

บทความวิจัย (Research Article)

ความหลากหลายของแมลง สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดิน และคุณสมบัติทางเคมีของดินของแปลงเกษตรอินทรีย์ บ้านหัวจั่ว ต.กุดไผ่จ่อ อ.กันทรวิชัย จ.มหาสารคาม Species diversity of insects, soil invertebrates and chemical properties in an organic farm in Hua Ngua village, Kud Sai Jor sub-district, Kantarawichai district, Maha Sarakham province

วีรนุช วอนแก่น้อย^{1*} และ นวพรรษ ผลดี²

Weeranuch Wonkaonoi^{1*} and Nawapat Pholdee²

วันที่รับบทความ (Received) วันที่ได้รับบทความฉบับแก้ไข (Revised) วันที่ตอบรับบทความ (Accepted)

2 พฤษภาคม 2565

22 มิถุนายน 2565

23 มิถุนายน 2565

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เพื่อศึกษาความหลากหลายของแมลง สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดินและศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของดินในแปลงเกษตรอินทรีย์ ดำเนินการวิจัยโดยเลือกสำรวจพื้นที่แปลงเกษตรอินทรีย์ของหมู่บ้านหัวจั่ว ตำบลกุดไผ่จ่อ อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม ทำการสำรวจความหลากหลายของแมลง สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดิน และศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของดิน ศึกษาและสำรวจเป็นเวลา 9 เดือน ตั้งแต่เดือนเมษายน ถึง เดือนธันวาคม 2557 วิเคราะห์ค่าความถี่การปรากฏ (frequency of occurrence) ค่าความหลากหลาย (species diversity) และค่าดัชนีความสม่ำเสมอ (evenness index) ผลการวิจัยพบสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง 2 ไฟลัม คือ ไฟลัมหนอนตัวกลมมีปล้อง

¹ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

¹ Faculty of Science and Technology, Rajabhat Mahasarakham University

² องค์การบริหารส่วนตำบลนาสะเม้ง, อำเภอดอนตาล, จังหวัดมุกดาหาร

² Nasameng Subdistrict Administrative Organization, Amphoe Don Tan, Mukdahan Province

* Corresponding author; email: Wweeranuch@gmail.com

(phylum Annelida) พบ 1 ชั้น (class) 1 อันดับ (order) 1 ชนิด (species) ไฟลัมสัตว์ขาข้อ (phylum Arthropoda) พบ 4 ชั้น 13 อันดับ 43 ชนิด ค่าดัชนีความหลากหลาย และค่าดัชนีความสม่ำเสมอเท่ากับ 3.33 และ 0.88 ตามลำดับ และจากการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของดินพบว่า ค่าพีเอชดิน ค่าอินทรีย์วัตถุในดิน ค่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (%) ค่าฟอสฟอรัสที่สกัดได้ และค่าโพแทสเซียมที่สกัดได้ เท่ากับ 6.2 ± 0.4 , 0.83 ± 0.08 , 0.04 ± 0.01 , 41.11 ± 4.86 และ 64.67 ± 7.45 ตามลำดับ จากการวิจัยในครั้งนี้พบว่า เดือนกรกฎาคมเป็นเดือนที่พบดัชนีความหลากหลายของกลุ่มสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังมากที่สุดคือเท่ากับ 3.22 ซึ่งจะสำรวจพบสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง เช่น ไส้เดือนดิน (*Amyntas* sp.) แมงมุม (*Tartarus* sp.) ตะขาบ (*Scolopendra* sp.) และกิ้งกือ (*Thyropygus* sp.) และจากการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของดินในเดือนกรกฎาคมนี้พบว่า มีค่าอินทรีย์วัตถุในดินเท่ากับร้อยละ 0.86 ค่าฟอสฟอรัสเท่ากับ 48 ppm และค่าโพแทสเซียมเท่ากับ 74 ppm ซึ่งพบว่ามีปริมาณสูงที่สุดในรอบเก้าเดือนที่ทำการศึกษา

คำสำคัญ : ความถี่การปรากฏ, สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดิน, แปลงเกษตรอินทรีย์, คุณสมบัติทางเคมีของดิน, ค่าดัชนีความหลากหลาย

Abstract

This research aims to study diversity of insects, invertebrates, and chemical property in soil in agricultural area. Study fieldwork was organic farms in Hua Ngua village, Kud Sai Jor sub-district, Kantara Wichai district, Maha Sarakam province. Information of insects, invertebrates and chemical property were collected once a month from April to December of 2014. Data collected was used to analyze frequency of occurrence, species diversity and evenness index. The result showed that there are two phyla of invertebrates found. The first one was Annelida; 1 class, 1 order and 1 species found. The second one was Arthropoda; 4 class, 13 order, and 43 species found, respectively. The diversity index was 3.33 and evenness index was 0.88. Chemical property analysis showed the number of potentials of Hydrogen ion, percentage of organic matter, percentage of Nitrogen, extracted Phosphorus (ppm) and extracted Potassium (ppm) at 6.22 ± 0.35 , 0.83 ± 0.08 , 0.04 ± 0.01 , 41.11 ± 4.86 and 63.67 ± 7.45 , respectively.

Diversity index of invertebrates raised up to the top at 3.22 in July with numbers of kinds of earthworm, spiders, centipedes, and millipedes found. Chemical property analysis also expressed that organic matter, extracted Phosphorus, and extracted Potassium were all the highest of the 9-months graph in July were 0.86, 48 ppm, and 74 ppm, respectively.

Keywords: Frequency of occurrence, Soil invertebrate, Organic farm, Soil chemical property, Diversity index

บทนำ

การเกษตรอินทรีย์ (organic agriculture) เป็นการเกษตรที่มุ่งเน้นถึงสภาพธรรมชาติของพื้นที่ รักษาความสมดุลของระบบนิเวศ โดยการอาศัยการเกื้อกูลกันของสิ่งมีชีวิตทั้งในสภาพแวดล้อมและในดินโดยหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมี หรือสารสังเคราะห์ใด ไม่ว่าจะเป็นปุ๋ยวิทยาศาสตร์ สารเคมีกำจัดศัตรูพืช หรือฮอร์โมนเพื่อเพิ่มผลผลิต อีกทั้งพื้นที่ทำการเกษตรแบบอินทรีย์ยังมีความอุดมสมบูรณ์ของความหลากหลายทางชีวภาพ (biodiversity) [1-3] ไม่ว่าจะเป็นความหลากหลายของพืช สัตว์ และจุลินทรีย์ หากเปรียบเทียบพื้นที่การเกษตรแบบอินทรีย์กับการเกษตรแบบอื่นๆ นั้นจะเห็นความแตกต่างได้อย่างชัดเจน ไม่ว่าจะเป็นคุณสมบัติของดินทั้งทางกายภาพ (physical properties) และทางเคมี (chemical properties) ที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะการกำหนดปัจจัยการผลิตที่ใช้ปุ๋ยและสารปรับปรุงดินของการเกษตรแบบอินทรีย์ ยกตัวอย่างสารที่สามารถใช้ในการเกษตรอินทรีย์ เช่น ปุ๋ยจากธรรมชาติ ฟางข้าว ปุ๋ยหมักจากวัสดุเพาะเห็ด ปุ๋ยหมักจากวัสดุอินทรีย์เหลือใช้จากบ้านเรือน เป็นต้น สารดังที่กล่าวมาหากจะนำมาใช้ยังต้องได้รับการรับรองจากหน่วยรับรองหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง อีกทั้งยังมีการกำหนดปริมาณของสารบางชนิด เช่น หินฟอสเฟตจากธรรมชาติหรืออลูมิเนียมแคลเซียมฟอสเฟต (aluminum calcium phosphate) จะต้องมีความเข้มข้นไม่เกิน 90 mg/kg (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) P205 เป็นต้น [4]

เนื่องจากว่าในส่วนพื้นที่ทำการเกษตรที่นอกเหนือจากการทำการเกษตรแบบอินทรีย์นั้น จะประสบปัญหาจากการใช้สารเคมีหรือสารสังเคราะห์ซึ่งจะทำให้คุณสมบัติของดินมีการเปลี่ยนแปลงซึ่งส่งผลถึงคุณภาพของผลผลิตทางการเกษตรซึ่งสามารถเห็นความแตกต่างของผลผลิตการเกษตรแต่ละประเภทในท้องตลาดบ้านเรา เช่น เคมีหรือผักผลไม้เคมี หมายถึง ผลผลิตจากระบบเกษตรทั่วไปที่ใช้สารเคมีโดยไม่มีการตรวจสอบควบคุม, อนามัยหรือผักผลไม้อนามัย หมายถึง ผลผลิตจากระบบเกษตรที่ใช้สารเคมีแต่ควบคุมปริมาณสารเคมีตกค้างให้ไม่เกินระดับที่เป็นอันตรายต่อการบริโภค,

อินทรีย์หรือออร์แกนิก หมายถึง ผลผลิตจากระบบเกษตรอินทรีย์ที่ได้รับการรับรองมาตรฐานเกษตรอินทรีย์จากหน่วยงานตรวจรับรองที่เชื่อถือได้ ผู้ประกอบการเกษตรอินทรีย์ต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดการตรวจรับรอง เป็นต้น [5] อีกทั้งในส่วนของการใช้สารกำจัดศัตรูพืชนั้นนอกจากจะทำให้เสียความสมดุลของสิ่งมีชีวิตจำพวกแมลงแล้ว สารพิษยังมีการตกค้างในผลผลิตเพิ่มความเสี่ยงในการบริโภคส่งผลถึงปัญหาสุขภาพที่จะตามมา

การคงสภาพธรรมชาติของการทำการเกษตรแบบอินทรีย์ ทำให้ส่วนของพื้นที่มีความหลากหลายทางชีวภาพสูง ความอุดมสมบูรณ์ของดินนอกจากจะส่งผลโดยตรงถึงพืชแล้วนั้น สิ่งมีชีวิตที่อาศัยในดินก็ได้รับคุณประโยชน์เช่นกัน การเกื้อกูลกันของสิ่งมีชีวิตเป็นไปในแบบพึ่งพาอาศัยกัน (mutualism) สิ่งมีชีวิตอาศัยดินในการหลบซ่อน พักพิง และดำเนินชีวิต ในขณะเดียวกันดินเองก็ได้รับสารต่าง ๆ จากการย่อยสลายโดยอาศัยสิ่งมีชีวิตกลุ่มผู้ย่อยสลาย (decomposer) เป็นภาวะที่พึ่งพาอาศัยกันโดยได้รับประโยชน์ทั้งสองฝ่าย ดังนั้นสิ่งมีชีวิตในดินบางกลุ่ม เช่น กลุ่มของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง (invertebrate) บางชนิด รวมทั้งความหลากหลายจากสัตว์กลุ่มแมลง (arthropods) บางชนิด จึงสามารถใช้เป็นนาฬิกาชีวภาพ (biological clock) เพื่อเป็นดัชนีชี้วัดความอุดมสมบูรณ์ของดินได้เนื่องจากสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดินเหล่านี้มีบทบาทในการเป็นผู้ย่อยสลาย (decomposition of organic matter) ช่วยในการหมุนเวียนแร่ธาตุในดิน (nutrient cycling) ช่วยปรับปรุงโครงสร้างของดิน (bioturbation) และช่วยควบคุมแมลงศัตรูและเชื้อโรคในดิน (biological control) [6]

ในส่วนของจังหวัดมหาสารคามซึ่งประชากรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรม ได้แก่ การปลูกข้าว (ข้าวนาปี นาปรัง ข้าวไร่) ปลูกผัก ทำไร่ ทำสวน (ไม้ผล ไม้ยืนต้น ไม้ดอก) คิดเป็นร้อยละ 94.26 ของพื้นที่ทั้งหมด [7] ใช้วิถีชีวิตผูกพันอยู่ในลุ่มน้ำ ป่าไม้มายาวนาน มีแบบปฏิบัติต่อการใช้ทรัพยากรธรรมชาติในฐานะที่เป็นทรัพยากรที่มีคุณค่าและให้ชีวิตต่อชุมชน การเกษตรเป็นอาชีพหลักที่เกษตรกรในจังหวัดมหาสารคามให้ความสำคัญ โดยเฉพาะการทำเกษตรอินทรีย์ที่เป็นการอนุรักษ์และปรับปรุงสภาพแวดล้อม โดยใช้หลักการสร้างความหลากหลายทางชีวภาพในระบบการเกษตรให้อยู่ในสภาวะที่ผสมผสานเกื้อกูลซึ่งกันและกัน เน้นการใช้ทรัพยากรในพื้นที่เกษตรให้เกิดประโยชน์สูงสุด เพื่อส่งเสริมความอุดมสมบูรณ์ของดิน ความหลากหลายทางชีวภาพในระบบนิเวศและฟื้นฟูสิ่งแวดล้อมให้กลับคืนสู่สมดุลธรรมชาติ โดยมีกลุ่มเกษตรกรที่ทำเกษตรอินทรีย์ในพื้นที่จังหวัดมหาสารคามในหลายพื้นที่ซึ่งทางจังหวัดมหาสารคามก็ได้มีการสนับสนุนให้ชาวบ้านทำเกษตรอินทรีย์ โดยทำการจัดโครงการตลาดนัดเกษตรอินทรีย์ เพื่อเป็นการกระตุ้นให้เกษตรกรนำผลผลิตที่ได้มาจำหน่ายเพื่อเป็นการส่งเสริมรายได้ อีกทั้งยังส่งเสริมการดูแลสุขภาพของประชาชนจากผักปลอดสารพิษจากการเกษตรอินทรีย์

จากคุณสมบัติของแมลงบางชนิดที่สามารถเป็นดัชนีชี้วัด (indicator) ความสมบูรณ์ของสภาพแวดล้อม เช่น กลุ่มสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดิน จึงเป็นที่มาของการทำงานวิจัยในครั้งนี้ เพื่อศึกษาความหลากหลายชนิดของแมลงและสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดิน ในพื้นที่แปลงเกษตรอินทรีย์ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับพื้นที่เกษตรกรรมอื่น ๆ เพื่อส่งเสริมการทำเกษตรอินทรีย์ในจังหวัดมหาสารคามให้มีการแพร่หลายมากยิ่งขึ้น และเพื่อเพิ่มความปลอดภัยแก่ผู้บริโภค ส่งผลถึงการมีสุขภาพที่ดีของประชาชนต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้มุ่งเน้นถึงการศึกษาความหลากหลายชนิดพันธุ์ของแมลง สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดินและการศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของดินในแปลงเกษตรอินทรีย์

1. ศึกษาความหลากหลายชนิดของแมลงและสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดินในแปลงเกษตรอินทรีย์โดยจำแนกตามหลักอนุกรมวิธานและจำแนกตามบทบาทในระบบนิเวศ
2. ศึกษาคุณสมบัติต่าง ๆ ของดิน โดยเปรียบเทียบจากแปลงเกษตรอินทรีย์และแปลงเกษตรที่ใช้สารเคมี

เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดการหรือใช้เป็นแนวทางในการส่งเสริมและสนับสนุนการทำเกษตรอินทรีย์ในจังหวัดมหาสารคามให้มีการแพร่หลายมากยิ่งขึ้น

วิธีดำเนินการวิจัย

ทำการสำรวจความหลากหลายชนิดของแมลง และสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดิน และคุณสมบัติทางเคมีของดินในพื้นที่แปลงเกษตรอินทรีย์ของชุมชนศูนย์เกษตรธรรมชาติ จำนวน 4 แปลง หมู่บ้านห้วยจั่ว หมู่ที่ 9 ต.กุดไผ่จ่อ อ.กันทรวิชัย จ.มหาสารคาม ซึ่งเป็นศูนย์เกษตรกรรมที่ดำเนินการพัฒนาระบบการเกษตรกรรมตามแนวทฤษฎีใหม่โดยยึดหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง จังหวัดมหาสารคาม โดยสำรวจในพื้นที่แปลงเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกรสนธิ อาษา (พื้นที่ 2 ไร่) ซึ่งพื้นที่โดยทั่วไปเป็นแปลงปลูกพืชฤดูเดียว เช่น ผักบุ้งจีน มะเขือ ข้าวโพด กุยช่าย เป็นต้น และพื้นที่เกษตรกรรมที่ไม่มีการใช้สารเคมี หรือสารปราบศัตรูพืชใด ๆ

ทำการเก็บแมลงโดยวิธีมือจับ สวิง กับดักหลุม และกับดักแยกแมลงแบบถูร่อน เก็บตัวอย่างสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดินโดยใช้วิธีชุดดินลึก 30 ซม. ขนาด 25 x 25 ซม. เก็บเฉพาะสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า (macrofauna และ megafauna) และวิเคราะห์ค่าดัชนีความหลากหลาย (diversity Index) ของ Shannon-Wiener's Index ค่าความถี่ การปรากฏ (frequency of occurrence) ค่าดัชนีความสม่ำเสมอ (evenness index) และทำการจำแนกชนิด

ของแมลง สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดิน โดยใช้เอกสารการจำแนกแมลงตามหลักอนุกรมวิธานและหลักสัตววิทยา [8]-[16]

ทำการเก็บตัวอย่างดิน เก็บตัวอย่างดิน 5 จุดต่อพื้นที่ 1 ไร่ จากแปลงเกษตรอินทรีย์และแปลงเกษตรที่ใช้สารเคมี โดยใช้เสียม ขุดดินลึก 15-20 ซม. ขุดดินเป็นรูปตัววี (V) ส่วนที่เป็นตัววีนี้ทิ้งไป จากนั้นใช้เสียมแซะขอบด้านใดด้านหนึ่งของตัววีให้มีความหนาประมาณ 2-3 ซม. กดเสียมให้ลึกจนถึงก้นหลุม จัดดินขึ้นมา ใช้มีดหรือพลั่วตัดดินด้านข้างทิ้งไป ดินที่เหลือตรงกลางเก็บใส่ถังพลาสติก เก็บดินให้ครบทุกจุด (ดินจากทุกจุดที่นำมารวมในถังจะต้องมีปริมาณเท่า ๆ กัน) คลุกเคล้าดินในถังให้เข้ากัน ได้ตัวอย่างดินรวม (composite sample) เพื่อใช้เป็นตัวแทนของดินทั้งแปลง ส่งวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของดินที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น วิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของดิน เพื่อตรวจสอบค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (organic matter) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (total Nitrogen) ปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้ (extractable phosphorus) ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ (extractable potassium) วิเคราะห์ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 โดยวิธี Independent Samples Test และ One-Sample T-Test

ผลการวิจัย

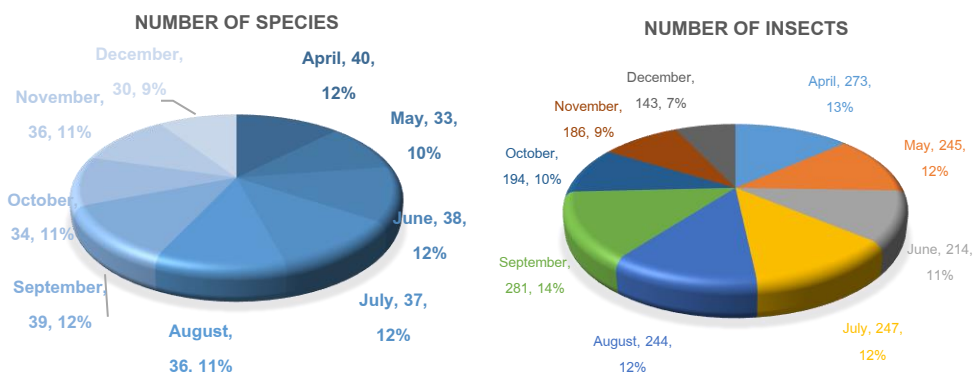
สำรวจพบแมลง และสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดินจากพื้นที่แปลงเกษตรอินทรีย์ ภูมิศึกษา หมู่บ้านห้วยวัง ต.กุดไผ่จ่อ อ.กันทรวิชัย จ.มหาสารคาม ทั้งหมด 2 ไร่ 5 งาน 14 ไร่ 39 สกิล 44 ชนิด 2,027 ตัว ดังแสดงในตารางที่ 1 โดยอันดับแมลงกลุ่มผีเสื้อ (order Lepidoptera) เป็นอันดับที่พบจำนวนชนิดมากที่สุดคือ 15 ชนิด อันดับแมลงกลุ่มตั๊กแตน (order Orthoptera) พบจำนวน 7 ชนิด และอันดับแมลงกลุ่มด้วง (order Coleoptera) พบจำนวน 5 ชนิด ชนิดของแมลงที่พบมากที่สุดคือ มดแดง (*Oecophylla smaragdina*) และจำแนกการสำรวจพบโดยดูจากค่าความถี่การปรากฏ สามารถจำแนกการพบได้เป็น กลุ่มที่พบบ่อยมาก (V; Very common) คือกลุ่มที่พบร้อยละ 76-100 กลุ่มที่พบบ่อย (C; Common) คือ กลุ่มที่พบ 51-75% และกลุ่มที่พบบ่อย (U; Uncommon) คือ กลุ่มที่พบร้อยละ 26-50 ดังแสดงในตารางที่ 1

จากการสำรวจแมลง สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดิน ในแปลงเกษตรอินทรีย์บ้านห้วยวัง ในช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนธันวาคม 2557 พบว่า เดือนที่พบจำนวนชนิดมากที่สุดคือเดือนเมษายน พบจำนวน 40 ชนิด (ร้อยละ 12) และเดือนที่พบจำนวนชนิดน้อยที่สุดคือเดือนธันวาคม พบ 30 ชนิด (ร้อยละ 9) เดือนกันยายนสำรวจพบจำนวนตัวมากที่สุดคือ 281 ตัว (ร้อยละ 14) เดือนเมษายนพบ 273 ตัว (ร้อยละ 13) และเดือนกรกฎาคมพบ 247 ตัว (ร้อยละ 12) เดือนที่พบจำนวนแมลงและสัตว์

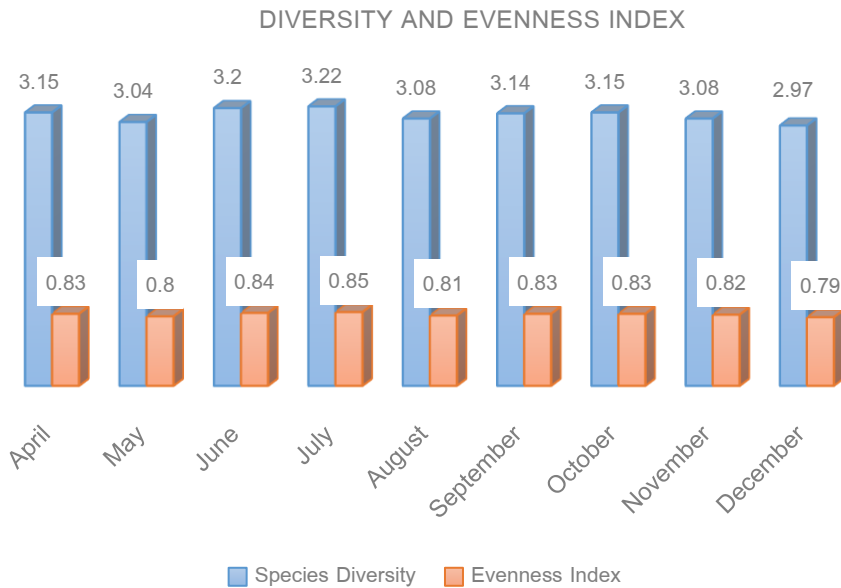
ไม่มีกระดุกสันหลังในดินน้อยที่สุดคือเดือนธันวาคม พบ 143 ตัว คิดเป็นร้อยละ 7 จากจำนวนที่สำรวจพบทั้งหมด ดังแสดงในภาพที่ 1

จากจำนวนชนิดและจำนวนตัวของแมลงและสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดินที่พบในแต่ละเดือน มาวิเคราะห์หาค่าความหลากหลายชนิดและค่าความสม่ำเสมอ สามารถแสดงผลได้ดังภาพที่ 2 เดือนที่มีค่าความหลากหลายชนิดมากที่สุดคือเดือนกรกฎาคม มีค่าเท่ากับ 3.22 และเดือนธันวาคมมีค่าความหลากหลายชนิดน้อยที่สุดคือเท่ากับ 2.97 เดือนที่มีค่าความสม่ำเสมอมากที่สุดคือเดือนกรกฎาคม มีค่าเท่ากับ 0.85 และเดือนที่มีค่าสมำน่เสมอมน้อยที่สุดคือเดือนธันวาคม มีค่าเท่ากับ 0.79 ดังแสดงในภาพที่ 2

เมื่อวิเคราะห์ค่าพีเอชดิน (soil pH) ค่าอินทรียวัตถุในดิน ค่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้ และปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ จากดินในแปลงเกษตรอินทรีย์เท่ากับ 6.2 ± 0.4 , $0.83 \pm 0.08\%$, $0.04 \pm 0.01\%$ 41.11 ± 4.86 ppm และ 63.67 ± 7.45 ppm ตามลำดับ และคุณสมบัติทางเคมีของดินจากแปลงเกษตรที่ใช้สารเคมีเท่ากับ 5.6 ± 0.2 , $2.01 \pm 0.66\%$, $0.07 \pm 0.02\%$, 136.78 ± 25.28 ppm และ 131.44 ± 12.63 ppm ตามลำดับ คุณสมบัติทางเคมีของดินในแต่ละเดือนที่ทำการสำรวจเมื่อนำค่ามาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) ในแต่ละเดือนทั้งในแปลงเกษตรอินทรีย์และแปลงเกษตรที่ใช้สารเคมี เปรียบเทียบคุณสมบัติทางเคมีแต่ละคุณสมบัติของดินที่ทำการสำรวจจากแปลงเกษตรอินทรีย์และแปลงเกษตรที่ใช้สารเคมีพบว่า คุณสมบัติทางเคมีของดินที่สำรวจในแปลงเกษตรอินทรีย์มีความแตกต่างกับคุณสมบัติทางเคมีที่สำรวจในแปลงเกษตรที่ใช้สารเคมีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ทุกคุณสมบัติทางเคมีของดินที่ทำการสำรวจ กล่าวคือ ค่าพีเอชของดิน ปริมาณของไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณของโพแทสเซียมที่สกัดได้ ปริมาณของฟอสฟอรัสที่สกัดได้ของแปลงเกษตรอินทรีย์และแปลงเกษตรที่ใช้สารเคมี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 2)



ภาพที่ 1 แผนภูมิแสดงจำนวนชนิดและจำนวนตัวของแมลงและสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดิน พื้นที่แปลงเกษตรอินทรีย์ บ้านห้วยจั่ว ต.กุดไผ่จ่อ อ.กันทรวิชัย จ.มหาสารคาม ที่สำรวจพบระหว่างเดือนเมษายน ถึงเดือนธันวาคม 2557



ภาพที่ 2 กราฟแสดงค่าความหลากหลายชนิดและค่าความสม่ำเสมอของแมลงและสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดิน พื้นที่แปลงเกษตรอินทรีย์ บ้านห้วยจั่ว ต.กุดไผ่จ่อ อ.กันทรวิชัย จ.มหาสารคาม ระหว่างเดือนเมษายน ถึงเดือนธันวาคม 2557

ตารางที่ 1 ชื่อวงศ์ ชื่อวิทยาศาสตร์ ชื่อไทยของแมลงและสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดิน และ
จำนวนตัวที่สำรวจพบในแปลงเกษตรอินทรีย์ บ้านห้วยวัว ต.กุดน้ำใส อ.กันทรวิชัย
จ.มหาสารคาม ระหว่างเดือนเมษายน ถึงเดือนธันวาคม 2557

ลำดับ	ชื่อวงศ์ (family)	ชื่อวิทยาศาสตร์ (scientific name)/ ชื่อทั่วไปหรือชื่อท้องถิ่น (name/local name)	เดือนที่ทำการสำรวจ									รวม	ค่าความถี่การปรากฏ
			เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.		
Phylum Annelida													
Class Oligochaeta													
Order Haplotaxida													
1	Megascolecidae	<i>Amyntas</i> sp. ไส้เดือนดิน ³	5	2	5	21	30	37	21	10	8	139	V
Phylum Arthropoda													
Class Arachnida													
Order Araneae													
2	Stiphidiidae	<i>Tartarus</i> sp. แมงมุม ²	2	1	2	1	0	0	0	0	0	6	U
Order Opiliones													
3	Sclerosomatidae	Unknown 1 แมงโหย่ง, แมงย่องแย่ง, แมงมุมขายาว ²	5	0	3	2	1	5	0	0	0	16	C
Order Scorpiones													
4	Scorpionidae	<i>Heterometrus spinifer</i> แมงป่อง ³	0	0	1	0	1	0	1	1	0	4	U
Order Scolopendromorpha													
5	Scolopendridae	<i>Scolopendra</i> sp. ตะขาบ ³	3	1	1	2	3	1	0	2	0	13	V
Order Spirobolida													
6	Harpagophoridae	<i>Thyropygus</i> sp. กิ้งกือกระบอก ³	4	8	9	12	11	4	8	1	2	59	V
Class Insecta													
Order Coleoptera													
7	Cerambycidae	<i>Plocaederus obesus</i> ด้วงหนวดยาว, แมงกอก ²	0	0	2	5	1	1	2	3	1	15	V
8	Chrysomelidae	<i>Aulacophora indica</i> ด้วงเต่าแตงแดง ²	22	12	17	25	9	22	13	16	8	144	V
9	Coccinellidae	<i>Coccinella transversalis</i>	10	8	14	7	6	7	2	5	3	62	V

ลำดับ	ชื่อวงศ์ (family)	ชื่อวิทยาศาสตร์ (scientific name)/ ชื่อทั่วไปหรือชื่อท้องถิ่น (name/local name)	เดือนที่ทำการสำรวจ									รวม	ค่าความถี่ปรากฏ
			เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.		
10	Scarabaeidae	ด้วงเต่าลายสมอ ² <i>Paragymnopleurus aethiops</i>	2	0	1	0	1	2	0	3	0	9	C
11	Scarabaeidae	ด้วงมูลสัตว์, กุดจี ² <i>Xylotrupes gideon</i> ด้วงกว้าง, แมงคาม ²	1	0	0	1	3	1	0	2	2	10	C
Order Dermaptera													
12	Carcinophoridae	<i>Euborellia</i> sp. แมลงหางหนีบ ²	3	2	2	2	1	1	3	1	2	17	V
Order Hymenoptera													
13	Apidae	<i>Xylocopa</i> sp. แมลงภู ²	6	7	0	2	0	4	2	2	1	24	V
14	Formicidae	<i>Dolichoderus</i> sp. มดดำ ²	6	7	7	10	27	19	10	15	21	122	V
15	Formicidae	<i>Oecophylla smaragdina</i> มดแดง ²	28	20	21	15	23	21	15	27	20	190	V
16	Formicidae	<i>Pheidole</i> sp. มดจ๋าม ²	17	20	19	11	7	10	8	12	9	113	V
Order Isoptera													
17	Termitidae	<i>Odontotermes</i> sp. ปลวก ¹	51	43	12	5	7	8	5	10	11	152	V
Order Lepidoptera													
18	Nymphalidae	<i>Acraea violae</i> ผีเสื้อหนอนหมากะทกรก ¹	2	0	2	0	4	6	1	0	0	15	C
19	Nymphalidae	<i>Danaus chrysippus chrysippus</i> ผีเสื้อหนอนใบรักธรรมดา ¹	5	3	3	1	0	0	0	0	0	12	U
20	Nymphalidae	<i>Faunis canens</i> ผีเสื้อป่าสีตาลไหม้ ¹	1	0	2	1	2	0	0	2	1	9	C
21	Nymphalidae	<i>Hypolimnas bolina jacintha</i> ผีเสื้อปีกไขใหญ่ ¹	0	0	3	0	3	5	2	2	1	16	C
22	Nymphalidae	<i>Hypolimnas misippus misippus</i> ผีเสื้อปีกไขเมียเลียน ¹	3	1	2	5	2	2	2	1	0	18	C
23	Nymphalidae	<i>Junonia lemonias lemonias</i> ผีเสื้อแพนซีสีตาล ¹	1	0	2	0	3	1	2	0	0	9	C
24	Nymphalidae	<i>Ypthima huebneri</i> ผีเสื้อสีตาลจุดด้าสีธรรมดา ¹	2	0	0	1	0	2	3	1	0	9	C
25	Nymphalidae	<i>Ypthima singorensis</i> ผีเสื้อจุดด้าห้าเมืองสิงห์ ¹	0	0	0	1	2	3	0	0	2	8	U

ลำดับ	ชื่อวงศ์ (family)	ชื่อวิทยาศาสตร์ (scientific name)/ ชื่อทั่วไปหรือชื่อท้องถิ่น (name/local name)	เดือนที่ทำการสำรวจ									รวม	ค่าความถี่การปรากฏ
			เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.		
26	Papilionidae	<i>Pachliopta aristolochiae</i> ผีเสื้อหางตุ้มจุดชมพู ¹	1	2	3	2	4	2	3	2	3	22	V
27	Papilionidae	<i>Papilio demoleus malayanus</i> ผีเสื้อหนอนมะนาว ¹	5	2	1	5	0	1	4	1	3	22	V
28	Papilionidae	<i>Papilio polytes romulus</i> ผีเสื้อหางติ่งธรรมดา ¹	3	2	1	0	0	2	3	1	0	12	C
29	Papilionidae	<i>Troides aeacus malaiianus</i> ผีเสื้อถุงทองธรรมดา ¹	3	2	2	2	1	2	2	2	2	18	V
30	Pieridae	<i>Appias libythea olferna</i> ผีเสื้อหนอนใบกุ่มเส้นดำ ¹	5	4	2	5	1	2	6	1	3	29	V
31	Pieridae	<i>Catopsilla pomona pomona</i> ผีเสื้อหนอนคูนหนวดดำ ¹	4	3	1	2	3	3	1	2	3	22	V
32	Pieridae	<i>Gandaca harina</i> ผีเสื้อเณรยอดไม้ ¹	7	8	3	5	4	2	1	0	0	30	V
Order Mantodea													
33	Mantidae	<i>Hierodula patellifera</i> ตั๊กแตนยักษ์เอเชียชิตขาว ²	12	15	21	10	4	2	5	3	1	73	V
34	Libellulidae	<i>Pantala flavescene</i> แมลงปอบ้านแผ่นปีกกว้าง ²	5	2	0	4	0	1	0	3	0	15	C
35	Libellulidae	<i>Potamarcha congener</i> แมลงปอบ้านทุ่งชนเท ²	1	2	4	6	7	9	5	2	3	39	V
Order Odonata													
36	Libellulidae	<i>Rhyothemis variegata</i> แมลงปอบ้านไร่ปีกทองเปื้อน ²	2	2	0	0	0	2	1	0	0	7	U
37	Libellulidae	<i>Rhyothemis rufa</i> แมลงปอบ้านสันหลังเหลือง ²	3	14	8	6	9	13	12	11	3	79	V
Order Orthoptera													
38	Acrididae	<i>Hieroglyphus banian</i> ตั๊กแตนหนวดยักษ์ ¹	15	7	5	23	18	25	4	5	1	103	V
39	Acrididae	<i>Hieroglyphus</i> sp. ตั๊กแตนหนวดยักษ์น้ำตาล ¹	6	14	3	2	13	9	6	1	7	61	V
40	Acrididae	<i>Patanga succincta</i> ตั๊กแตนปาทังกา ¹	3	2	4	8	7	4	2	1	2	33	V
41	Gryllidae	<i>Brachytrupes portentousus</i>	1	5	2	5	0	0	0	4	5	22	C

pH = ค่าความเป็นกรด-ด่าง Total N = ค่าไนโตรเจนที่สกัดได้ทั้งหมด Extr.P = ค่าฟอสฟอรัสที่สกัดได้

Extr.K = ค่าโพแทสเซียมที่สกัดได้

Site A = แปลงเกษตรอินทรีย์ Site B = แปลงเกษตรที่ใช้สารเคมี

^{a,b} = ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกันในแถวเดียวกันของข้อมูลค่า pH มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

โดยวิธี Independent Samples Test

^{c,d} = ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกันในแถวเดียวกันของข้อมูลค่า OM มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

โดยวิธี Independent Samples Test

^{e,f} = ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกันแถวเดียวกันของข้อมูลค่า Total N มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น

95% โดยวิธี Independent Samples Test

^{ij} = ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกันแถวเดียวกันของข้อมูลค่า Extr.P มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

โดยวิธี Independent Samples Test

^{k,l} = ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกันแถวเดียวกันของข้อมูลค่า Extr.K มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

โดยวิธี Independent Samples Test

* = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ของข้อมูลในคอลัมน์เดียวกัน

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติของข้อมูลในคอลัมน์เดียวกัน โดยวิธี One-sample T-Test

สรุปและอภิปรายผล

จากผลการสำรวจจำนวนชนิดแมลง และสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดินที่พบในแปลงเกษตรอินทรีย์ หมู่บ้านห้วยว้ ต.กุดไผ่จ่อ อ.กันทรวิชัย จ.มหาสารคาม พบว่า เดือนเมษายน เป็นเดือนที่มีการสำรวจพบจำนวนชนิดมากที่สุด คือ 40 ชนิด และเดือนที่พบจำนวนชนิดของแมลงน้อยที่สุดคือเดือนธันวาคม คือพบเพียง 30 ชนิด และเมื่อลงรายละเอียดถึงจำนวนตัวอย่างของแมลง และสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังพบว่า เดือนกันยายน พบจำนวนตัวอย่างแมลงจำนวนมากที่สุดคือ 281 ตัว และเดือนธันวาคมพบน้อยที่สุดคือ 143 ตัว ซึ่งสอดคล้องกับจำนวนชนิดของแมลงที่พบน้อยเช่นกัน (ภาพที่ 1)

จากข้อมูลที่แสดงในภาพที่ 1 การสำรวจพบจำนวนชนิด และจำนวนตัวอย่างในแต่ละชนิดเมื่อนำมาวิเคราะห์หาค่าความหลากหลายชนิดได้เท่ากับ 3.33 ซึ่งหมายความว่ามีความหลากหลายทางชนิดสูง และเมื่อวิเคราะห์ในแต่ละเดือนพบว่า เดือนที่มีค่าความหลากหลายชนิดมากที่สุดคือ เดือนกรกฎาคม และเดือนที่มีความหลากหลายชนิดน้อยที่สุดคือเดือนธันวาคมซึ่งมีค่าเท่ากับ 3.22 และ 2.98 ตามลำดับ และมีค่าความสม่ำเสมอในเดือนกรกฎาคม และเดือนธันวาคม เท่ากับ 0.85 และ 0.79 ตามลำดับดังนั้นจะเห็นได้ว่าในแต่ละเดือนจะส่งผลถึงการสำรวจพบจำนวนชนิด และจำนวนตัวอย่างของแมลง และสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดิน จำนวนชนิดของแมลง และสัตว์ในดินนั้นจะชุกชุมในฤดู

แล้งมากกว่าฤดูฝนจากงานวิจัยของภราดร และคณะ [18] ซึ่งสอดคล้องกับการสำรวจในครั้งนี้ที่พบจำนวนชนิดมากที่สุดในเดือนเมษายน และพบจำนวนตัวอย่างจำนวนมากที่สุดในเดือนกันยายน อีกทั้งจากการที่สำรวจพบแมลงกลุ่มผีเสื้อมากที่สุดเนื่องจากว่าฤดูกาลจะมีผลต่อการสำรวจพบผีเสื้อ กล่าวคือ ในฤดูแล้งจะพบความชุกชุมของผีเสื้อมากกว่าฤดูฝน [18] ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยในครั้งนี้ที่พบจำนวนชนิดมากที่สุดในเดือนเมษายน และการศึกษาของชูศรี [19] ที่พบว่า ในช่วงฤดูฝน ปริมาณสัตว์หน้าดินบางชนิดจะมีการลดลง เนื่องจากว่าสัตว์หน้าดินบางชนิดนั้นมีความอดทนต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมได้น้อย และงานวิจัยของณัฐวุฒิ [20] ที่สำรวจแมลงในสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช และพบว่าแมลงในอันดับ Hymenoptera วงศ์ Formicidae และอันดับ Isoptera วงศ์ Termitidae มีจำนวนมากที่สุดในช่วงปลายฤดูร้อน – กลางฤดูฝน และพบว่าสัตว์ในดินนั้นจะชุกชุมมากในฤดูฝน ซึ่งในการสำรวจในครั้งนี้สำรวจพบไส้เดือนดิน (*Amyntas* sp.) ทุกเดือนตั้งแต่เดือนเมษายน ถึงเดือนธันวาคมซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของณัฐวุฒิ^[20] จากการสำรวจพบจำนวนชนิดในเดือนเมษายน (40 ชนิด) มากกว่าเดือนกรกฎาคม (37 ชนิด) แต่ค่าความหลากหลายชนิดของเดือนกรกฎาคม (3.22) มีค่ามากกว่าเดือนเมษายน (3.15) เนื่องมาจากการคำนวณค่าความหลากหลายชนิดนั้นจะต้องนำจำนวนตัวของแมลงและสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดินมาคำนวณร่วมด้วย ซึ่งในเดือนเมษายนสำรวจพบ 40 ชนิดรวม 273 ตัว ส่วนเดือนกรกฎาคมสำรวจพบ 37 ชนิดรวม 247 ตัว เมื่อนำมาวิเคราะห์ค่าความหลากหลายชนิดตามการคำนวณของ Shannon-Wiener's Index จึงทำให้เดือนกรกฎาคมมีค่าความหลากหลายชนิดมากกว่าเดือนเมษายนถึงแม้ว่าจะสำรวจพบจำนวนชนิดจำนวนมากก็ตาม

เปรียบเทียบคุณสมบัติทางเคมีของดินจากแปลงเกษตรอินทรีย์และแปลงเกษตรที่ใช้สารเคมี (ตารางที่ 2) พบว่าความเป็นกรด-ด่าง มีความใกล้เคียงกันคือมีค่าความเป็นกรดอ่อน โดยที่แปลงเกษตรที่ใช้สารเคมีนั้นจะมีค่าความเป็นกรดสูงกว่าซึ่งสัมพันธ์กับปริมาณของอินทรีย์วัตถุในดิน กล่าวคือ หากมีอินทรีย์วัตถุในดินมากจะมีค่าความเป็นกรดสูง ซึ่งในการวิเคราะห์ดินในครั้งนี้พบว่า ดินในแปลงเกษตรที่ใช้สารเคมีมีค่าอินทรีย์วัตถุในดินสูงกว่าดังนั้นจึงมีค่าความเป็นกรดที่มากกว่าแปลงเกษตรอินทรีย์ ค่าความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสม ควรอยู่ระหว่าง 6.5-8.5 [19] และการศึกษาของคณินิจ [21] ที่เปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินในแปลงผักอินทรีย์แบบผสมผสานและแบบเชิงเดี่ยวพบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมต่อการเจริญของพืชคือ 6.6 -7.5 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของพัชรี [22] และจากการวิเคราะห์ดินในงานวิจัยในครั้งนี้ ดินในแปลงเกษตรอินทรีย์มีค่าความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสม ค่าความเป็นกรด-ด่างจะส่งผลถึงการอาศัยของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดินด้วย ดังการศึกษาของจิราภรณ์ [23] ได้รายงานว่าสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดินนั้นจะมีบทบาทที่สำคัญในการสะสมอินทรีย์สารภายในดิน ดังนั้นหากพบปริมาณของสัตว์ในดิน

มากย่อมมีปริมาณของอินทรีย์วัตถุในดินมาก ดินที่มีอินทรีย์วัตถุมากเนื้อดินจะมีสีคล้ำ [24] ซึ่งเกิดจากการสลายตัวของอินทรีย์สารเหล่านี้ ซึ่งพบได้เดือนดินในทุกเดือนที่ทำการสำรวจ (เดือนเมษายน – เดือนธันวาคม) และสอดคล้องกับงานวิจัยความหลากหลายทางชีวภาพในพื้นที่วิกฤตทางความหลากหลายทางชีวภาพ [25]

ค่าของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ซึ่งโดยปกติจะสลายมาจากอินทรีย์วัตถุในดิน [26] ในการวิเคราะห์ดินในครั้งนี้ ผลการวิจัยพบว่า ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณฟอสฟอรัส และปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ในแปลงเกษตรที่ใช้สารเคมี มีค่าแตกต่างจากค่าดินของแปลงเกษตรอินทรีย์ อาจจะเนื่องมาจากว่าแปลงเกษตรที่ใช้สารเคมีนั้นมีการใส่ปุ๋ยเพื่อเพิ่มปริมาณธาตุอาหารทั้งไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ทำให้เมื่อนำดินมาวิเคราะห์จึงทำให้ได้ค่าคุณสมบัติของธาตุต่าง ๆ ในปริมาณที่สูงมากกว่าแปลงเกษตรอินทรีย์

เอกสารอ้างอิง

1. สุพล พุทธิวิสุทธิ. ความหลากหลายชนิดของแมลงที่มีประโยชน์ในแปลงนาข้าวอินทรีย์. โครงการเพาะพันธุ์ปัญญาและกระบวนการพัฒนาครู. กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.); 2553.
2. ทรงเดช ก้อนวิมล. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์: กระบวนการขยายแนวคิดการทำเกษตรกรรมยั่งยืน เพื่อสร้างชุมชนพึ่งตนเอง โดยกลุ่มเกษตรอินทรีย์ตำบลหนองตอกแป้น. กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.); 2553.
3. กองวิชาการเกษตร. การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน (Soil Fertility Evaluation). กรุงเทพฯ: สำนักงานทหารพัฒนา หน่วยบัญชาการทหารพัฒนา กองบัญชาการกองทัพไทย; ม.ป.ป. 189.
4. ชวิศร์ สวัสดิสาร. เอกสารเผยแพร่: คู่มือเกษตรอินทรีย์ (สำหรับเกษตรกร). กรุงเทพฯ: กลุ่มถ่ายทอดเทคโนโลยี สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 7 กรมวิชาการเกษตร; 2565.
5. กรมส่งเสริมการเกษตร. เอกสารคำแนะนำที่ 5/2559: ระบบมาตรฐานเกษตรอินทรีย์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด; 2559. 36.
6. วัฒนา ศักดิ์ชูวงศ์. วิธีการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของแมลง การสุ่มตัวอย่างและการวิเคราะห์ความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงในดินเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช; 2552.

7. สำนักงานเกษตรจังหวัดมหาสารคาม. การใช้ประโยชน์ที่ดินทางการเกษตร [อินเทอร์เน็ต]. มหาสารคาม: สำนักงานเกษตรจังหวัด; 2551 [เข้าถึงเมื่อ 4 มกราคม 2555]. เข้าถึงได้จาก: <http://www.mahasarakham.doae.go.th/file/sarasuntes/02.html>.
8. Zahradník J. A Field Guide in Colour to Insects. Prague: Polygrafia, a.s.; 1990. 320.
9. Preteseille N, Deguerry A, Reverberi M, Weigel T. Insects in Thailand: National Leadership and Regional Development, from Standards to Regulations Through Association. In: Halloran A, Flore R, Vantomme P, Roos N, editors. Edible Insect in Sustainable Food Systems. Cham, Switzerland: Springer International Publishing AG; 2017. 435-442.
10. Nair S, Braman K, Bauske E. Insect Identification Guide for Southeastern Landscape [Internet]. Georgia: The University of Georgia; 2012 [cited 2016, Mar 25]. Available from: http://www.rvskv.net/images/Insect-Identification-Guide_20.04.2020.pdf
11. วีรยุทธ์ เลาหะจินดา, วุฒิ ทักษิณธรรม. หลักอนุกรมวิธานสัตว์. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2549. 256.
12. อนันต์ สกลกิม. ชีววิทยาของแมลง. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: โปรแกรมวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา; 2542. 292.
13. อุ่น ลีววานิช. ผีเสื้อและหนอน = Lepidopterous Adults and Larvae. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: กองกัญและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร; 2544. 234.
14. สุรัชย์ ชลดำรงกุล, ศุภชัย แพทย์, พงษ์เทพ พับเที่ยง. ผีเสื้อ: คู่มือสำรวจและสื่อความหมายธรรมชาติ. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: สหริทพรีนติ้ง จำกัด; 2542. 254.
15. เกรียงไกร สุวรรณภักดี, จารุจินต์ นกิตะภัก. ผีเสื้อ. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: บริษัทด้านสุขภาพการพิมพ์ จำกัด; 2544. 320.
16. สุวรรณ พวงประโคน. กัญวิทยา. พิมพ์ครั้งที่ 1. บุรีรัมย์: โปรแกรมชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏบุรีรัมย์; 2542. 206.
17. กลุ่มงานชีววิถี ส่วนบริหารศัตรูพืช. เอกสารเผยแพร่: การจำแนกแมลงเพื่อการบริหารจัดการศัตรูพืช. กรุงเทพฯ: สำนักพัฒนาคุณภาพสินค้าเกษตร กองส่งเสริมการอารักขาพืชและจัดการดินปุ๋ย กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. ม.ป.ป.

18. ภราดร ดอกจันทร์, นันทศักดิ์ ปิ่นแก้ว, สราวุธ คลอวุฒิมันตร์. ความหลากหลายของหนอนผีเสื้อ (Order Lepidoptera) ในพื้นที่โครงการพัฒนาป่าชุมชนบ้านอ่างเอ็ด (มูลนิธิฯพัฒนา) อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี [อินเทอร์เน็ต]. 2556. [เข้าถึงเมื่อ 15 สิงหาคม 2557].
เข้าถึงได้จาก:
http://61.19.252.223/~jtf/thai/pdf/2013/specails/Vol32_56_4_Diversity%20of%20Caterpillars.pdf
19. ชูศรี กาญจนวงศ์. ความหลากหลายชนิดของสัตว์หน้าดินและคุณสมบัติทางเคมีของดินในแปลงเกษตรอินทรีย์ [อินเทอร์เน็ต]. ครูเพาะพันธุ์ปัญญา ศูนย์วิจัยสิ่งแวดล้อม; 2553 [เข้าถึงเมื่อ 12 สิงหาคม 2557]. เข้าถึงได้จาก:
<https://kruvijai.files.wordpress.com/2010/11/8-anv-chusri.pdf>.
20. ณัฐวุฒิ ธานี. รายงานการวิจัย: ความหลากหลายของชนิดของแมลงในดินและความสัมพันธ์กับปัจจัยสิ่งแวดล้อมบางประการที่สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา. นครราชสีมา: ศูนย์ทุนวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี; 2557.
21. คณินิจ ฦ น่าน. การเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินระหว่างแปลงผักอินทรีย์แบบผสมผสานและแบบเชิงเดี่ยว [อินเทอร์เน็ต]. ครูเพาะพันธุ์ปัญญา ศูนย์วิจัยสิ่งแวดล้อม; 2553 [เข้าถึงเมื่อ 25 มกราคม 2557]. เข้าถึงได้จาก:
<https://kruvijai.files.wordpress.com/2010/11/4-anv-kaneungnit.pdf>.
22. พัชรี อธิจินดาขจร, อุบล หินธาร, พงนิย แสงมณี, สุรศักดิ์ เสรีพงศ์. การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินโดยวิธีการวิเคราะห์ดิน. พิมพ์ครั้งที่ 1. ขอนแก่น: ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2550. 37.
23. จิราภรณ์ คชเสนี. นิเวศวิทยาของสัตว์ในดิน ด้านจำนวน น้ำหนัก และชนิดในป่าดิบแล้งสะแกราช นครราชสีมา (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2519.
24. คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2541. 564.
25. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล. รายงานฉบับสมบูรณ์: โครงการศึกษาจัดทำข้อมูลความหลากหลายทางชีวภาพในพื้นที่วิกฤตทางความหลากหลายทางชีวภาพ (Biodiversity Hotspots) จังหวัดระนอง จังหวัดพังงา จังหวัดกระบี่ และจังหวัดภูเก็ต. กรุงเทพฯ: ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2554.

26. สุวรรณาสาสนรักกิจ. การวิเคราะห์ดินและแปลความหมายในระดับห้องปฏิบัติการและไร่นา [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา; 2555. [เข้าถึงเมื่อ 4 มกราคม 2558]. เข้าถึงได้จาก: <http://118.175.21.24/wbi1/index.htm>.