รายงานผลการดำเนินงาน
ปีงบประมาณ 2560

โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ
สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี
สนองพระราชดำริโดย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เรื่อง
การอนุรักษ์และเพิ่มจำนวนสัตว์ขาปล้องที่เป็นประโยชน์ทางการเกษตร

ผู้รับผิดชอบโครงการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชัชวาล ใจซื่อกุล
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายงานผลการดำเนินงานฉบับสมบูรณ์
ทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณแผ่นดินปี 2560

การอนุรักษ์พันธุกรรมความหลากหลายทางชีวภาพ
อันเนื่องมาจากพระราชดำริ
สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี

เรื่อง

การอนุรักษ์และเพิ่มจำนวนสัตว์ขาปล้องที่เป็นประโยชน์ทางการเกษตร

คณะผู้ดำเนินงาน

ผศ.ดร. ชัชวาล ใจซื่อกุล

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดิน การอนุรักษ์พันธุกรรมความหลากหลายทางชีวภาพ อันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (อพ.สธ.จฬ.) ประจำปีงบประมาณ 2560 คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ที่ให้การสนับสนุนและอำนวยความสะดวกในการทำงานวิจัยในพื้นที่ อพ.สธ. ขอขอบคุณศูนย์เครือข่ายการเรียนรู้เพื่อภูมิภาคแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ขอขอบคุณภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และผู้ร่วมงานทุกท่านที่ได้ให้ความร่วมมือในการปฏิบัติงานภาคสนามมาเป็นอย่างดี

บทคัดย่อ

การศึกษาความหลากหลายของแมลงและสัตว์ขาปล้องที่เกี่ยวข้องกับการเกษตรและพื้นที่รอบข้าง ในพื้นที่โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ได้ดำเนินการโดยการสำรวจชนิดและปริมาณของแมลงศัตรูพืชและแมลงที่เป็นประโยชน์ในแปลงพืชปลูกต่างๆในพื้นที่แก่งคอย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ตำบลชำผักแพว อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี ระหว่าง มกราคม 2560 ถึง มิถุนายน 2560 โดยใช้การจับด้วยมือและการใช้ beating sheet สัตว์ขาปล้องที่เป็นประโยชน์ทางการเกษตรส่วนใหญ่เป็นผู้ล่าในกลุ่มแมงมุมและด้วง ซึ่งน่าจะกินเพลี้ยกระโดดและเพลี้ยอ่อนพืชในระยะแรกของการปลูกพืช

คำสำคัญ การควบคุมโดยชีววิธี การอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ แปลงพืชเพื่อการอนุรักษ์แมลงศัตรูพืช สัตว์ขาปล้องที่เป็นประโยชน์ ตัวชี้วัดทางชีวภาพ

Abstract

Diversity of insects and related arthropods in relation to agricultural area and adjacent area in the area of Royal Plant Diversity Program under the patronage of Princess Mahachakri Sirindhorn has been conducted using hand collecting and beating sheet from January 2017 to June 2017. The preliminary result showed that beneficial arthropods in the area were dominated by spiders and predatory beetles, possibly fed on aphids and leafhoppers infested young plants.

Keyword: biological control, biodiversity conservation, conservation patch, insect pests, beneficial arthropods, bioindicators

สารบัญเรื่อง

ชื่อเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างสัตว์ขาปล้องในระบบนิเวศการเกษตรและพื้นที่รอบข้างในพื้นที่ อพ.สธ.

กิตติกรรมประกาศ..... i
บทคัดย่อภาษาไทย..... ii
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... ii
สารบัญเรื่อง..... iii
สารบัญตาราง..... iv
สารบัญภาพ..... v
บทนำ 6
วัตถุประสงค์ของโครงการ..... 8
วิธีดำเนินการศึกษา และแผนการปฏิบัติงาน..... 8
ผลการดำเนินงาน..... 11
สรุปและวิจารณ์ผล..... 10
เอกสารอ้างอิง..... 14

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1 แผนการปฏิบัติงาน.....8

สารบัญภาพ

ภาพที่ 1 ต้นอ่อนของถั่วฝักยาวที่ใช้ในการศึกษา.....9
ภาพที่ 2 แปลงศึกษาในการปลูกพืชเพื่อเป็นอาหารและที่อยู่อาศัยของสัตว์ขาปล้องที่เป็นประโยชน์.....9
ภาพที่ 3 สัตว์ขาปล้องผู้ล่ากลุ่มเด่นที่พบในพื้นที่ศึกษา.....12
ภาพที่ 4 จำนวนเพลี้ยอ่อนถั่ว *Aphis craccivora* ที่พบในแปลงปลูกถั่วฝักยาว.....13
ภาพที่ 5 ด้วงเต่าผู้ล่าของเพลี้ยอ่อน ด้วงเต่าปีกลายหยัก *Coccinella sexmaculatus* และด้วงเต่าปีกลายสมอ *Coccinella transversalis* ที่พบในแปลงปลูกถั่วฝักยาว
.....13

ชื่อเรื่อง ภาษาไทย การอนุรักษ์และเพิ่มจำนวนสัตว์ขาปล้องที่เป็นประโยชน์ทางการเกษตร

ภาษาอังกฤษ Conservation and proliferation of agriculturally beneficial arthropods

บทนำ

สัตว์ขาปล้องในระบบนิเวศการเกษตรมีบทบาทต่างๆทั้งในฐานะที่เป็นศัตรูพืชศัตรูสัตว์ เป็นผู้ล่า ผู้กินซาก แต่สิ่งมีชีวิตเหล่านี้ได้รับผลกระทบจากการรบกวนและแทนที่เชิงนิเวศสูง เนื่องจากระบบนิเวศการเกษตรเป็นระบบนิเวศที่มีการรบกวนมากว่าระบบนิเวศอื่นๆเรื่องจากการจัดการของมนุษย์ เช่น การใช้สารเคมี การเผา การตัด การไถ การเก็บเกี่ยว เป็นต้น ดังนั้นระบบนิเวศการเกษตรจึงอยู่ในสภาวะที่เกิดการแทนที่ของสังคมสิ่งมีชีวิตต่างๆอยู่ตลอดเวลา โดยเฉพาะการแทนที่ในระยะแรกและสมดุลของระบบนิเวศการเกษตรอยู่ในสภาพสมดุลทางเลือกที่มีการเปลี่ยนแปลงเพื่อเข้าสู่สมดุลหลายสภาวะ เช่น การเข้าแทนที่โดยวัชพืช เช่น หญ้าคา หรือสาบเสือ เป็นต้น ทำให้เกษตรกรต้องใช้วิธีการควบคุมต่างๆเช่น การใช้สารเคมีกำจัดวัชพืช การตัด การเผา เป็นต้น อย่างไรก็ดีวัชพืชเหล่านี้ยังมีบทบาทอื่นที่สำคัญคือการทำหน้าที่เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยทั้งบนพืชและในดินให้กับสัตว์ขาปล้องประโยชน์ นอกจากนี้พืชล้อมและพืชหมุนเวียนต่างๆก็มีบทบาทเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยให้กับสัตว์ขาปล้องที่เป็นประโยชน์เช่นเดียวกับวัชพืชเหล่านี้ บทบาทของการจัดการพื้นที่เกษตรและพื้นที่รอบข้างจะช่วยเพิ่มสัตว์ขาปล้องที่เป็นประโยชน์ ลดต้นทุนทางเศรษฐกิจและต้นทุนทางสิ่งแวดล้อมจากการจัดการที่มีการรบกวนระบบนิเวศสูงได้

การที่จะเพิ่มจำนวนจำนวนสัตว์ขาปล้องที่เป็นประโยชน์สามารถทำได้โดยการอนุรักษ์และปรับสภาพปัจจัยกายภาพและชีวภาพของพื้นที่เกษตรและพื้นที่รอบข้างให้เหมาสมและยั่งยืน ซึ่งจะมีต้นทุนและการจัดการที่น้อยกว่าการเพาะเลี้ยงสัตว์ขาปล้องที่เป็นประโยชน์ในโรงเรือนที่เกษตรกรอาจนำไปใช้ได้ลำบากกว่า ดังนั้นควรต้องมีการศึกษาสังคมสัตว์ขาปล้อง ปัจจัยชีวภาพและกายภาพที่เหมาะสม เพื่อนำไปสร้างเป็นต้นแบบการอนุรักษ์และเพิ่มจำนวนสัตว์ขาปล้องที่เป็นประโยชน์ในพื้นที่เกษตรและพื้นที่รอบข้าง เพื่อเกษตรกรและเยาวชนจะได้ศึกษาและนำไปประยุกต์ใช้ต่อไปเพื่อลดต้นทุนทางเศรษฐกิจและต้นทุนทางสิ่งแวดล้อม

เนื่องจากแมลงและสัตว์ขาปล้องต่างๆเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีความหลากหลายทางชีวภาพสูงและมีบทบาทที่สำคัญต่อระบบนิเวศโดยเป็นทั้งผู้กินพืช ผู้ล่า ปรสิต ผู้กินซาก และผู้ผสมเกสร มีความเกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิตต่างๆในระบบนิเวศรวมถึงมีความสำคัญต่อมนุษย์ในด้านทรัพยากรธรรมชาติและเศรษฐกิจ (Hughes et al. 2000) ความหลากหลายทางชีวภาพในระบบนิเวศเกษตรมีความเชื่อมโยงกับบทบาทและหน้าที่ในระบบนิเวศโดยเฉพาะความเชื่อมโยงกับการจัดการศัตรูพืช ซึ่งการเกษตรในปัจจุบันมีการใช้สารเคมีการเกษตรต่างๆในปริมาณมาก การใช้สารเคมีเพื่อควบคุมแมลงศัตรูทางการเกษตรมีผลกระทบต่อสุขภาพของเกษตรกรและผู้บริโภค รวมทั้งยังมีผลกระทบต่อความหลากหลายทางชีวภาพและสภาพแวดล้อมในระบบนิเวศเกษตรและระบบนิเวศข้างเคียงอื่นๆ (Norris and Kogan, 2004) การปลูกพืชโดยเฉพาะผักและผลไม้มีปัญหาจากทั้งแมลงศัตรูพืช ทำให้การใช้สารเคมีเป็นทางเลือกหลักของเกษตรกรเนื่องจากใช้ได้ง่าย ใช้แรงงานน้อย และเห็นผลรวดเร็ว โดยราคาของสารเคมีสามารถถูกชดเชยด้วยผลกำไรที่เพิ่มขึ้นมาจากปริมาณและความสวยงามของผลผลิต

นอกจากนี้ผลกระทบต่อสุขภาพของเกษตรกรและผู้บริโภครวมทั้งสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะการพัฒนาการต่อต้านสารเคมีในแมลงและวัชพืช ยังไม่สามารถสังเกตหรือประสบด้วยระยะเวลาอันใกล้ สาเหตุอื่นที่เกษตรกรส่วนใหญ่เลือกใช้สารเคมีเนื่องจากวิธีการทางเลือกอื่นๆยังไม่เป็นที่รู้จักหรือยังไม่ได้ผลชัดเจนเช่น

การใช้สารเคมี อย่างไรก็ดีได้มีการส่งเสริมการใช้การควบคุมโดยชีววิธีในประเทศไทย แต่ส่วนมากเป็นการนำเข้าแมลงตัวห้ำหรือแตนเบียนจากถิ่นอื่นมาใช้ควบคุมโดยการเพิ่มจำนวนในปริมาณมากแล้วปล่อยเพื่อควบคุม (กรมส่งเสริมการเกษตร. 2550)

การเพิ่มจำนวนสัตว์ขาปล้องที่เป็นประโยชน์สามารถทำได้ผ่านการปลูกพืชหมุนเวียน (rotational crop) พืชปลูกคั่น (intercropping) การปลูกพืชที่มีความหลากหลาย (polyculture) โดยพืชเหล่านี้ทำหน้าที่เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยและอาหารให้กับสัตว์ขาปล้องที่เป็นประโยชน์ (HansPetersen et al. 2010, Iverson et al. 2014) ซึ่งพืชเหล่านี้อาจเป็นพืชปลูกหรือพืชที่จัดว่าเป็นวัชพืชในแปลงแต่อยู่นอกแปลงปลูกก็ได้ (Chaisuekul et al. 2007) พืชส่วนใหญ่ที่ใช้ปลูกจะเป็นในวงศ์ถั่วซึ่งจะมีบทบาทในการอนุรักษ์สัตว์ขาปล้องที่เป็นประโยชน์และเพิ่มธาตุอาหารในดินโดยเฉพาะไนโตรเจนอีกประการหนึ่ง การที่จะอนุรักษ์และเพิ่มจำนวนสัตว์ขาปล้องที่เป็นประโยชน์โดยเฉพาะกลุ่มผู้ล่าจำเป็นต้องมีการประเมินถึงแหล่งอาหารและที่หลบภัยว่ามีสม่ำเสมอตลอดทั้งปีหรือไม่ (Macfadyen et al. 2015) การเพิ่มอาหารเสริม เช่น เกสรดอกไม้ น้ำหวาน เป็นต้น โดยตรงหรือจากการปลูกพืชที่เป็นแหล่งให้เกสรดอกไม้และน้ำหวานให้กับสัตว์ขาปล้องที่เป็นประโยชน์ก็จะช่วยเพิ่มจำนวนสัตว์ขาปล้องเหล่านี้ได้ (van Rijn and Wackers 2016) อย่างไรก็ดีการเพิ่มอาหารเสริมเหล่านี้อาจมีผลเชิงลบจากการช่วยเพิ่มศัตรูพืช เช่น ไร และเพลี้ยไฟ เป็นต้น (Leman and Messelink 2015) ดังนั้นการจะเพิ่มสัตว์ขาปล้องที่เป็นประโยชน์ด้วยกลไกดๆก็ตามควรต้องมีข้อมูลประกอบทั้งผลบวกและผลลบข้อมูลของสัตว์ขาปล้องทั้งที่เป็นศัตรูพืชและที่เป็นประโยชน์ที่มีอยู่แล้วในพื้นที่เกษตรและพื้นที่ข้างเคียงจึงเป็นข้อมูลที่สำคัญซึ่งจะช่วยในการลดการใช้สารเคมีของเกษตรกรได้ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนทางเศรษฐกิจและต้นทุนทางสุขภาพต่อเกษตรกรและชุมชนได้ รวมทั้งช่วยในการติดตามผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการจัดการแมลงศัตรูพืชผ่านทางตัวชี้วัดทางชีวภาพ

วัตถุประสงค์ของโครงการ

1 เพื่อศึกษาสังคมสัตว์ขาปล้องในพื้นที่การเกษตรและพื้นที่รอบข้าง ในพื้นที่โครงการอพ.สธ. ศูนย์คลองไผ่ อ.สีคิ้ว จ.นครราชสีมา และพื้นที่โครงการอพ.สธ.จพ. (ต.ไหล่น่าน อ.เวียงสา จ.น่าน และ ต.ชำผักแพว อ.แก่งคอย จ.สระบุรี)

2 เพื่อศึกษาปัจจัยชีวภาพและกายภาพที่ช่วยในการอนุรักษ์และเพิ่มจำนวนสัตว์ขาปล้องที่เป็นประโยชน์ในพื้นที่การเกษตรและพื้นที่รอบข้าง ในพื้นที่โครงการอพ.สธ. ศูนย์คลองไผ่ อ.สีคิ้ว จ.นครราชสีมา และพื้นที่โครงการอพ.สธ.จพ. (ต.ไหล่น่าน อ.เวียงสา จ.น่าน และ ต.ชำผักแพว อ.แก่งคอย จ.สระบุรี)

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ข้อมูลความสัมพันธ์ของสัตว์ขาปล้องในพื้นที่โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริฯ เพื่อนำไปใช้อนุรักษ์และเพิ่มจำนวนสัตว์ขาปล้องที่เป็นประโยชน์

วิธีดำเนินการศึกษา และแผนการปฏิบัติงาน

พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาประกอบด้วยแปลงปลูกพืชอินทรีย์ขนาดประมาณ 10,000 ตารางเมตร ซึ่งปลูกพืชต่างๆ เช่น ชมจันทร์ ถั่วพู หม่อน กวางตุ้ง กล้วย เป็นต้น ล้อมรอบด้วยบริเวณที่ปลูกป่าไม้วงศ์ยางนาที่ใส่เชื้อราไมคอร์ไรซา พืชที่ปลูกเช่น ถั่วฝักยาว เสาวรส เป็นต้น (ภาพที่ 1) จะทำการปลูกในกระถางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 เซนติเมตรเป็นกลุ่ม 4 กระถาง ในพื้นที่ 1 ตารางเมตร (ภาพที่ 2) จำนวน 24 กระถาง ในพื้นที่แก่งคอย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ตำบลชำผักแพว อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี

การสำรวจและการจำแนกสัตว์ขาปล้อง

ทำการเก็บตัวอย่างสัตว์ขาปล้องในพืชต่างๆทั้งที่ขึ้นตามธรรมชาติและที่ปลูกไว้ โดยใช้การจับด้วยปากคีบหรือมือ beating sheet ในพืชแต่ละชนิดโดยทำการเก็บตัวอย่าง 3 จุด ในแต่ละกลุ่มกระถางในพื้นที่ 1 ตารางเมตร และใช้เวลา 5 นาที สำหรับพื้นที่ 1 ตารางเมตร ตัวอย่างที่ได้ถูกเก็บในเอธานอล 70% ก่อนนำไปจำแนกระดับวงศ์ ชนิดหรือชนิดเชิงสัณฐาน (morphospecies) และกลุ่มเชิงนิเวศ เช่น กินพืชปากแบบกัดแทะ กินพืชปากแบบเจาะดูด ผู้ล่า ผู้กินซาก เป็นต้น

ตารางที่ 1 แผนการปฏิบัติงาน

กิจกรรม	ปีที่ 1		ผลงานที่คาดว่าจะได้รับ
	เดือนที่ 1-6	เดือนที่ 6-12	
เก็บตัวอย่างสัตว์ขาปล้องในพื้นที่ศึกษา	X	X	ตัวอย่างสัตว์ขาปล้อง
จำแนกสัตว์ขาปล้องและวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์	X	X	ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างแมลงผู้ล่าและแมลงศัตรูพืช

ภาพที่ 1 ต้นอ่อนของถั่วฝักยาวที่ใช้ในการศึกษา

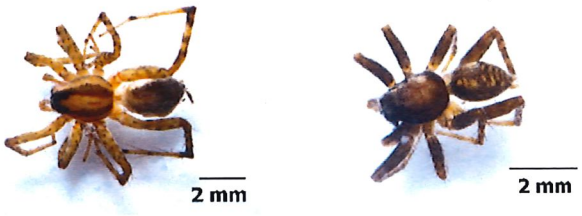
ภาพที่ 2 แปลงศึกษาในการปลูกพืชเพื่อเป็นอาหารและที่อยู่อาศัยของสัตว์ขาปล้องที่เป็นประโยชน์

ผลการดำเนินงาน

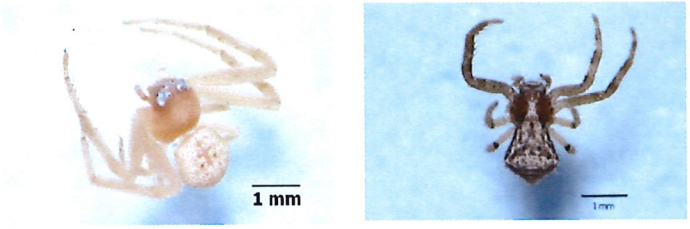
การสำรวจสัตว์ขาปล้องที่เป็นประโยชน์ที่พบส่วนใหญ่จะเป็นผู้ล่าที่ประกอบโดยมากด้วย ด้วงเต่า ด้วงดิน แมงมุมต่างๆ (ภาพที่ 3) ในขณะที่แมลงกินพืชส่วนใหญ่จะเป็นเพลี้ยกระโดดและเพลี้ยอ่อน หนอนผีเสื้อพบได้น้อย แมลงพาหะถ่ายเรณูไม่พบมากเนื่องจากยังไม่ถึงระยะดอก มดที่บางชนิดเป็นผู้ล่าสามารถพบได้แต่อาจจะเป็นกลุ่มที่เป็นทั้งผู้ล่าและผู้กินน้ำหวานจากเพลี้ย เพลี้ยอ่อนที่พบในแปลงถั่วฝักยาวส่วนใหญ่เป็นเพลี้ยอ่อนถั่ว *Aphis craccivora* โดยเริ่มพบในสัปดาห์ที่สองและเพิ่มจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็วในสัปดาห์ที่ 4 จนถึงประมาณ 6,000 ตัวในสัปดาห์ที่ 9 (ภาพที่ 4) ในขณะเดียวกัน ด้วงเต่าปีกลายหยัก *Coccinella sexmaculatus* และด้วงเต่าปีกลายสมอ *Coccinella transversalis* ได้พบในช่วงเวลาเดียวกับที่เพลี้ยอ่อนเพิ่มจำนวนมาก (ภาพที่ 5) และแมงมุมผู้ล่าที่พบในแปลงส่วนใหญ่เป็นแมงมุมในวงศ์ Oxyopidae และ Thomisidae บนพืชและ Lycosidae และ Salticidae บนพื้น

Micraspis discolor *Cheilomenes sexmaculata* *Harmonia octomaculata*

Trigonotoma sp. *Microlestes* sp.

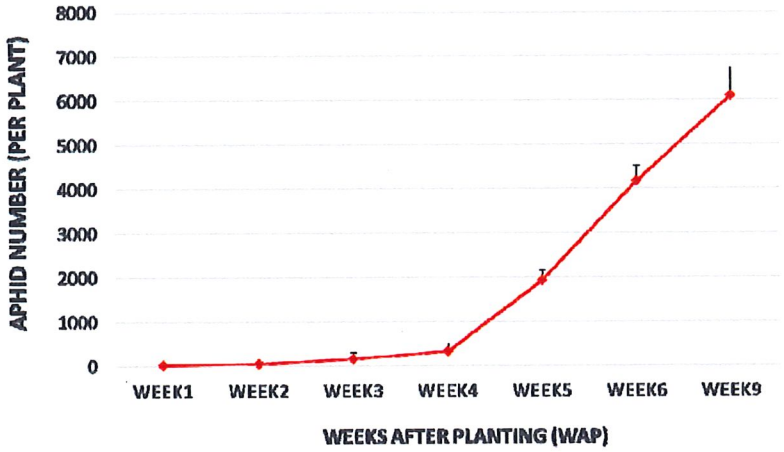


Lycosidae-1 Lycosidae-2

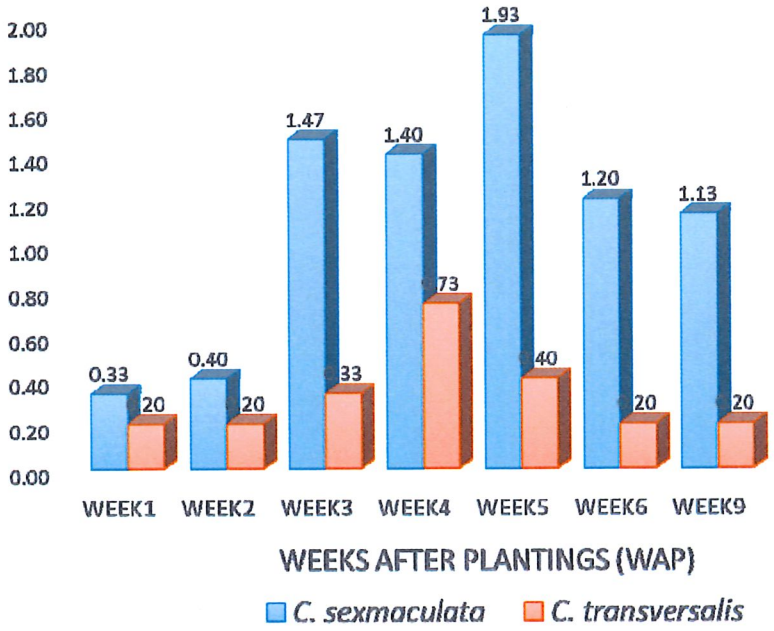


Thomisidae-1 Thomisidae-2

ภาพที่ 3 สัตว์ขาปล้องผู้ล่ากลุ่มเด่นที่พบในพื้นที่ศึกษา



ภาพที่ 4 จำนวนเพลี้ยอ่อนถั่ว *Aphis craccivora* ที่พบในแปลงปลูกถั่วฝักยาว



ภาพที่ 5 ด้วงเต่าผู้ล่าของเพลี้ยอ่อน ด้วงเต่าปีกลายหยัก *Coccinella sexmaculatus* และด้วงเต่าปีกลายสมอ *Coccinella transversalis* ที่พบในแปลงปลูกถั่วฝักยาว

สรุปและวิจารณ์ผล

สัตว์ขาปล้องที่เป็นประโยชน์ทางการเกษตรส่วนใหญ่เป็นผู้ล่าในกลุ่มแมงมุมและด้วง ซึ่งความจำเพาะต่อพืชขึ้นอยู่กับการมีแมลงกินพืชที่เป็นอาหารของแมลงผู้ล่าเหล่านี้ด้วย ในขณะที่แมลงพาหะถ่ายเรณูยังไม่พบมากเนื่องจากยังไม่ใช่ระยะดอก และพืชในระยะแรกมีการเข้ามาทำลายโดยแมลงกลุ่มปากเจาะดูด เช่น เพลี้ยกระโดดและเพลี้ยอ่อนมากกว่ากลุ่มปากแบบกัดแทะเช่น หนอนผีเสื้อ เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2550. แมลงตัวห้ำและแมลงตัวเบียน (online). Available from: http://www.doae.go.th/Library/ html/ detail/insectt/inc5.htm#b2 (1 November 2007).

Chaisuekul, C, Rueankaew, N, Fuangarworn, M. 2007.Comparison of associated agrobiodiversity in terms of insects and soil mites in two farming systems and forest edge in Thong Pha Phum District, Kanchanaburi Province, Proceedings of BRT Western Thong Pha Phum Area-Based Research Meeting, March, 19th-22nd, 2007, Kanchanaburi, Thailand.

HansPetersen, H.N., McSorley, R. and Liburd, O. E. 2010. The Impact of Intercropping Squash with Non-Crop Vegetation Borders on the Above-Ground Arthropod Community Florida Entomologist, 93: 590-608.

Hughes, J. B., Daily, G. C., and Ehrlich, P. R. 2000. Conservation of Insect Diversity: A Habitat Approach. Conservation Biology 14: 1788-1797.

Iverson, A.L. Linda E. Marin, L.E., Ennis, K.K., Gonthier, D.J., Connor-Barrie, B. T.,Remfert, J.L., Cardinale, B.J, and Perfecto, I. 2014. Do polycultures promote win-wins or trade-offs in agricultural ecosystem services? A meta-analysis. Journal of Applied Ecology 51: 1593–1602.

Julian D.O. and Thomas P.R. 2006. On defining and quantifying biotic homogenization. Global Ecology and Biogeography. 15: 113–120.

Leman, A. and Messelink G.J. 2015 Supplemental food that supports both predator and pest: A risk for biological control? Experimental Applied Acarology 65: 511–524.

Macfadyen, S., Davies, A.P., and Zalucki, M.P. 2015. Assessing the impact of arthropod natural enemies on crop pests at the field scale. Insect Science 22: 20–34.

Norris, R. F. and Kogan, M. 2004. Ecology of Interaction between Weeds and Arthropods. Annual Review of Entomology 50: 479-503.

van Rijn P. C. J. and Wackers, F.L. 2016. Nectar accessibility determines fitness, flower choice and abundance of hoverflies that provide natural pest control. Journal of Applied Ecology 53: 925–933.