วารสารแก่นเกษตร THAIJO

Content List Available at ThaiJo

Khon Kaen Agriculture Journal

Journal Home Page : https://li01.tci-thaijo.org/index.php/agkasetkaj

การจัดการศัตรูพริกโดยชีววิธี: กรณีศึกษาในพริกสายพันธุ์ซุปเปอร์ฮอท จังหวัดขอนแก่น

Biological control in chilli pest management: a case-study in hot chilli cultivar “Super Hot” in Khon Kaen Province

ประกายจันทร์ นิ่มกิ่งรัตน์ [1,2]*, ทิพย์สุคนธ์ อนุภาพ[2], ฐิตินันท์ ยมนา[2], นุชรีย์ ศิริ [2] และ อุบล ตังควานิช[1,2]

Prakaijan Nimkingrat[1, 2]*, Thipsukon Anupap[2], Thitinan Yommana[2], Nutcharee Siri[2] and Ubon Tangkawanit[1,2]

[1] สาขากีฏวิทยาและโรคพืชวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
[1] Division of Entomology and plant pathology, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University
[2] ศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน มหาวิทยาลัยขอนแก่น
[2] National Biological Control Research Center, Northeastern Regional Center, Khon Kaen University

บทคัดย่อ: การใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพริกเป็นวิถีปฏิบัติของเกษตรกรที่นิยมจากรุ่นสู่รุ่น แต่การใช้สารผิดวิธีและต่อเนื่องเป็นระยะเวลานานสามารถส่งผลให้เกิดการตกค้างของสารพิษในผลผลิต และยังไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอในการป้องกันกำจัดศัตรูพริกได้ ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการใช้ชีวภัณฑ์เพื่อควบคุมศัตรูพริกในทุกระยะการเจริญเติบโตในพริกสายพันธุ์ซุปเปอร์ฮอท ณ บ้านท่าฉาง ตำบลหนองตูม อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น วางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (randomized complete block design, RCBD) 4 กรรมวิธี ๆ ละ 4 แปลงย่อย ดังนี้ 1) ไม่มีการดำเนินการ 2) วิถีปฏิบัติของเกษตรกร 3) แนวปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี และ 4) ชีวภัณฑ์ ผลการศึกษาพบว่าแปลงพ่นชีวภัณฑ์ให้ผลในการควบคุมอาการใบหงิกจากเพลี้ยไฟ ไรขาว (ระดับ 1) และจำนวนผลเสียจากแมลงวันทองพริก (4.32%) ได้ดีกว่ากรรมวิธีอื่นที่แสดงอาการใบหงิกที่ระดับ 2 และจำนวนผลเสียระหว่าง 7.42-11.38% เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเป็นไปในทิศทางเดียวกัน พบจำนวนต้นที่เป็นโรคสูงในแปลงวิถีปฏิบัติของเกษตรกรที่ 63.76% รองลงมาคือแปลงการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี 43.74% และพบต่ำสุดในแปลงชีวภัณฑ์คือ 21.87% ขณะที่การใช้ชีวภัณฑ์สามารถป้องกันกำจัดวัชพืชได้ดีในช่วง 7-21 วัน หลังฉีดพ่น ผลผลิตต่อต้นในแปลงชีวภัณฑ์พบน้ำหนักผลดี (1,142 กรัม/ต้น) และจำนวนผลดี (806 ผล/ต้น) สูงที่สุดเมื่อเทียบกับกรรมวิธีอื่นที่ 725-868 กรัม/ต้น และ 506-635 ผล/ต้น ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบสารอิมิดาโคลพริดตกค้างในตัวอย่างดินในแปลงที่ไม่ใช้ชีวภัณฑ์ต่ำกว่า 0.02 มก./กก.

คำสำคัญ: ศัตรูพริก; ชีวภัณฑ์; พริกพันธุ์ซุปเปอร์ฮอท; ขอนแก่น; การจัดการศัตรูพืช

ABSTRACT: The use of pesticides in the production of chili has been a popular practice among farmers for generations. However, the prolonged and incorrect use of pesticides applied continuously can, over time, result in toxic residues in the products. Moreover, these can lose their effectiveness to prevent and eliminate the pests. Therefore, the purpose of this study was to investigate the use of bio-products to control chili pests at all growth stages in a superhot chili cultivar at Ban Tha Chang in the Nong Toom Sub-district of the Muang District of Khon Kaen Province. A randomized complete block design (RCBD) was designed for 4 treatments with 4 plot replications in the following manner: 1) no control, 2) farmer practice, 3) good agricultural practices, and 4) bio-products. The results indicated that the plot with the bio-products had been effective in controlling the symptoms of leaf curl, which are caused by thrips and mites (Level 1). Moreover, the number of undamaged fruit (4.32%) was better than

* Corresponding author: npraka@kku.ac.th

Received: date; September 4, 2023 Accepted: date; October 31, 2023 Published: date;

other treatments, which showed leaf curl symptoms at Level 2 and the percentage of undamaged fruit were between 7.42-11.38%. The percentage of disease followed the same trend. The highest percentage of disease was found in the farmer practice plots at 63.76%, and this was followed by the good agricultural practice plots at 43.74%. Meanwhile, the lowest was found in the bio-products plots at 21.87%. The weeds were able to be controlled for a period of 7-21 days after being sprayed with the bio-products. From the plots with the bio-products, the yield showed the highest fruit weight (1,142 g/plant) and fruit number (806 fruit/plant) compared to the other treatments at 725-868 g/plant and 506-635 fruits/plant, respectively. In addition, imidacloprid residues (below 0.02 mg/kg) were found in the soil samples collected from the plots with the non-bio products.
Keywords: chili pest; bio-products; super hot; Khon Kaen; pest management

บทนำ

พริก (*Capsicum* spp.) (Solanales: Solanaceae) เป็นพืชผักเศรษฐกิจที่สำคัญอันดับต้นของประเทศ สามารถสร้างรายได้ครอบคลุมทุกระดับห่วงโซ่คุณค่าทางธุรกิจ ผลพริกสดนอกจากนำมาบริโภคโดยตรงแล้วยังนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารและเวชภัณฑ์เพื่อเพิ่มมูลค่าได้ (เริงฤทธิ์, 2556) ส่งผลให้พื้นที่ปลูกทั่วทุกภูมิภาคในปี 2563 สูงถึง 149,000 ไร่ และมีปริมาณผลผลิตมวลรวม 74,844.10 - 91,157.21 ตัน (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2564) หนึ่งในสามของพื้นที่ปลูกพริกที่สำคัญของประเทศตั้งอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ จังหวัดขอนแก่น อุบลราชธานี ศรีสะเกษ ชัยภูมิ หนองคาย และอำนาจเจริญ โดยเฉพาะจังหวัดขอนแก่น มีพื้นที่ปลูก 773 ไร่ และมีจำนวนเกษตรกร 348 ครัวเรือน (สำนักงานเกษตรจังหวัดขอนแก่น, 2564) ถึงแม้ว่าพื้นที่การผลิตพริกจะมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น แต่ผลผลิตที่ได้ยังไม่เพียงพอต่อการบริโภคภายในประเทศจึงต้องมีการนำเข้าพริกจากต่างประเทศ รายงานในปี 2561-2562 พบปริมาณพริกนำเข้าเพิ่มขึ้นจาก 78,000 ตันเป็น 88,000 ตัน มูลค่าประมาณ 1,000 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2563) ขณะที่พริกส่งออกจากประเทศไทยถูกปฏิเสธการนำเข้าเนื่องจากพบสารป้องกันกำจัดแมลงตกค้างในผลผลิตเกินค่ามาตรฐานที่กำหนดสูงถึง 40-50 ครั้ง อีกทั้งพริกที่บริโภคภายในประเทศยังตรวจพบการปนเปื้อนของสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพริกกลุ่มคาร์บาเมตและออร์กาโนฟอสเฟตเกินระดับปลอดภัย คิดเป็น 42.86% (ภานุพงศ์, 2560) สาเหตุหลักของการตกค้างของสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพริกนั้นก็คือ ช่วงระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวพริกที่ค่อนข้างยาวนานถึง 3 เดือน (ระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวพริกเท่านั้น) ทำให้เกษตรกรมีการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชในปริมาณมากและต่อเนื่องจนเกิดการสะสมของสารพิษได้ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานการศึกษาของกอบเกียรติ และคณะ (2540) ที่รายงานว่าเกษตรกรมีการพ่นสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพริกสูงถึง 19 ครั้งต่อฤดูปลูก ประกอบกับพริกมีราคารับซื้อจากสวนที่ค่อนข้างสูง 60-150 บาทต่อกก. (ในช่วง พ.ย. -ม.ค. ของทุกปี) ส่งผลให้เกษตรกรมีการดูแลผลผลิตเป็นอย่างดีและมีกำลังในการลงทุนค่าสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพริก ซึ่งปัญหาหลักที่เกษตรกรต้องประสบเป็นประจำทุกปี คือ การเข้าทำลายใบพริกเมื่อพริกอยู่ในระยะเจริญทางลำต้นเจริญของเพลี้ยไฟ *Scirtothrips dorsalis* Hood (Thysanoptera: Thripidae) และไรขาว *Polyphagotarsonemus latus* Banks (Trombidiformes: Tarsonemidae) เมื่อพริกเจริญเข้าสู่ระยะติดดอกจนถึงเก็บเกี่ยว แมลงวันทองพริก *Bactrocera latifrons* Hendel (Diptera: Tephritidae) โรคแอนแทรคโนส *Colletotrichum* spp. (Glomerellales: Glomerellaceae) จะเข้าทำลายส่วนผล ขณะที่วัชพืชทั้งใบแคบและใบกว้างจะแย่งธาตุอาหารของพริกและยังเป็นแหล่งหลบซ่อนของศัตรูพืช ความเสียหายที่เกิดจากโรคและแมลงที่พบในพื้นที่ที่มีการระบาดนั้นสูงถึง 100% (สุรีย์พร และคณะ, 2562) ที่ผ่านมามีรายงานการใช้ศัตรูธรรมชาติหลากหลายประเภทในแมลงศัตรูพริก อาทิเช่น ไรตัวห้ำ *Amblyseius longispinosus* Evans, *Amblyseius nicholsi* Ehara et Lee และ *Amblyseius cinctus* Corpuz-Raros and Rimand (Acari: Phytoseiidae) (มานิตา และคณะ, 2550; จันทร์เพ็ญ, 2555) เพื่อควบคุมไรขาว ด้วงเต่าตัวห้ำ *Serrangium* sp. (Coleoptera: Coccinellidae) (พัชรา, 2559; Al-Zyoud, 2008; Asiimwe et al., 2007; Kutuk et al., 2008) ถูกนำมาควบคุมได้ทั้งไรขาวและแมลงหวี่ขาวยาสูบ โดยเฉพาะแตนเบียน *Encaria sophia* Girault and Dodd (Hymenoptera: Aphelinidae) และ *Eretmocerus* sp. (Hymenoptera: Aphelinidae) ที่สามารถเบียนแมลงหวี่ขาวในพริกและมะเขือเทศได้ถึง 50-92% (Simmons and Abd-Rabou, 2005; Stansly et al., 2005) มวนตัวห้ำ *Orius* sp. (Hemiptera: Anthocoridae) (จันทร์เพ็ญ, 2555) และแมลงช้างปีกใส *Mallada basalis* Walker (Neuroptera: Chrysopidae) (จันทร์เพ็ญ, 2555; พัชรา, 2559) ถูกทดสอบแล้วว่ามีประสิทธิภาพสูงในการห้ำตัว

อ่อนเพลี้ยไฟพริกในสภาพกรงตาข่ายได้สูงถึง 100% ถึงแม้ว่าจะมีรายงานการใช้ตัวห้ำและตัวเบียนหลากหลายชนิดในการควบคุมแมลงศัตรูพริก แต่พบว่าศัตรูธรรมชาติเหล่านี้ประสบปัญหาในการเพิ่มปริมาณในสภาพห้องปฏิบัติการ รวมถึงอายุการเก็บรักษาที่สั้นและช่องทางในการจำหน่าย ทำให้การส่งเสริมการใช้ในแปลงพริกยังไม่เป็นที่นิยมเมื่อเปรียบเทียบกับเชื้อจุลินทรีย์ อาทิเช่น เชื้อรา และไส้เดือนฝอยก่อโรคแก่แมลงในการควบคุมเพลี้ยไฟ และแมลงวันทองพริก (หงส์ฟ้า และคณะ, 2557; นุชรีย์ และจันทร์เพ็ญ, 2560; ภานุพงศ์, 2560; Azaizeh et al., 2002; Brownbridge, 1995; Vestergaard et al., 1995; Ta-oun et al., 2022) หรือการใช้ยีสต์ *Pichia guilliermondii* ควบคุมโรคแอนแทรคโนส *C. gloeosporioides* (สุพัตรา และคณะ, 2565) ผลการศึกษาการใช้จุลินทรีย์ในการควบคุมศัตรูพริกมีความเป็นไปได้ในเรื่องต้นทุนการผลิตที่ต่ำ อายุการเก็บรักษาที่ยาวนานขึ้น และยังคงประสิทธิภาพในการควบคุม แต่การศึกษาเหล่านี้เป็นเพียงการดำเนินการเฉพาะชนิดศัตรูธรรมชาติที่มีต่อศัตรูพืชเท่านั้น ซึ่งยังขาดการบูรณาการชนิดชีวภัณฑ์เข้าด้วยกันเพื่อควบคุมศัตรูพริกหลากชนิด ดังนั้นศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน ตอนล่างและภาคเหนือตอนบน จึงมีวัตถุประสงค์ในการวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการบูรณาการชีวภัณฑ์ที่แต่ละศูนย์ฯ ผลิตขึ้น **(Table 1)** ในการควบคุมศัตรูพริก (ไร แมลง โรค และวัชพืชในพริก) อย่างครบวงจรในสภาพแปลงเกษตรกร ผลที่คาดว่าจะได้จากการศึกษานี้คือต้นแบบการจัดการศัตรูพริกโดยชีววิธีที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับพันธุ์พริกหรือพื้นที่ปลูกพริกอื่นทั่วประเทศไทย และยังเป็นการส่งเสริมและกระตุ้นให้เกษตรกรจัดการกับศัตรูพริกได้อย่างครบวงจรในระบบการผลิตปลอดภัยจากสารเคมีในอนาคต

Table 1 Bio-products produced by National Biological Control Research Center to control chili pests

Bio-products	National Biological Control Research Center	Target pests	Application rate
1. *Beauver bassiana* (liquid form)	Upper Northeastern Region, Khon Kaen University	Thrips, broad mites, aphid and whitefly	100 ml/ 1 l of water
2. *Steinernema siamkayai*		Fruit fly	6 million/ 1 l of water
3. *Trichoderma harzianum* UB-01	Lower Northeastern Region, Ubon Ratchathani University	Dumping off and root rot caused by *Phytophthora* sp. or *Pythium* sp.	250 g/ 20 l of water
4. SK (*Bacillus subtilis* SK1-3)		Root rot caused by *Sclerotium rolfsii*	5 g/spot
5. B-mix (*B. megaterium* SKN2-2, *B. choshinesis* UBN11-2 and *B. thuringiesis* SKT 29-5)		Root-knot nematode caused by *Meloidogyne* spp.	5 g/spot
6. *Pichia guilliermondii*		Anthracnose disease caused by *Colletotrichum* spp.	100 g/ 10 l of water
7. *Bacillus* sp.	Lower Northern Region, Naresuan University	Promote seedling growth	2 g/100 ml of water
8. BioSurMg		Weeds	160 l of water/rai

วิธีการศึกษา

การบูรณาการการจัดการศัตรูพริกโดยชีววิธี

ดำเนินการทดสอบประสิทธิภาพชีวภัณฑ์ในสภาพแปลงเกษตรกรผู้ปลูกพริกเป็นอาชีพหลัก บ้านท่าฉาง ตำบลหนองตูม อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น (พิกัด 16°30'37.6"N 102°54'27.7"E) ก่อนปลูกทำการไถตากดินในทุกกรรมวิธี จำนวน 2 ครั้ง แล้วจึงย้ายปลูกต้นกล้าพริกพันธุ์ซุปเปอร์ฮอท (พันธุ์ที่นิยมปลูกในพื้นที่จังหวัดขอนแก่น) เมื่อพริกอายุ 7 วันหลังเพาะกล้า ให้น้ำทางสายยางในเวลาเช้าและเย็นจำนวน 2 ครั้งต่อวัน ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 จำนวน 2 ครั้งต่อเดือนตลอดฤดูปลูก วางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (randomized complete block design, RCBD) 4 กรรมวิธี ๆ ละ 4 แปลงย่อยๆ ขนาด 1X10 ม. ระยะปลูกแถวคู่ 50x50 ซม. ดำเนินการทดสอบในเดือนกรกฎาคม – กันยายน 2565 และมีการป้องกันกำจัดศัตรูพริก ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 ไม่มีการดำเนินการ (ควบคุม)

กรรมวิธีที่ 2 สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพริก (วิถีปฏิบัติของเกษตรกร)

กรรมวิธีที่ 3 ผสมผสานสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพริกและชีวภัณฑ์ (การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี)

กรรมวิธีที่ 4 ชีวภัณฑ์

ในกรรมวิธีที่ 1 ไม่มีการดำเนินการจัดการศัตรูพืชตลอดทั้งฤดูปลูก กรรมวิธีที่ 2 พ่นสารอิมิดาโคลพริด 70% WG อัตรา 3 ก. ต่อน้ำ 20 ล. เมื่อสำรวจพบเพลี้ยไฟตามระดับเศรษฐกิจ (Economic Threshold, ET) 5 ตัว/ยอด และแมลงวันทองพริก เมื่อพริกเริ่มออกดอก พ่นสารอะมิทราซ 20% W/V EC อัตรา 50 มล. ต่อน้ำ 20 ล. เมื่อพบไรขาวตามระดับเศรษฐกิจ 5-10 ตัว/ใบ (กรมวิชาการเกษตร, 2553) และกำจัดวัชพืชโดยการพ่นสารฮาลอกซีฟอป-พี-เมทิลอัตรา 150-200 มล./น้ำ 60-80 ล./ไร่ หลังวัชพืชงอก จำนวน 2 ครั้ง กรรมวิธีที่ 3 พ่นสารอ้างอิงตามกรรมวิธีที่ 2 ในช่วงพริกเจริญทางลำต้น และเมื่อพริกเจริญเข้าสู่ระยะติดดอก-ออกผล และเก็บเกี่ยว พ่นสารสกัดสะเดา อัตรา 20 มล./น้ำ 20 ล./ไร่ เมื่อพบตัวเต็มวัยแมลงวันทองพริกในแปลง และพ่นชีวภัณฑ์ไส้เดือนฝอยก่อโรคแก่แมลงเมื่อแมลงวันทองพริกดีดตัวเพื่อเข้าดักแด้ในดิน และพ่นยีสต์ *P. guilliermondii* เพื่อควบคุมโรคแอนแทรคโนส ตามลำดับ และกรรมวิธีที่ 4 ทำการแช่เมล็ดพริกในชีวภัณฑ์ส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นกล้า *Bacillus* sp. ก่อนทำการเพาะกล้า และกำจัดวัชพืชโดยการพ่นสารชีวภัณฑ์ BioSurMg (ไบโอเซอแมกซ์) ทั้งหมด 3 ครั้ง ได้แก่ 1) ฉีดพ่นก่อนย้ายกล้าพริก 2) หลังพ่นครั้งแรก 21 วัน หลังย้ายกล้าพริก 3) หลังพ่นครั้งแรก 42 วัน หลังย้ายกล้าพริก โดยการฉีดพ่นในครั้งที่สองและสามจะผสมผสานไปกับวิธีกลที่เกษตรกรใช้ เช่น การตัดหรือถอนด้วยมือ โดยฉีดพ่นเมื่อวัชพืชมีระยะไม่เกิน 3-5 ใบ ความสูงไม่เกิน 15 ซม. หลังจากฉีดพ่นครบสามครั้ง ทำการกำจัดวัชพืชด้วยมือ หรือจอบถากจนถึงระยะเก็บเกี่ยว ควรฉีดพ่นชีวภัณฑ์กำจัดวัชพืชในขณะที่ดินมีความชื้นและปรับหัวพ่นให้เป็นแบบพัดแบน และระวังไม่ให้ละอองสารสัมผัสกับต้นพริก หากพบเพลี้ยไฟและไรขาวถึงค่าเศรษฐกิจหรือที่ระดับหงิก 1 หรือพบเพลี้ยอ่อนและแมลงหวี่ขาวยาสูบ (10 ตัว/ต้น) ให้พ่นเชื้อราขาวก่อโรคแก่แมลงรูปแบบน้ำ ขณะที่การป้องกันกำจัดโรครากเน่าโคนเน่า และไส้เดือนฝอยรากปม ให้ใช้ *T. harzianum* UB-01 พ่นสามครั้ง (ครั้งที่ 1 รองก้นหลุม, ครั้งที่ 2-3 เว้นห่าง สัปดาห์ละครั้ง) หรือ ชีวภัณฑ์เอสเค (*B. subtilis* SK1-3) รองก้นหลุมและหว่านรอบทรงพุ่มสามครั้ง และใช้ชีวภัณฑ์บีมิกซ์ (*B. megaterium* SKN2-2, *B. choshinesis* UBN11-2 และ *B. thuringiesis* SKT 29-5) รองก้นหลุมและหว่านรอบทรงพุ่มสามครั้ง เมื่อพบตัวเต็มวัยแมลงวันทองพริกและโรคแอนแทรคโนสให้ดำเนินการเหมือนกับกรรมวิธีที่ 3 บันทึกข้อมูลในแต่ละด้านตั้งแต่หลังย้ายปลูกจนถึงเก็บเกี่ยวผลผลิต สัปดาห์ละ 3 ครั้ง นาน 4 เดือน ดังนี้

แมลงและไรศัตรูพริก สุ่มนับตัวอย่างประชากรเพลี้ยไฟ และไรขาว แบบเป็นระบบ (Systemic sampling) จำนวน 5 ยอด/ต้น โดยสุ่ม 20 ต้น/ซ้ำ ประเมินระดับหงิกของใบพริก (Leaf Curl Level = LCL) อ้างอิงตาม จันทร์เพ็ญ และนุชรีย์ (2556) บันทึกจำนวนผลดี และผลเสียต่อต้นที่เกิดจากการเข้าทำลายของแมลงวันทองพริก เพื่อนำมาหาเปอร์เซ็นต์ความเสียหายที่เกิดขึ้น

โรคพริก ประเมินเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคในพริกที่ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น และเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคแอนแทรคโนสในระยะติดดอก-เก็บเกี่ยวผลผลิต และบันทึกชนิดของไส้เดือนฝอยรากปมในพริกทั้ง 4 กรรมวิธี

วัชพืช สุ่มนับตัวอย่างวัชพืชภายในควอแดรท (Quadrat) ขนาด 0.5 x 0.5 ม. จำนวน 1 จุด/ซ้ำ และนำมาจำแนกประเภท จำนวน และน้ำหนักแห้งของวัชพืช โดยมีขั้นตอนการเก็บข้อมูลดังนี้ การจำแนกประเภทและชั่งน้ำหนักแห้งของวัชพืช ทำการตัดลำต้นส่วนเหนือ

ดินของวัชพืชบริเวณภายในควอแดรทมาจำแนกประเภทวัชพืช ได้แก่ ใบแคบ ใบกว้าง กก หรือเฟิร์น แล้วอบที่อุณหภูมิ 60 °C นาน 72 ชม. ก่อนนำไปชั่งน้ำหนักแห้งตามประเภทของวัชพืช

ผลผลิต เก็บผลผลิตพริกโดยวิธีการสุ่ม 20 ต้นต่อแปลงย่อย สัปดาห์ละครั้ง นาน 120 วันหลังปลูก นำผลผลิตที่เก็บได้ในแต่ละสัปดาห์มาชั่งน้ำหนักและหาค่าเฉลี่ยของน้ำหนักผลต่อต้น และนับจำนวนผลดี ผลเสีย และผลรวมทั้งหมด เพื่อนำมาหาค่าเฉลี่ยจำนวนผลดี ผลเสีย และผลรวมต่อต้น

สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพริกตกค้างในผลผลิตและสิ่งแวดล้อม เก็บตัวอย่างผลผลิต น้ำ และดิน ในแปลงปลูก ในช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิต เพื่อนำไปตรวจสอบสารเคมีในกลุ่มที่ใช้ในการทดสอบตกค้างในกรรมวิธีที่ 2 และ 3 ณ บริษัทห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด

อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (Benefit Cost Ratio หรือ BCR) เป็นการคำนวณหาสัดส่วนระหว่างผลตอบแทนต่อต้นทุนการผลิตในสี่กรรมวิธี ซึ่งสามารถใช้เป็นดัชนีชี้วัดทางเศรษฐศาสตร์ที่แสดงให้เห็นถึงอัตราส่วนของมูลค่าเงินปัจจุบัน ของผลประโยชน์กับมูลค่าปัจจุบันของเงินลงทุนในโครงการ หากค่า BCR มีค่ามากกว่า 1 หมายถึงโครงการจะให้ผลตอบแทนคุ้มค่าลงทุน

วิเคราะห์ผลทางสถิติ นำข้อมูลในส่วนของแมลง ไร และผลผลิตที่ได้มาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยโดย Tukey's HSD test (P≤0.05) ตามแผนการทดลองแบบ RCBD ด้วยโปรแกรม Statistix® 10 software package (Statistix, 2018)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

แมลงและไรศัตรูพริก

การสำรวจในสภาพแปลงของเกษตรกรในทุกกรรมวิธี พบว่ากรรมวิธีที่ไม่มีการดำเนินการ (แปลงควบคุม) นั้นไม่สามารถเก็บข้อมูลการทดลองได้ตลอดทั้งฤดูกาลเนื่องจากต้นพริกแสดงอาการใบหงิก เหลือง และยอดกุดตาย ตั้งแต่หลังย้ายปลูกได้เพียง 7 วัน ซึ่งเป็นผลจากการเข้าทำลายของเพลี้ยไฟและไรขาว แต่ในกรรมวิธีอื่นพบประชากรเพลี้ยไฟและไรขาวเริ่มเข้าทำลายใบพริกตั้งแต่ระยะกล้าในสัปดาห์ที่ 1 และ 2 หลังย้ายปลูก ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ นุชรีย์ และคณะ (2553) ที่กล่าวว่าในระยะเจริญเติบโตทางลำต้นของพริก ศัตรูที่สำคัญและสามารถสำรวจพบได้ทั่วไป คือ เพลี้ยไฟ และไรขาว ซึ่งจากจากการสำรวจพบประชากรของเพลี้ยไฟต่ำกว่าระดับเศรษฐกิจ คือ 5 ตัว/ต้น ในทุกกรรมวิธีที่ 0.03-0.79 ตัว/ต้น และมีความแตกต่างกันทางสถิติ ในกรรมวิธีการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี พบการเข้าทำลายของเพลี้ยไฟตั้งแต่สัปดาห์ที่ 1-2 มากที่สุด แต่เมื่อเวลาผ่านไปตั้งแต่สัปดาห์ที่ 3 กลับพบการเข้าทำลายในกรรมวิธีวิถีปฏิบัติของเกษตรกรมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่น โดยพบว่าทั้งกรรมวิธีวิถีปฏิบัติของเกษตรกรและการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี มีวิธีการพ่นสารเคมีกำจัดไรและแมลงที่เหมือนกัน และเมื่อพริกเจริญเติบโตเข้าสู่ระยะเจริญเติบโตทางลำต้น พบว่าพริกในกรรมวิธีวิถีปฏิบัติของเกษตรกรมีความแคระแกร็นและเจริญเติบโตช้ากว่ากรรมวิธีอื่น เมื่อเปรียบเทียบระดับใบหงิก พบว่าพริกเริ่มแสดงอาการใบหงิกในสัปดาห์ที่ 6 ถึงแม้จะพบประชากรเพลี้ยไฟต่ำกว่าระดับเศรษฐกิจ ยกเว้นในกรรมวิธีที่ใช้ชีวภัณฑ์ที่ใบพริกเริ่มแสดงอาการหงิกในสัปดาห์ที่ 7 ซึ่งมีระดับใบหงิก (ระดับ 1) ต่ำกว่ากรรมวิธีอื่น (ระดับ 2) ส่งผลให้สามารถเก็บผลผลิตในกรรมวิธีนี้ได้ปริมาณมากกว่ากรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และนอกจากนี้ยังสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ยาวนานกว่ากรรมวิธีอื่นอีกด้วย **(Figure 1)** ขณะที่ประชากรไรขาวพบมากที่สุดในกรรมวิธีวิถีปฏิบัติของเกษตรกรในสัปดาห์ที่ 5 และ 10 โดยพบมากถึง 22.47 และ 11.38 ตัว/ต้น ตามลำดับ ซึ่งเกินค่าระดับเศรษฐกิจที่กรมวิชาการแนะนำให้มีการป้องกันกำจัด (10 ตัว/ต้น) ในกรรมวิธีการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี พบมากสุดในสัปดาห์ที่ 10 เท่ากับ 3.75 ตัว/ต้น และกรรมวิธีชีวภัณฑ์ ในสัปดาห์ที่ 5 เท่ากับ 6.60 ตัว/ต้น ซึ่งทั้งสองกรรมวิธีมีค่าไม่เกินระดับเศรษฐกิจ และพบว่าทั้งสามกรรมวิธีพริกไม่แสดงอาการใบหงิกในทุกสัปดาห์ของการสำรวจ **(Figure 2)** ผลการศึกษานี้เป็นไปในทิศทางเดียวกับรายงานของ นุชรีย์ และจันทร์เพ็ญ (2560) ที่ได้รายงานว่าจากการสำรวจประชากรไรขาวในแปลงทดสอบ จะเริ่มพบในสัปดาห์ที่ 1 และจะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องสูงสุดในสัปดาห์ที่ 6 (4-5 ตัว/ต้น) เมื่อพริกเข้าสู่ระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต เปอร์เซ็นต์ผลดี ในกรรมวิธีชีวภัณฑ์ และการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (92.58 – 95.68%) มากกว่ากรรมวิธีวิถีปฏิบัติของเกษตรกร (88.62%) ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01) ขณะที่ผลเสียที่เกิดจากแมลงวันทองพริกพบมากที่สุดในกรรมวิธีวิถีปฏิบัติของเกษตรกร อยู่ที่ 11.38% **(Table 2)** สอดคล้องกับรายงานของ ภานุพงศ์ (2560) และ ภูพิงค์ (2564) รายงานว่า จำนวน

ผลผลิตรวมเฉลี่ย และเปอร์เซ็นต์จำนวนผลดี ในกรรมวิธีที่พ่นไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงผสมร่วมกับเชื้อราเขียว และสารสกัดสะเดา สูงกว่ากรรมวิธีที่ไม่มีการจัดการ โดยสามารถควบคุมแมลงวันทองพริกได้สูงถึง 72.81%

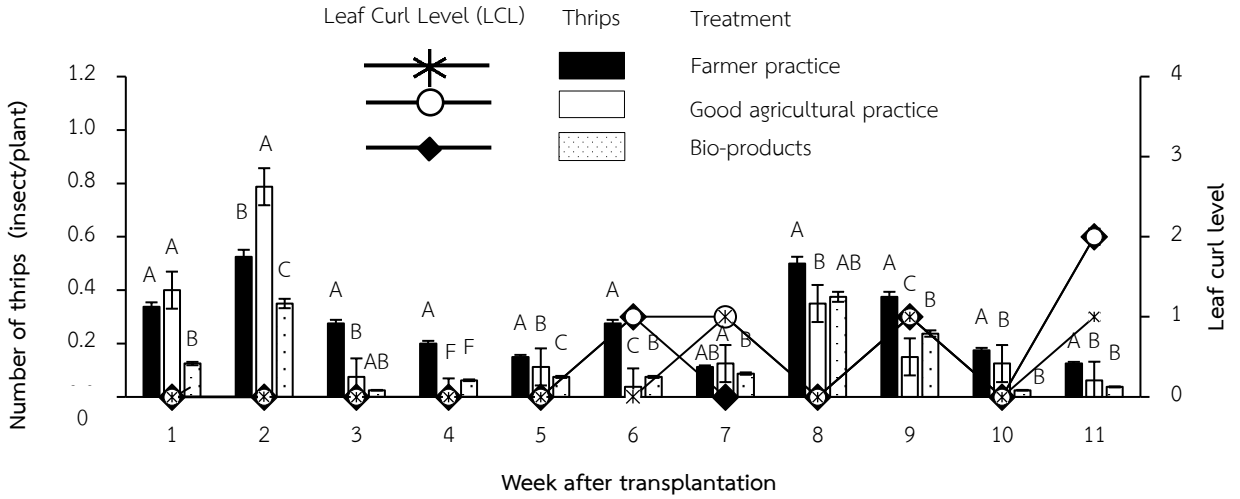

Figure 1 Number of chilli thrips and leaf curl level caused by thrips during vegetative stage (7-80 days after transplantation)

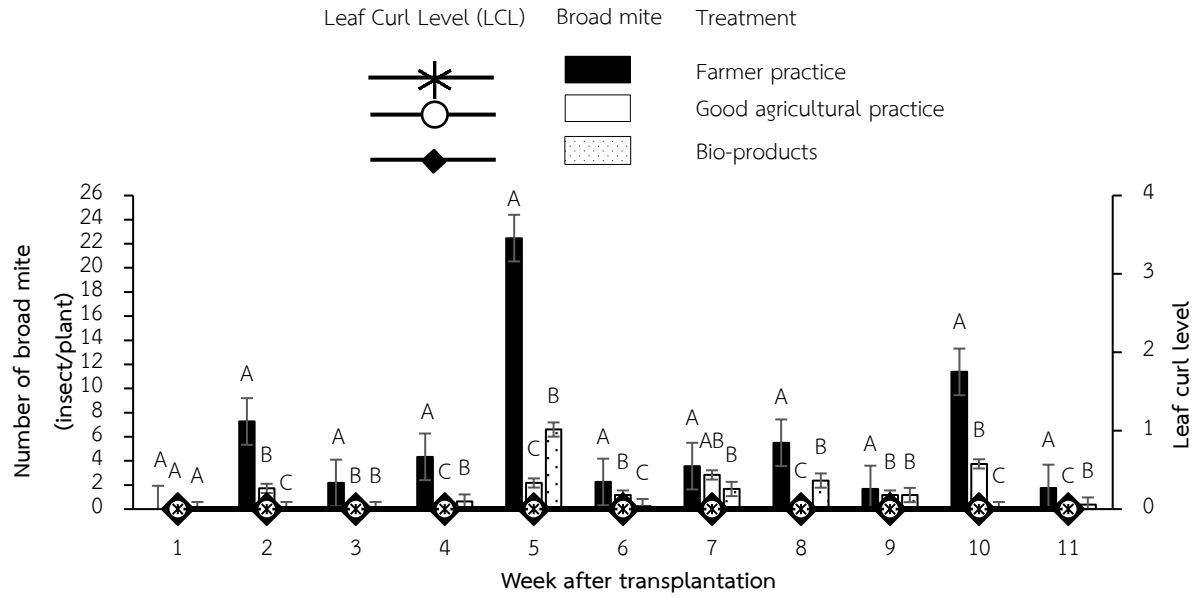

Figure 2 Number of chilli broad mite and leaf curl level caused by broad mite during vegetative stage (7-80 days after transplantation)

Table 2 Percentage of undamaged and damaged chilli fruits caused by chilli fruit fly during 75- 120 days after transplantation

Treatment	Percentage of undamaged and damaged fruits [1/]	
	Undamaged fruits	Damaged fruits
Farmer practice	88.62 B	11.38 A
Good agricultural practice	92.58 AB	7.42 AB
Bio-products	95.68 A	4.32 B
F-test	**	**
C.V. (%)	1.84	21.99

[1/]Means followed by different capital letters in the same column indicate significant differences at P<0.01

โรคพริก

จากการประเมินการเกิดโรคพริกในสภาพแปลง พบพริกแสดงอาการโรค 5 ชนิด ได้แก่ ใบด่างเหลือง โคนเน่า ยอดและดอกเน่า รากปม และแอนแทรคโนส โดยพบว่ากรรมวิธีวิถีปฏิบัติของเกษตรกรพริกเป็นโรคใบด่างเหลือง โคนเน่า ยอดและดอกเน่า และโรคแอนแทรคโนส มากที่สุด คือ 28.13% (45 ต้น), 18.13% (29 ต้น), 17.5% (28 ต้น) และ 32.67% ตามลำดับ รองลงมาคือกรรมวิธีการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี ได้แก่ 20% (32 ต้น), 9.37% (15 ต้น), 14.37% (23 ต้น) และ 20.79% ตามลำดับ และพบน้อยที่สุดในกรรมวิธีชีวภัณฑ์ พบเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคทั้ง 4 ชนิดเพียง 12.5% (20 ต้น), 1.25% (2 ต้น), 8.12% (13 ต้น) และ 17.97% ตามลำดับ **(Table 3)** จะพบว่าในกรรมวิธีวิถีปฏิบัติของเกษตรกรไม่มีการพ่นสารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืชเลย เนื่องจากไม่ใช่วิถีปฏิบัติของเกษตรกรรายนี้ ทำให้พริกในกรรมวิธีนี้แสดงอาการเกิดโรคสูงสุดซึ่งผลเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับไรและแมลงในข้อก่อนหน้า รายงานของ วีระ และคณะ (2553) ในโครงการการพัฒนาและสร้างเครือข่ายเกษตรกรผู้ปลูกพริกปลอดภัย กล่าวว่าพริกที่มีความแข็งแรงปริมาณแมลงเข้าทำลายต่ำ มักลดโอกาสการแสดงอาการของโรคได้ด้วย นอกจากนี้ผลการตรวจสอบชนิดไส้เดือนฝอยสาเหตุโรคพืชในตัวอย่างรากพริกในแต่ละกรรมวิธี ไม่ปรากฏลักษณะอาการรากปม (gall) ที่มีสาเหตุมาจากไส้เดือนฝอยรากปม *Meloidogyne* spp. แต่เมื่อนำตัวอย่างรากพริกและดินในกรรมวิธีวิถีปฏิบัติของเกษตรกร และการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีมาตรวจสอบกลับพบไส้เดือนฝอยรากปม *Meloidogyne* spp. ระยะไข่และตัวอ่อนวัย 2 (second-stage juvenile, J2) และไส้เดือนฝอยศัตรูพืชอื่นๆ (*Aphelenchoides* spp., *Criconemella* spp. และ *Rotylenchulus* spp.) ที่อาจมีอยู่ในดินหรือรากพืช แต่ไม่พบไส้เดือนฝอยศัตรูพืชในกรรมวิธีชีวภัณฑ์ **(Table 4)** สืบศักดิ์ (2528) รายงานว่าไส้เดือนฝอย *Aphelenchoides* spp., *Rotylenchulus* spp. และ *Criconemella* spp. สามารถเข้าทำลายราก ลำต้น และเหง้า ซึ่งก่อความเสียหายแก่พืชหลายชนิด ในประเทศไทยทั้งพืชผัก พืชไร่ และไม้ผล เช่น ผักบุ้ง กะหล่ำปลี มะเขือเปราะ มะเขือเทศ ถั่วต่างๆ ส้มโอ กล้วย ฝรั่ง และลิ้นจี่ เป็นต้น (Chunram, 1972) นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าแม้จะมีไส้เดือนฝอยศัตรูพืชเข้าสู่รากพริกในระยะกล้าเพียงตัวเดียว ภายในระยะเวลา 20 วัน สามารถเพิ่มจำนวนประชากรได้มากถึง 400-500 ตัว เข้าทำลายระบบรากและขยายพันธุ์ต่อเนื่องทันที เมื่อต้นพริกอายุ 3 เดือน ไส้เดือนฝอยศัตรูพืชมีวงจรชีวิตรวม 3 ชั่วอายุ (generation) เกิดความเสียหายต่อพืชและสูญเสียผลผลิตมากกว่า 50% (นุชนารถ, 2550)

Table 3 Percentage of chilli disease incidence collected from different pest management methods

Treatment	Percentage of disease incidence (%) (Number of plant) 1/			Total disease incidence (%)	Anthracnose (*Colletotrichum* spp.) (% per plant)
	Pepper yellow leaf curl virus	*Sclerotium rolfsii*	*Choanephora cucurbitarum*		
Farmer practice	28.13 (45)	18.13 (29)	17.5 (28)	63.76	32.67 A
Good agricultural practice	20.00 (32)	9.37 (15)	14.37 (23)	43.74	20.79 B
Bio-products	12.50 (20)	1.25 (2)	8.12 (13)	21.87	17.97 B

1/Means followed by different capital letters in the same column indicate significant differences at P<0.05

2/An individual plant can have more than one disease

Table 4 Plant parasitic nematodes collected from soil and root samples

Treatment	Plant parasitic nematodes						
	Soil sample				Root sample		
	Meloidogyne sp. (J2)	*Aphelenchoides* spp.	*Criconemella* spp.	*Rotylenchulus* spp.	*Meloidogyne* spp. (egg)	*Meloidogyne* spp. (J2)	*Aphelenchoides* spp.
Farmer practice	detected	detected	-	-	-	-	detected
Good agricultural practice	-	-	detected	detected	-	-	-
Bio-products	-	-	-	-	-	-	-

วัชพืช

จากการสุ่มนับตัวอย่างวัชพืชในแปลง พบว่าแปลงที่มีการใช้ชีวภัณฑ์กำจัดวัชพืชมีจำนวนชนิดของวัชพืชมากที่สุดเท่ากับ 11 ชนิดต่อแปลง ได้แก่ หญ้าตีนกา (145.25 ต้น) ไมยราบ (62.75 ต้น) ขยุ้มตีนหมา (40.15 ต้น) แห้วหมู (32.25 ต้น) ผักโขม (22.75 ต้น) สะอึก (18.25 ต้น) ผักเบี้ยหินใหญ่ (19.25 ต้น) ลูกใต้ใบ (10 ต้น) ผักเบี้ยหิน (10.75 ต้น) หญ้าตีนนก (8 ต้น) และผักเสี้ยนดอกม่วง (4.50 ต้น) รองลงมาคือแปลงวิถีปฏิบัติของเกษตรกร พบชนิดวัชพืชเท่ากับ 8 ชนิด ได้แก่ หญ้าตีนกา (234.25 ต้น) แห้วหมู (105.25 ต้น) หญ้าตีนนก (80.25 ต้น) ไมยราบ (56.75 ต้น) ผักโขม (22.75 ต้น) ผักเบี้ยหินใหญ่ (15.25 ต้น) ผักเบี้ยหิน (13.15 ต้น) และผักเสี้ยนดอกม่วง (4.50 ต้น) และแปลงการปฏิบัติทางเกษตรที่ดี พบชนิดวัชพืชน้อยที่สุดเท่ากับ 7 ชนิด ได้แก่ หญ้าตีนนก (154.25 ต้น) หญ้าตีนกา (132.75 ต้น) แห้วหมู (45.50 ต้น) ผักโขม (18 ต้น) ผักเบี้ยหินใหญ่ (20.25 ต้น) ผักเสี้ยนดอกม่วง (10.25 ต้น) และผักเบี้ยหิน (13.50 ต้น) **(Table 5)** แต่เมื่อวิเคราะห์ความหนาแน่นของต้นวัชพืชต่อพื้นที่ พบว่าในแปลงวิถีปฏิบัติของเกษตรกร มีปริมาณความหนาแน่นมากที่สุด รองลงมาคือแปลงการปฏิบัติทางเกษตรที่ดี และสุดท้ายคือแปลงพ่นชีวภัณฑ์ เท่ากับ 532.15, 394.5 และ 376.9 ต้น/แปลง ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดวัชพืช มีผลต่อความหลากชนิดของวัชพืชแต่ให้ประสิทธิภาพไม่เพียงพอในการควบคุมวัชพืชให้มีความหนาแน่นหรือปริมาณลดลงได้ ผลการศึกษาสอดคล้องกับรายงานของ Tyšer et al. (2021) พบว่าพื้นที่การเกษตรที่มีวิธีการปลูกพืชแบบอินทรีย์มีความหลากหลายของชนิดวัชพืชภายในแปลงสูงกว่าแปลงที่มีการป้องกันกำจัดแบบแนวปฏิบัติของเกษตรกร แต่การใช้ชีวภัณฑ์ป้องกันกำจัดวัชพืชมีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชภายในแปลงได้ดีในช่วง 7-21 วันหลังพ่น และยังส่งผลให้มีน้ำหนักแห้งของวัชพืชที่พบในแปลงน้อยที่สุดเท่ากับ 497.80 ก. ต่างจากในกรรมวิธี 2 และ 3 เท่ากับ 813.48 และ 943.08 ก. ตามลำดับ รวมทั้งยังไม่เป็นพิษต่อต้นพริกอีกด้วย

Table 5 Weed species and density collected from different pest control methods

Common name	Scientific name	Treatment		
		Farmer practice	Good agricultural practice	Bio-products
Almor-ira	*Ipomoea gracilis*	0	0	18.25
Egg Woman	*Phyllanthus amarus*	0	0	10.00
Spider weed	*Cleome rutidosperma*	4.50	10.25	4.50
Slender amaranth	*Amaranthus viridis*	22.75	18.00	22.75
Purslane	*Portulaca oleracea*	15.25	20.25	19.25
Black pigweed	*Trianthema portulacastrum*	13.15	13.50	10.75
Fingergrass	*Digitaria ciliaris*	80.25	154.25	8.00
Wire grass	*Eleusine indica*	234.25	132.75	145.25
Morningglory	*Ipomoea pes-tigridis*	0	0	40.15
Sensitive plant	*Mimosa pudica*	56.75	0	62.75
Nut grass	*Cyperus rotundus*	105.25	45.50	35.25
Density (plant/plot[1/])		532.15	394.50	376.90
Dry weight (gram/plot[1/])		813.48	943.08	497.80

[1/]Plot size 1X10 m.

ผลผลิต

ค่าเฉลี่ยน้ำหนักและจำนวนผลของพริกในแต่ละกรรมวิธีมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ พบว่าแปลงพ่นชีวภัณฑ์ ให้น้ำหนักผลดี และจำนวนผลดี มากกว่าทั้งสองกรรมวิธีเท่ากับ 1,142.87 ก./ต้น และ 806.33 ผล/ต้น ตามลำดับ รองลงมาคือ แปลงการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี และแปลงวิถีปฏิบัติของเกษตรกร เท่ากับ 868.10 ก./ต้น, 635.67 ผล/ต้น และ 725.61 ก./ต้น, 506 ผล/ต้น ตามลำดับ **(Table 6)** ผลการศึกษานี้ค่อนข้างแตกต่างจากการศึกษาของ นุชรีย์ และ จันทร์เพ็ญ (2560) ที่พบว่าผลผลิตจากแปลงพริกที่ใช้สารเคมีมีปริมาณผลผลิตสูงกว่าชีวภัณฑ์ อย่างไรก็ตามวิธีการจัดการแปลงพริกของงานวิจัยทั้งสองเรื่องมีความแตกต่างกันทั้งในสภาพพื้นที่ ชนิด และความถี่ของชีวภัณฑ์ที่ใช้ แต่ทั้งสองงานวิจัยพบว่าผลผลิตที่ได้จากแปลงชีวภัณฑ์มีปริมาณสูงกว่าแปลง เช่นเดียวกับ บุษราคัม และคณะ (2561) ที่ได้ทำการทดสอบชีวภัณฑ์ควบคุมโรคกุ้งแห้งพริกในสภาพแปลงเกษตรกร พบว่าแปลงที่มีการใช้ชีวภัณฑ์ได้ผลผลิตมากถึง 2,393 กก. ในขณะที่แปลงที่ไม่ใช้ชีวภัณฑ์ให้ผลผลิตเพียง 838 กก. โดยแปลงที่ใช้ชีวภัณฑ์สามารถให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น 1,555 กก. ซึ่งส่งผลให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มมากขึ้น

Table 6 Fruit weight and fruit number collected from different pest control methods during 75-120 days after transplantation

Treatment	Fruits weight (gram/plant)[1/]			Fruit number (fruit/plant)		
	Undamaged fruit	Damaged fruit	Total fruit weight	Undamaged	damaged	Total fruit number
Farmer practice	725.61±54.14 C	162.12± 4.73 A	887.72±50.58 B	506.00±53.11 B	110.33±2.52 A	616.33±51.52 B
Good agricultural practice	868.10±41.21 B	125.62±6.87 B	993.72±91.42 B	635.67±67.50 B	87.33±9.50 B	723.00±93.87 AB
Bio-products	1,142.87±62.10 A	102.82±4.45 C	1,245.69±88.88 A	806.33±68.37 A	67.67±13.71 C	874.00±59.86 A
F-test	**	**	**	**	**	*
C.V. (%)	5.83	32.48	7.60	9.76	32.24	9.60

[1/] Means followed by different capital letters in the same column indicate significant differences at P<0.05

การตรวจสารพิษตกค้างในผลผลิตและสิ่งแวดล้อม

การตรวจสารพิษตกค้างในน้ำ ดิน และในผลผลิตพริก ในกรรมวิธีวิถีปฏิบัติของเกษตรกรและแปลงการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี เนื่องจากเป็นกรรมวิธีที่มีการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชโดยตรง ซึ่งสารเคมีที่ส่งตรวจสอบ คือ สารอะมิทราช และ อิมิดาโคลพริด พบเพียงสารอิมิดาโคลพริด ต่ำกว่า 0.02 มก./กก. ตกค้างภายในดินเพียงอย่างเดียว ซึ่งมีความเป็นไปได้ที่การพ่นลงบนใบพืชเพื่อกำจัดเพลี้ยไฟนั้นก่อให้เกิดความสูญเสียของสารเคมีสู่พื้นดิน เช่น การพ่นไม่โดนพืชเป้าหมาย หรือเกิดการชะล้างของฝนหรือน้ำ ซึ่งการแพร่กระจายละอองสารบนสิ่งแวดล้อมนอกเป้าหมายนั้นก่อให้เกิดสารตกค้างของสารพิษในสิ่งแวดล้อม เช่น ดิน และน้ำ ตามมา (สรพงศ์, 2553; สุธาสินี, 2558; ชิดหทัย, 2560) ขณะที่ตัวอย่างผลผลิตในกรรมวิธีวิถีปฏิบัติของเกษตรกรและแปลงการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี ไม่พบสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพริกตกค้าง **(Table 7)** ซึ่งจากการสอบถามเกษตรกร พบว่าเกษตรกรมีความถี่ในการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพริกจำนวน 5 ครั้ง ในช่วงพืชมีการเจริญเติบโตในระยะกล้าถึงระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น จึงทำให้ตรวจไม่พบสารตกค้างบนผลผลิต ขณะที่สารกำจัดวัชพืชฮาลอกซีฟอป-พี-เมทิล ไม่สามารถแสดงผลตรวจได้เนื่องจากทางห้องปฏิบัติการไม่สามารถตรวจสอบสารกลุ่มนี้ได้

Table 7 Maximum Residue Limit for pesticide in farmer practice and good agricultural practice experimental plots and environment

Sample	Analysis chemical	Results	Unit	LOD	Test Method
Water	amitraz	not detected not	µg/L	0.05	-LC-MS/MS
	imidacloprid	detected	µg/L	0.05	-LC-MS/MS
Soil	amitraz	not detected	mg/kg	0.01	-LC-MS/MS
	imidacloprid	detected <0.02	mg/kg	0.01	-LC-MS/MS
Yield [1/]	amitraz	not detected not	mg/kg	0.05	-LC-MS/MS
	imidacloprid	detected	mg/kg	0.05	-LC-MS/MS
Yield [2/]	amitraz	not detected not	mg/kg	0.05	-LC-MS/MS
	imidacloprid	detected	mg/kg	0.05	-LC-MS/MS

[1/] Farmer practice

[2/] Good agricultural practice

อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (Benefit Cost Ratio หรือ BCR)

เมื่อวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายรวมต้นทุนทุกหมวดแล้ว พบว่ากรรมวิธีชีวภัณฑ์มีค่าใช้จ่ายรวมสูงกว่ากรรมวิธีวิถีปฏิบัติของเกษตรกรและกรรมวิธีการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี ถึง 30,140.60 บาท และ 29,654.20 บาท ตามลำดับ ค่าใช้จ่ายส่วนใหญ่จะเป็นค่าชีวภัณฑ์

เชื้อราขาวบิวเวอร์เรีย จำนวน 24,960 บาท (พ่น 26 ครั้ง) และสารกำจัดวัชพืชชีวภาพ 4,800 บาท เนื่องจากพื้นที่แปลงทดสอบเป็นพื้นที่ที่มีการระบาดของแมลงศัตรูพริกอย่างรุนแรงมาก ทำให้ต้องเพิ่มจำนวนครั้งในการพ่นถึงจะทำให้ระดับประชากรแมลงต่ำเทียบเท่าแปลงพ่นสารเคมี ขณะที่ต้นทุนการผลิตสารกำจัดวัชพืชยังสูงเนื่องจากกำลังการผลิตยังอยู่ในระดับห้องปฏิบัติการ ขณะที่ผลผลิตในกรรมวิธีชีวภัณฑ์มีมากกว่ากรรมวิธีวิถีปฏิบัติของเกษตรกร และกรรมวิธีการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีที่ 50.07 และ 32.97 กก. ซึ่งราคาซื้อพริกในกรรมวิธีนี้จะแตกต่างจากพริกในกรรมวิธีชีวภัณฑ์อยู่ที่ 60 บาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2565) เนื่องจากพริกในกรรมวิธีชีวภัณฑ์นั้นผลิตโดยไม่ใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช ถึงแม้ว่าผลผลิตและราคาขายพริกในกรรมวิธีชีวภัณฑ์จะสูงกว่าทั้งสองกรรมวิธี แต่พบว่ายังขาดทุนถึง 15,265.40 บาท และมีค่าผลตอบแทนการลงทุนเพียง 0.52 เท่า ส่วนกรรมวิธีการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีได้กำไรสุทธิ 4,182.20 บาท และมีค่าผลตอบแทนการลงทุน 3.02 เท่า ส่วนในกรรมวิธีวิถีปฏิบัติของเกษตรกรมีค่าใช้จ่ายรวมในการปลูกพริกน้อยที่สุด 1,581.60 บาท แต่ให้ผลผลิตต่ำกว่าทั้งสองกรรมวิธี คือ 87.07 กก. ทำให้ได้กำไรสุทธิ 3,642.60 บาท และมีค่าผลตอบแทนการลงทุน 3.30 เท่า **(Table 8)** ผลการศึกษานี้มีความใกล้เคียงกับการศึกษาของ Neelofor and Kumar (2022) พบว่าวิธีการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพริก ให้ผลตอบแทนต่อต้นทุนสูงกว่าการใช้สารสกัดจากพืช และกรรมวิธีควบคุม ทั้งนี้ราคาชีวภัณฑ์ที่ใช้มีต้นทุนค่อนข้างสูง หากลดต้นทุนการผลิตอาจส่งผลให้กำไรเพิ่มมากขึ้น เมื่อผู้วิจัยวิเคราะห์ราคาสารชีวภัณฑ์ที่มีจำหน่ายในท้องตลาดเพื่อวิเคราะห์ค่า BCR ใหม่ พบว่าต้นทุนในส่วนของชีวภัณฑ์เชื้อราขาวที่ทางศูนย์ฯ ผลิตเองเท่ากับ 24,960 บาท (ผสมน้ำ 208 ลิตร พ่นได้ 26 ครั้ง) เมื่อเปรียบเทียบกับที่มีจำหน่ายในท้องตลาดจะลดลงเหลือเพียง 100 บาท (ผสมน้ำ 200 ลิตร พ่นได้ 26 ครั้ง) ส่งผลให้ค่า BCR มีค่าเท่ากับ 2.40 ซึ่งเกษตรกรสามารถได้ผลประโยชน์

Table 8 Benefit Cost Ratio from different pest control methods

Treatment	Cost (Baht/40 m^2)			
	1[1/]	**2**[2/]	**3**[3/]	**4**[4/]
Seedling (160 plants/plots X 0.88 baht)	140.80	140.80	140.80	140.80
Tillage	230	230	230	230
Fertilizer	20	80	80	80
Weeding labour (300 baht x 3 times)	-	900	900	-
Product of *Beauveria* sp. (960 baht x 26 times)	-	-	-	100
Product of *Steinernema siamkayai* (100 baht x 4 times)	-	-	400	400
Product of BioSurMg (400 baht/liter x 4 liter/time x 3 times)	-	-	-	4,800
Product of *Bacillus* spp. (25 baht x 1 time)	-	-	-	25
Product of *Pichia guilliermondii* (32 baht x 1 time)	-	-	32	32
Product of *Bacillus subtilis* SK1-3 (160 baht/packet x 3 packets x 1 time)	-	-	-	480
Product of B-mix (*B. megaterium* SKN2-2, *B. choshinesis* UBN11-2, *B. thuringiesis* SKT 29-5) (160 baht/packet x 3 packets x 1 time)	-	-	-	480
Product of *Trichoderma harzianum* UB01 (20 baht x 2 times)	-	-	-	40
Neem Extract (6.8 baht x 8 times)	-	-	54.4	54.4
Insecticide (imidacloprid) (20 baht x 5 times)	-	100	100	-
Insecticide (amitraz) (11 baht x 1 time)	-	11	11	-
Herbicide (haloxyfop-p-methyl) (60 baht x 2 times)	-	120	120	-
Total (C)	390.80	1,581.80	2,068.20	6,862.20
Yield (kg)	0[5/]	87.07	104.17	137.14
Income (B)[6/]	0	5,224.20	6,250.20	16,456.80
Net profit	0	3,642.40	4,182	9,594.60
Net loss	-390.80	-	-	-
Benefit Cost (B/C)	-	3.30	3.02	2.40

[1/] No pest management (Control), [2/] Farmer practice, [3/] Good agricultural practice, [4/] Bio-products

[5/] Unable to harvest crop before mature [6/] Selling price for treatment 2 and 3 = 60 baht/kg but for treatment 4 = 120 baht/kg

สรุป

แปลงที่มีการใช้ชีวภัณฑ์อย่างต่อเนื่องให้ผลในการควบคุมศัตรูพืช ผลผลิตต่อต้น และการตกค้างของสารพิษในสิ่งแวดล้อมได้ดีกว่าแปลงที่มีการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชเพียงอย่างเดียว แต่เนื่องจากชีวภัณฑ์ที่ใช้ในโครงการยังอยู่ในรูปแบบการผลิตในระดับห้องปฏิบัติการ ทำให้ต้นทุนในส่วนนี้ค่อนข้างสูง หากสามารถผลิตในเชิงอุตสาหกรรมได้ ต้นทุนในการผลิตจะลดลง นอกจากนี้ยังพบว่าถึงแม้การใช้ชีวภัณฑ์จะได้ผลดีเมื่อเทียบกับการใช้สารเคมีเพียงอย่างเดียว แต่เนื่องจากแปลงพริกในพื้นที่จังหวัดขอนแก่น มีพื้นที่ปลูกติดต่อกันขนาดใหญ่ และเป็นแหล่งรังโรคและแมลง ทำให้การใช้ชีวภัณฑ์มีความถี่สูงขึ้น ดังนั้นข้อเสนอแนะจากโครงการคือ ในกรณีที่เกษตรกรต้องการผลิตพริกปลอดภัยจากสารเคมี การใช้สารเคมีในช่วงระยะเจริญเติบโตทางลำต้น และปรับเปลี่ยนมาใช้ชีวภัณฑ์ในช่วงติดดอกเป็นต้นไป หรือที่เรียกว่าการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีจะสามารถช่วงลดต้นทุนการผลิตลง และยังลดสารพิษตกค้างในผลผลิตได้อีกด้วย ขณะที่เกษตรกรที่ต้องการผลิตพริกอินทรีย์ การใช้ชีวภัณฑ์ตลอดทั้งฤดูกาลมีความเป็นไปได้ในการป้องกันกำจัดศัตรูพริก ซึ่งการใช้ชีวภัณฑ์ที่ต้นทุนถูกแต่ยังคงประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดเป็นทางเลือกที่ดีที่สุด

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ ศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี และศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ ภาคเหนือตอนล่าง มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่สนับสนุนชีวภัณฑ์ในการศึกษาครั้งนี้และขอขอบคุณสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ที่สนับสนุนทุนอุดหนุนการวิจัยและนวัตกรรม ภายใต้แผนงานการบูรณาการการจัดการศัตรูพืชโดยชีววิธี ประจำปี 2565 โครงการดังกล่าวได้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการกำกับดูแลการดำเนินการต่อสัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น (รหัสโครงการเลขที่ จส.มข. 85/66)

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2564. รายงานข้อมูลภาวะการผลิตพืชจำแนกตามชนิดพืช/แมลง. แหล่งข้อมูล: https://www.production.doae.go.th/service/data-state-product/index. ค้นเมื่อ 1 มีนาคม 2565.

กอบเกียรติ บันสิทธ์, ปิยรัตน์ เขียนมีสุข, สมศักดิ์ ศิริพลตั้งมั่น, อุทัย เกตุนุติ, ลักษณา วรรณภีร์, สังคม ประสมทอง และนิรันดร์ ทองพันธุ์. 2540. การป้องกันกำจัดศัตรูพริกโดยวิธีผสมผสาน. 62-69. ในเอกสารวิชาการการป้องกันกำจัดศัตรูพืชโดยวิธีผสมผสาน. กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

จันทร์เพ็ญ ชาดาเม็ก. 2555. การควบคุมเพลี้ยไฟ และไรขาว พริกโดยไม่ใช้สารเคมี. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น.

จันทร์เพ็ญ ชาดาเม็ก และนุชรีย์ ศิริ. 2556. ประสิทธิภาพการ ทำลายเหยื่อของไรตัวห้ำ *Amblyseius cinctus* ต่อ ไรขาว และแมลงช้างปีกใส *Mallada basalis* ต่อเพลี้ยไฟบนต้นพริก. ใน การประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 11 “อารักขาพืชไทย ก้าวไกลในประชาคมอาเซียน” ในวันที่ 26–28 พฤศจิกายน 2556. โรงแรมเซ็นทาราคอนเวนชันเซ็นเตอร์, ขอนแก่น.

ชิดหทัย เพชรช่วย. 2560. สถานการณ์การใช้สารเคมีการเกษตรบริเวณภูมิภาคลุ่มน้ำโขงตอนล่าง. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. 19(1): 111-122.

นุชรีย์ ศิริ, จุรีรัตน์ รัตนทิพย์ และอโนทัย วิงสระน้อย. 2553. ศัตรูพริกและศัตรูธรรมชาติ. แก่นเกษตร. 38: 1-2.

นุชรีย์ ศิริ และจันทร์เพ็ญ ชาดาเม็ก. 2560. การควบคุมเพลี้ยไฟและไรขาวในพริกสองพันธุ์. แก่นเกษตร. 45(1): 461-467.

นุชนารถ ตั้งจิตสมคิด. 2550. การควบคุมโรคราก่ปมในพริก. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

บุษราคัม อุดมศักดิ์, ณัฏฐิมา โฆษิตเจริญกุล, วิไลวรรณ พรหมคำ, สุรีย์พร บัวอาจ, บูรณี พั่ววงษ์แพทย์, รุ่งนภา ทองเครั่ง, นพวรรณ นิลสุวรรณ, ฐปนีย์ ทองบุญ, กิรนันท์ เหมาะประมาณ, ไพบูรณ์ เปรียบยิ่ง, วราภรณ์ อุดมดี และรสสุคนธ์ รุ่งแจ้ง. 2561. ชีวภัณฑ์บีเอสควบคุมโรคกุ้งแห้งพริกสู่การใช้ประโยชน์เพื่อเพิ่มผลผลิตพริก. ผลงานวิจัยดีเด่น กรมวิชาการเกษตร ประจำปี 2561. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงแกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

พัชรา วงษ์คำอุด. 2559. การควบคุมไรขาว *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) และเพลี้ยไฟ *Scirtothrips dorsalis* Hood โดยชีววิธีตามระดับการหงิกในพริก 4 พันธุ์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น.

ภานุพงศ์ แสนบุดดา. 2560. ประสิทธิภาพการใช้ไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงในการควบคุมแมลงวันทองพริก (*Bactrocera latifrons* Hendel). วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชากีฏวิทยา. มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น.

ภูพิงค์ ต๊ะอุ่น. 2564. ประสิทธิภาพของไส้เดือนฝอยก่อโรคแก่แมลงและการบูรณาการการใช้ร่วมกับชีวภัณฑ์เพื่อควบคุมแมลงวันพริก (*Bactrocera latifrons*) ในเนื้อดินต่างชนิด. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชากีฏวิทยาและโรคพืชวิทยา. มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น.

มานิตา คงชื่นสิน, วัฒนา จารณศรี, เทวินทร์ กุลปิยะวัฒน์, พอเชฐ เชาวน์วัฒนวงศ์ และพลอยชมพู กรวิภาสเรือง. 2550. เขตกากรแพร่กระจาย ชีวประวัติ และประสิทธิภาพของไรตัวห้ำ *Amblyseius cintus* Corpuz and Rimando. ใน การประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 10 ในวันที่ 20 -22 พฤศจิกายน 2550. โรงแรมอัมรินทร์ลากูล, พิษณุโลก.

เริงฤทธิ์ สัปปพันธ์. 2556. คู่มืออาหารเสริมฉบับสมบูรณ์. สำนักพิมพ์ เอ็มไอเอส, กรุงเทพฯ.

วีระ ภาคอุทัย, ไพฑูรย์ คัชมาตย์, ธนาภรณ์ กระสวยทอง และพรทิพย์ แพงจันทร์. 2553. การจัดการห่วงโซ่อุปทานพริกปลอดภัย. โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา, ขอนแก่น.

สืบศักดิ์ สนธิรัตน. 2528. ไส้เดือนฝอยศัตรูพืช. ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

สรพงค์ เบญจศรี. 2553. เกษตรอินทรีย์ในประเทศไทย. วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ. 13(1): 78-88.

สุธาสินี อังสูงเนิน. 2558. ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชียฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 9(1): 50-63.

สุพัตรา คำเรียง, สังวาล สมบูรณ์, สุวิตา แสไพศาล และยุวดี ชูประภาวรรณ. 2565. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ การพัฒนาชีวภัณฑ์และประยุกต์ใช้จุลินทรีย์ปฏิปักษ์ควบคุมศัตรูพริกในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง ประจำปีงบประมาณ 2565.

สุรีย์พร บัวอาจ, บุษราคัม อุดมศักดิ์, ไตรเดช ข่ายทอง, สมชัย สุวงศ์ศักดิ์ศรี, วราภรณ์ อุดมดี และพเยาว์ พรหม พันธุ์ใจ. 2562. ทดสอบเทคโนโลยีการใช้ก้อนเชื้อเห็ดเรืองแสงสิรินรัศมี *Neonothopanus nambi* (Speg.) R.H. Petersen & Krisai ควบคุมโรครากปมในแปลงพริก. ผลงานวิจัยประจำปี 2562 เล่มที่ 2 สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช เอกสารวิชาการเลขที่ 2/2563. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ หน้า 631.

สำนักงานเกษตรจังหวัดขอนแก่น. 2564. รายงานสรุปข้อมูลภาวะการผลิตพืช พืชอายุสั้น (รต.01) กลุ่มพืชผัก ชนิด ทั้งหมด พันธุ์ ทั้งหมด จังหวัด ขอนแก่น. แหล่งข้อมูล: http://www.khonkaen.doae.go.th/upload/photo/data/20220128103629hxykmd3o.pdf. ค้นเมื่อ 1 มีนาคม 2565.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2563. การนำเข้าและส่งออกสินค้าสำคัญ. แหล่งข้อมูล: http://www.oae.go.th/oae_report/expore_import/export.php. ค้นเมื่อ 5 กุมภาพันธ์ 2564.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2565. ข้อมูลราคาสินค้าเกษตร. แหล่งข้อมูล: https://www.nabc.go.th/. ค้นเมื่อ 1 พฤศจิกายน 2565.

หงส์ฟ้า แซ่เตี้ยง, นริศ ท้าวจันทร์ และอนุชิต ชินาจริยวงศ์. 2557. ผลของเชื้อรา *Metarhizium anisopliae* PSUM02 ต่อแมลงวันทองพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) (Diptera: Tephritidae) ระยะตัว หนอน ดักแด้ และตัวเต็มวัย ในสภาพห้องปฏิบัติการ. วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์. 1: 48-53.

Al-Zyoud, F. 2008. Biology and predation potential of the Indian ladybird *Serangium montazerii* on *Bemisia tabaci*. Jordan Journal of Agricultural Sciences. 4(1): 26-40.

Asiimwe, P., S. J. Ecaat, M. H. Otim, D. Gerling, S. Kyamanywa, and J. P. Legg. 2007. Life-table analysis of mortality factors affecting populations of *Bemisia tabaci* on cassava in Uganda. Entomologia experimentalis et Applicata. 122(1): 37-44.

Azaizeh, H., G. Gindin, O. Said, and I. Barash. 2002. Biological control of the western flower thrips *Frankliniella occidentalis* in cucumber using the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae*. Phytoparasitica. 30(1): 18-24.

Brownbridge, M. 1995. Prospects for mycopathogens in thrips management. In Thrips Biology and Management. Plenum Press, New York. 276: 281-295.

Kutuk, H., A. Yigit, and O. Alaoglu. The effect of season on the levels of predation by the ladybird *Serangium parcesetosum* Sicard (Coleoptera: Coccinellidae) on the cotton whitefly *Bemisia tabaci* (Genn.) (Homoptera: Aleyrodidae), a serious pest of eggplants. Journal of Pest Science. 81: 207–212.

Neelofor, S. B., and A. Kumar. 2022. Comparitive efficacy and cost benefit ratio of selected insecticides and biopesticides against chilli Thrips. The Phama Innovention Journal. 11: 250-253.

Simmons, A. M., and S. Abd-Rabou. 2005. Population of the sweetpotato whitefly in response to different rates of three sulfur-containing fertilizers on ten vegetable crops. Journal of Vegetable Science. 15: 57-70.

Stansly, P. A., J. Calvo, and A. Urbaneja. 2005. Release rates for control of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) biotype "Q" with *Eretmocerus mundus* (Hymenoptera: Aphelinidae) in greenhouse tomato and pepper. Biological Control. 35(2): 124-133.

Statistix 10 software. 2018. An analytical software of statistix 10. Tallahassee: Analytical Software.

Ta-oun, P., R-U. Ehlers, and P. Nimkingrat. 2022. Effects of soil texture and moisture on the host searching abilities of *Steinernema siamkayai* against *Bactrocera latifrons*. Nematology. 1-12.

Tyšer, L., M. Kolář̌ová, O. Tulačka, and P. Hamouz. 2021. Weed vegetation in conventional and organic farming in West Bohemia (Czech Republic). Plant Soil and Environment. 67(7): 376–382.

Vestergaard, S., A. T. Gilliespie, T. M. Butt, G. Schreiter, and J. Eilenberg. 1995. Pathogenicity of the hyphomycetes fungi *Verticillium lecanii* and *Metarhizium anisopliae* to the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*. Biocontrol Science and Technology. 5: 185- 192.