

การวิเคราะห์สารฆ่าแมลงกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์ ตกลงในผักกาดขาวปลีเพื่อกำหนดวันเก็บเกี่ยว ที่ปลอดภัยสำหรับผู้บริโภค

Analysis of Synthetic Pyrethroid Insecticide Residues in Chinese Cabbage to Determine Harvesting Time for Consumers Safety

นฤพล วัฒนาพาพ¹ และ นุชนาร์ต จงเล็กษา¹

Naruepon Wattanapap¹ and Nuchnart Jonglaekha¹

Abstract: Analysis of synthetic pyrethroid insecticides i.e. cyhalothrin, permethrin, fenvalerate, cypermethrin and deltamethrin was carried out in Chinese cabbage with GC. The vegetable was planted at Huai Luek Royal Project Development Center. The experiment was composed of 3 parts. Expt. 1: Cyhalothrin, permethrin and fenvalerate were sprayed to the plant at recommended rates successively for 2 and 4 times at 5 day intervals. The samples were collected and analyzed for the insecticide residues after the last spray of each set at 0 day (1 hr after spray), 1, 3, 5, 7 and 10 days. Expt. 2: Cyhalothrin, permethrin and fenvalerate were sprayed successively for 6 times at 5 day intervals, and Expt. 3: Cypermethrin and deltamethrin were sprayed successively for 6 times at 5 day intervals. The samples from both experiments were collected and analyzed after the last spray at 0 day (1 hr after spray), 1, 5, 10, 15, 20, 25 and 30 days. The analysis results were compared with MRL to set harvesting time for safety of consumers. Only permethrin had low quantity of its residues and the chinese cabbage can be harvested in 1 day after spray. Other tested insecticides had high accumulation of residues followed the number of sprays e.g. cyhalothrin and fenvalerate with 4 and 6 successive sprays at 5 day intervals, the safe harvesting time were at 10 and 20 days respectively.

Keywords: Synthetic pyrethroid, gas chromatography (GC), maximum residue limit (MRL)

¹ศูนย์อวัยวะพิช มูลนิธิโครงการหลวง จ. เชียงใหม่ 50200

¹Plant Protection Center, Royal Project Foundation, Chiang Mai 50200, Thailand

บทคัดย่อ: ทำการวิเคราะห์ปริมาณสารช้าแมลงกลุ่มไฟร์ทรอยด์สังเคราะห์ 5 ชนิดคือ cyhalothrin, permethrin, fenvalerate, cypermethrin และ deltamethrin ในผักกาดขาวปลีด้วย GC โดยทำการปลูกผักที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยสือ การทดลองประกอบด้วย 3 ส่วน คือ การทดลองที่ 1 ฉีดพ่น cyhalothrin, permethrin และ fenvalerate ตามอัตราที่อัลตราบุต่อเนื่องกัน 2 ครั้งและ 4 ครั้ง ห่างกันครั้งละ 5 วัน ทำการเก็บตัวอย่างไปวิเคราะห์หาปริมาณสารต่อก้างหลังการฉีดพ่นสารครั้งสุดท้ายที่ 0 วัน (หลังฉีดพ่น 1 ชั่วโมง), 1, 3, 5, 7 และ 10 วัน การทดลองที่ 2 ฉีดพ่น cyhalothrin, permethrin และ fenvalerate ต่อเนื่อง 6 ครั้ง ห่างกันครั้งละ 5 วัน และ การทดลองที่ 3 ฉีดพ่น cypermethrin, และ deltamethrin ต่อเนื่อง 6 ครั้ง ห่างกันครั้งละ 5 วัน โดยการทดลองที่ 2 และที่ 3 ทำการเก็บตัวอย่างหลังการฉีดพ่นสารครั้งสุดท้ายที่เวลา 0 วัน (หลังฉีดพ่น 1 ชั่วโมง), 1, 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 วัน นำผลจากการวิเคราะห์มาเทียบกับค่า MRL เพื่อกำหนดระยะเวลาเก็บเกี่ยวผลผลิตที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค permethrin เป็นสารช้าแมลงชนิดเดียวที่มีการสะสมของสารต่อก้างในปริมาณที่ต่ำ สามารถเก็บเกี่ยวผักกาดขาวปลีได้หลังฉีดพ่น 1 วัน ส่วนสารช้าแมลงชนิดอื่น ๆ ที่ทดสอบมีการสะสมในปริมาณสูงตามจำนวนครั้งของการฉีดพ่น ตัวอย่างเช่น cyhalothrin และ fenvalerate ที่พ่นต่อเนื่อง 4 ครั้ง และ 6 ครั้ง ห่างกัน 5 วัน ระยะเก็บเกี่ยวที่ปลอดภัยอยู่ที่ 10 วัน และ 20 วัน ตามลำดับ

คำสำคัญ: ไฟร์ทรอยด์สังเคราะห์, gas chromatography (GC), maximum residue limit (MRL)

คำนำ

สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงกลุ่มไฟร์ทรอยด์สังเคราะห์ (Synthetic pyrethroid) เป็นสารออกฤทธิ์ช้าแมลงแบบสมัผัสและกินตาย (ปรีชา, 2542) มีประสิทธิภาพในการกำจัดหนอนและแมลงชนิดต่าง ๆ ได้ดี เพราะว่าสารกลุ่มนี้ออกฤทธิ์ทำให้แมลงตายอย่างรวดเร็ว (Knock down) เหมาะสำหรับพืชไร่ ไม่ดอกไม้ผลและผักต่าง ๆ (อารยา และคณะ, 2533) จากคุณสมบัติดังกล่าว ทำให้เป็นที่นิยมใช้ของเกษตรกรอย่างแพร่หลาย ซึ่งรวมถึงเกษตรกรในมูลนิธิโครงการหลวงด้วย เพื่อควบคุมคุณภาพของผลผลิตของโครงการหลวง ให้ปลอดภัยต่อผู้บริโภค ผักผลไม้จากแปลงเกษตรกรต้องผ่านระบบการตรวจสารต่อก้างโดยใช้ชุดทดสอบแบบรวดเร็ว ผลิตโดยกองอุตสาหกรรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ชุดทดสอบมีชื่อว่า GT pesticide test kit ซึ่งสามารถตรวจสารเคมีในกลุ่ม organophosphorus และ carbamate ได้แต่ชุดตรวจทดสอบดังกล่าวมีข้อจำกัดมาก ไม่สามารถตรวจได้ทุกชนิดในสองกลุ่มนี้ นอกจากนี้ยังไม่สามารถตรวจสอบสารในกลุ่มไฟร์ทรอยด์สังเคราะห์ได้ ทั้งนี้ เพราะสารต่อก้าวไม่สามารถยับยั้งการทำงานของ

เอนไซม์ Cholinesterase เช่นที่เกิดในกรณีของสารในกลุ่มออกฤกษ์ในฟอสฟอรัส และสารบาราเมททำให้ไม่สามารถตรวจจับความปลอดภัยของสารปริมาณสารที่ต่อก้างในผลผลิตได้ และหากสารต่อก้าวมีปริมาณต่อก้างเกินระดับมาตรฐานที่ FAO/WHO Codex กำหนด อาจส่งผลต่อกิจกรรมออกสินค้าสู่ตลาดต่างประเทศได้ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่ต้องควบคุมมิให้มีสารในกลุ่มนี้ต่อก้างในผลผลิต ด้วยการเฝ้าระวังในการใช้ และทดสอบปริมาณการสะสม ตลอดจนทราบถึงการผลิตตัวของสารช้าแมลงกลุ่มนี้ในแต่ละชนิด เพื่อจะได้นำเข้าข้อมูลที่ได้ไปใช้กำหนดวันเก็บเกี่ยวพืช เมื่อมีการใช้สารเคมีในกลุ่มนี้แต่ละชนิดต่อไป

งานวิจัยหาปริมาณสารต่อก้างในผลผลิตได้กราฟทำกันอย่างต่อเนื่องและแพร่หลายในต่างประเทศ เนื่องจากทั่วโลกตระหนักถึงพิษภัยของสารต่อก้างที่จะเกิดกับผู้บริโภค แต่งานวิจัยในเรื่องของการวิเคราะห์สารในกลุ่มของไฟร์ทรอยด์สังเคราะห์เพื่อกำหนดค่า MRL (Maximum residue limit) นั้นไม่มีรายงานในต่างประเทศ สำหรับในประเทศไทยมีรายงานวิจัย 2 เรื่อง คือ เรื่อง วิจัยปริมาณสารมีพิษต่อก้าวของเดลท้าเมธอรินในข้าวโพดผักอ่อนเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารมีพิษต่อก้าว (อารยา และคณะ, 2534) และ เรื่อง วิจัย

หาปริมาณสารตอกด้านไว้เปอร์เมทธอินในกระเจียบเขียว เพื่อกำหนดค่าบูรณาณสูงสุดของสารมีพิษตอกด้าน (ประภัสสร แลสคุณ, 2543) แต่ทั้งสองเรื่องก็มิได้ กำหนดค่า MRL ไว้อย่างชัดเจน เพียงแต่รายงานปริมาณที่พับเท่านั้น เช่น อารยา และคณะ (2534) รายงานว่าได้ ทำการฉีดพ่นต้นข้าวโพดฝักอ่อนด้วย deltamethrin 2 อัตราคือ อัตราที่ใช้สารระบุ (2.1 กรัม/ไร่) และ 2 เท่าของ อัตราดังกล่าว (4.2 กรัม/ไร่) สปีดานอลรัง รวม 4 ครั้ง วิเคราะห์ผลหลังการพ่นครั้งสุดท้าย ได้ผลการวิเคราะห์ ว่าในเมล็ดข้าวโพด พับปริมาณสารตอกด้านน้อยมาก คือ 0.001 ppm และ 0.004 ppm ตามลำดับ ในขณะที่ในใบ และต้นข้าวโพดพบอัตราที่สูงคือ 0.206 และ 0.281 ppm ตามลำดับ

อุปกรณ์และวิธีการ

การปักร่องผักกาดขาวปลีและการพ่นไฟริทธอย์สังเคราะห์

ทำการเพาะเมล็ดผักกาดขาวปลี ณ แปลงวิจัย ศูนย์ พัฒนาโครงการหลวงห้วยลึก จังหวัดเป็นต้น มีจำนวน 3 ใบ ใช้เวลา 30 วัน จึงย้ายลงปักร่องในกระถางขนาด 8 นิ้ว จำนวน 800 ต้น จนผักขยุ่นได้ 21 วัน หลังการย้าย ปักร่อง ทำการฉีดพ่นไฟริทธอย์สังเคราะห์ 5 ชนิด คือ cyhalothrin, permethrin, fenvalerate, cypermethrin และ deltamethrin ตามอัตราที่ระบุไว้ในฉลาก ฉีดพ่นทุก 5 วัน ผ้าหรับชุดที่ใช้เบริญเทียนพ่นด้วยน้ำ แบ่งเป็น 3 การทดลอง โดยใช้ผักที่สูมมาอย่างน้อย 1 กิโลกรัม ต่อ การวิเคราะห์ 1 ครั้ง (ระยะเวลาหลังการพ่นสาร) ของแต่ละการทดลอง

การสกัดสารไฟริทธอย์ตอกด้านในผักทดลอง

ทำการสกัดตัวอย่างตามวิธีของ Steinwandter (1985) ด้วยการบดผักตัวอย่าง 50 กรัมกับ acetone 100 มล. และ methylene chloride 75 มล. กำจัดน้ำใน สารละลายตัวอย่างออกไปด้วย sodium sulfate anhydrous และ clean up สารละลายที่ได้ด้วย silica gel column และใช้สารละลายผสม ระหว่าง hexane:methylene chloride อัตรา 1:1 เป็นสารสำหรับ

จะทำการตรวจวัดด้วยเครื่อง Gas chromatography (GC)

การวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC

ทำการทดลองของหาสภาพะ (condition) ที่เหมาะสมใน การวิเคราะห์สารไฟริทธอย์สังเคราะห์ โดยใช้เครื่อง GC ยี่ห้อ Agilent Technologies รุ่น 6890N คอลัมน์ HP-5 ความยาว 30 ม. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.32 มม. ความ หนาของตัวดูดชั้บ 0.25 ไมโครเมตร ดีเทกเตอร์ชนิด μ-ECD ปรับการใช้งานที่อุณหภูมิ 280 °C ใช้ก๊าซ ไนโตรเจน เป็น make up gas ที่อัตรา 60 มล./นาที และ ก๊าซไฮเดรนเป็น carrier gas อัตราการไหล 1.5 มล./นาที ตั้งอุณหภูมิของ injector ที่ 230 °C ในโหมด split less กำหนดโปรแกรมอุณหภูมิเริ่มต้น 85 °C คงไว้ 2 นาที เพิ่มเป็น 230 °C ที่ 15 °C/นาที คงไว้ 1 นาที เพิ่มเป็น 250 °C ที่ 5 °C/นาที คงไว้ 23 นาทีและเพิ่มเป็น 270 °C ที่ 15 °C/นาที คงไว้ 1 นาที

การทดลองที่ 1 การสะสมและการสลายตัวของสาร cyhalothrin, permethrin และ fenvalerate ใน ผักกาดขาวปลี ที่ได้รับการพ่น 2 ครั้ง และ 4 ครั้ง วิเคราะห์หาปริมาณสารตอกด้านด้วยเครื่อง GC ที่ 0, 1, 5, 7 และ 10 วันหลังการฉีดพ่น

การทดลองที่ 2 การสะสมและการสลายตัวของ cyhalothrin, permethrin และ fenvalerate ใน ผักกาดขาวปลีที่ได้รับการพ่น 6 ครั้ง วิเคราะห์หาปริมาณสารตอกด้านด้วยเครื่อง GC ที่ 0, 1, 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 วันหลังการฉีดพ่น

การทดลองที่ 3 การสะสมและการสลายตัวของ cypermethrin และ deltamethrin ในผักกาดขาวปลีที่ ได้รับการพ่น 6 ครั้ง วิเคราะห์หาปริมาณสารตอกด้านด้วย เครื่อง GC ที่ 0, 1, 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 วันหลัง การฉีดพ่น

ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 ผลการวิเคราะห์ cyhalothrin, permethrin และ fenvalerate ที่ตกค้างในผักกาดขาวปลีที่ได้รับการพ่น 2 ครั้งและ 4 ครั้ง ปรากฏว่าตัวอย่างที่ฉีดพ่น 2 ครั้ง ตรวจพบ cyhalothrin ในปริมาณ 1.34, 0.97, 0.44, 0.27, 0.15 และ 0.06 มก./กก. permethrin ในปริมาณ 3.40, 2.15, 1.19, 0.36, 0.29 และ 0.26 มก./กก. และ fenvalerate ในปริมาณ 16.10, 4.66, 2.60, 1.73, 1.36 และ 1.05 มก./กก. สำหรับตัวอย่างที่ฉีดพ่น 4 ครั้ง ตรวจพบ cyhalothrin ในปริมาณ 5.08, 1.27, 0.56, 0.38, 0.25 และ 0.09 มก./กก. permethrin ในปริมาณ 6.99, 2.87, 1.64, 0.93, 0.60 และ 0.31 มก./กก. และ fenvalerate ในปริมาณ 29.99, 13.60, 9.12, 5.90, 4.00 และ 1.88 มก./กก. ตามลำดับ (ตารางที่ 1; ภาพที่ 1, 2)

การทดลองที่ 2 ผลการวิเคราะห์ cyhalothrin, permethrin และ fenvalerate ที่ตกค้างในผักกาดขาวปลีที่ได้รับการพ่น 6 ครั้ง ปรากฏว่าตรวจพบ cyhalothrin ในปริมาณ 3.27, 0.81, 0.57, 0.49, 0.36, 0.13, 0.09 และ 0.05 มก./กก. พบ permethrin ในปริมาณ 6.92, 1.00, 0.97, 0.59, 0.31, 0.08, 0.07 และ 0.04 มก./กก. และ fenvalerate ในปริมาณ 44.05, 10.61, 8.16, 5.07, 3.97, 1.24, 0.67 และ 0.42 มก./กก. (ตารางที่ 2)

การทดลองที่ 3 ผลการวิเคราะห์ cypermethrin และ deltamethrin ที่ตกค้างในผักกาดขาวปลีที่ได้รับการพ่น 6 ครั้ง ตรวจพบ cypermethrin ในปริมาณ 14.43, 6.63, 4.24, 2.89, 0.32, 0.26, 0.11 และ 0.08 มก./กก. พบ deltamethrin ในปริมาณ 3.66, 2.77, 1.77, 0.43, 0.03, 0.02, 0.01 และ 0.0047 มก./กก. ตามลำดับ (ตารางที่ 3, ภาพที่ 4)

วิจารณ์

จากการวิเคราะห์สารตกค้างในผักกาดขาวปลีของสารกลุ่มไฟริทรอยด์สังเคราะห์พบว่าสารในกลุ่มนี้จะถูกดูดซึมน้ำในร่างกายแล้วออกเดินทางไปที่ตับและถูกเปลี่ยนแปลงเป็นอนุพันธ์ของสาร ซึ่งมีฤทธิ์พิษต่อบุคคลต่ำกว่าสารแม่ แต่ฤทธิ์พิษของอนุพันธ์นั้นสูงกว่าสารแม่ เช่น cyhalothrin ที่มีค่า MRL 5 มก./กก. ในขณะที่ fenvalerate ที่มีค่า MRL 0.2 มก./กก. ดังนั้นความปลอดภัยในการใช้สารนี้จึงมากกว่าชนิดอื่น ๆ ในกลุ่มเดียวกัน หากศัตรูพืชระบาดใกล้ช่วงเก็บเกี่ยวก็สามารถใช้ได้ เพราะสารกลุ่มนี้ไม่ส่งผลกระทบต่อร่างกายและไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมาก

สรุป

การวิเคราะห์สารตกค้างด้วย GC ในผักกาดขาวปลีที่ฉีดพ่นด้วยสารในกลุ่มไฟริทรอยด์สังเคราะห์ 5 ชนิด ตามอัตราที่ฉลากระบุทุก 5 วัน มี 3 การทดลอง การทดลองที่ 1 พบว่าผักกาดขาวปลีที่พ่นด้วย permethrin ปลอดภัยที่สุด พบสารตกค้างต่ำกว่าค่า MRL ที่ 0 วัน และ 1 วัน หลังจากพ่นสาร 2 ครั้ง และ 4 ครั้ง สำหรับ cyhalothrin ที่ 7 วัน และ 10 วัน ส่วน fenvalerate ที่ 3 วัน และ 10 วัน การทดลองที่ 2 ฉีดพ่นต่อเนื่องกัน 6 ครั้ง พบว่า permethrin เก็บเกี่ยวได้หลังพ่นครั้งสุดท้าย 1 วัน ส่วน cyhalothrin และ fenvalerate เก็บเกี่ยวได้ที่ 20 วัน การทดลองที่ 3 ฉีดพ่นต่อเนื่อง 6 ครั้ง cypermethrin เก็บเกี่ยวได้ที่ 15 วัน ส่วน deltamethrin ที่ 10 วัน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมูลนิธิโครงการหลวงที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัย และขอบคุณนายกฤษดา วงศ์ทอง และนายอานันท์ ติลักษณ์ เจ้าหน้าที่ศูนย์ฯ หัวยลีก ที่ช่วยปลูกและดูแลพืชทดลอง

การวิเคราะห์สาร resta แมลงกลุ่มไฟริทรายด์สังเคราะห์ตอกด้านใน
ผักกาดขาวบดเพื่อกำหนดวันเก็บเกี่ยวที่ปลอดภัยสำหรับผู้บริโภค

Table 1 Amount of synthetic pyrethroid insecticide residues in Chinese cabbage detected by GC from 2 sprays and 4 sprays at 5 day intervals, harvesting at various time after sprays.

Time after spraying (Day)	Insecticide residues (mg/kg)					
	cyhalothrin		permethrin		fenvalerate	
	2 sprays	4 sprays	2 sprays	4 sprays	2 sprays	4 sprays
0	1.34 (100%)	5.08 (100%)	3.40 (100%)*	6.99 (100%)	16.10 (100%)	29.99 (100%)
1	0.97 (72%)	1.27 (25%)	2.15 (63%)	2.87 (41%)*	4.66 (29%)	13.60 (45%)
3	0.44 (33%)	0.56 (11%)	1.19 (35%)	1.64 (23%)	2.60 (16%)*	9.12 (30%)
5	0.27 (20%)	0.38 (7%)	0.36 (11%)	0.93 (13%)	1.73 (11%)	5.90 (20%)
7	0.15 (11%)*	0.25 (5%)	0.29 (9%)	0.68 (9%)	1.36 (8%)	4.00 (13%)
10	0.06 (4%)	0.09 (2%)*	0.26 (8%)	0.28 (4%)	1.05 (7%)	1.88 (6%)*

* Safety level, lower than MRL (MRL of cyhalothrin, permethrin and fenvalerate = 0.2, 5.0 and 3.0 mg/kg respectively)

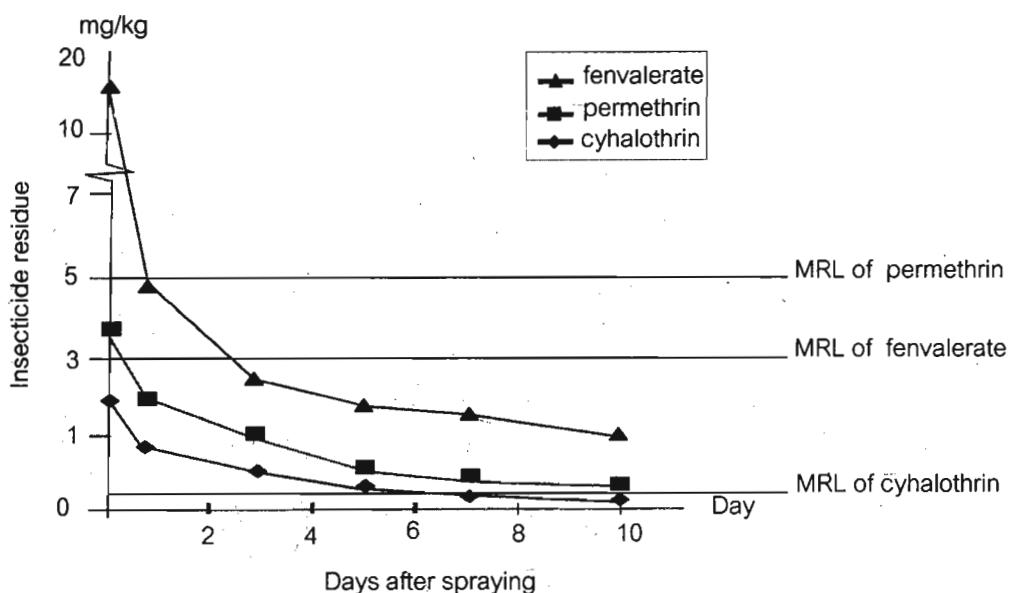


Figure 1 Residues of cyhalothrin, permethrin and fenvalerate detected by GC in Chinese cabbage with 2 sprays at various time of harvesting.

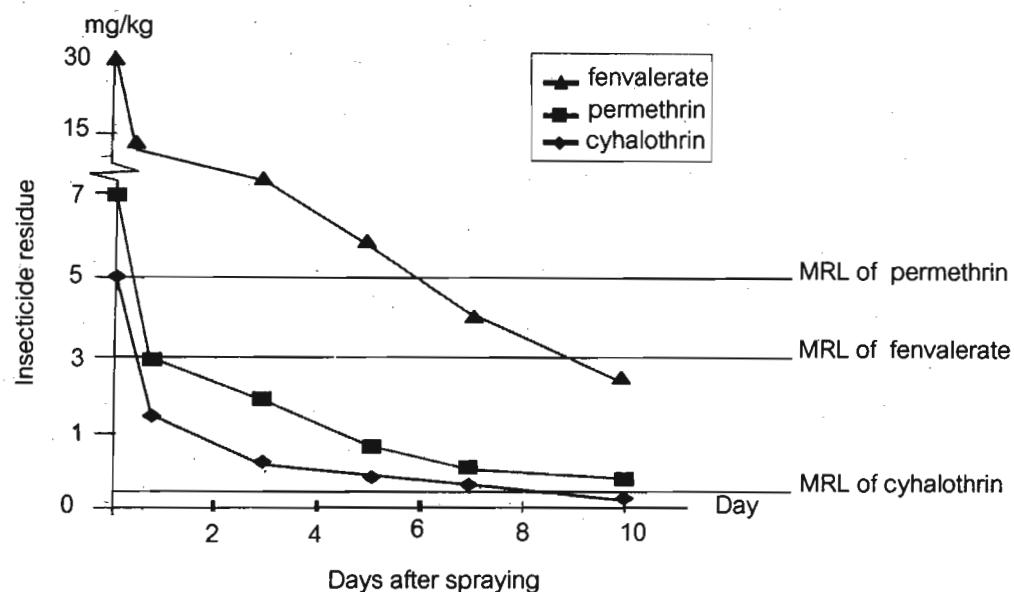


Figure 2 Residues of cyhalothrin, permethrin and fenvalerate detected by GC in Chinese cabbage with 4 sprays at 5 day intervals, harvested at various time after spray.

Table 2 Residues of cyhalothrin, permethrin and fenvalerate detected by GC in Chinese cabbage with 6 sprays at 5 day intervals, harvested at various time after sprays.

Time after spraying (Day)	Insecticide residues (mg/kg)		
	cyhalothrin	permethrin	fenvalerate
0	3.27 (100%)	6.92 (100%)	44.05 (100%)
1	0.81 (25%)	1.00 (14%)*	10.61 (24%)
5	0.57 (17%)	0.97 (14%)	8.16 (19%)
10	0.49 (15%)	0.59 (8%)	5.07 (11%)
15	0.36 (11%)	0.31 (4%)	3.97 (9%)
20	0.13 (4%)*	0.08 (1%)	1.24 (3%)*
25	0.09 (3%)	0.07 (1%)	0.69 (2%)
30	0.05 (2%)	0.04 (0.6%)	0.42 (1%)

* Safety level, lower than MRL (MRL of cyhalothrin, permethrin and fenvalerate = 0.2, 5.0 and 3.0 mg/kg respectively)

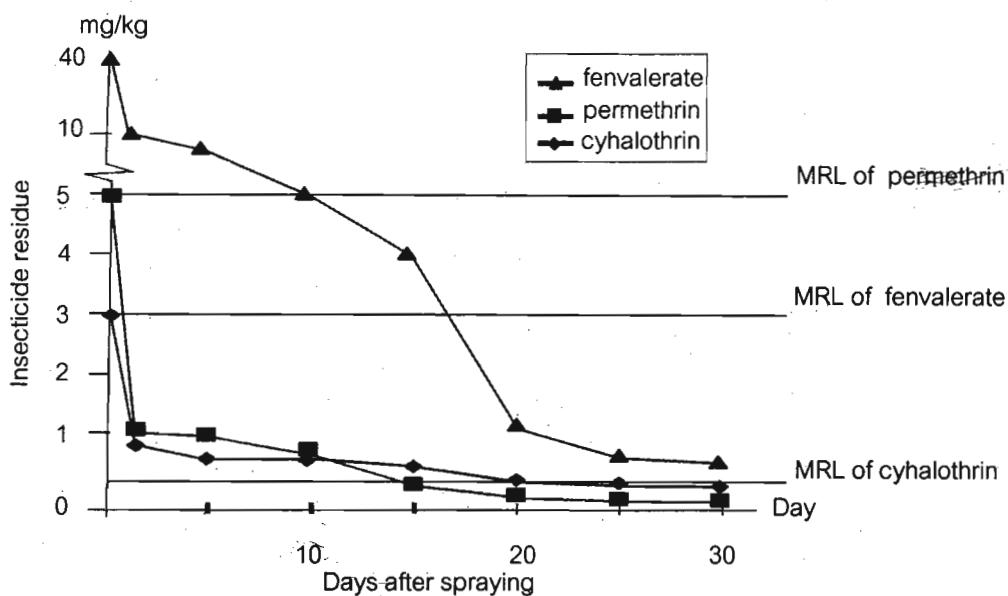


Figure 3 Residues of cyhalothrin, permethrin and fenvalerate detected by GC in Chinese cabbage with 6 sprays at 5 day intervals, harvested at various time after spray.

Table 3 Residues of cypermethrin and deltamethrin detected by GC in Chinese cabbage with 6 sprays at 5 day intervals, harvested at various time after sprays.

Time after spraying (Day)	Insecticide residues (mg/kg)	
	cypermethrin	deltamethrin
0	14.43 (100%)	3.66 (100%)
1	6.63 (45.92%)	2.77(24.29%)
5	4.24 (29.34%)	1.77 (48.36%)
10	2.89 (20.0%)	0.43 (11.79%)*
15	0.32 (2.20%)*	0.03 (0.90%)
20	0.26 (1.83%)	0.02 (0.48%)
25	0.11 (0.75%)	0.01 (0.28%)
30	0.08 (0.56%)	4.7×10^{-3} (0.13%)

* Safety level, lower than MRL (MRL of cypermethrin and deltamethrin = 1.00 และ 0.50 mg/kg respectively)

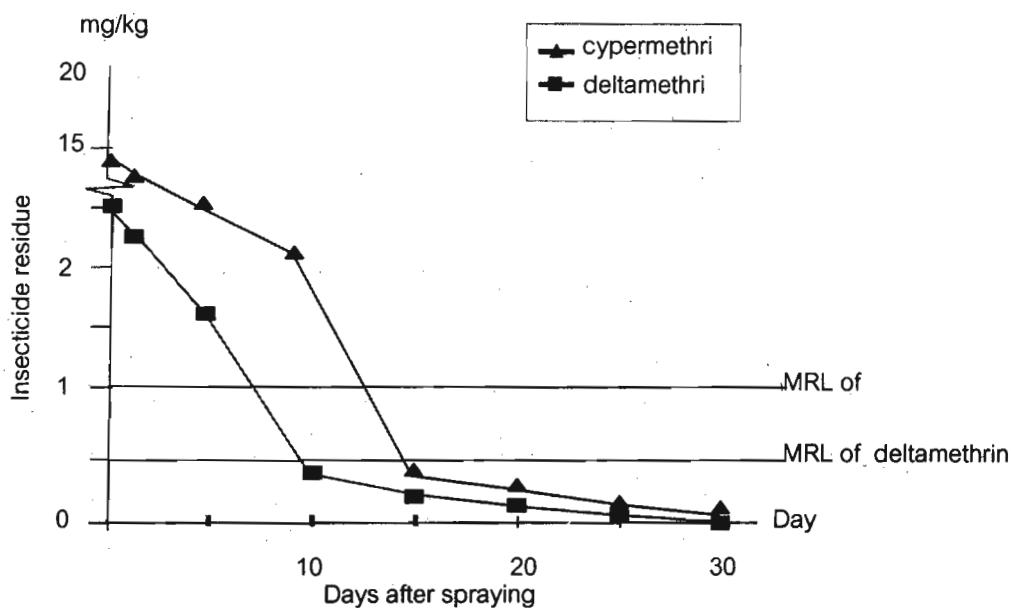


Figure 4 Residues of cypermethrin and deltamethrin detected by GC in Chinese cabbage with 6 sprays 5 day intervals, harvested at various time after spray.

เอกสารอ้างอิง

ประภัสสร พิมพ์พันธุ์ ยงยุทธ ไฝแก้ว และบันพิด ดำรงษ์. 2543. วิธีหาระบวนสารตกค้างไซเปอร์เมทธринในกระเจีบเขียว เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารมีพิษตกค้าง. ข่าวสารวัฒนธรรม 27(3): 3-15.

ปรีชา พุทธิบุรีชาพงศ์. 2542. สารกำจัดศัตรูพืชในประเทศไทย. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. 290 หน้า.

อาจารย์ กำเนิดมั่น สุวิมล เลิศวีระศิริกุล และนวลศรี ทยา พชร. 2533. วิจัยการสลายตัวของไดอะซินอน ในข้าวโพดฝักอ่อน เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารมีพิษตกค้าง. ข่าวสารวัฒนธรรม 17(4): 144-152.

อาจารย์ กำเนิดมั่น กันยา ด่านประเสริฐ และนวลศรี ทยา พชร. 2534. วิจัยปริมาณสารมีพิษตกค้างของเดลต้าเมทธринในข้าวโพดฝักอ่อนเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารมีพิษตกค้าง. ค่าปริมาณสูงสุดของสารมีพิษตกค้าง. ข่าวสารวัฒนธรรม 18(1): 18-27.

Steinwandter, H. 1985. Universal 5-min online method for extracting and isolating pesticide residues and industrial chemicals. Fresenius' Journal of Analytical Chemistry 322(8): 752-754.