

ผลของอัตราการฉีดพ่นคลอร์ไพริฟอสและไดเมทโทเอตต่อปริมาณสารตกค้าง
ในต้นหอม (*Alliumcepa var. aggregatum*)
Effect of Chlorpyrifos and Dimethoate Spraying Doses on Residue
Concentrations in Scallion (*Alliumcepa var. aggregatum*)

ฐิตาภรณ์ เพ็ชร์ช้อย^{1*} และ ฐิติยา แซ่ปึง¹
Thitaporn Petchoy^{1*} and Thitiya Pung¹

¹ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

¹ Faculty of Liberal Arts and Science, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140 Thailand

รับเรื่อง: พฤษภาคม 2559 Received: May 2016

รับตีพิมพ์: กรกฎาคม 2559 Accepted: July 2016

* Corresponding author: faasthp@ku.ac.th

ABSTRACT: Residue concentrations of chlorpyrifos and dimethoate in scallion (*Alliumcepa var. aggregatum*.) were studied. The experimental design was split plot RCBD. The main factor was concentration of pesticide sprayed with 3 doses: 1) half recommended dose 2) recommended dose 3) double recommended dose and sprayed with water (control) and 5 replicates. Sprayed chlorpyrifos and dimethoate on days 21, 28 and 35. The minor factor was a period of harvesting after last sprayed on days 0 (2 hours), 1, 3, 5, 7, 10 15, 20 and 25. Two hours after application scallion from double recommended dose were found chlorpyrifos concentration higher than recommended dose and half recommended dose (12.23 ± 0.35 , 5.27 ± 0.24 , 2.67 ± 0.04 ppm, respectively). The MRL of chlorpyrifos on scallion are 0.05 ppm (EU MRL) and 0.01 ppm (Japan MRL). Then, chlorpyrifos slowly degraded until were less than MRL on day 15 after application. Two hours after last application, concentrations of dimethoate from double recommended dose, recommended dose and half recommended dose were 5.47 ± 0.28 , 2.09 ± 0.15 , 0.56 ± 0.03 ppm (respectively). The MRL of dimethoate on scallion are 2 ppm (EU MRL) and 1 ppm (Japan MRL). Then, dimethoate degraded faster than chlorpyrifos until they were less than MRL on day 3. Therefore, harvesting periods of chlorpyrifos and dimethoate on scallion planting should be more than 15 and 3 days, respectively.

Keywords: Scallion, chlorpyrifos, dimethoate, chemical residue

บทคัดย่อ

ศึกษาปริมาณสารตกค้างของคลอรีไพรีฟอส และไดเมทโทเอตที่มีการฉีดพ่นในต้นหอม วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก ปัจจัยหลักคือ อัตราการฉีดพ่นสารกำจัดแมลง 3 อัตรา คือ 1) ฉีดพ่นอัตราต่ำกว่าแนะนำ 2 เท่า 2) ฉีดพ่นตามอัตราแนะนำ 3) ฉีดพ่นอัตราสูงกว่าแนะนำ 2 เท่า และแปลงควบคุม (น้ำ) ทำการทดลอง 5 ซ้ำ ฉีดพ่นสารกำจัดแมลงวันที่ 21, 28 และ 35 ของการปลูก ปัจจัยรองคือ ระยะเวลาเก็บเกี่ยวที่ 2 ชั่วโมง, 1, 3, 5, 7, 10, 15, 20 และ 25 วันหลังจากการฉีดพ่นสารกำจัดแมลงครั้งสุดท้าย พบว่าที่ 2 ชั่วโมงหลังการฉีดพ่นสารกำจัดแมลง แปลงที่ฉีดพ่นด้วยอัตราสูงกว่าอัตราแนะนำ 2 เท่า มีปริมาณคลอรีไพรีฟอสสูงกว่าแปลงที่ฉีดพ่นด้วยอัตราแนะนำ และฉีดพ่นต่ำกว่าอัตราแนะนำ (12.23 ± 0.35 , 5.27 ± 0.24 , 2.67 ± 0.04 ppm ตามลำดับ) ค่ามาตรฐานของคลอรีไพรีฟอสที่ยอมให้ตรวจพบได้ในต้นหอมคือ 0.05 ppm (EU MRL) และ 0.01 ppm (Japan MRL) จากนั้นคลอรีไพรีฟอสค่อย ๆ สลายตัวจนวันที่ 15 หลังการฉีดพ่นพบปริมาณคลอรีไพรีฟอสตกค้างในทุกอัตราต่ำกว่า EU MRL ขณะเดียวกันหลังจากการฉีดพ่น 2 ชั่วโมง แปลงที่ฉีดพ่นด้วยอัตราสูงกว่าอัตราแนะนำ มีปริมาณไดเมทโทเอตสูงสุด สูงกว่าแปลงที่ฉีดพ่นด้วยอัตราแนะนำ และฉีดพ่นต่ำกว่าอัตราแนะนำ (5.47 ± 0.28 , 2.09 ± 0.15 , 0.56 ± 0.03 ppm ตามลำดับ) ค่ามาตรฐานของไดเมทโทเอตที่ยอมให้ตรวจพบได้ในต้นหอมคือ 2 ppm (EU MRL) และ 1 ppm (Japan MRL) ไดเมทโทเอตสลายตัวเร็วกว่าคลอรีไพรีฟอสและตรวจพบสารตกค้างต่ำกว่า MRL หลังการฉีดพ่นครั้งสุดท้าย 3 วัน ดังนั้นระยะการเก็บเกี่ยวของคลอรีไพรีฟอสและไดเมทโทเอตในการปลูกต้นหอม ควรมากกว่า 15 วันและ 3 วัน ตามลำดับ

คำสำคัญ: ต้นหอม, คลอรีไพรีฟอส, ไดเมทโทเอต, สารเคมีตกค้าง

บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมมีการปลูกพืชผักต่าง ๆ ทั้งเพื่อการค้าภายในประเทศและเพื่อการส่งออก เกษตรกรจึงหาวิธีการเพาะปลูกเพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพดี และได้จำนวนมากเพียงพอต่อความต้องการของตลาด การใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชเป็นทางเลือกหนึ่งที่เกษตรกรนิยมใช้ แต่ในระยะยาวนั้นจะส่งผลกระทบต่ออย่างมาก เช่น แมลงเกิดการดื้อยา การระบาดของใหม่ของแมลง ปัญหาสารพิษตกค้างในผัก และปัญหาสารพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเป็นอันตรายต่อสุขภาพของเกษตรกรและผู้บริโภค

ต้นหอม (scallion) เป็นผักปรุงรสชนิดหนึ่งที่ใช้เป็นส่วนประกอบในอาหารหลายชนิด นิยมรับประทานสด และใช้เป็นผักสำหรับตกแต่งอาหาร เนื่องจากเป็นผักมีกลิ่นหอมเป็นเอกลักษณ์ และทำให้อาหารมีสีสนับรับประทาน เนื่องจากต้นหอมมีแมลงศัตรูพืชหลายชนิด เช่น หนอนเจาะกระพุ่มหอม และเพลี้ยหอมไฟ เป็นต้น (Srisaad and Kamwongsa, 2013) สารกำจัดแมลงสำหรับต้นหอมมีหลายชนิด เช่น คลอรีไพรีฟอส คาร์โบซัลแฟน ไซเพอร์เมทริน และไดฟิโนโคนาโซล เป็นต้น (Department of Agriculture, 2016)

คลอรีไพรีฟอสและไดเมทโทเอตเป็นสารเคมีกำจัดแมลงที่จัดอยู่ในสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ซึ่งเป็นสารอินทรีย์ที่มีฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบสำคัญสามารถกำจัดแมลงครอบคลุมหลายชนิด ราคาถูกหาซื้อง่าย และสลายตัวในระยะเวลาสั้นเมื่อเทียบกับสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มอื่น ๆ จึงนิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในทางการเกษตร สารเคมีกำจัดแมลงกลุ่มนี้ออกฤทธิ์ต่อระบบประสาท โดยยับยั้งการทำงานของเอนไซม์อะซีติลโคลีนเอสเตอเรส ทำให้เกิดการคั่งของปริมาณอะซีติลโคลีนที่บริเวณปลายประสาท เป็นผลให้ร่างกายไม่สามารถควบคุมการเคลื่อนไหวได้ เกิดอาการชักกระตุก เกร็งน้ำลายไหล ปัสสาวะราด เข้าสู่ร่างกายได้โดยการกิน การหายใจ และทางผิวหนัง ถ้าได้รับในปริมาณมากจะเกิดอาการพิษเฉียบพลัน

กล่าวคือมีอาการคลื่นไส้ อาเจียน เบื่ออาหาร เหงื่อออก กลิ่นปัสสาวะ-อุจจาระไม่ได้ เกิดอัมพาต และหัวใจล้มเหลว แต่ถ้าได้รับในปริมาณน้อยเป็นระยะเวลาสั้น จะเกิดอาการพิษแบบเรื้อรัง คือ อ่อนเพลีย เดี๋ยวซีเซ เสียการรับรู้ความรู้สึก (Pung, 2008) Prasopsuk *et al.* (2014) ทำการศึกษาสารเคมีกำจัดแมลงตกค้างในตัวอย่างผักและผลไม้จากแปลงที่ขอรับรองระบบปฏิบัติการทางการเกษตรที่ดีในภาคตะวันออกเฉียงเหนือระหว่างปี พ.ศ. 2554–2556 พบว่า สารกำจัดแมลงตกค้างที่ตรวจพบมากที่สุดคือ คลอร์ไพริฟอส ไซเปอร์เมทริน เมโทมิล และคาร์บาริล ตามลำดับ และพบว่า พ.ศ. 2554 ผักและผลไม้ที่มีปริมาณสารเคมีตกค้างเกินค่า MRLs คือ กะหล่ำปลี คื่นช่าย ถั่วฝักยาว พริก มะเขือ มะม่วง ลำไย และต้นหอม พ.ศ. 2555 พบว่าผักและผลไม้ที่มีสารเคมีตกค้างเกินค่า MRLs คือ กะหล่ำดอก คื่นช่าย คะน้า แดงกว่า พริก มะม่วง ลิ้นจี่ และต้นหอม พ.ศ. 2556 พบว่า ผักและผลไม้ที่มีสารเคมีตกค้างเกินค่า MRLs คือ กะหล่ำดอก คื่นช่าย คะน้า ผักแพว พริก มะม่วง มันแกว เห็ด และต้นหอม

Chowdhury *et al.* (2013) ทำการตรวจสอบปริมาณสารเคมีตกค้างในผักที่ปลูกในประเทศบังกลาเทศ เพื่อใช้เป็นมาตรการลดความเสี่ยงต่อสุขภาพของเกษตรกร โดยใช้เครื่อง Gas chromatography with mass spectrophotometry จากการศึกษาผักทั้งหมด 19 ชนิด จำนวน 210 ตัวอย่าง ตรวจพบสารกำจัดแมลงตกค้าง 51.30% และพบว่า 38.89% ของตัวอย่างทั้งหมด พบปริมาณสารกำจัดแมลงตกค้างสูงกว่า MRLs และสารกำจัดแมลงที่ตรวจพบมากที่สุดคือ คลอร์ไพริฟอส คาร์โบฟูราน ไดอะซิน คาร์บาริล มาลาไทออล ไฮเปอร์เมทริน และไดเมทโทเอต ตามลำดับ และผักที่มีปริมาณคลอร์ไพริฟอสตกค้างเกินค่า MRLs คือ มะเขือเทศ ดอกกะหล่ำ กะหล่ำปลี แดงกว่า แครอท และหอมใหญ่ ส่วนผักที่มีปริมาณไดเมทโทเอตเกินค่า MRLs คือ มันฝรั่ง และหอมใหญ่

การศึกษาปริมาณสารตกค้างของสารกำจัดแมลง เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานทางการเกษตร และเผยแพร่

แพร่แก่เกษตรกร รวมทั้งเป็นแนวทางในการใช้สารกำจัดแมลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพิ่มความปลอดภัยต่อสุขภาพของเกษตรกร และผู้บริโภค อีกทั้งยังลดปัญหาสารกำจัดแมลงปนเปื้อนในอาหารและตกค้างในสิ่งแวดล้อม ผู้วิจัยจึงทำการศึกษาปริมาณสารกำจัดแมลงตกค้างในต้นหอมโดยมีการฉีดพ่นคลอร์ไพริฟอส และไดเมทโทเอตที่แตกต่างกัน 3 อัตรา และระยะเวลาการเก็บเกี่ยว ภายหลังจากฉีดพ่นคลอร์ไพริฟอสและไดเมทโทเอต

อุปกรณ์และวิธีการ

ต้นหอมที่ใช้คือพันธุ์อุตรดิตถ์ สารกำจัดแมลงที่ใช้ฉีดพ่นในแปลงทดลองคือ เบโซ 40 (คลอไพริฟอส 40% w/v EC) และไซแอมเมท บลู (ไดเมทโทเอต 40% w/v EC)

สารเคมีที่ใช้ เป็นสารละลายมาตรฐาน (standard) คือ คลอร์ไพริฟอส (*O,O*-diethyl-*O*-(3, 5, 6-trichloro-2-pyridyl phosphorothioate), (Sigma-Aldrich, 99%) ไดเมทโทเอต (*O,O*-dimethyl *S*-methylcarbamoylmethyl phosphorodithioate), (Sigma-Aldrich, 99.5%) และสารละลายมาตรฐานภายใน (internal standard) คือ คาร์โบฟูราน (carbofuran, C₁₂H₁₅NO₃, (Sigma-Aldrich, 99%) โดยสั่งซื้อจากบริษัท S.M. Chemical Supplies. Co., ltd. (กรุงเทพฯ)

การออกแบบการทดลอง

จัดแปลงทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก (completely randomized block design , RCBD) ปัจจัยหลักคือ การฉีดพ่นสารกำจัดแมลงที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน 3 อัตรา ๆ ละ 5 ซ้ำ คือ 1) อัตราต่ำกว่าแนะนำ 2 เท่าฉีดพ่นคลอร์ไพริฟอส (20 mL/น้ำ 20 L) และไดเมทโทเอต (10 mL/น้ำ 20 L) 2) อัตราแนะนำฉีดพ่นคลอร์ไพริฟอส (40 mL/น้ำ 20 L) และ

โดเมทโรเอต (20 mL/น้ำ 20 L) 3) อัตราสูงกว่าแนะนำ 2 เท่าฉีดพ่นคลอรีไพรีฟอส (80 mL/น้ำ 20 L) และโดเมทโรเอต (40 mL/น้ำ 20 L) แปลงควบคุมฉีดพ่นด้วยน้ำ ปัจจัยรองคือ ระยะเวลาการเก็บเกี่ยวหลังจากฉีดพ่นสารกำจัดแมลงครั้งสุดท้ายที่ 2 ชั่วโมง, 1, 3, 5, 7, 10, 15, 20 และ 25 วัน รวมทั้งสิ้น 9 ระยะเวลาทำการทดลองบนแปลงทดลองหลัก 5 แปลง แต่ละแปลงมีขนาด 9×1.5 เมตร โดยในแต่ละแปลงทดลองหลักประกอบด้วยแปลงทดลองย่อย 4 แปลง แต่ละแปลงมีขนาด 1×1.5 เมตร ระยะห่างระหว่างแปลง 1 เมตร โดยทำการทดลอง 5 ซ้ำ รวมทั้งสิ้น 20 แปลงย่อย

การทดลองในแปลง

เตรียมดินโดยการตากดิน 1 สัปดาห์ก่อนการปลูก หลังจากนั้นแบ่งแปลงให้มีขนาดแปลงละ 1×1.5 เมตร มีระยะห่างระหว่างแปลง 1 เมตร ใส่ปุ๋ยอินทรีย์คลุกเคล้าให้ทั่วแปลง ปลูกต้นหอมโดยใช้พันธุ์หอมปักลงดินลึกประมาณ 3 เซนติเมตร จากนั้นใช้ดินกลบพันธุ์หอมให้มิด โดยให้มีระยะห่างระหว่างต้นพันธุ์ 10 เซนติเมตร ใช้ฟางคลุมให้ทั่วแปลง รดน้ำด้วยสปริงเกอร์วันละ 2 ครั้ง เช้าและเย็น ครั้งละ 30 นาที เพื่อให้ดินมีความชุ่มชื้นสม่ำเสมอ มีการฉีดพ่นคลอรีไพรีฟอสและโดเมทโรเอตจำนวน 3 ครั้งโดยฉีดพ่นเมื่อต้นหอมมีอายุ 21, 28 และ 35 วัน ของการปลูก โดยวันที่ 35 เป็นวันสุดท้ายของการฉีดพ่นคลอรีไพรีฟอส หลังจากนั้นทำการสุ่มเก็บตัวอย่างต้นหอมในแปลง โดยทำการเก็บตัวอย่างหลังจากการฉีดพ่นสารกำจัดแมลงครั้งสุดท้ายที่ 2 ชั่วโมง, 1, 3, 5, 7, 10, 15, 20 และ 25 วัน สุ่มเก็บตัวอย่างในแปลง แปลงละ 5 ต้น/ครั้ง ใส่ถุงเก็บตัวอย่างมัดปากถุง แล้วนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อทำการวิเคราะห์หาปริมาณคลอรีไพรีฟอสและโดเมทโรเอต

การเตรียมกราฟมาตรฐานของสารละลายคลอรีไพรีฟอส โดเมทโรเอต และคาร์โบฟูราน

เตรียมสารละลายมาตรฐานคลอรีไพรีฟอสที่

ความเข้มข้น 0.02–5 ppm สารละลายมาตรฐานโดเมทโรเอตที่ความเข้มข้น 2.00–20 ppm และสารละลายมาตรฐานคาร์โบฟูรานที่ความเข้มข้น 0.02–10 ppm โดยใช้ ethyl acetate : cyclohexane 1:1 v/v เป็นตัวทำละลาย จากนั้นฉีดสารละลายมาตรฐานเข้าเครื่อง GC-MS เพื่อสร้างกราฟมาตรฐานระหว่างความเข้มข้นของคลอรีไพรีฟอสกับพื้นที่ใต้กราฟ แล้วนำสมการที่ได้ไปใช้วิเคราะห์ปริมาณสารตกค้างในต้นหอม

การวิเคราะห์หาปริมาณสารคลอรีไพรีฟอสและโดเมทโรเอตในต้นหอม

วิเคราะห์หาปริมาณคลอรีไพรีฟอสและโดเมทโรเอตด้วยวิธี multiresidue ซึ่งดัดแปลงมาจากวิธี QuEChERS ของ Anastassiades *et al.* (2003) คือการหั่นตัวอย่างต้นหอมเป็นชิ้นเล็กๆ ปั่นให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่น ชั่งตัวอย่าง 10 กรัม ใส่หลอดเซนต์ปีฟว์ขนาด 50 mL เติมสารละลายคาร์โบฟูรานที่มีความเข้มข้น 500 ppm ปริมาตร 100 μ L ผสมให้เข้ากัน จากนั้นเติมแมกนีเซียมซัลเฟต 4.00 กรัม และโซเดียมคลอไรด์ 1.00 กรัม ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่อง vortex mixer เป็นเวลา 1 นาที หลังจากนั้นนำไปปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่องเซนต์ปีฟว์ที่ความเร็วรอบ 4000 rpm เป็นเวลา 8 นาที อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ดูดสารละลายที่ได้ 1.00 mL ใส่หลอดไมโครเซนต์ปีฟว์ ขนาด 1.5 mL ที่มีสาร solid phase extraction ชนิด primary secondary amine (PSA) 25 มิลลิกรัม และแมกนีเซียมซัลเฟต 150 มิลลิกรัม บรรจุอยู่ นำไปผสมให้เข้ากันด้วยเครื่อง vortex mixer เป็นเวลา 1 นาที จากนั้นนำไปปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่องเซนต์ปีฟว์ที่ความเร็วรอบ 6000 rpm เป็นเวลา 5 นาที ดูดสารละลายที่ได้ 0.50 mL ใส่ในขวด vial ขนาด 20 mL แล้วนำไประเหยแห้งด้วยเครื่อง rotary evaporator ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสจนแห้ง จากนั้นเติมตัวทำละลายผสมของ ethyl acetate : cyclohexane 1:1 v/v ปริมาตร 0.5 mL เขย่าเพื่อให้ละลาย แล้วนำสารละลายที่ได้มากรองผ่าน

membrane nylon microfilter ขนาด 0.45 µm นำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรเมตรี (GC-MS) โดยใช้สภาวะเครื่องตาม Table 1 และ Table 2

Table 1 Gas chromatography conditions

Gas Chromatograph	SHIMADZU-2010
Carrier Gas	Helium
Carrier gas flow	49.5 mL/min
column	capillary column ชนิด TC-1701 (30 m, 0.25 mm, I.D. 0.25 µm)
Column flow	1.78 mL/min
Column oven temperature	70 °C
Injection mode	Spiltlese
Spiltlese ratio	30.0
Injection Temperature	220 °C
Detector	GCMS-QP2010 (SHIMADZU)

Table 2 Mass spectrometry Conditions

Masspectophotometry	GCMS-QP2010 (SHIMADZU)
Ion source Temperature	200 °C
Interface Temperature	220 °C
Detector Voltage	Relative to the Tuning Result

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ทดสอบผลการทดลองโดยค่าสถิติ F-test ด้วยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของปริมาณคลอรีไพรีฟอสและไดเมทโฮเอตในต้นหอมที่มีการฉีดพ่นสารกำจัดแมลงด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 โดยใช้โปรแกรม SPSS 22 for Windows

ผลการทดลอง

การวิเคราะห์ปริมาณคลอรีไพรีฟอส ไดเมทโฮเอต และคาร์โบฟูราน

สารละลายมาตรฐานคลอรีไพรีฟอสที่ความเข้มข้น 0.02–5 ppm เมื่อวิเคราะห์ด้วย GC-MS สร้างกราฟมาตรฐานระหว่างความเข้มข้นของคลอรีไพรีฟอสกับพื้นที่ใต้กราฟได้สมการ $y = 926682x + 140796$ มีค่า $R^2 = 0.9886$ และทำการทดสอบขีดจำกัดของการตรวจวัด (Limit of detection) ของคลอรีไพรีฟอสในตัวอย่างเท่ากับ 0.01 ppm

สารละลายมาตรฐานไดเมทโฮเอตที่ความเข้มข้น 2.00–20 ppm เมื่อวิเคราะห์ด้วย GC-MS สร้างกราฟมาตรฐานระหว่างความเข้มข้นของไดเมทโฮเอตกับพื้นที่ใต้กราฟได้สมการ $y = 350470x + 528170$ มีค่า $R^2 = 0.9977$ และทำการทดสอบขีดจำกัดของการตรวจวัดของไดเมทโฮเอตในตัวอย่างเท่ากับ 0.08 ppm

สารละลายมาตรฐานภายในคาร์โบฟูรานที่ความเข้มข้น 0.02–10 ppm เมื่อวิเคราะห์ด้วย GC-MS สร้างกราฟมาตรฐานระหว่างความเข้มข้นของคาร์โบฟูรานกับพื้นที่ใต้กราฟ ได้สมการ $y = 400552x + 59998$ มีค่า $R^2 = 0.9957$ ร้อยละการกลับคืนมาของคาร์โบฟูรานที่ใช้เป็น internal standard อยู่ในช่วง 83–107%

ปริมาณคลอริไพริฟอสในต้นหอม

แปลงควบคุม ไม่พบปริมาณคลอริไพริฟอสทุกระยะเวลาการเก็บเกี่ยว จึงทำการเปรียบเทียบปริมาณคลอริไพริฟอสตกค้างในต้นหอมเมื่อฉีดพ่นคลอริไพริฟอสแตกต่างกัน 3 อัตราเท่านั้น หลังจากการฉีดพ่นครั้งสุดท้าย 2 ชั่วโมง พบว่าแปลงที่ฉีดพ่นด้วยอัตราสูงกว่าแนะนำ มีปริมาณของคลอริไพริฟอสสูงกว่าแปลงที่ฉีดพ่นด้วยอัตราแนะนำ และอัตราต่ำกว่าแนะนำ (12.23 ± 0.35 , 5.27 ± 0.24 , 2.67 ± 0.04 ppm ตามลำดับ) (Table 3) ซึ่งเป็นค่าที่สูงกว่า EU MRL และ Japan MRLs ปริมาณคลอริไพริฟอสตกค้างสูงสุดที่ยอมให้มีในต้นหอมคือ 0.05 ppm (EU Pesticides MRLs, 2559) และ 0.01 ppm (Japan Pesticides MRLs, 2559) ในประเทศไทย สำนักงานมาตรฐาน

สินค้าการเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.) ยังไม่ได้มีการกำหนดปริมาณสารพิษตกค้างของคลอริไพริฟอสและไดเมโทเธอตในต้นหอม จึงเลือกใช้ข้อกำหนดของ EU MRL และ Japan MRL

ปริมาณคลอริไพริฟอสตกค้างลดลงตามระยะเวลาการเก็บตัวอย่าง หลังจากการฉีดพ่น 1, 3, 5, 7 และ 10 วัน พบว่า ตัวอย่างต้นหอมทุกอัตรการฉีดพ่นมีคลอริไพริฟอสตกค้างในปริมาณที่สูงกว่า 0.05 ppm แต่เมื่อเว้นระยะเวลาเก็บตัวอย่างหลังการฉีดพ่น 15 วัน ตรวจไม่พบการตกค้างของคลอริไพริฟอสในแปลงที่ฉีดพ่นด้วยอัตราต่ำกว่าแนะนำ ในขณะที่แปลงที่ฉีดพ่นด้วยอัตราแนะนำและอัตราสูงกว่าแนะนำ ตรวจพบคลอริไพริฟอสไม่เกิน 0.05 ppm แต่มากกว่า 0.01 ppm

Table 3 Chlorpyrifos residue in Scallion of each treatment and harvesting period

Harvesting period after application	Chlorpyrifos residue in Scallion (mg/kg)			
	Control (Water)	Half recommended dose (20 mL/water20 L)	Recommended dose (40 mL/water20 L)	Double recommended dose (80 mL/water20 L)
2 hour	ND	2.67 ± 0.04^a	5.27 ± 0.24^b	12.23 ± 0.35^c
1 day	ND	1.25 ± 0.02^a	4.06 ± 0.15^b	10.20 ± 0.22^c
3 day	ND	1.03 ± 0.03^a	3.68 ± 0.13^b	8.49 ± 0.33^c
5 day	ND	0.48 ± 0.02^a	2.81 ± 0.05^b	3.85 ± 0.06^c
7 day	ND	0.22 ± 0.01^a	1.48 ± 0.07^b	2.30 ± 0.08^c
10 day	ND	0.05 ± 0.00^a	0.11 ± 0.01^b	0.12 ± 0.01^b
15 day	ND	0.00 ± 0.00^a	0.02 ± 0.01^b	0.04 ± 0.00^c
20 day	ND	0.00 ± 0.00^a	0.00 ± 0.00^a	0.02 ± 0.00^b
25 day	ND	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00

^{a,b,c} Means \pm standard errors within row followed by the different letters were significantly different by DMRT (P < 0.05)

ND = Not detected

ปริมาณไดเมทโทเอตในต้นหอม

แปลงควบคุม ตรวจไม่พบปริมาณของ ไดเมทโทเอต ทุกระยะเวลาการเก็บเกี่ยว จึงทำการ เปรียบเทียบปริมาณการตกค้างของไดเมทโทเอต ในต้นหอมเมื่อมีการฉีดพ่นด้วยไดเมทโทเอตที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน 3 อัตราเท่านั้น 2 ชั่วโมงหลังจา การฉีดพ่นไดเมทโทเอตครั้งสุดท้าย พบว่าแปลงที่ฉีด พ่นด้วยอัตราสูงกว่าแนะนำ มีปริมาณไดเมทโทเอตสูง กว่าแปลงที่ฉีดพ่นด้วยอัตราแนะนำ และอัตราต่ำกว่า แนะนำ (Table 4) และมีปริมาณไดเมทโทเอตสูงกว่า EU MRL และ Japan MRL กำหนดไว้ โดยที่ปริมาณ

ไดเมทโทเอตตกค้างสูงสุดที่ยอมให้มีในต้นหอมคือ 2 ppm (EU MRL) และ 1 ppm (Japan MRL) หลังจากการฉีดพ่น 1 วัน แปลงที่ฉีดพ่นด้วยอัตราต่ำ กว่าแนะนำ ตรวจพบการตกค้างที่ 0.42 ± 0.01 ppm ($P < 0.05$) (Table 4) ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำกว่า EU MRL กำหนดไว้ แต่สูงกว่า Japan MRL เมื่อเว้นระยะการ เก็บเกี่ยว 3 วันหลังจากการฉีดพ่นครั้งสุดท้าย ทุก ๆ อัตราการฉีดพ่นตรวจพบปริมาณไดเมทโทเอต ต่ำกว่า 1 ppm และตั้งแต่ 5 วันหลังการฉีดพ่น ครั้งสุดท้าย ตรวจไม่พบการปริมาณไดเมทโทเอต ในตัวอย่างต้นหอมทุกอัตราการฉีดพ่น

Table 4 Dimethoate residue in Scallion of each treatment and harvesting period

Harvesting period after application	Chlorpyrifos residue in Scallion (mg/kg)			
	Control (Water)	Half recommended dose (20 mL/water20 L)	Recommended dose (40 mL/water20 L)	Double recommended dose (80 mL/water20 L)
2 hour	ND	0.56 ± 0.03^a	2.09 ± 0.15^b	5.47 ± 0.28^c
1 day	ND	0.42 ± 0.01^a	1.59 ± 0.09^b	4.00 ± 0.27^c
3 day	ND	0.27 ± 0.23^a	0.38 ± 0.04^a	0.80 ± 0.07^b
5 day	ND	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
7 day	ND	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
10 day	ND	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
15 day	ND	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
20 day	ND	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
25 day	ND	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00

^{a,b,c} Means \pm standard errors within rowy followed by the different letters were significantly different by DMRT ($P < 0.05$)
 ND = Not detected

อัตราการสลายของคลอร์ไพริฟอสและไดเมทโทเอตในต้นหอม

คลอร์ไพริฟอสและไดเมทโทเอตมีอัตราการสลายตัวแตกต่างกัน จะเห็นได้ว่าคลอร์ไพริฟอสมีอัตราการสลายตัวช้ากว่าไดเมทโทเอต ระยะเวลา 1 วันหลัง

การฉีดพ่นด้วยอัตราต่ำกว่าแนะนำ คลอร์ไพริฟอส และ ไดเมทโทเอตมีการสลายตัว 53% และ 25% ตามลำดับ (Figure 1 และ Figure 2) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Siebers and Mattusch (1996) และ Sukmak and Dumrugs (1998) ที่พบว่าการตกค้างของสารกำจัด

แมลงจะลดลงอย่างมากภายใน 24 ชั่วโมงแรกหลังจากการฉีดพ่นคลอร์ไพริฟอสที่ฉีดพ่นด้วยอัตราแนะนำ และอัตราสูงกว่าแนะนำ ที่ 1 วันหลังจากการฉีดพ่นพบว่าอัตราการสลายตัวของคลอร์ไพริฟอสคือ 22% และ 16% ตามลำดับ ส่วนไดเมทโฮเอตมีอัตราการ

สลายตัว 24% และ 25% หลังจากนั้นอัตราการสลายตัวจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนมีอัตราการสลายตัว 100% ของคลอร์ไพริฟอสในวันที่ 15 และไดเมทโฮเอตวันที่ 7 หลังการฉีดพ่น

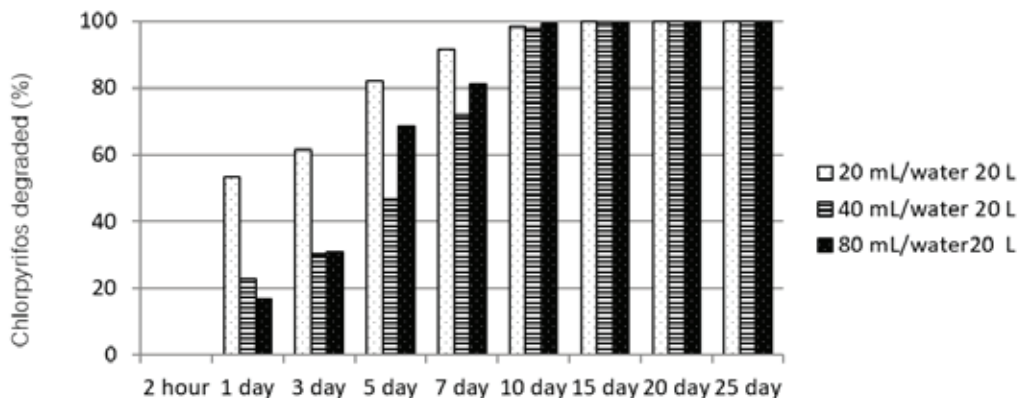


Figure 1 Degradation rate of Chlorpyrifos in Scallion

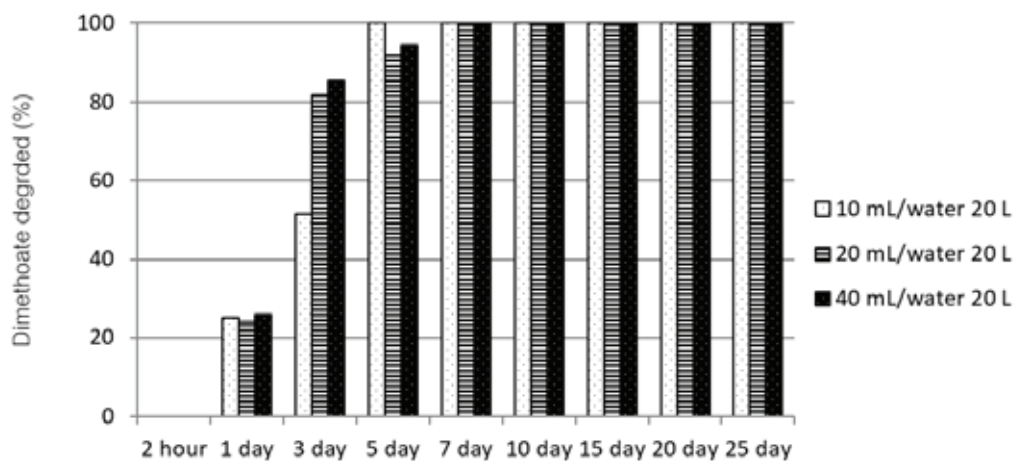


Figure 2 Degradation rate of Dimethoate in Scallion

วิจารณ์

ปริมาณสารตกค้างของคลอร์ไพริฟอสและไดเมทโฮเอตจากแปลงที่ฉีดพ่นสารเคมีกำจัดแมลงสูง

กว่าอัตราแนะนำ 2 เท่า พบว่ามีสารตกค้างสูงกว่าแปลงที่ฉีดพ่นอัตราแนะนำ และสูงกว่าแปลงที่ฉีดพ่นอัตราต่ำกว่าแนะนำ 2 เท่า เมื่อทำการเก็บตัวอย่างที่ระยะเวลาเดียวกัน หลังจากการฉีดพ่น 2 ชั่วโมง มีปริมาณ

คลอโรไพริฟอสและไดเมโทเฮตสูงที่สุด จากนั้นปริมาณคลอโรไพริฟอสจะค่อย ๆ ลดลงจนกระทั่งวันที่ 15 หลังการฉีดพ่น จึงจะพบคลอโรไพริฟอสตกค้างในตัวอย่างต้นหอมต่ำกว่า 0.05 ppm ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Koedsantas and Pung (2015) ที่พบว่าหลังจากการฉีดพ่นคลอโรไพริฟอส 15 วันบนผักชี ตรวจพบปริมาณคลอโรไพริฟอสใกล้เคียงกับค่า EU MRL ซึ่งกำหนดไว้ที่ 0.01 ppm ปริมาณไดเมโทเฮตลดลงอย่างรวดเร็วกระทั่งวันที่ 3 หลังการฉีดพ่นตรวจพบการตกค้างของไดเมโทเฮตในตัวอย่างต้นหอมต่ำกว่า EU MRL แสดงให้เห็นว่าการเก็บเกี่ยวที่ระยะเวลาดังกล่าวนี้จะทำให้ได้ผลผลิตที่มีความปลอดภัยต่อสุขภาพผู้บริโภคมากขึ้น

ในแต่ละอัตราการฉีดพ่นมีปริมาณสารตกค้างแตกต่างกัน พบว่าเมื่อฉีดพ่นด้วยอัตราสูงกว่าแนะนำ จะมีการสลายตัวของสารกำจัดศัตรูพืชช้าที่สุด คลอโรไพริฟอสใช้เวลาในการสลายตัวมากกว่าไดเมโทเฮตเมื่อทำการฉีดพ่นในอัตราเดียวกัน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ (Pung and Onchai, 2006) ที่พบว่าเมื่อฉีดพ่นคลอโรไพริฟอสสูงกว่าอัตราแนะนำ 2 เท่า หลังจากการฉีดพ่นครั้งสุดท้าย 10 วัน คลอโรไพริฟอสมีการสลายตัวที่ 99–100% และสอดคล้องกับการศึกษาของ Sealim *et al.* (2015) ที่ทำการศึกษากการสลายตัวของคลอโรไพริฟอสในโหระพา พบว่าหลังการฉีดพ่น 15 วัน มีการสลายตัว 99-100% จากการศึกษาของ Latif *et al.* (2011) ทำการประเมินสารกำจัดแมลงตกค้างในประเทศปากีสถาน ผลการศึกษาพบว่าจากตัวอย่างผักทั้งหมด 200 ตัวอย่าง มีปริมาณคลอโรไพริฟอสตกค้างต่ำกว่า MRLs 31% และมีปริมาณคลอโรไพริฟอสสูงกว่า MRLs 61% และสารกำจัดแมลงตกค้างที่ตรวจพบบ่อยที่สุดคือ คลอโรไพริฟอส และคาร์โบฟูราน ซึ่งให้เห็นว่าควรมีการควบคุมปริมาณการใช้สารกำจัดศัตรูพืชเพิ่มมากขึ้น และจากการศึกษาของ Prasopsuk

et al. (2014) ที่ศึกษาสารกำจัดแมลงตกค้างในตัวอย่างผักและผลไม้จากแปลงที่ขอรับรอง GAP พบว่าสารกำจัดแมลงตกค้างที่ตรวจพบมากที่สุดคือ คลอโรไพริฟอส ไซเปอร์เมทริน เมโทมิล และ คาร์บาริล ตามลำดับ และผักที่มีปริมาณสารเคมีตกค้างสูงกว่า MRLs คือ กะหล่ำปลี คื่นช่าย ต้นหอม ถั่วฝักยาว มะเขือคะน้า แตงกวา และพริก จะเห็นได้ว่าผักที่บริโภคในชีวิตประจำวันหลายชนิดมีปริมาณสารกำจัดแมลงตกค้างสูงกว่า MRL เมื่อบริโภคผักที่มีสารกำจัดแมลงตกค้างบ่อยครั้งอาจจะทำให้ร่างกายอ่อนเพลีย เหนื่อย เสี่ยงการรับรู้ความรู้สึก ซึ่งเป็นอาการพิษเรื้อรังของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์โธพอสเฟส (Pung, 2008)

อัตราการสลายตัวของสารมีความสัมพันธ์กับระยะเวลาการเก็บเกี่ยวและอัตราการฉีดพ่น พบว่าไดเมโทเฮตสลายตัวได้เร็วกว่าคลอโรไพริฟอส หากมีการใช้คลอโรไพริฟอส และไดเมโทเฮตระหว่างการเพาะปลูก ควรเว้นระยะเวลาการเก็บเกี่ยวหลังจากการฉีดพ่นคลอโรไพริฟอสครั้งสุดท้ายอย่างน้อย 15 วัน และไดเมโทเฮตอย่างน้อย 3 วัน เพื่อทิ้งระยะเวลาให้สารมีการสลายตัวจนมีปริมาณสารตกค้างที่ต่ำกว่าปริมาณสารตกค้างที่ยอมให้มีได้ในต้นหอม จึงจะเป็นระยะเวลาที่เหมาะสมต่อการเก็บเกี่ยว สอดคล้องกับการศึกษา George *et al.* (2007) ที่พบว่าไดเมโทเฮตใช้เวลาในการสลายตัวด้วยค่าครึ่งชีวิตเท่ากับ 3.9 วัน ในใบบรอกโคลี และ 5.7 วันในหัวบรอกโคลี อย่างไรก็ตาม ก่อนนำผักมาประกอบอาหารหรือรับประทานทุกครั้ง ควรล้างให้สะอาดก่อนเพื่อลดการตกค้างของสารกำจัดแมลง ผุ่น เชื้อโรคอื่น ๆ ในผัก ที่อาจเกิดการปนเปื้อนได้ในระหว่างการขนส่ง นอกจากนี้ ควรทำการศึกษาศาสตร์เคมีชนิดอื่นที่เกษตรกรนิยมใช้การปลูกต้นหอมเพิ่มเติม อย่างเช่น สารเคมีกลุ่มป้องกันกำจัดเชื้อรา เพื่อให้ทราบถึงอัตราการสลายตัวของสาร และระยะเวลาที่เหมาะสมในการเก็บเกี่ยวผลผลิต

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณภาคีวิชาชีพสวน คณะเกษตร
กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขต

กำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ที่ให้ความอนุเคราะห์ใช้
เครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี-แมสสเปกโตรเมตรีในการ
วิเคราะห์ปริมาณสารตกค้าง และให้คำแนะนำการใช้
เครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี-แมสสเปกโตรเมตรี

เอกสารอ้างอิง

- Anastassiades, M., S.J. Lehotay, D. Stajnbaher and F.J. Schenck. 2003. Fast and Easy Multiresidue Method Employing Acetonitrile Extraction/Partitioning and “Dispersive Solid-Phase Extraction” for the Determination of Pesticide Residues in Product. J. of AOAC Int. 86: 412–431.
- Chowdhury, M.A.Z., A.N.M. Fakhrudin, M.N. Islam, M. Moniruzzaman, S.H. Gan and M. K. Alam. 2013. Detection of the residues of nineteen pesticides in fresh vegetable samples using gas chromatography-mass spectrometry. Food Control 34: 457– 465.
- Department of Agriculture. 2016. Spring onion. Available Source: at <http://oard3.doa.go.th/news/worm.pdf>. 16 May 2016.
- Eu pesticides MRLs. 2016. Department of Agriculture. Available Source: http://www.centallabthai.com/web/uploadfiles/pdf/MRLs/EU/Vegetables&Fruits/EU_MRLs_Spring_Onions.pdf. 19 Mar 2016.
- George, F.A., Z.M. Ray and L. Rivers. 2007. Mobility of dimethoate residues from spring broccoli field. J. Enviro. Sci. Healt B. 42: 9–14.
- Japan pesticides MRLs. 2016. Department of Agriculture. Available Source: http://www.centallabthai.com/web/uploadfiles/pdf/MRLs/Japan/Vegetables/JAPAN_MRLs_Multiplying_Onions%28incl_Shallots%29.pdf. 19 Mar 2016.
- Koedsantas, C. and T. Pung. 2015. Chlorpyrifos residues in Coriander (*Coriandrum sativum*) after sprayed with 3 doses. Rangsit University National Research Conference, Rangsit University 119–127.
- Latif, Y., T.H. Sherazi. and M.I. Bhangar. 2011. Assessment of pesticide residue in commonly used vegetable in Hyderabad, Pakistan. Ecotoxicol. Environ. Saf. 74: 2299–2303.
- Prasopsuk, J., P. Saiupan and W. Srisawangaong. 2014. Analysis of pesticide residues in vegetable and fruit for the certification of good agricultural practice in upper northeast Thailand. Kaen Kaset 42: 430–439.
- Pung, T. and K. Onchai. 2006. Residue concentration of chlorpyrifos and chlorfenapyr sprayed with 3 doses in Chinese kale. Agricultural Sci. J. 37(6): 509–516.
- Pung, T. 2008. Environmental toxicology. Karsetsart University Press, Bangkok.
- Sealim, M., S. Pimpa and T. Pung. 2015. Reduction of insecticide chlorpyrifos in sweet basil leaf (*Ocimum basilicum* Linn.) after application. Agricultural Sci. J. 46: 287–296.
- Siebers, J. and P. Mattusch. 1996. Determination of airborne residues in green house after application of pesticide. Chemosphere 33(8): 1597–1607.
- Srisaad, A. and A. Kamwongsa. 2013. Planning Guide Vegetable Planting Season, Forced the Wealthy. Naka Intermedia. Bangkok. 136 page. (in Thai).
- Sukmak, S. and B. Dumrugs. 1989. Residue trail of chlorpyrifos in/on yard-long bean to establish maximum residue limit (MRL) (Trial 2). Toxic Substance News Reports 25(2): 49–61.