก็บตัวอย่างในแต่ละแปลงๆ ละ 5-8 กิ่ง ใส่ในถุงพลาสติกเจ็งปิดถุง แล้วเก็บรักษาตัวอย่างไว้ในตู้แชเย็นอุณหภูมิ -4 องศาเซลเซียส ขณะรอการวิเคราะห์ปริมาณคลอร์ไฟฟอสเนื่องจากไม่สามารถวิเคราะห์ทุกด้วยตัวอย่างได้ทันที

การวิเคราะห์หาปริมาณสารตกค้างของคลอร์ไฟฟอส

วิเคราะห์ปริมาณของคลอร์ไฟฟอส ด้วยวิธี multiresidue ซึ่งดัดแปลงจาก วิธี QuEchERS ของ Anastassiades *et al.* (2003) ใบโทรศพะทุกใบที่เก็บมาหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ จึงนำไปโทรศพามาปั่นให้ละเอียดซึ่ง 10.0 กรัม ใส่หลอดเซนติพิวเก็งขนาด 50 มิลลิลิตร เติมอะซีโตในไตรอล 10.0 มิลลิลิตร และเติมสารละลายคาร์บอนไฟเบอร์ 400

มิลลิกรัมต่อqi โลกรัม 500 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่อง vortex mixer นาน 1 นาที จากนั้นใส่แมกนีเซียมชัลเฟต 4.0 กรัม และโซเดียมคลอไรด์ 1.0 กรัม ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่อง vortex mixer นาน 1 นาทีนำไปปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่องเซนติพิวเก็ง 5000 รอบต่อนาทีที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสนาน 5 นาที จึงปีเปตสารละลายที่ได้จากการปั่นเหวี่ยง 1.0 มิลลิลิตรใส่ในหลอด microcentrifuge ที่มีสาร solid phase extraction ชนิด primary secondary amine (PSA) 25 มิลลิกรัม และแมกนีเซียมชัลเฟต 150 มิลลิกรัมบรรจุอยู่ ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่อง vortex mixer นาน 30 วินาที นำไปปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่องเซนติพิวเก็ง 6000 รอบต่อนาทีนาน 2 นาที ปีเปตสารละลายที่ได้ 0.5 มิลลิลิตร ใส่หลอดทดลองแล้วจึงนำไปประheyด้วยเครื่อง rotary evaporator ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียสจนแห้งจากนั้นเติมตัวทำละลายผสม 0.5 มิลลิลิตร ของเอทิลอะซีเตตต่อ qi โคลอเจน(1:1) โดยปริมาตร แล้วกรองผ่านเยื่อ membrane nylon filter 0.45 ไมโครเมตร วิเคราะห์ตัวอย่างละ 2 ชั้น แล้วจึงนำไปหาปริมาณด้วยเครื่อง GC-MS ภาวะที่ใช้ของเครื่อง GC-MS คือ capillary column ชนิด TC-1701 (30 m, 0.25 mm, I.D. 0.25 μm) ชีลลี่ม เป็นแก๊สตัวพา อัตราไฟลมของแก๊ส 75.9 มิลลิลิตรต่อนาที อัตราการไฟลมผ่านคอลัมน์ 1.78 มิลลิลิตรต่อนาที ฉีดตัวอย่างโดยใช้ splitless mode ด้วยปริมาณตัวอย่าง 1.0 ไมโครลิตร อุณหภูมิของคอลัมน์ คือ 70.0 องศาเซลเซียส อุณหภูมิของชุดฉีดตัวอย่างคือ 220.0 องศาเซลเซียส เครื่องแมสสเปกโตรเมต์ใช้สภาวะคือ อุณหภูมิของ ion source และ interface ที่ 200.0 และ 220.0 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธีของ Duncan's new multiple range test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS 16 for windows

Block 1	Block 2	Block 3	Block 4
T4	T2	T1	T3
T1	T3	T2	T4
T2	T1	T4	T2
T3	T4	T3	T1

แผนการทดลองแบบ Completely randomized block design

T1 = แปลงควบคุม

T2 = แปลงฉีดพ่นคลอร์ไฮฟอสต่ำกว่าอัตราแนะนำ

T3 = แปลงฉีดคลอร์ไฮฟอสอัตราแนะนำ

T4 = แปลงฉีดพ่นคลอร์ไฮฟอสสูงกว่าอัตราแนะนำ

ผลและวิจารณ์

1. ลักษณะทางกายภาพของใบ荷ะпа

ลักษณะการถูกทำลายโดยแบ่งในแปลงทดลองที่ฉีดพ่นคลอร์ไฮฟอสในอัตราต่างกันจะเห็นความแตกต่างอย่างชัดเจน คือ แปลงที่ไม่มีการฉีดพ่นคลอร์ไฮฟอสใบ荷ะпаจะถูกแมลงศัตรุพืชทำลายอย่างมาก (รูปที่ 1.1) ส่วนในแปลงที่ฉีดพ่นคลอร์ไฮฟอสต่ำกว่าอัตราแนะนำสองเท่า ยังมีการถูกทำลายจากศัตรุพืช (รูปที่ 1.2) เพราะอัตราในการฉีดพ่นยังมีประสิทธิภาพไม่พอที่จะทำอันตรายหรือกำจัดศัตรุพืชได้ ส่วนแปลงการฉีดพ่นในอัตราที่แนะนำและสูงกว่าอัตราแนะนำสองเท่า พบรถูกทำลายจากแมลงศัตรุพืชน้อยมากหรือไม่ถูกทำลาย (รูปที่ 1.3 และ 1.4) เพราะความเข้มข้นของคลอร์ไฮฟอสมีประสิทธิภาพในการทำลายและกำจัดศัตรุพืชได้ดีจึงไม่เกิดรอยกัดกินของหนอน

ผลวิเคราะห์ปริมาณคลอร์ไฮฟอส

สารละลายน้ำของคลอร์ไฮฟอสปริมาณ 0.02, 0.05, 0.1, 0.5, 1 และ 5 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อฉีดเข้าเครื่องแก๊สโตรมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรเมตري พบรีเทนชันไทร์ของคลอร์ไฮฟอสเท่ากับ 12.202-12.207 เมื่อเขียนกราฟมาตรฐานระหว่างความเข้มข้นของคลอร์ไฮฟอสกับความสูงของพีคได้สมการ $y = 924337x - 41499$ และมีค่าความสัมพันธ์ $R^2 = 0.9939$ สำหรับกราฟมาตรฐานระหว่างความเข้มข้นของคลอร์ไฮฟอสกับความ

สูงของพีคได้สมการ $y = 384149x + 151023$ และมีค่าความสัมพันธ์ $R^2 = 0.9877$ ร้อยละการกลับคืนมาของคลอร์ไฮฟอสซึ่งเป็นสารมาตรฐานภายในของการวิเคราะห์เท่ากับ 73.19 และขีดจำกัดการตรวจวัด (limit of detection) เท่ากับ 0.01 ppm

ปริมาณสารตกค้างคลอร์ไฮฟอสบนใบ荷ะпа

ปริมาณสารตกค้างคลอร์ไฮฟอสบนใบ荷ะпаในแต่ละอัตราการฉีดพ่น เมื่อเว้นระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างก่อนการฉีดพ่นและหลังการฉีดพ่นครั้งสุดท้ายที่ 1, 3, 7, 9, 10 และ 15 วัน แสดงในรูปที่ 2 และตารางที่ 1 เมื่อเก็บตัวอย่างก่อนการฉีดพ่นสารเข้าแมลงที่ 0 ชั่วโมง ตรวจพิษสารตกค้างคลอร์ไฮฟอสหน้อยมากในทุกแปลง การทดลอง (0.01-0.02 มิลลิกรัมต่อกรัม) เนื่องจากก่อนทำการทดลองได้เคยฉีดพ่นคลอร์ไฮฟอสให้ใบ荷ะ паทุกแปลงมาก่อน และเว้นระยะเวลาฉีดพ่น 30 วันก่อนการทดลองจึงอาจทำให้พิษสารคลอร์ไฮฟอสตกค้าง (0.01-0.02 มิลลิกรัมต่อกรัม) เนื่องจากถ้าไม่ฉีดพ่นก่อนใบ荷ะ паจะถูกแมลงทำลายมาก แปลงควบคุมตรวจสอบปริมาณสารตกค้างคลอร์ไฮฟอส (0.10 ± 0.07 มิลลิกรัมต่อกรัม) เมื่อเก็บตัวอย่าง 1 วันหลังการฉีดพ่น ซึ่งมีค่าสูงกว่าค่า MRL ที่ยอมให้มีได้ในใบ荷ะ па 0.05 มิลลิกรัมต่อกรัม หั้งนี้อาจเป็นเพราะระยะห่างระหว่างแปลงทดลองน้อยการฉีดพ่นสาร หรือทิศทางลมที่แรง จึงทำให้เกิดการปนเปื้อนจากหลังการฉีดพ่น แต่หลังจากนั้นในวันที่ 3 เป็นต้นไป ปริมาณคลอร์ไฮฟอสลดลงต่ำกว่า 0.05 มิลลิกรัมต่อกรัม



1.1 แปลงควบคุม



1.2 ต่ำกว่าอัตราแนะนำสองเท่า

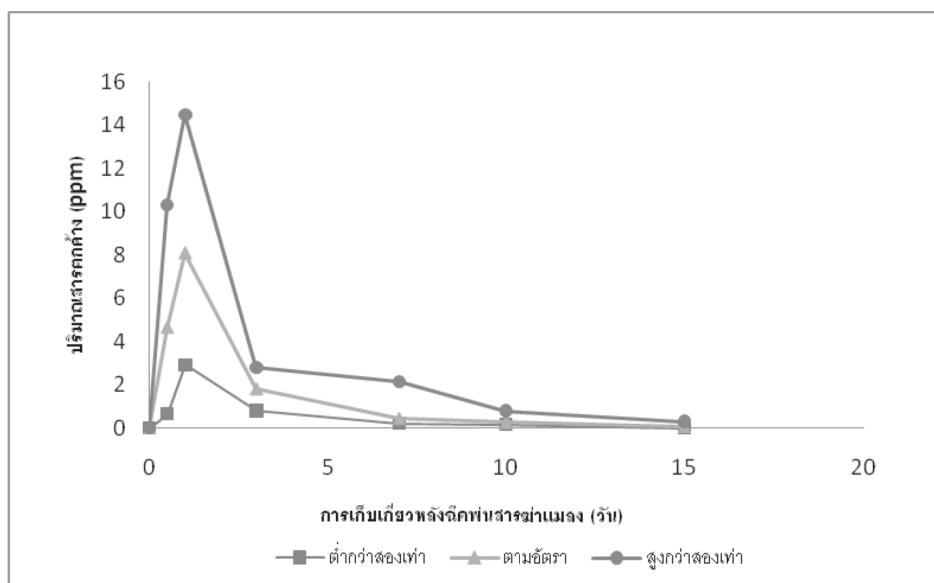


1.3 อัตราแนะนำ



1.4 สูงกว่าอัตราแนะนำสองเท่า

ภาพที่ 1. ลักษณะทางกายภาพของใบโภรพา หลังการฉีดพ่นสารกำจัดแมลงคลอร์ไฟริฟอสใน 3 ระดับอัตรา



ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารตกค้าง คลอร์ไฟริฟอสบนใบโภรพาที่อัตราฉีดพ่นระดับต่างๆ กับระยะเวลา การเก็บเกี่ยวหลังการฉีดพ่นสารฆ่าแมลง

ตารางที่ 1. ปริมาณสารตกค้างของคลอร์ไฮด์ฟอสในใบโภรพา ในแต่ละระดับอัตราการฉีดพ่นและระยะเวลาเก็บตัวอย่าง

เวลาเก็บตัวอย่างก่อน และหลังฉีดพ่น	ปริมาณคลอร์ไฮด์ฟอสในใบโภรพา* (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)			
	ควบคุม (น้ำ)	ต่ำกว่าอัตราแนะนำ 2 เท่า (20 มิลลิลิตรต่อ น้ำ 20 ลิตร)	อัตราแนะนำ (40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 น้ำ 20 ลิตร)	สูงกว่าอัตราแนะนำ 2 เท่า (80 มิลลิลิตรต่อ น้ำ 20 ลิตร)
		เท่า (20 มิลลิลิตรต่อ น้ำ 20 ลิตร)	เท่า (80 มิลลิลิตรต่อ น้ำ 20 ลิตร)	
ก่อนฉีด 0 ชั่วโมง	0.01±0.01 ^a	0.01±0.00 ^a	0.01±0.01 ^a	0.02±0.03 ^b
หลังฉีด 1 วัน	0.10±0.07 ^a	2.92±0.45 ^{ab}	8.08±1.32 ^b	14.46±3.39 ^c
หลังฉีด 3 วัน	0.03±0.02 ^a	0.80±0.19 ^b	1.80±0.59 ^{bc}	2.79±0.53 ^c
หลังฉีด 7 วัน	0.01±0.00 ^a	0.23±0.06 ^{ab}	0.43±0.08 ^b	2.12±0.28 ^c
หลังฉีด 10 วัน	0.02±0.01 ^a	0.17±0.03 ^a	0.25±0.05 ^a	0.79±0.19 ^b
หลังฉีด 15 วัน	0.02±0.00 ^a	0.02±0.00 ^a	0.07±0.02 ^a	0.30±0.06 ^b

หมายเหตุ * = ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของสาร ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (8 ชั้้น)

^{a,b,c}= อัตราต่างกันในแนวโนนแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เปรียบ

เทียบโดยใช้ Duncan's new multiple range test

แปลงที่ฉีดพ่นต่ำกว่าอัตราแนะนำ ตรวจพบปริมาณคลอร์ไฮด์ฟอสตกค้างที่ระยะเวลาการเก็บตัวอย่าง 1 วันหลังการฉีดพ่นสูง (2.92 ± 0.45 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ดังในตารางที่ 1 และมีค่าลดลงตามระยะเวลาการเก็บตัวอย่างจนวันที่ 15 พบรดคลอร์ไฮด์ฟอสต่ำกว่า 0.02 ± 0.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนแปลงที่ฉีดพ่นตามอัตราแนะนำ พบรดปริมาณสารตกค้างคลอร์ไฮด์ฟอสสูงสุดที่ 1 วันหลังฉีดพ่นถึง 8.08 ± 1.32 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แล้วพบปริมาณคลอร์ไฮด์ฟอสตกค้างลดลง ในวันที่ 10 หลังฉีดพ่นยังคงตรวจพบปริมาณคลอร์ไฮด์ฟอส (0.25 ± 0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ซึ่งสูงกว่าค่า EU MRL (0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมสำหรับใบโภรพา) แต่เมื่อการเก็บตัวอย่างวันที่ 15 หลังฉีดพ่นตรวจพบปริมาณคลอร์ไฮด์ฟอส (0.07 ± 0.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับ EU MRL (European Commission, 2013) ในประเทศไทย สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติยังไม่ได้กำหนดปริมาณสารพิษตกค้างของคลอร์ไฮด์ฟอสในโภรพา (National Bureau of Agricultural Commodity

and Food Standard, 2015) สำหรับแปลงที่ฉีดพ่นสูงกว่าอัตราแนะนำสองเท่าพบปริมาณสารตกค้างคลอร์ไฮด์ฟอสสูงสุดที่ 1 วันหลังฉีดพ่นและสูงถึง 14.46 ± 3.39 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จากนั้นปริมาณจึงลดลงถึงแม้เก็บตัวอย่างในวันที่ 15 หลังฉีดพ่นตรวจพบปริมาณคลอร์ไฮด์ฟอส 0.30 ± 0.06 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมซึ่งมีค่าสูงกว่า 0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

เนื่องจากวันที่ 0 มีการเก็บตัวอย่างก่อนฉีดพ่นคลอร์ไฮด์ฟอส จึงพบปริมาณคลอร์ไฮด์ฟอสต่ำมาก ปริมาณคลอร์ไฮด์ฟอสในวันที่ 1 หลังฉีดพ่นมีค่าสูงสุดของแต่ละอัตราฉีดพ่น จึงนำมาใช้เป็นค่าเบรียบเทียบสำหรับหาเบอร์เซ็นต์การสลายตัว โดยคำนวณอัตราส่วนของปริมาณคลอร์ไฮด์ฟอสที่พบรดในแต่ละวันกับปริมาณที่พบรดในวันที่ 1 คูณด้วย 100 พบรดปริมาณคลอร์ไฮด์ฟอสลดลงอย่างมีนัยสำคัญในวันที่ 3 หลังการฉีดพ่น และอัตราฉีดพ่นสูงกว่าแนะนำมีการสลายตัวสูงกว่าอัตราแนะนำและต่ำกว่าแนะนำ อัตราการสลายตัวของหั้งสามอัตราฉีดพ่นใกล้เคียงกันในวันที่ 10 และ 15 หลังฉีดพ่น (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2. ร้อยละการสลายตัวของคลอร์ไฟฟอสในโภคภัยแต่ละอัตราเฉลี่ดพ่นและระยะเวลาเก็บตัวอย่าง

วันที่เก็บตัวอย่าง	ร้อยละการสลายตัวของคลอร์ไฟฟอส		
	ต่ำกว่าอัตราแนะนำ 2 เท่า ($750 \text{ g active ingredient.ha}^{-1}$)	อัตราแนะนำ ($1500 \text{ g active ingredient.ha}^{-1}$)	สูงกว่าอัตราแนะนำ 2 เท่า ($3000 \text{ g active ingredient.ha}^{-1}$)
1	0	0	0
3	72.6	77.7	80.7
7	92.1	94.7	85.3
10	94.2	96.9	94.5
15	99.3	99.1	97.9

คลอร์ไฟฟอสในอัตราสูงกว่าแนะนำสองเท่า ($3000 \text{ g active ingredient.ha}^{-1}$) ทำให้ใบโภคภัยถูกทำลายจากแมลงศัตรุพืชน้อยมาก ในขณะที่การฉีดพ่นคลอร์ไฟฟอสอัตราแนะนำ ($1500 \text{ g active ingredient.ha}^{-1}$) ทำให้ใบโภคภัยถูกทำลายจากแมลงศัตรุพืชน้อย ซึ่งสามารถป้องกันใบโภคภัยจากแมลงศัตรุพืชได้ไม่แตกต่างจากอัตราสูงกว่าแนะนำ ข้อมูลนี้สอดคล้องกับรายงานการใช้คลอร์ไฟฟอส และคลอร์เฟนนาเพอร์ในอัตราแนะนำ และสูงกว่าแนะนำสองเท่า ในผักคะน้าที่สามารถป้องกันการทำลายของแมลงได้ไม่แตกต่างกัน (Pung and Onchai, 2006)

คลอร์ไฟฟอสอัตราสูงกว่าแนะนำสองเท่า พบปริมาณคลอร์ไฟฟอสต่อก้างสูงในวันที่ 10 หลังฉีดพ่น ($0.79 \pm 0.19 \text{ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม}$) และในวันที่ 15 ($0.30 \pm 0.06 \text{ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม}$) ขณะที่คลอร์ไฟฟอสในอัตราแนะนำมีปริมาณคลอร์ไฟฟอสต่อก้างในวันที่ 10 ($0.25 \pm 0.05 \text{ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม}$) และในวันที่ 15 ($0.07 \pm 0.02 \text{ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม}$) ในวันที่ 15 หลังฉีดพ่นนี้ ปริมาณคลอร์ไฟฟอสที่ต่อก้างยังคงสูงกว่าค่า EU MRL ที่กำหนดสำหรับโภคภัย ในขณะที่ Pung and Onchai (2006) รายงานปริมาณสารตกค้างของคลอร์ไฟฟอสและคลอร์เฟนนาเพอร์ในผักคะน้าว่า ปริมาณคลอร์ไฟฟอสที่ฉีดพ่นหั้งอัตราแนะนำสูงกว่าแนะนำสองเท่า และต่ำกว่าแนะนำสองเท่ามีค่าสูงกว่า 1.00 ppm ที่กำหนดไว้ใน Codex MRL เมื่อเว้นระยะเป็น 10 วัน จึงพบปริมาณคลอร์

ไฟฟอสต่ำกว่า 0.05 ppm และปริมาณคลอร์เฟนนาเพอร์ต่อก้างถึง 10 วันจึงพบปริมาณต่ำกว่า 1.00 ppm ที่ยอมรับได้จากค่า Japan's MRL

ในวันที่ 3 หลังการฉีดพ่นปริมาณคลอร์ไฟฟอสลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ในวันที่ 7 หลังฉีดพ่นอัตราเฉลี่ดพ่นสูงกว่าแนะนำ มีการสลายตัวซึ่งก่อให้อัตราต่ำกว่าแนะนำ และอัตราแนะนำ ในวันที่ 10 และ 15 หลังฉีดพ่นอัตราการสลายตัวของหั้งสามอัตราเฉลี่ดพ่นใกล้เคียงกัน ซึ่งสอดคล้องกับ Pung and Onchai (2006) ซึ่งพบว่าอัตราการสลายตัวมากในวันที่ 1 หลังฉีดพ่น และสอดคล้องกับ Sukmak and Dumrugs (1998) ที่ฉีดพ่นคลอร์ไฟฟอส 40% ตามอัตราแนะนำ $50 \text{ มิลลิลิตรต่อน้ำ } 20 \text{ ลิตร}$ และสูงกว่าอัตราแนะนำ $100 \text{ มิลลิลิตรต่อน้ำ } 20 \text{ ลิตร}$ ในถั่วฝักยาวพบว่า การสลายตัวของคลอร์ไฟฟอสคือ 67% และ 71% ตามลำดับในวันที่ 1 หลังฉีดพ่น และงานวิจัยอื่นๆ ที่รายงานว่าคลอร์ไฟฟอสมีการสลายตัวใน 1-3 วัน (Dutta and Goswami, 1982)

ปริมาณคลอร์ไฟฟอสในวันที่ 10 หลังฉีดพ่นของแต่ละอัตรามีค่ามากกว่า $0.05 \text{ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม}$ ซึ่งมากกว่าปริมาณคลอร์ไฟฟอสที่ยอมให้มีได้ในผักกลุ่มโภคภัยและกระเพรา สำหรับคลอร์ไฟฟอสอัตราต่ำกว่าแนะนำพบปริมาณต่อก้างต่ำ $0.02 \pm 0.00 \text{ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม}$ ในวันที่ 15 หลังฉีดพ่น คลอร์ไฟฟอสอัตราแนะนำพบปริมาณต่อก้าง $0.07 \pm 0.02 \text{ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม}$ ในวันที่ 15 หลังฉีดพ่น แสดงว่าถ้าเว้นระยะเวลา

เก็บผลผลิตมากกว่า 15 วันอาจจะพบปริมาณคลอร์ไฟฟอสต่ำกว่า 0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งในการทดลองนี้ยังไม่สามารถบอกได้ว่าการเว้นระยะเวลาดินพ่นก่อนเก็บเกี่ยวมากกว่า 15 วันเป็นกี่วัน จึงควรศึกษาเพิ่มเติม มีรายงานปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชที่ตกค้างในใบ霍ระพา(Namvong and Chongrattanameteekul, 2013) ในอำเภอลาดบัวหลวง จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ประเทศไทยว่า พบริมาณคลอร์ไฟฟอสใน 5 ตัวอย่าง ซึ่งทั้ง 5 ตัวอย่างพบในปริมาณ 0.02 ± 0.03 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ดังนั้นปริมาณคลอร์ไฟฟอสใน霍ระพาที่ $0.01 - 0.02$ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมคงเป็นค่าพื้นฐานในการปนเปื้อนของ霍ระพา ซึ่งต้องศึกษาต่อไป แต่ Latif et al. (2011) ศึกษาและประเมินผลสารกำจัดแมลงตกค้างในพืชผักในประเทศไทยสถานโดยหาค่าความเข้มข้นของสารกำจัดศัตรูพืช 6 ชนิด จากตัวอย่างพืชที่ผลิตในประเทศไทยและซื้อมาจากตลาดค้าส่งรวมทั้งหมด 200 ตัวอย่างจากพืชผัก 8 ชนิดพบค่าสารตกค้างคลอร์ไฟฟอสที่มีปริมาณสารตกค้างต่ำกว่าค่า MRL เพียง 39 % ส่วนอีก 61 % พบร่วมมีปริมาณสารตกค้างเกินค่า MRL ที่กำหนดให้มีได้ในผัก และสารกำจัดแมลงที่พบมากที่สุดคือ คาร์บอฟูแรนและคลอร์ไฟฟอสซึ่งซึ่งให้เห็นว่าควรมีการควบคุมการใช้กำจัดศัตรูพืชมากขึ้น

การใช้สารฆ่าแมลงในการฉีดพ่นผลผลิตทางการเกษตรจะต้องคำนึงถึงอัตราการใช้สารฆ่าแมลงว่าต้องใช้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ ใช้แล้วจะสามารถต่อป้องกันแมลงศัตรูพืชได้และปลอดภัยต่อผู้บริโภคจากสารพิษที่ตกค้างอยู่ในผลผลิต สารพิษที่ตกค้างจะต้องมีค่าไม่เกินมาตรฐานที่กำหนดให้มีได้ในพืชผัก สำหรับปริมาณสารพิษตกค้างคลอร์ไฟฟอสที่มากที่สุดที่ยอมให้มีได้ใน霍ระพา โดยไม่ทำให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค ค่า EU MRL ของคลอร์ไฟฟอสใน霍ระพากำหนดให้ไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (European Commission, 2013) ซึ่งประเทศไทยจำเป็นต้องกำหนดค่า MRL ไว้ให้ชัดเจนโดยเร่งด่วน

สรุป

คลอร์ไฟฟอสที่ระดับอัตราการฉีดพ่นสูงกว่าอัตราแนะนำของทางการแพทย์จะสูงกว่าอัตราแนะนำของทางการแพทย์ต่ำกว่าแนะนำของทางการแพทย์ เมื่อเก็บตัวอย่างหลังการฉีดพ่นคลอร์ไฟฟอส 1 วันพบปริมาณคลอร์ไฟฟอสสูงสุด คือ 2.92 ± 0.45 , 8.08 ± 1.32 และ 14.46 ± 3.39 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ในวันที่ 15 หลังการฉีดพ่นพบคลอร์ไฟฟอสตกค้างในใบ霍ระพาจากแปลงที่ฉีดพ่นต่ำกว่าอัตราแนะนำมีค่า 0.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมเท่ากับแปลงที่ไม่ได้ฉีดพ่นหรือแปลงควบคุม ส่วนแปลงที่ฉีดในอัตราแนะนำพบปริมาณคลอร์ไฟฟอส 0.07 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมเกินกว่าค่า MRL ที่ EU กำหนดไว้อัตราการฉีดพ่นอัตราแนะนำสามารถป้องกันกำจัดแมลงศัตรูได้ดีกว่าในอัตราต่ำกว่าอัตราแนะนำของทางการแพทย์ ดังนั้นการฉีดพ่นสูงกว่าอัตราแนะนำไม่มีผลดี อีกทั้งพบสารตกค้างคลอร์ไฟฟอสในปริมาณที่สูงกว่าค่า MRL และควรศึกษาระยะหยุดฉีดพ่นเพิ่มเติมเพื่อให้ได้ทราบช่วงวันที่ถูกต้องจากการทดลองในแปลงภายใต้เงื่อนไขสิ่งแวดล้อมนั้นๆ

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ใช้เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟ-แมสสเปกโตรเมต์และคำแนะนำอื่นๆ เกี่ยวกับเครื่องมือดังกล่าวงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากคณะกรรมการศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารอ้างอิง

- Anastassiades M, SJ. Lehota, D. Stajbahir, FJ. Schenck. 2003. Fast and easy multiresidues employing acetonitrile extraction/partitioning and “Dispersive Solid-Phase Extraction” for determination of pesticide residues in Product. J. AOAC. 86: 412-431.

- Dutta DN, MM. Goswami. 1982. Dissipation of dursban residues from mustard L (*Brassica sp.*) crop. *J. Res. Assam. Agric. Univ.* 3: 186-198.
- Ehrich M, BS. Jortner. Organophosphorus-induced delayed neuropathy. *Hayes' Handbook of Pesticide Toxicology (Third Edition)*, 2010; 1479-1504. Available at http://ac.els-cdn.com/B9780123743671000690/3-s2.0-B9780123743671000690-main.pdf?_tid=ea595862-60b1-11e3-8240-00000aacb35e&acdnat=1386580480_141b98e5167f4e8baee9587a030196bf, Accessed on Dec 6, 2013.
- European Commission. 2013. European Pesticide Database. Pesticide residues. Available at http://ec.europa.eu/sanco_pesticides/public/?event=substance.selection. Accessed on Dec 6, 2013.
- Extension and Training Office Kasetsart University. 2015. Sweet basil planting. Available at http://www.eto.ku.ac.th/neweto/e-book/plant/r_plant/horapa.pdf. Accessed on May 31, 2015.
- Latif Y, TH, Sherazi, MI. Bhanger. 2011. Assessment of pesticide residues in commonly used vegetables in Hyderabad, Pakistan. *Ecotoxicol. Envir. Safety* 74: 2299 - 2303.
- Levi PE. 1987. Toxicity of chemicals. 1987. In: Hodgson E, PE, Levi eds. A Textbook of modern toxicology. Elsevier Science Publishing Co., Inc. New York. 208-210.
- Ministry of Agriculture and Cooperatives. 2009. The plant controlled. Available at http://onestopservice.ditp.go.th/download/file/9_Ministry_Agriculture_The_plant_controlled_2552.pdf. Accessed on May 31, 2015.
- Namvong U and Chongrattanameteekul W. 2013. Pesticide residues on sweet basil, *Ocimum basilicum*L. (Labiatae) under different production systems from central Thailand. *Kasetsart J. (Nat. Sci.)*. 47: 695-703.
- National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standard. 2015. Maximum Residue Limits. Available at www.acfs.go.th/search_mrl.php Accessed on Jul 21, 2015.
- Pung T, C, Koedsantas L. Vitee. 2014. Chlorpyrifos residues in coriander, yardlong bean and scallions from Kamphang Saen market, Nakhon Pathom province. The 11th International KU-KPS Conference 8-9 December, 2014. Environmental Science and Technology Session. No. 3.
- Pung T, K. Onchai. 2006. Residue concentrations of chlorpyrifos and chlорfenapyr sprayed with 3 doses in Chinese kales. *Agricultural Sci. J.* 37(6): 509-516.
- Sukmak S, B. Dumrugs. 1998. Residue Trail of chlorpyrifos in/on Yard-long bean to establish maximum residue limit (MRL) (Trial 2). *Toxic Subst. News Rep.* 25(2): 49-61.
- Tri-nantawan S. 2013. Sweet basil, Common basil. Available at <http://edtech.ipst.ac.th/index.php/2011-07-29-04-02-00/2011-08-09-07-27-38/19-2011-08-09-06-29-18/805-2013-01-06-15-32-09.html>. Accessed on May 31, 2015.