

การวิเคราะห์สารฆ่าแมลงกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์
ตกค้างในผักกาดขาวปลีเพื่อกำหนดวันเก็บเกี่ยว
ที่ปลอดภัยสำหรับผู้บริโภค

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

นฤพล วัฒนภาพ¹ และ นุชนาฏ จงเลขา¹

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)

¹ศูนย์อารักขาพืช มูลนิธิโครงการหลวง จ. เชียงใหม่ 50200

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

บทคัดย่อ: ทำการวิเคราะห์ปริมาณสารฆ่าแมลงกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์ 5 ชนิดคือ cyhalothrin, permethrin, fenvalerate, cypermethrin และ deltamethrin ในผักกาดขาวปลีด้วย GC โดยทำการปลูกผักที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยลึก การทดลองประกอบด้วย 3 ส่วน คือ การทดลองที่ 1 ฉีดพ่น cyhalothrin, permethrin และ fenvalerate ตามอัตราที่ฉลากระบุต่อเนื่องกัน 2 ครั้งและ 4 ครั้ง ห่างกันครั้งละ 5 วัน ทำการเก็บตัวอย่างไปวิเคราะห์หาปริมาณสารตกค้างหลังการฉีดพ่นสารครั้งสุดท้าย ที่ 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 และการทดลองที่ 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 เป็นสารฆ่าแมลงชนิดเดียวที่มีการสะสมของสารตกค้างในปริมาณที่ต่ำ สามารถเก็บเกี่ยวผักกาดขาวปลีได้หลังฉีดพ่น 1 วัน ส่วนสารฆ่าแมลงชนิดอื่น ๆ ที่ทดสอบมีการสะสมในปริมาณสูงตามจำนวนครั้งของการฉีดพ่น ตัวอย่างเช่น cyhalothrin และ fenvalerate ที่พ่นต่อเนื่อง 4 ครั้ง และ 6 ครั้ง ห่างกัน 5 วัน ระยะเก็บเกี่ยวที่ปลอดภัยอยู่ที่ 10 วัน และ 20 วัน ตามลำดับ

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

คำนำ

สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์ (Synthetic pyrethroid) เป็นสารออกฤทธิ์ฆ่าแมลงแบบสัมผัสและกินตาย (ปรีชา, 2542) มีประสิทธิภาพในการกำจัดหนอนและแมลงชนิดต่าง ๆ ได้ดี เพราะสารกลุ่มนี้ออกฤทธิ์ทำให้แมลงตายอย่างรวดเร็ว (Knock down) เหมาะสำหรับพืชไร่ ไม้ดอก ไม้ผลและผักต่าง ๆ (อารยา และคณะ, 2533) จากคุณสมบัติดังกล่าว ทำให้เป็นที่นิยมใช้ของเกษตรกรอย่างแพร่หลาย ซึ่งรวมถึงเกษตรกรในมูลนิธิโครงการหลวงด้วย เพื่อควบคุมคุณภาพของผลผลิตของโครงการหลวง ให้ปลอดภัยต่อผู้บริโภค ผักผลไม้ออกจากแปลงเกษตรกรต้องผ่านระบบการตรวจสอบสารตกค้างโดยใช้ชุดทดสอบแบบรวดเร็ว ผลิตโดยกองอาหารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ชุดทดสอบมีชื่อว่า GT pesticide test kit ซึ่งสามารถตรวจสอบสารเคมีในกลุ่ม organophosphorus และ carbamate ได้แต่ชุดตรวจสอบดังกล่าวมีข้อจำกัดมาก ไม่สามารถตรวจได้ทุกชนิดในกลุ่มนี้ นอกจากนี้ยังไม่สามารถตรวจสอบสารในกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์ได้ ทั้งนี้เพราะสารดังกล่าวไม่สามารถยับยั้งการทำงานของ

เอนไซม์ Cholinesterase เช่นที่เกิดในกรณีของสารในกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส และคาร์บาเมททำให้ไม่สามารถตรวจสอบระดับความปลอดภัยของสารปริมาณสารที่ตกค้างในผลผลิตได้ และหากสารดังกล่าวมีปริมาณตกค้างเกินระดับมาตรฐานที่ FAO/WHO Codex กำหนด อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนต่างประเทศได้ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องควบคุมมิให้มีสารในกลุ่มนี้ตกค้างในผลผลิต ด้วยการเฝ้าระวังในการใช้ และทดสอบปริมาณการสะสม ตลอดจนทราบถึงการสลายตัวของสารฆ่าแมลงกลุ่มนี้ในแต่ละชนิด เพื่อจะได้นำเอาข้อมูลที่ได้ไปใช้กำหนดวันเก็บเกี่ยวพืช เมื่อมีการใช้สารเคมีในกลุ่มนี้แต่ละชนิดต่อไป

งานวิจัยหาปริมาณสารตกค้างในผลผลิตได้กระทำกันอย่างต่อเนื่องและแพร่หลายในต่างประเทศ เนื่องจากทั่วโลกตระหนักถึงพิษภัยของสารตกค้างที่จะเกิดกับผู้บริโภค แต่งานวิจัยในเรื่องของการวิเคราะห์สารในกลุ่มของไพรีทรอยด์สังเคราะห์เพื่อกำหนดค่า MRL (Maximum residue limit) นั้นไม่มีรายงานในต่างประเทศ สำหรับในประเทศไทยมีรายงานวิจัย 2 เรื่อง คือ เรื่อง วิจัยปริมาณสารมีพิษตกค้างของเดลต้าเมทธรินในข้าวโพดฝักอ่อนเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารมีพิษตกค้าง (อารยา และคณะ, 2534) และ เรื่อง วิจัย

หาปริมาณสารตกค้างไซเปอร์เมทรินในกระเจี๊ยบเขียว เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารมีพิษตกค้าง (ประสิทธิภาพ และคณะ, 2543) แต่ทั้งสองเรื่องก็มิได้ กำหนดค่า MRL ไว้อย่างชัดเจน เพียงแต่รายงานปริมาณ ที่พบเท่านั้น เช่น อารยา และคณะ (2534) รายงานว่าได้ ทำการฉีดพ่นต้นข้าวโพดฝักอ่อนด้วย deltamethrin 2 อัตรา คือ อัตราที่ฉลากระบุ (2.1 กรัม/ไร่) และ 2 เท่าของ อัตราดังกล่าว (4.2 กรัม/ไร่) สัปดาห์ละครั้ง รวม 4 ครั้ง วิเคราะห์ผลหลังการพ่นครั้งสุดท้าย ได้ผลการวิเคราะห์ ว่าในเมล็ดข้าวโพด พบปริมาณสารตกค้างน้อยมาก คือ 0.001 ppm และ 0.004 ppm ตามลำดับ ในขณะที่ในใบ และต้นข้าวโพดพบอัตราที่สูงคือ 0.206 และ 0.281 ppm ตามลำดับ

อุปกรณ์และวิธีการ

การปลูกผักกาดขาวปลีและการพ่นไพรีทรอยด์สังเคราะห์

ทำการเพาะเมล็ดผักกาดขาวปลี ณ แปลงวิจัย ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยลึก จ.นงอกเป็นต้น มีใบจำนวน 3 ใบ ใช้เวลา 30 วัน จึงย้ายลงปลูกในกระถางขนาด 8 นิ้ว จำนวน 800 ต้น จนผักอายุได้ 21 วัน หลังการย้าย ปลูก ทำการฉีดพ่นไพรีทรอยด์สังเคราะห์ 5 ชนิด คือ cyhalothrin, permethrin, fenvalerate, cypermethrin และ deltamethrin ตามอัตราที่ระบุไว้ในฉลาก ฉีดพ่นทุก 5 วัน สำหรับชุดที่ใช้เปรียบเทียบพ่นด้วยน้ำ แบ่งเป็น 3 การทดลอง โดยใช้ผักที่สุ่มมาอย่างน้อย 1 กิโลกรัม ต่อ การวิเคราะห์ 1 ครั้ง (ระยะเวลาหลังการพ่นสาร) ของแต่ละการทดลอง

การสกัดสารไพรีทรอยด์ตกค้างในผักทดลอง

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

ชะและทำการตรวจวัดด้วยเครื่อง Gas chromatography (GC)

การวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC

ทำการทดลองหาสภาวะ (condition) ที่เหมาะสมในการวิเคราะห์สารไพรีทรอยด์สังเคราะห์ โดยใช้เครื่อง GC ยี่ห้อ Agilent Technologies รุ่น 6890N คอลัมน์ HP-5 ความยาว 30 ม. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.32 มม. ความหนาของตัวดูดซับ 0.25 ไมโครเมตร ดีเทคเตอร์ชนิด μ -ECD ปรับการใช้งานที่อุณหภูมิ 280 °C ใช้ก๊าซไนโตรเจน เป็น make up gas ที่อัตรา 60 มล./นาที และ ก๊าซฮีเลียมเป็น 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 ครั้งและ 4 ครั้ง วิเคราะห์หาปริมาณสารตกค้างด้วยเครื่อง GC ที่ 0, 1, 5, 7 และ 10 วัน หลังการฉีดพ่น

การทดลองที่ 2 การสะสมและการสลายตัวของ cyhalothrin, permethrin และ fenvalerate ใน ผักกาดขาวปลีที่ได้รับการพ่น 6 ครั้ง วิเคราะห์หาปริมาณ สารตกค้างด้วยเครื่อง GC ที่ 0, 1, 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 วัน หลังการฉีดพ่น

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

ผลการทดลอง

วิจารณ์

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)

จากผลการวิเคราะห์สารตกค้างในผักกาดขาวปลีของสารกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์ พบว่าสารในกลุ่มนี้จะสลายตัวค่อนข้างรวดเร็วในระยะแรก 1-3 วัน จากนั้นจะสลายตัวช้าลง เมื่อทำการฉีดพ่นหลายครั้งจะเกิดการสะสมเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับอารยา และคณะ (2534) ได้รายงานไว้ อย่างไรก็ดี ค่า MRL ของสารแต่ละชนิดไม่เท่ากัน permethrin มีค่า MRL สูงสุด (5 มก./กก.) ในขณะที่ cyhalothrin มีค่า MRL ต่ำที่สุด (0.2 มก./กก.) ดังนั้นความปลอดภัยในการใช้สารนี้จึงมากกว่าชนิดอื่น ๆ ในกลุ่มเดียวกัน หากศัตรูพืชระบาดใกล้ช่วงเก็บเกี่ยวก็สามารถใช้ได้ เพราะสลายตัวเร็วและไม่สะสมมาก

สรุป

การวิเคราะห์สารตกค้างด้วย GC ในผักกาดขาวปลีที่ฉีดพ่นด้วยสารในกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์ 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 และขอบคุณนายกฤษฎา หงส์ทอง และนายอานนท์ ดิละ เจ้าหน้าที่ศูนย์ฯ ห้วยลึก ที่ช่วยปลูกและดูแลพืชทดลอง

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)

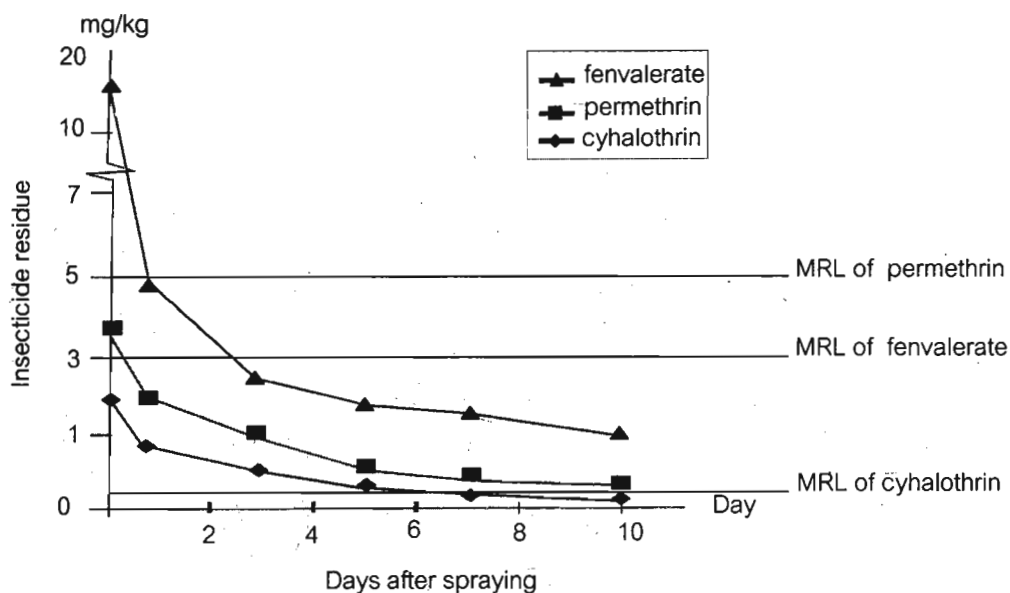


Figure 1 Residues of cyhalothrin, permethrin and fenvalerate detected by GC in Chinese cabbage with 2 sprays at various time of harvesting.

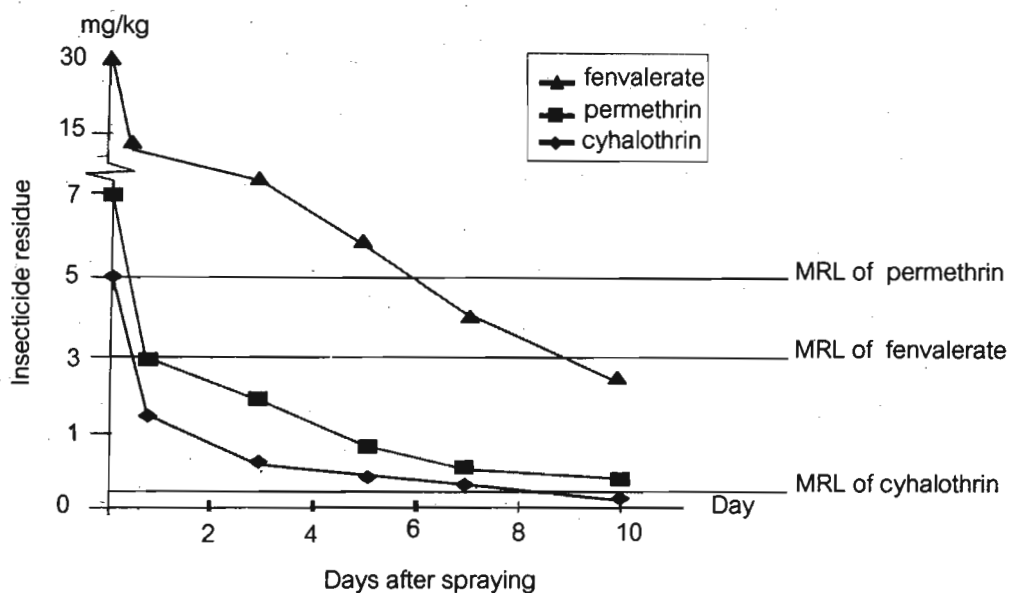


Figure 2 Residues of cyhalothrin, permethrin and fenvalerate detected by GC in Chinese cabbage with 4 sprays at 5 day intervals, harvested at various time after spray.

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)

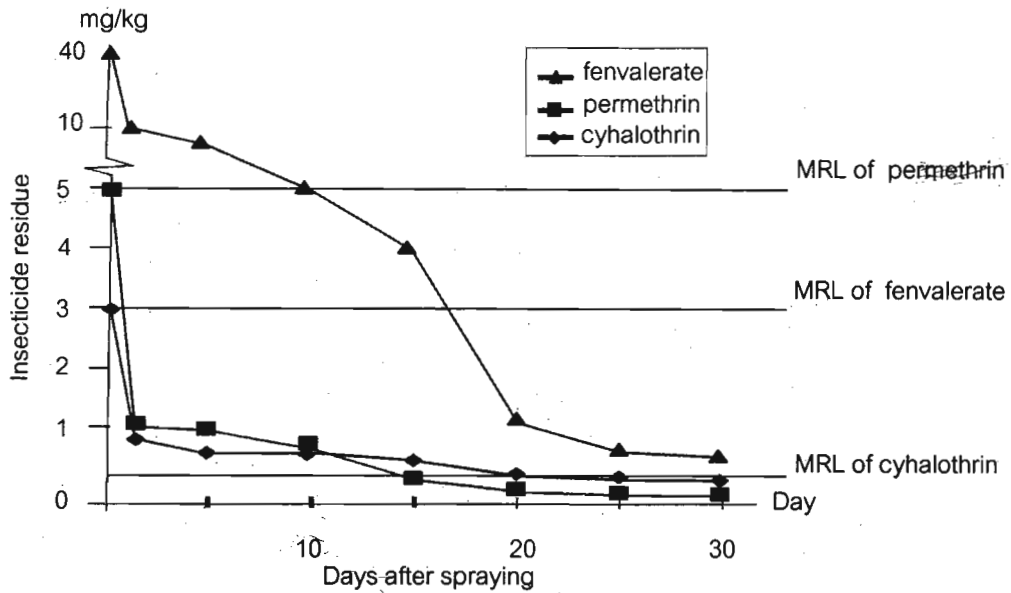


Figure 3 Residues of cyhalothrin, permethrin and fenvalerate detected by GC in Chinese cabbage with 6 sprays at 5 day intervals, harvested at various time after spray.

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%)	4.7x10 ⁻³ (0.13%)

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

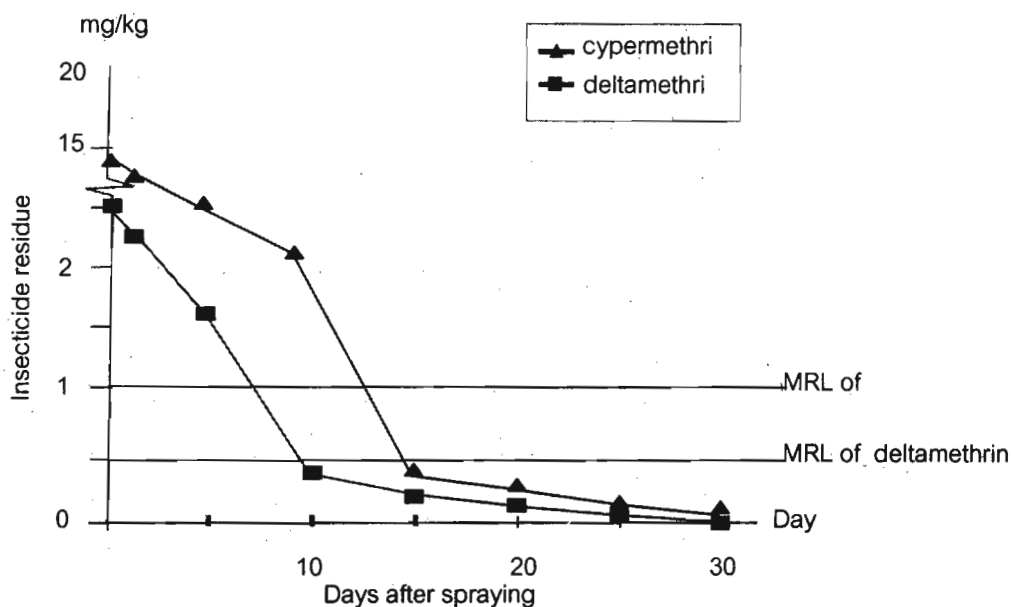


Figure 4 Residues of cypermethrin and deltamethrin detected by GC in Chinese cabbage with 6 sprays 5 day intervals, harvested at various time after spray.

เอกสารอ้างอิง

ประภัสรา พิมพ์พันธุ์ ยงยุทธ ไม้แก้ว และบัณฑิต ดำรงค์. 2543. วิธีหาปริมาณสารตกค้างไซเปอร์เมทรินในกระเจี๊ยบเขียว เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารมีพิษตกค้าง. ข่าวสารวัตถุดิบพืช 27(3): 3-15.

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

อารยา กำเนิดมัน สุวิมล เลิศวีระศิริกุล และนวลศรี พยาพัชร. 2533. วิจัยการสลายตัวของไดอะซินอนในข้าวโพดฝักอ่อน เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารมีพิษตกค้าง. ข่าวสารวัตถุดิบพืช 17(4): 144-152.

อารยา กำเนิดมัน กันยา ด้านประเสริฐ และนวลศรี พยาพัชร. 2534. วิจัยปริมาณสารมีพิษตกค้างของเดลต้าเมทรินในข้าวโพดฝักอ่อนเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารมีพิษตกค้าง. ค่าปริมาณสูงสุดของสารมีพิษตกค้าง. ข่าวสารวัตถุดิบพืช 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.