

รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

1. แผนงานวิจัย : วิจัยและพัฒนาวิธีการตรวจสอบเพื่อการรับรองมาตรฐานปัจจัยการผลิตและสินค้าพืช
2. โครงการวิจัย : การศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชในผลไม้และผัก
กิจกรรม : การศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้างในผักบรีโคมผล (fruiting vegetable) เพื่อ
กำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง
กิจกรรมย่อย : -
3. ชื่อการทดลอง : วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของฟิโพรนิล (fipronil) ในพริก เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุด
ของสารพิษตกค้าง
: Residue Trials of Fipronil in Chili to Establish Maximum Residue Limit (MRL)
4. คณะผู้ดำเนินงาน
หัวหน้าการทดลอง : นางสาวศศิณีญา คงเข้มดี
กลุ่มวิจัยวัฏภูมิพิษการเกษตร กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
ผู้ร่วมงาน : นางสาวสุพัตร์ หนูสังข์ นางสาวจินตนา ภูมังกูชัย
นายบุญทวีศักดิ์ บุญทวี นายประพันธ์ เคนท้าว
กลุ่มวิจัยวัฏภูมิพิษการเกษตร กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

บทคัดย่อ

การวิจัยการสลายตัวของสารพิษตกค้างฟิโพรนิลในพริก เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง ดำเนินการปฏิบัติงานทดลองพ่นวัตถุอันตรายฟิโพรนิล ภายใต้คำแนะนำและมาตรฐานของวิธีใช้วัฏภูมิพิษอย่าง ถูกต้องและปลอดภัย โดยทำการทดลองในแปลงพริกของเกษตรกรทั้งหมด 6 แปลง ในพื้นที่ จ. นครปฐม จ. กาญจนบุรี และ จ. สุพรรณบุรี แปลงทดลองดังกล่าวถูกแบ่งออกเป็น 2 แปลงย่อย คือ แปลงควบคุมที่ไม่พ่นวัตถุอันตรายฟิโพรนิล และแปลงที่ใช้วัตถุอันตรายฟิโพรนิล (ชื่อการค้า มอร์เกิน) สูตร 5% W/V SC ตามอัตราแนะนำ 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร อัตราการใช้น้ำ 80 ลิตรต่อไร่ ดำเนินการพ่นสารฟิโพรนิล 3 ครั้ง เว้นระยะพ่นห่างกัน ครั้งละ 7 วัน ภายหลังจากพ่นวัฏภูมิพิษครั้งสุดท้าย สุ่มเก็บตัวอย่างผลผลิตพริกตามระยะเวลาที่กำหนด ได้แก่ 0 (2 ชั่วโมง), 1, 3, 5, 7, 10, 14 และ 17 วัน โดยตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษตกค้างฟิโพรนิล ด้วยเทคนิคเทคนิคลิควิดโครมาโทกราฟีแมสสเปกโตรเมตรี (LC-MS/MS) จากผลการทดลองพบว่าเมื่อพ่นวัตถุอันตราย ฟิโพรนิล ในแปลงทดลองพริกของเกษตรกรตามอัตราแนะนำและสุ่มเก็บตัวอย่างผลผลิตพริกตามระยะเวลาที่กำหนด ตัวอย่างพริกที่ สุ่มเก็บจากแปลงควบคุมทั้ง 6 แปลงทดลอง ตรวจไม่พบปริมาณสารพิษตกค้างฟิโพรนิล สำหรับแปลงทดลองพริกที่ ใช้วัตถุอันตราย fipronil ตามอัตราแนะนำ พบปริมาณสารพิษตกค้างเฉลี่ย <math><0.005-0.105, 0.009-0.180, ND-0.165, 0.011-0.169, 0.006-0.287 \text{ and } 0.007-0.134</math> มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ อย่างไรก็ตามยังไม่มี การกำหนดค่าปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุดฟิโพรนิลในพริก

Abstract

The research studied on residue trials of fipronil in chili to establish maximum residue limit. This study had six field trials were experimentally under the guideline and standard located in Nakhon Pathom, Karnchanaburi and Suphanburi Provinces. The experimenters divided into 2 sub plots that consisted of the control plot (no fipronil applied) and the treated plot which applied recommended dosage of fipronil 5% W/V SC with 40 mL/20 L of water. The fipronil were sprayed on chili for 3 times every 7 days. After the last application, samples were collected at 0 (after application 2 hours), 1, 3, 5, 7, 10, 14 and 17 days. For analysis, residues were determined via liquid chromatography tandem mass spectrometer (LC-MS/MS). From the results, the residues were not detected in all control samples. In contrast, the amount of residues from treated plots found $0.005-0.105, 0.009-0.180, ND-0.165, 0.011-0.169, 0.006-0.287$ and $0.007-0.134$ mg/kg for trial 1, 2, 3, 4, 5 and trial 6 respectively. However, MRL for fipronil in chili is not set out.

6. คำนำ

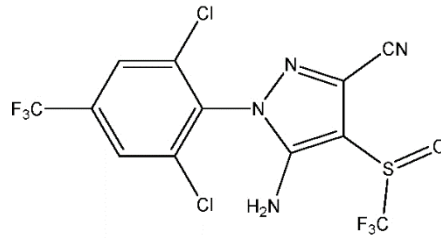
ปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้างในผลผลิตการเกษตร (Maximum Residue Limit, MRL) เป็นค่ามาตรฐานที่ถูกกำหนดเพื่อใช้บอกถึงปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุดที่สามารถมีได้ มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ของแต่ละชนิดพืช สีน้าเกษตร หรือวัตถุดิบที่ใช้นั้น ทำให้ค่าของแต่ละประเทศที่กำหนดนั้นแตกต่างกัน องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO) ร่วมกับองค์การอนามัยโลก (World Health Organization, WHO) ตั้งคณะกรรมการโครงการมาตรฐานอาหารระหว่างประเทศ (Codex Alimentarius Commission) หรือโคเด็กซ์ (Codex) ให้เป็นผู้กำหนดมาตรฐานกลาง พร้อมแนวทางปฏิบัติอื่นๆ (Codex Standard) โดยใช้เกณฑ์เปรียบเทียบแบบเดียวกัน เพื่อปกป้องคุ้มครองสุขภาพอนามัยของผู้บริโภคและให้เกิดความเป็นธรรมด้านการค้าระหว่างประเทศ นอกจากนี้ยังมีมาตรฐานสากลอื่น ๆ ที่ใช้กำหนดปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้างในผลผลิตการเกษตรซึ่งถูกกำหนดโดยกลุ่มประเทศสหภาพยุโรป (EU) สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น แคนาดา หรือออสเตรเลีย เป็นต้น สำหรับประเทศไทยนั้น การจัดตั้งค่ามาตรฐานสารพิษตกค้างในผลผลิตการเกษตร ได้กำหนดโดยความร่วมมือของสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและมาตรฐานแห่งชาติ (มกอช.) และกลุ่มวิจัยวัตถุดิบพืชการเกษตร กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร โดยศึกษาและวิจัยปริมาณสารพิษตกค้างภายใต้มาตรฐานการทำเกษตรที่เหมาะสม (Good Agriculture Practice; GAP) กำหนดกฎเกณฑ์และวิธีการปฏิบัติงานให้เป็นไปตามหลักมาตรฐานสากล ซึ่งสอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติในการขับเคลื่อนประเทศทางด้านเกษตรกรรม มุ่งเน้นและพัฒนาให้ประเทศไทยเป็นแหล่งผลิตอาหารที่ปลอดภัยของโลก

ผักเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งเพราะเป็นพืชอาหาร ทั้งบริโภคภายในประเทศและเพื่อการส่งออก ประเทศไทยมีการปลูกพืชผักที่หลากหลายตามความเหมาะสมของพื้นที่ จึงทำให้มีพืชเศรษฐกิจที่สำคัญหลายชนิด

จากสถิติข้อมูลสินค้าส่งออกสำคัญของไทย (สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์, 2563) พบว่าการส่งออกผักสด แช่เย็น แช่แข็งและแห้ง สามารถสร้างมูลค่ารวมได้ถึง 9,469.2 ล้านบาท ตลาดส่งออกที่สำคัญของไทย ได้แก่ กลุ่มประเทศอาเซียน สหภาพยุโรป ญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา เป็นต้น พริกเป็นพืชอีกชนิดหนึ่งที่มีปริมาณการบริโภคและการส่งออกเป็นลำดับต้น ๆ ประเทศไทยนิยมปลูกพริกหลายชนิด ซึ่งในแต่ละประเทศไทยสามารถผลิตพริกเพื่อส่งออกรวมเป็นมูลค่าหลายร้อยล้านบาท โดยทั่วไปพริกสามารถเจริญเติบโตได้ดีในเขตร้อนชื้น ทนต่อสภาพอากาศร้อนได้ดีจึงสามารถปลูกได้ทุกพื้นที่ ทั้งยังสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ตลอดทั้งปี ทำให้เกษตรกรที่ปลูกพริกมีรายได้อย่างต่อเนื่อง แต่เนื่องจากพริกเป็นพืชที่มีต้นทุนในการจัดการสูง มักพบปัญหาการระบาดของโรคและแมลงศัตรูพืชหลายชนิด ไม่ว่าจะเป็นโรคแอนแทรกคโนสหรือโรคกุ้งแห้ง ซึ่งสามารถพบได้ทุกระยะการเติบโต มีลักษณะเป็นแผลวงกลมสีขาวน้ำตาล เมื่อขยายเป็นวงกว้าง จะทำให้ผลพริกเน่าและร่วงก่อนเก็บเกี่ยว นอกจากนี้ยังสามารถปนเปื้อนไปกับเมล็ดพันธุ์ได้ โรครากรเน่าและโคนเน่า ต้นพริกจะมีอาการใบเหลืองเหี่ยว ใบร่วงและยืนต้นตายไปในที่สุด โรคราแบ้งในพริก จะทำให้ใบจะมีสีเหลืองไม่สม่ำเสมอ มักเกิดกับใบแก่ ถ้ามีเชื้อราเกาะอยู่เป็นจำนวนมากสามารถทำให้ใบร่วงได้ โรคใบจุดตากบ มีลักษณะเป็นจุดแผลกลมสีขาวเทาขอบสีน้ำตาล เมื่อระบาดแผลจะกระจายทั่วไปทั้งใบ ทำให้ใบร่วงไปก่อนกำหนด นอกจากนี้ยังพบโรคใบเหี่ยวเขียวของพริก โรคใบหงิกเหลืองพริก โรครากรปม หรือโรคผลแห้งสีน้ำตาล เป็นต้น แมลงศัตรูพืชที่สำคัญของพริก ได้แก่ เพลี้ยไฟพริก (*Scirtothrips dorsalis* Hood) ซึ่งตัวอ่อนและตัวเต็มวัยจะดูดกินน้ำเลี้ยงจากสว่นของพืช ทำให้ยอดอ่อนและใบหงิก ดอกร่วงไม่ติดผล ถ้าระบาดในช่วงระยะผล จะทำให้ผลพริกมีรูปทรงบิดงอ หากมีการระบาดรุนแรงต้นพริกจะหยุดการเติบโตและแห้งตายไป หนอนเจาะสมอฝ้าย (*Helicoverpa armigera* Hübner) จะทำลายพริกโดยการกัดกินทั้งส่วนของดอกและผลพริก ทำลายทุกส่วนของพืช ทำให้ผลผลิตเสียหายมากกว่าร้อยละ 50 แมลงหิวข้าวยาสูบ (*Bemisia tabaci* Gennadius) และแมลงหิวข้าวไยเกลียว (*Aleurodicus dispersus* Russell) ตัวอ่อนและตัวเต็มวัยจะดูดกินน้ำเลี้ยงจากบริเวณใบพริก เป็นพาหะนำโรคที่เกิดจากไวรัส ทำให้ใบพริกหงิก ซีดต่าง ต้นพริกแคระแกร็น ไม่สมบูรณ์ (สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช, 2557) จากปัญหาการระบาดของโรคและแมลงศัตรูพืชแล้ว พริกยังประสบปัญหาจากวัชพืชที่อาจขยายพันธุ์ได้อย่างรวดเร็ว แย่งปัจจัยการเจริญเติบโต ทำให้คุณภาพของผลผลิตลดลง เพื่อเป็นการป้องกันการระบาดของโรคและแมลงศัตรูพืชที่อาจเกิดขึ้นอย่างรุนแรง ลดความเสี่ยงที่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิต รวมทั้งปัญหาที่เกิดจากการขาดแรงงานในภาคเกษตรกรรม เกษตรกรจึงจำเป็นต้องใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น เพื่อให้เกิดความสะดวก เห็นผลในระยะเวลาอันรวดเร็ว ให้ได้ผลผลิตที่สม่ำเสมอและมีปริมาณเพียงพอต่อการแข่งขันทางการค้าที่สูงขึ้น

ฟิโพรนิล (fipronil) เป็นสารกำจัดแมลงกลุ่มฟิโนลไพราโซล (Phenylpyrazole) มีชื่อทางเคมีตามระบบ IUPAC คือ (±)-5-amino-1-(2,6-dichloro- α,α,α -trifluoro-p-tolyl)-4-trifluoromethylsulfinylpyrazole-3-carbonitrile มีสูตรโมเลกุล $C_{12}H_4Cl_2F_6N_4OS$ มวลโมเลกุลเท่ากับ 437.2 สามารถละลายได้ดีในตัวทำละลายอินทรีย์ มีสูตรโครงสร้างแสดงดังภาพที่ 1 fipronil เป็นสารกำจัดแมลงที่มีอันตรายระดับปานกลาง โดยการจัดกลุ่มขององค์การอนามัยโลกถูกจำแนกให้อยู่ในกลุ่ม Class II (Moderately Hazardous) มีค่า LD_{50} (ขนาดที่ทำให้หนูทดลองตายจำนวนร้อยละ 50) เท่ากับ 97 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีพิษในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมน้อยกว่าในนก ปลา และสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง มีรายงานการกำหนด

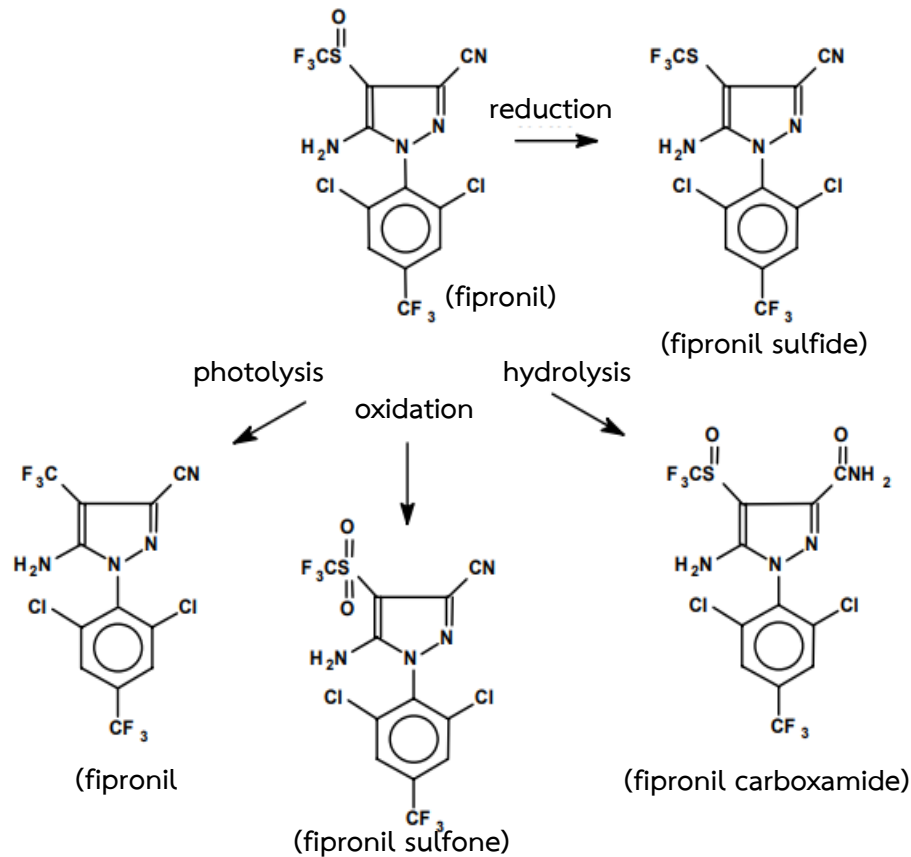
ปริมาณของ fipronil ที่มนุษย์สามารถบริโภคได้ต่อวัน (Acceptable Daily Intake, ADI) ได้ไม่เกิน 0.0002 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว (WHO, 2009)



ภาพที่ 1 สูตรโครงสร้างของ fipronil (FAO, 2010)

fipronil สามารถออกฤทธิ์ต่อระบบประสาท เนื่องจากมีการขัดขวางหรือแย่งตำแหน่งการจับของสารแกมมาอะมิโนบิวทิลิกแอซิด (Gamma-Amino Butyric Acid, GABA) ซึ่งเป็นกรดอะมิโนชนิดหนึ่งทำหน้าที่เป็นสารสื่อประสาท (neurotransmitter) ในระบบประสาทส่วนกลาง ออกฤทธิ์ยับยั้งหรือต้านทานเซลล์ของสมอง เพื่อรักษาความสมดุลของระบบประสาท นอกจากนี้ฟิพรอนิลยังออกฤทธิ์รบกวนการทำงานของระบบประสาทผ่านทาง GABA-gated chloride channel ทำให้มีผลต่อการเคลื่อนที่ของคลอไรด์ไอออนที่ผ่านเข้าออกเซลล์ประสาท จึงเป็นเหตุทำให้การทำงานของระบบประสาทผิดปกติ เกิดการกระตุ้นอย่างต่อเนื่องที่ระบบประสาทส่วนกลาง การทำงานของ GABA ต้องอาศัยการจับตัวกับตัวรับ GABA (GABA receptor) เพื่อให้สามารถทำงานได้และทำได้ดีอย่างมีประสิทธิภาพ fipronil จึงมีพิษเฉพาะระบบประสาทของแมลง เพราะไม่สามารถจับตัวได้ดีกับตัวรับ GABA ของสัตว์มีกระดูกสันหลัง แต่อย่างไรก็ตามยังไม่มีข้อมูลการศึกษาความเป็นพิษของ fipronil ที่มีต่อมนุษย์ แต่อาจทำให้เกิดการระคายเคืองต่อผิวหนังบริเวณที่สัมผัสได้

fipronil มีสูตรผสมหลายแบบซึ่งอัตราการใช้ fipronil นั้น จะขึ้นอยู่กับชนิดของพืช อายุพืช หรือศัตรูพืชที่ต้องการป้องกันกำจัด โดยต้องใช้ให้ถูกวิธีตามฉลากที่กำหนดและใช้ในช่วงระยะเวลาที่เหมาะสม เพื่อลดความต้านทานหรือดื้อยาของแมลงศัตรูพืชที่อาจเกิดขึ้นได้ จากคู่มือศัตรูพริก (กลุ่มวิจัยกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช, 2557) ได้แนะนำและรวบรวมวิธีทั้งในการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช วิธีเขตกรรม การใช้จุลินทรีย์ หรือศัตรูธรรมชาติ สำหรับการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟพริกนั้น ให้ใช้ fipronil 5% W/V SC ที่อัตราแนะนำ 20-30 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร พ่นซ้ำตามการระบาด แมลงหวี่ขาวยาสูบและแมลงหวี่ขาวไยเกลียว แนะนำให้ใช้ fipronil 5% W/V SC อัตรา 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร พ่นซ้ำตามการระบาด หรือใช้ fipronil 5% W/V SC อัตราแนะนำ 10-20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร สำหรับการป้องกันกำจัดไรขาวพริก นอกจากนี้ fipronil ยังสามารถใช้ผสมกับสารกำจัดเชื้อรา เช่น azoxystrobin, probenazole หรือใช้ควบคู่กันกับสารกำจัดแมลงชนิดอื่นๆ เช่น acephate, deltamethrin หรือ triazaphos ได้ fipronil สามารถเปลี่ยนแปลงเป็นอนุพันธ์ (metabolite) ได้หลายแบบตามสภาพแวดล้อมหรือปฏิกิริยาทางเคมี (FAO, 2010) เช่น หลังการฉีดพ่นทางใบในพืชนั้น fipronil สามารถสลายตัวเมื่อสัมผัสกับแสงแดด (photolysis) โดยแสงจะเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดเป็น fipronil desulfenyl ทั้งยังสามารถสลายตัวเป็น fipronil sulfone และ fipronil sulfide จากการรับหรือให้อิเล็กตรอนของการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidation) และรีดักชัน (reduction) ตามลำดับ แสดงกลไกการสลายตัวของฟิพรอนิลในพืชดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 การสลายตัวของ fipronil ในพืชหลังการพ่นทางใบ (FAO, 2010)

JMPR (2016) ได้ให้นิยามของสารตกค้าง (definition of the residue) ของวัตถุอันตราย fipronil สำหรับการกำหนดค่าปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด (MRL) และการประเมินความเสี่ยงทางด้านอาหาร (dietary risk assessment) ในพืชนั้น ให้พิจารณาเฉพาะปริมาณของ fipronil ส่วนการประเมินสำหรับสินค้าเกษตรจากผลิตภัณฑ์สัตว์ ให้พิจารณาผลรวมของ fipronil และอนุพันธ์ fipronil sulfone ร่วมด้วย แม้ว่า fipronil จะมีคุณสมบัติในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชได้หลากหลาย แต่พบว่าปัจจุบันยังไม่มีกำหนดค่าปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด fipronil ในพืชของประเทศไทย (Thai-MRL) จึงมีการระบุให้ตรวจพบได้ไม่เกินค่าที่กำหนด หรือดีฟอลต์ลิมิต (default limit) เท่ากับ 0.005 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เพื่อใช้เป็นเกณฑ์อ้างอิงชั่วคราว (สำนักมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2559) เช่นเดียวกับมาตรฐานของโคเด็กซ์ (CODEX) มาตรฐานของกลุ่มประเทศสหภาพยุโรป (EU-MRL) และมาตรฐานของประเทศญี่ปุ่น (JAPAN MRL)

ดังนั้นการศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้าง fipronil ในพืช จึงเป็นการศึกษาเพื่อนำข้อมูลไปใช้ประกอบการพิจารณากำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้างสำหรับประเทศไทย โดยความร่วมมือของสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและมาตรฐานแห่งชาติ (มกอช.) และกลุ่มวิจัยวัตถุพิษทางการเกษตร กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร ให้ครอบคลุมกลุ่มตัวอย่างพืช และกำหนดระยะเวลาปลอดภัยของการเก็บเกี่ยว (Pre Harvest Interval; PHI) ให้เหมาะสม เพื่อก่อให้เกิดความปลอดภัยต่อผู้บริโภค ทั้งยังสามารถใช้เป็นคำแนะนำการใช้วัตถุพิษทางการเกษตรที่ถูกต้องให้แก่เกษตรกรอีกด้วย

7. วิธีดำเนินการ

7.1 อุปกรณ์

7.1.1 อุปกรณ์สำหรับใช้ในแปลงทดลอง ได้แก่ เครื่องพ่นวัตถุอันตรายทางการเกษตรชนิดเครื่องไฟฟ้าแบบ สะพายหลัง (motorized knapsack sprayer) ขนาดถังบรรจุ 25 ลิตร ชุดป้องกันสารพิษขณะพ่นวัตถุอันตรายพร้อมหน้ากาก ถุงมือ แวนตา หมวกและรองเท้าบูท นาฬิกาจับเวลา เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้น (thermometer/humidity) เครื่องวัด ความเร็วลม กระบอกตวงพลาสติกขนาด 2 ลิตร ถังน้ำพลาสติกขนาดบรรจุ 100-200 ลิตร เครื่องแก้ว เครื่องบันทึก อุณหภูมิ (temperature data logger) และอุปกรณ์อำนวยความสะดวกอื่นๆ

7.1.2 เครื่องมือในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ เครื่องชั่งไฟฟ้าความละเอียดทศนิยม 2 และ 5 ตำแหน่ง ที่ผ่าน การสอบเทียบแล้ว เตาเผา (furnace) ตู้อบ (oven) ตู้แช่ตัวอย่าง (freezer) เครื่องปั่นตัวอย่าง (food processor) ไมโครปิเปต (auto pipette) ขนาด 10-100, 20-200, 100-1000, 500-5,000 ไมโครลิตร และ 1-10 มิลลิลิตร ที่ผ่าน การสอบเทียบแล้ว เครื่องเหวี่ยงตกตะกอน (centrifuge) เครื่องผสมตัวอย่างสาร (vortex mixer) เครื่องอัลตราโซนิก (ultrasonic bath) เครื่องเป่าไนโตรเจน (N_2 evaporator)

7.1.3 เครื่องแก้วในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ หลอดสำหรับหมุนเหวี่ยง (centrifuge tube) ขนาด 15 และ 50 มิลลิลิตร พร้อมฝาปิด กระบอกตวง (cylinder) ปีกเกอร์ (beaker) ขวดปรับปริมาตร (volumetric flask) หลอดหยด สาร (dropper) หลอดฉีดยา (syringe) ขนาด 10 มิลลิลิตร และตัวกรองชนิด PTFE (PTFE syringe filter) ขนาด 0.2 ไมโครเมตร ขวดบรรจุสาร (vial) ปริมาตร 15 มิลลิลิตร และขวดบรรจุสาร (auto sampler) ปริมาตร 1.5 มิลลิลิตร

7.1.4 เครื่องตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างด้วยด้วยเทคนิคลิควิดโครมาโทกราฟีแมสสเปกโตรเมตรี Liquid Chromatography Tandem Mass Spectrometry (LC-MS/MS) และคอลัมน์ชนิด Kinetex 2.6 μ m XB-C18 100 A (2.1 \times 100 mm) H15-21798 5603-0148

7.2 สารเคมี

7.2.1 วัตถุอันตรายทางการเกษตรที่ใช้ในแปลงทดลอง fipronil (ชื่อทางการค้า มอร์เกิน) 5% W/V SC ตรวจวิเคราะห์สารออกฤทธิ์โดยกลุ่มงานพัฒนาระบบคุณภาพวัตถุพิษการเกษตร กลุ่มวิจัยวัตถุพิษการเกษตร กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

7.2.2 สารมาตรฐาน fipronil และอนุพันธ์ ดังนี้ fipronil, purity 99 % fipronil sulfide, purity 98.5 %, fipronil sulfone, purity 99 % และ fipronil desulfenyl, purity 96.5 %

7.2.3 สารเคมีที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ acetonitrile (CH_3CN) ชนิด HPLC grade, ethyl acetate ($C_4H_8O_2$) ชนิด PR grade, formic acid (CH_2O_2), ammonium formate, water (H_2O) ชนิด HPLC grade, anhydrous magnesium sulfate ($MgSO_4$), disodium hydrogencitrate ($Na_2C_3H_5O(CO_2)_3 \cdot 1.5H_2O$), trisodiumcitrate di-hydrate ($Na_3C_3H_5O(CO_2)_3 \cdot 2H_2O$), sodium chloride (NaCl), anhydrous sodium sulfate (Na_2SO_4), sodium hydrogen carbonate ($NaHCO_3$), primary secondary amine (PSA), graphitise carbon black (GCB)

7.3 วิธีการ

7.3.1 การทำแปลงทดลอง

7.3.1.1 ทำแปลงทดลองพริก โดยสำรวจและเลือกแปลงทดลองที่เหมาะสม สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้เพียงพอและเป็นตัวแทนที่ดีสำหรับการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้าง จำนวน 6 แปลงทดลอง แปลงทดลองดังกล่าวต้องมีระยะห่างไม่น้อยกว่า 30 กิโลเมตร-แปลงพริกของเกษตรกรที่เลือกมาแล้วนั้น จะต้องไม่มีการใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตรชนิดเดียวกับที่ทำการศึกษาทดลอง โดยแบ่งแปลงทดลองพริกออกเป็น 2 แปลงย่อย คือ แปลงควบคุมที่ไม่พ่นวัตถุอันตราย fipronil และแปลงที่พ่นวัตถุอันตราย fipronil (ชื่อการค้ามอร์เก็น) 5% W/V SC ตามอัตราแนะนำ 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร (สำนักวิจัยพัฒนาอารักขาพืช, 2557) ใช้ปริมาณน้ำแนะนำที่ 80 ลิตรต่อไร่ (สำนักวิจัยพัฒนาอารักขาพืช กลุ่มกีฏและสัตววิทยา, 2553) ทำการพ่นวัตถุอันตราย fipronil 3 ครั้ง โดยเว้นระยะพ่นห่างกันครั้งละ 7 วัน รายละเอียดของแปลงทดลอง

7.3.1.2 ก่อนพ่นวัตถุอันตราย fipronil จะต้องทำการสอบเทียบ (calibrate) เครื่องพ่นวัตถุอันตรายทางการเกษตรที่ใช้ คำนวณหาอัตราไหลของเครื่อง (flow rate) อัตราการใช้น้ำ ปริมาณวัตถุอันตราย เวลาที่ใช้เดินพ่นวัตถุอันตราย (target time) ต่อพื้นที่แปลงทดลอง เพื่อให้การพ่นสารมีความสม่ำเสมอ ทำให้ผลการทดลองที่ได้มีความถูกต้องและแม่นยำ บันทึกข้อมูลดังกล่าว นำไปคำนวณร้อยละของปริมาณวัตถุอันตรายที่ถูกพ่นลงในพื้นที่แปลงทดลอง (amount of test substance applied per hectare) รวมไปถึงข้อมูลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องในการดำเนินการทดลอง ไม่ว่าจะเป็นอุณหภูมิดิน น้ำ อากาศ ความชื้น และความเร็วลม เป็นต้น

7.3.1.3 หลังการพ่นวัตถุพิษครั้งสุดท้ายแล้ว สุ่มเก็บตัวอย่างพริกให้ได้ปริมาณตัวอย่างไม่น้อยกว่า 2 กิโลกรัม โดยเว้นระยะที่หัวแปลงและท้ายแปลง สุ่มตัวอย่างจำนวน 2 ซ้ำ ตามระยะเวลาเก็บเกี่ยวที่กำหนด ได้แก่ 0 วัน (หลังการพ่นวัตถุอันตราย 2 ชั่วโมง) 1, 3, 5, 7, 10, 14 และ 17 วัน บรรจุตัวอย่างลงในถุงพลาสติก ปิดให้สนิท ตัดป้ายฉลากให้ชัดเจน และบันทึกข้อมูลของการเก็บตัวอย่าง

7.3.1.4 ตัวอย่างพริกที่ถูกสุ่มเก็บมาจะต้องอยู่ในสภาพเย็น เพื่อรักษาสภาพตัวอย่าง ภายในบรรจุเครื่องบันทึกอุณหภูมิ (temperature data logger) เพื่อบันทึกอุณหภูมิระหว่างการขนส่ง เมื่อถึงห้องปฏิบัติการให้นำตัวอย่างเก็บในตู้แช่ที่อุณหภูมิ -20 ± 5 องศาเซลเซียส โดยจะต้องบันทึกรหัสตัวอย่าง ระยะเวลาที่ใช้ในการขนส่ง และอุณหภูมิของตัวอย่าง หลังจากนั้นจึงดำเนินการเตรียมตัวอย่างก่อนนำไปตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษตกค้าง fipronil ในตัวอย่างพริกต่อไป

7.3.2 การตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารตกค้างในตัวอย่างพริก

7.3.2.1 การตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้าง fipronil ในผลผลิตพริก ดำเนินการตรวจวิเคราะห์ตามวิธีที่ได้ศึกษาความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ โดยทำการทดลองที่ระดับความเข้มข้น 0.002 0.005 0.01 0.05 และ 0.10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รวม 5 ความเข้มข้น ความเข้มข้นละ 7 ซ้ำ เพื่อประเมินค่าความแม่นยำ (accuracy) และ ความเที่ยง (precision) ของวิธีวิเคราะห์

7.3.2.2 สกัดตัวอย่างพริกจากแปลงทดลองด้วยวิธี QuEChERS (EN 15662, 2008) เตรียมตัวอย่างพริก โดยแยกหัวพริกออกจากนั้นปั่นตัวอย่างพริกด้วยไนโตรเจนเหลว (liquid nitrogen) ให้ละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน ชั่งตัวอย่างพริก 10 ± 0.1 กรัม ลงในหลอด centrifuge ขนาด 50 มิลลิลิตร จากนั้นเติมตัวละลาย acetonitrile ปริมาตร 10 มิลลิลิตร เขย่านาน 1 นาที เติมสารสกัดที่ผสม anhydrous $MgSO_4$ 4 กรัม NaCl 1

กรัม $\text{Na}_2\text{C}_3\text{H}_5\text{O}(\text{CO}_2)_3 \cdot 1.5\text{H}_2\text{O}$ 0.5 กรัม และ $\text{Na}_3\text{C}_3\text{H}_5\text{O}(\text{CO}_2)_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 1.0 กรัม ลงในหลอด centrifuge เขย่า นาน 1 นาที นำตัวอย่างดังกล่าวไป centrifuge ที่ความเร็ว 3,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที ปิดสารละลาย เฉพาะส่วนใสปริมาตร 5 มิลลิลิตร ลงในหลอด centrifuge ขนาด 15 มิลลิลิตร ที่บรรจุสารผสมของ GCB 50 มิลลิกรัม PSA 125 มิลลิกรัม และ anhydrous MgSO_4 750 มิลลิกรัม จากนั้นนำไป vortex นาน 1 นาที centrifuge ตัวอย่าง ดังกล่าวที่ความเร็ว 3,000 รอบต่อนาที นาน 5 นาที กรองสารละลายส่วนใสผ่าน filter membrane ขนาด 0.2 ไมครอน ลงใน auto sampler ขนาด 1.5 มิลลิลิตร ปริมาตร 1 มิลลิลิตร และเติม 10% formic acid ปริมาตร 10 ไมโครลิตร นำไปวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษตกค้างด้วยเทคนิค LC-MS/MS ต่อไป

7.3.3 การวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษตกค้าง fipronil ในพริก ด้วยเทคนิค LC-MS/MS ซึ่งสภาวะ เหมาะสมของเครื่องตรวจวิเคราะห์ แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สภาวะการทำงานของเครื่อง LC-MS/MS สำหรับตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง fipronil ในพริก

Column:	Kinetex 2.6 μm XB-C18 100 A (2.1x100 mm) H15-21798 5603-0148			
Temperature ($^{\circ}\text{C}$):	25 $^{\circ}\text{C}$			
Mobil phase A:	5 mM ammonium formate in water+ 0.1% formic acid			
Mobil phase B:	acetonitrile			
Inject volume:	2 μL			
Total run time:	12.00 min			
Ion source:	AJS ESI			
Source parameter:	Gas temp ($^{\circ}\text{C}$):	300		
	Gas flow (l/min):	5		
	Nebulizer (psi):	45		
	Capillary (V):	3500		
Mass parameter:				
Compound name	Precursor ion	Product ion	Dwell	CE (V)
fipronil	435	330	20	8
	435	250	20	24
fipronil desulfinyl	387	350.9	20	4
	387	280	20	28
fipronil sulfide	418.9	382.9	20	4
	418.9	262	20	24
fipronil sulfone	450.9	414.9	20	8
	450.9	282	20	24

7.3.4 เตรียมสารละลายมาตรฐาน fipronil และอนุพันธ์ในช่วงของการใช้งาน ที่ระดับความเข้มข้น 0.0005, 0.001, 0.005, 0.01, 0.05, 0.10, และ 0.20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยใช้ตัวอย่างพริก (matrix solution) จากวิธีที่สกัดตัวอย่าง QuEChERS (EN 15662: 2008) เพื่อสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานและสัญญาณที่ตรวจวัด ซึ่งต้องมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation) อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับ โดยมากกว่า 0.995 (SANCO, 2013)

- เวลาและสถานที่

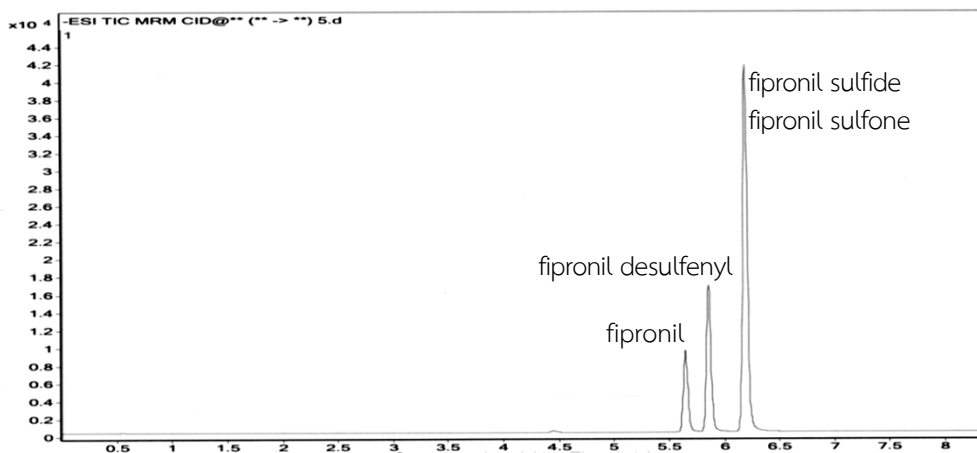
ระยะเวลา	การทดลองครั้งที่ 1	ในระหว่างเดือนมีนาคม - เมษายน	2560
	การทดลองครั้งที่ 2	ในระหว่างเดือนกรกฎาคม - สิงหาคม	2560
	การทดลองครั้งที่ 3	ในระหว่างเดือนเมษายน - พฤษภาคม	2561
	การทดลองครั้งที่ 4	ในระหว่างเดือนกรกฎาคม - สิงหาคม	2561
	การทดลองครั้งที่ 5	ในระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ - มีนาคม	2562
	การทดลองครั้งที่ 6	ในระหว่างเดือนมีนาคม - เมษายน	2562

สถานที่ดำเนินการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง fipronil ณ ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานสารพิษตกค้าง กลุ่มวิจัยวัฏภูมิพืช การเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

8.1 ผลการทดสอบวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างฟิพรอนิล

จากการศึกษาสถานะที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์สารตกค้างฟิพรอนิลด้วยเทคนิค LC-MS/MS พบว่า retention time ของ fipronil, fipronil desulfenyl, fipronil sulfide และ fipronil sulfone มีค่า retention time ที่ 5.557 5.799 6.121 และ 6.131 นาที ตามลำดับ แสดงดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ลักษณะโครมาโทแกรมของ fipronil และอนุพันธ์ ที่ตรวจวิเคราะห์ด้วยเทคนิค LC-MS/MS

ประสิทธิภาพของวิธีวิเคราะห์ โดยประเมินค่า accuracy จากร้อยละการได้กลับคืน (%recover) จากการเติมสารมาตรฐานลงในตัวอย่างพริก ความเข้มข้นเท่ากับ 0.002, 0.005, 0.01, 0.05 และ 0.10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม 7 ซ้ำ พบว่า ให้ %recovery เฉลี่ยอยู่ในช่วงร้อยละ 94-105 ซึ่งมีเกณฑ์การยอมรับที่ร้อยละ 70-120 สำหรับ precision สามารถหาจากค่าร้อยละส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (%RSD) พบว่าอยู่ในช่วงร้อยละ 2-4 โดยช่วง %RSD ที่ยอมรับได้ คือน้อยกว่าหรือเท่ากับ 20 รายละเอียดดังตารางที่ 2 ซึ่งแสดงให้เห็นได้ว่าวิธีวิเคราะห์นี้มีความถูกต้องและแม่นยำสูง วิธีการตรวจวิเคราะห์ดังกล่าวมีขีดจำกัดการตรวจวัด (Limit of detection, LOD) เท่ากับ 0.002 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และขีดจำกัดการการตรวจวัดเชิงปริมาณ (Limit of Quantitation, LOQ) เท่ากับ 0.005 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบ %recovery ของการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง fipronil ในพริก

spiked level (mg/kg)	% recovery (n=7)	SD	% RSD
0.002	98	3.50	4
0.005	105	3.41	3
0.01	104	3.69	4
0.05	98	2.08	2
0.10	94	2.72	3

LOD = 0.002 mg/kg, LOQ = 0.005 mg/kg

8.2 ผลการศึกษาสารพิษตกค้างฟิโพรนิลในพริก

จากผลวิจัยการสลายตัวของ fipronil ในพริกจากแปลงพริกของเกษตรกรทั้งหมด 6 แปลงทดลอง โดยพ่นวัตถุอันตราย fipronil ทางใบ (foliar applications) 5% W/V SC ตามอัตราแนะนำ 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร และสู่มเก็บตัวอย่างผลผลิตพริกตามระยะเวลาที่กำหนดนั้น จากการพ่นวัตถุอันตราย fipronil ในแต่ละครั้ง เมื่อคำนวณปริมาณของสารที่ถูกพ่นในพื้นที่แปลงทดลอง พบว่าร้อยละของปริมาณ fipronil ที่ถูกพ่นลงในพื้นที่แปลงทดลองเฉลี่ยอยู่ในช่วง 99-105 โดยเกณฑ์การยอมรับมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 95-110 จึงจะสามารถยอมรับผลของการปฏิบัติงานนั้นได้ สำหรับการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้าง fipronil จากนิยามของสารตกค้างของวัตถุอันตราย fipronil สำหรับการกำหนดค่าปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด (MRL) ในพืชนั้น ให้พิจารณาเฉพาะปริมาณของ fipronil จากผลการตรวจวิเคราะห์พบว่า เมื่อสู่มตัวอย่างจากแปลงควบคุมทั้ง 6 แปลงทดลองที่ระยะเวลาเก็บเกี่ยวผลผลิตพริก 0 วัน (หลังพ่นวัตถุอันตราย 2 ชั่วโมง), 1, 3, 5, 7, 10, 14 และ 17 วัน ตรวจไม่พบปริมาณสารตกค้าง fipronil ในผลผลิต สำหรับแปลงทดลองพริกที่พ่นวัตถุอันตราย fipronil ตรวจพบปริมาณสารตกค้าง ดังนี้

แปลงทดลองพริกครั้งที่ 1 ดำเนินการทดลองในพื้นที่ จ. นครปฐม ที่ระยะเวลาเก็บเกี่ยวผลผลิตพริก 0 วัน (หลังการพ่นวัตถุอันตราย 2 ชั่วโมง), 1, 3, 5, 7 และ 10 วัน พบสารตกค้าง fipronil ปริมาณ 0.105, 0.029, 0.010, 0.006, 0.006 และ 0.005 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ สำหรับที่ระยะเก็บเกี่ยว 14 และ 17 วัน พบปริมาณ fipronil น้อยกว่า 0.005 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

แปลงทดลองพริกครั้งที่ 2 ดำเนินการทดลองในพื้นที่ จ. กาญจนบุรี ที่ระยะเวลาเก็บเกี่ยวผลผลิตพริก 0 วัน (หลังการพ่นวัตถุอันตราย 2 ชั่วโมง), 1, 3, 5, 7, 10, 14 และ 17 วัน พบสารตกค้าง fipronil ปริมาณ 0.180, 0.110, 0.043, 0.029, 0.018, 0.020, 0.013 และ 0.009 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

แปลงทดลองพริกครั้งที่ 3 ดำเนินการทดลองในพื้นที่ จ. นครปฐม ที่ระยะเวลาเก็บเกี่ยวผลผลิตพริก 0 วัน (หลังการพ่นวัตถุอันตราย 2 ชั่วโมง), 1, 3, 5, 7, 10 และ 14 วัน พบสารตกค้าง fipronil ปริมาณ 0.165, 0.090, 0.034, 0.029, 0.021, 0.026 และ 0.013 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และตรวจไม่พบสารตกค้าง fipronil ในตัวอย่างพริก ที่ 17 วัน

แปลงทดลองพริกครั้งที่ 4 ดำเนินการทดลองในพื้นที่ จ. กาญจนบุรี ที่ระยะเวลาเก็บเกี่ยวผลผลิตพริก 0 วัน (หลังการพ่นวัตถุอันตราย 2 ชั่วโมง), 1, 3, 5, 7, 10, 14 และ 17 วัน พบสารตกค้าง fipronil ปริมาณ 0.169, 0.084, 0.043, 0.032, 0.030, 0.019, 0.018 และ 0.011 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

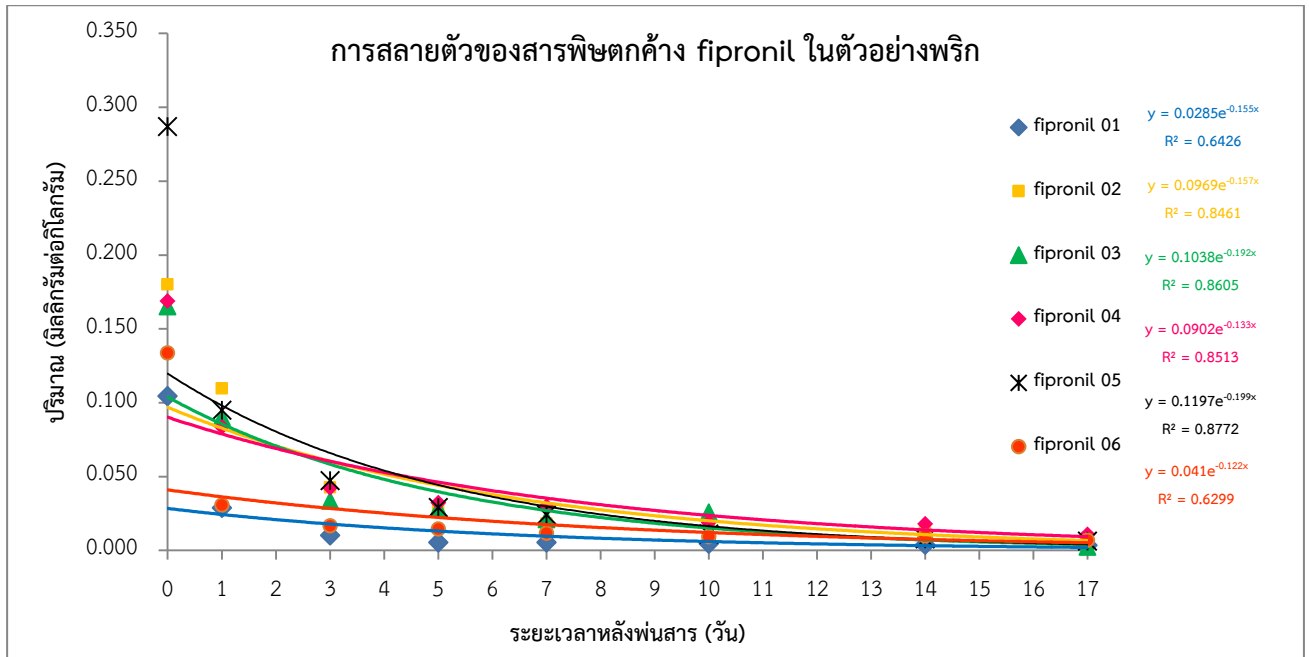
แปลงทดลองพริกครั้งที่ 5 ดำเนินการทดลองในพื้นที่ จ. สุพรรณบุรี ที่ระยะเวลาเก็บเกี่ยวผลผลิตพริก 0 วัน (หลังการพ่นวัตถุอันตราย 2 ชั่วโมง), 1, 3, 5, 7, 10, 14 และ 17 พบสารตกค้าง fipronil ปริมาณ 0.287, 0.095, 0.047, 0.029, 0.024, 0.011, 0.008 และ 0.006 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

แปลงทดลองพริกครั้งที่ 6 ดำเนินการทดลองในพื้นที่ จ. นครปฐม ที่ระยะเวลาเก็บเกี่ยวผลผลิตพริก 0 วัน (หลังการพ่นวัตถุอันตราย 2 ชั่วโมง), 1, 3, 5, 7, 10, 14 และ 17 วัน พบสารตกค้าง fipronil ปริมาณ 0.134, 0.031, 0.017, 0.015, 0.012, 0.009, 0.010 และ 0.007 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ รายละเอียดปริมาณสารตกค้างและเส้นแนวโน้มการสลายตัวแสดงดังตารางที่ 3 และภาพที่ 4

ตารางที่ 3 ปริมาณสารพิษตกค้าง fipronil ในตัวอย่างพริกที่ระยะเวลาต่างๆ จากแปลงทดลองพริกครั้งที่ 1-6

แปลงพริก	ปริมาณสารพิษตกค้างเฉลี่ย (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) จากระยะเวลาหลังการพ่นวัตถุที่มีพิษครั้งสุดท้าย (วัน)							
	0	1	3	5	7	10	14	17
แปลงที่ 1	0.105	0.029	0.010	0.006	0.006	0.005	<0.005	<0.005
แปลงที่ 2	0.180	0.110	0.043	0.029	0.018	0.020	0.013	0.009
แปลงที่ 3	0.165	0.090	0.034	0.029	0.021	0.026	0.013	ND
แปลงที่ 4	0.169	0.084	0.043	0.032	0.030	0.019	0.018	0.011
แปลงที่ 5	0.287	0.095	0.047	0.029	0.024	0.011	0.008	0.006
แปลงที่ 6	0.134	0.031	0.017	0.015	0.012	0.010	0.010	0.007

LOD = 0.002 mg/kg, LOQ = 0.005 mg/kg, ND = not detectable ไม่พบสารตกค้าง หรือพบปริมาณน้อยกว่า 0.002 mg/kg



ภาพที่ 4 แนวโน้มการสลายตัวของสารพิษตกค้าง fipronil ในตัวอย่างพริกจากแปลงทดลองพริกที่ 1-6

จากการทดลองวิเคราะห์ปริมาณสารตกค้าง fipronil ในพริกทั้ง 6 แปลงทดลอง พบว่ามีการสลายตัวและปริมาณสารตกค้าง fipronil ลดลงเมื่อเว้นระยะในการเก็บเกี่ยวตัวอย่างนานขึ้น แต่อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบปริมาณ fipronil ที่ตรวจวิเคราะห์ พบว่ายังมีปริมาณสารตกค้างสูงเกินกว่าค่าที่กำหนด (default limit) ซึ่งระบุให้ตรวจพบได้ไม่เกิน 0.005 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สำหรับใช้เป็นเกณฑ์อ้างอิงชั่วคราว (สำนักมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2559) เนื่องจากยังไม่มีข้อกำหนดค่าปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด fipronil ในพริกของประเทศไทย เช่นเดียวกับมาตรฐานโคเด็กซ์ (CODEX) มาตรฐานของกลุ่มประเทศสหภาพยุโรป (EU-MRL) และมาตรฐานของประเทศญี่ปุ่น (JAPAN MRL) ที่ยังไม่มีข้อกำหนดค่าปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด fipronil ในพริกหรือกลุ่มพืชใกล้เคียง สำนักมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2559) ได้กำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้างที่ยอมให้มีได้ในผลผลิตทางการเกษตรของ fipronil ในกะเพราและโหระพาที่ 0.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในถั่วฝักยาว 0.04 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ข้าวเปลือก ข้าวสารและเมล็ดฝ้าย 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สำหรับ CODEX (2019) กำหนดค่า MRL ในพืชตระกูลกะหล่ำไว้ที่ 0.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม กัลว 0.005 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และกะเพรา โหระพา หรือใบแมงลัก (basil) โดยมีค่า 1.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สำหรับ JAPAN MRL (2019) นั้น มีการกำหนดค่าปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด fipronil ในพืชผักประเภทกะหล่ำดอก 0.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม กะหล่ำปลีและบร็อกโคลีเท่ากับ 0.03 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เป็นต้น จากเอกสารคำแนะนำการป้องกันกำจัดแมลงและศัตรูศัตรูพืช ปี 2553 ของกรมวิชาการเกษตร ระบุให้เก็บเกี่ยวผลผลิตได้หลังการพ่นสาร fipronil ครั้งสุดท้ายที่ 7 วัน เมื่อทำการประเมินค่า rounded MRL ตามวิธีของ OECD MRL Calculator No.56 (ENV/JMMONO, 2011) จากผลการทดลองที่ระยะเวลาเก็บเกี่ยว 7 วัน พบว่าค่า rounded MRL ของ fipronil ในพริกเท่ากับ 0.06 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าดังกล่าวเป็นการประเมินสารพิษตกค้างสำหรับเสนอเป็นค่า MRL ในการประกอบพิจารณาสำหรับประเมินระยะเก็บเกี่ยวที่ปลอดภัยต่อไป

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การศึกษาการวิจัยสลายตัวของสารพิษตกค้าง fipronil ในพริก เพื่อกำหนดค่าปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด การวิจัยสลายตัวของสารพิษตกค้าง fipronil ในพริก ตามอัตราแนะนำ 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร พบว่า fipronil มีการสลายตัวและมีปริมาณลดลงเมื่อเว้นระยะในการเก็บตัวอย่างตามระยะเก็บเกี่ยวที่กำหนดสำหรับแปลงทดลอง เมื่อเปรียบเทียบปริมาณสาร fipronil ที่ตกค้างในตัวอย่าง พบว่ามีปริมาณสารตกค้างเฉลี่ย <math><0.005-0.105, 0.009-0.180, ND-0.165, 0.011-0.169, 0.006-0.287</math> and $0.007-0.134$ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และตรวจไม่พบปริมาณสารพิษตกค้าง fipronil ตัวอย่างพริกที่สุ่มเก็บจากแปลงควบคุมทั้ง 6 แปลงทดลอง อย่างไรก็ตามเนื่องจากยังไม่มี การกำหนดค่าปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด fipronil ในพริก เกษตรกรผู้ใช้จึงควรใช้วัตถุอันตรายตามคำแนะนำและ ปฏิบัติตามหลักการ GAP

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

- นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาการสลายตัวของวัตถุอันตราย fipronil ในพริก ไปใช้ประกอบการพิจารณาเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้างสำหรับประเทศไทยให้ครอบคลุมกลุ่มตัวอย่างพืชเพื่อใช้เป็นค่ามาตรฐานของประเทศไทย ของประชาคมอาเซียน ตลอดจนมาตรฐานสากลอื่นๆ ต่อไป
- ผลที่ได้จากการทดลองสามารถนำไปกำหนดค่าระยะปลอดภัยของการเก็บเกี่ยวภายหลังการพ่นสาร fipronil ครั้งสุดท้าย ใช้ในการตรวจสอบคำแนะนำบนฉลากให้เหมาะสม ทั้งยังสามารถใช้เป็นข้อมูลเพื่อเผยแพร่ แก่บุคคลหรือหน่วยงานที่สนใจได้ทราบ

11. เอกสารอ้างอิง

- สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กลุ่มกีฏและสัตววิทยา. 2553. คำแนะนำการป้องกันกำจัดแมลงและสัตว์ศัตรูพืช กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 303 หน้า.
- สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช. 2557. คู่มือศัตรูพริก. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 87 หน้า.
- สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2559. มาตรฐานสินค้าเกษตร. มกษ. 9002-2559 สารพิษตกค้าง: ปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด. PESTICIDE RESIDUES: MAXIMUM RESIDUE LIMITS. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 55 หน้า.
- สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์ ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. 2563
แหล่งข้อมูล : <http://tradereport.moc.go.th/Report/Default.aspx?Report=MenucomTopNRecode&Option=3&Lang=Th&ImExType=1> 12 มกราคม 2563
- CODEX - Pesticides database. 2019.

แหล่งข้อมูล : http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/dbs/pestres/commodities-detail/en/?lang=en&c_id=322 20 กุมภาพันธ์ 2562

EN 15662: 2008. Foods of plant origin- Determination of pesticide residues using GC-MS and/or LC-MS/MS following acetonitrile extraction/partition and clean-up by dispersive SPE-QuEChERS-method. 81 p.

ENV/JM/MONO. 2011. OECD MRL Calculator: Environment, Health and Safety Publications Series on Pesticides No. 56

แหล่งข้อมูล : <https://www.oecd.org/env/ehs/pesticidesbiocides/oecdmaximumresidue/limitcalculator.htm> 25 ธันวาคม 2562

EU - Pesticides database. 2019.

แหล่งข้อมูล : http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides_database/public/?event=product.resultat&language=EN&selectedID=117 20 กุมภาพันธ์ 2562

FAO. 2002. List of Pesticides evaluated by JMPR and JMPS

แหล่งข้อมูล : http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_Pesticides/JMPR/Evaluation01/08_Fipronil.pdf 22 กุมภาพันธ์ 2562

FAO. 2010. List of Pesticides evaluated by JMPR and JMPS

แหล่งข้อมูล : http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_Pesticides/Specs/fipronil09.pdf 22 กุมภาพันธ์ 2562

JAPAN – MRLs. 2019. List: Compositional Specification for Foods (Updated on December 25, 2017)

แหล่งข้อมูล : <http://db.ffcr.or.jp/front/> 22 กุมภาพันธ์ 2562

JMPR. 2016. JOINT FAO/WHO MEETING ON PESTICIDE RESIDUES (Rome 13-22 September 2016) Summary Report Issued October 2016

แหล่งข้อมูล : http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_Pesticides/JMPR/2016_JMPR_Summary_Report.pdf

SANCO. 2013. Guidance document on analytical quality control and validation procedures for pesticide residues analysis in food and feed. European Union, Health and Consumer Protection Directorate General. 42 p.

WHO. 2009. The WHO Recommended Classification of Pesticide by Hazard and Guidelines to Classification

แหล่งข้อมูล : https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44271/9789241547963_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y 22 กุมภาพันธ์ 2562