ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำ คลอโรฟิลล์ เอ และความหลากหลายของแมลงน้ำในนาข้าวเคมี จังหวัดนครสวรรค์

จิรภัทร ดิษผล, พัชรวิชญ์ เงินบำรุง, ทินพันธุ์ เนตรแพ*

สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ นครสวรรค์
*Corresponding author email: tinnapan.n@nsru.ac.th

ได้รับบทความ: 16 พฤศจิกายน 2564
ได้รับบทความแก้ไข: 20 กุมภาพันธ์ 2565
ยอมรับตีพิมพ์: 3 มีนาคม 2565

บทคัดย่อ

จุดมุ่งหมายของงานวิจัยนี้เพื่อประเมินความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำ คลอโรฟิลล์ เอ และความหลากหลายของแมลงน้ำในนาข้าวเคมี โดยตัวอย่างน้ำและแมลงน้ำถูกเก็บจากนาข้าว 3 แปลงในอำเภอเก้าเลี้ยว จังหวัดนครสวรรค์ ระหว่างเริ่มต้นการเพาะปลูก และก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิต พารามิเตอร์คุณภาพน้ำทางเคมีและกายภาพที่ทำการตรวจวัดประกอบด้วย อุณหภูมิ ความขุ่น การนำไฟฟ้า พีเอช ออกซิเจนละลายน้ำ ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ย่อยสลายสารอินทรีย์ (บีโอดี) ไนเตรท-ไนโตรเจน และออโธฟอสเฟต จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าคุณภาพน้ำก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิตมีคุณภาพต่ำกว่าเริ่มต้นการเพาะปลูก ความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์ เอ ของน้ำจากนาข้าวเคมีมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.74±1.31 และ 14.21±1.40 ไมโครกรัมต่อลิตร ในช่วงเริ่มต้นการเพาะปลูกและก่อนการเก็บเกี่ยว ตามลำดับ ขณะที่แมลงน้ำพบทั้งสิ้น 11 วงศ์ โดยดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ (*H'*) และดัชนีความสม่ำเสมอ (*J*) ในช่วงเริ่มต้นการเพาะปลูกพบว่ามีค่าสูงกว่าก่อนการเก็บเกี่ยว แต่ดัชนีความมากชนิด (*d*) พบว่าในช่วงก่อนการเก็บเกี่ยวมีค่าสูงกว่าเล็กน้อย การใช้ดัชนีชี้วัดทางชีวภาพเพื่อประเมินคุณภาพน้ำ ได้แก่ ดัชนี BMWP และ ASPT แสดงให้เห็นว่าคุณภาพน้ำอยู่ในระดับปานกลางถึงค่อนข้างสกปรกในน้ำจากนาข้าวเคมีก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิต ความหลากหลายของแมลงน้ำในการศึกษาครั้งนี้มีความสัมพันธ์ในเชิงลบกับสารอาหาร และความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์ เอ ในน้ำตัวอย่าง

คำสำคัญ: คุณภาพน้ำ / คลอโรฟิลล์ เอ / แมลงน้ำ / นาข้าวเคมี

Relationships between Water Quality, Chlorophyll *a* and Aquatic Insect Diversity in Chemical Rice Paddy Fields, Nakhon Sawan Province

Jirapat Ditphon, Patcharawit Ngoenbamrung, Tinnapan Netpae*

Environmental Science Program, Faculty of Science and Technology,
Nakhon Sawan Rajabhat University, Nakhon Sawan
*Corresponding author email: tinnapan.n@nsru.ac.th

Received: 16 November 2021
Revised: 20 February 2022
Accepted: 3 March 2022

Abstract

The aim of this research was to assess the relationship among water quality, chlorophyll *a* concentration and aquatic insect diversity in chemical rice paddy fields. Water and aquatic insect were sampled at 3 sites from rice paddy field in Ko Liao district, Nakhon Sawan province between pre-cultivation and pre-harvest. The physicochemical parameters of water quality including temperature, turbidity, conductivity, pH, dissolved oxygen, biochemical oxygen demand (BOD), nitrate-nitrogen and orthophosphates were measured. The results indicate that water quality of pre-harvest was lower than pre-cultivation. Concentration of chlorophyll *a* in water from chemical rice paddy fields were average 6.74±1.31 and 14.21±1.40 µg L^{-1} in pre-cultivation and pre-harvest, respectively. Eleven families of aquatic insects were examined. The species diversity (*H'*) and evenness (*J*) indices in pre-cultivation were higher than pre-harvest, but the richness index (*d*) was slightly higher at pre-harvest period. The biological indices as BMWP score and ASPT for evaluate water quality showed that the water quality was moderate to quite dirty in water from chemical rice paddy fields at pre-harvest period. Aquatic insect diversity in this

study has negative relationships with nutrients and chlorophyll *a* concentration in water samples.

Keywords: Water quality / Chlorophyll *a* / Aquatic insect / Chemical rice paddy field

บทนำ

การทำนาหรือการปลูกข้าวจัดได้ว่าเป็นอาชีพที่อยู่คู่กับสังคมไทยมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ที่มีแหล่งน้ำ นครสวรรค์เป็นจังหวัดหนึ่งที่ได้ชื่อว่าเป็นเมืองที่มีความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรน้ำ มีบึงบอระเพ็ดซึ่งเป็นบึงน้ำจืดที่มีขนาดใหญ่ที่สุดของประเทศ และแม่น้ำสายสำคัญไหลผ่านทั้งแม่น้ำน้ำยม แม่น้ำปิง และแม่น้ำน่านที่มาบรรจบกันกลายเป็นแม่น้ำเจ้าพระยา โดยจังหวัดที่มีพื้นที่ราว 9,597.7 ตารางกิโลเมตร และประมาณ 3 ใน 4 เป็นที่ราบลุ่มริมฝั่งแม่น้ำจึงทำให้เหมาะแก่การทำเกษตร โดยเฉพาะอย่างยิ่งการทำนาข้าวที่มีการเพาะปลูกกระจายอยู่ในทุกอำเภอของจังหวัด แบ่งเป็นพื้นที่ทำนาปีสูงถึง 2,373,294 ไร่ และพื้นที่ทำนาปรัง 536,031 ไร่ โดยฤดูกาลผลิตระหว่างปี 2563 ถึง 2564 มีผลผลิตรวม 1,577,897 ตัน [1]

แม้ว่าสภาพพื้นที่ของจังหวัดนครสวรรค์จะมีความอุดมสมบูรณ์แต่ด้วยการทำเกษตรเชิงพาณิชย์ที่เน้นเพิ่มปริมาณผลผลิตจึงส่งผลให้เกษตรกรต้องพึ่งสารเคมีทางการเกษตรหลากหลายชนิดทั้งปุ๋ยเคมี และสารเคมีกำจัดศัตรูพืชเพื่อช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโต รวมทั้งป้องกันศัตรูพืชในนาข้าว สารเคมีทางการเกษตรเหล่านี้เมื่อใช้ปริมาณมากเกินไป และทำการใช้อย่างไม่ถูกวิธีติดต่อกันเป็นระยะเวลานานย่อมก่อให้เกิดการตกค้างทำให้เกิดมลพิษทั้งทางดิน และทางน้ำ ส่งผลกระทบกับสุขภาพของเกษตรกร รวมถึงสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ทั้งพืช สัตว์ จุลินทรีย์ ทำให้ห่วงโซ่อาหารในระบบนิเวศในนาข้าวรวมถึงพื้นที่ใกล้เคียงขาดสมดุล จากงานวิจัยที่ศึกษาผลกระทบของการทำการเกษตรในหลายประเทศ เช่น อเมริกา [2] ฝรั่งเศส [3] อิตาลี [4] อินโดนีเซีย [5] และมาเลเซีย [6] พบว่าการทำการเกษตรที่ใช้สารเคมีจะก่อให้เกิดมลพิษทางน้ำ ส่งผลให้ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตทั้งในพื้นที่ทำการเกษตรเอง และแหล่งน้ำธรรมชาติในพื้นที่ใกล้เคียงลดลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงฤดูฝนที่มีการชะล้างสารเคมีที่ใช้ในการทำการเกษตรลงสู่ในแหล่งน้ำในบริเวณใกล้เคียงพื้นที่เพาะปลูก [7]

แพลงก์ตอนพืชถือว่าเป็นผู้ผลิตปฐมภูมิ (Primary producer) ของห่วงโซ่อาหารในแหล่งน้ำในการทำนาที่พึ่งการใช้สารเคมีก่อให้เกิดสภาวะที่อาจจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของผลผลิตปฐมภูมิ (Primary productivity) ของระบบนิเวศนาข้าว เนื่องจากเกิดการเปลี่ยนแปลงปริมาณแพลงก์ตอนพืชที่ไม่เหมาะสม [8] ทำให้เกิดการเสียสมดุลในห่วงโซ่อาหารส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น ๆ โดยแมลงน้ำที่จัดว่าเป็นผู้บริโภคที่มีความสำคัญในแง่การหมุนเวียนพลังงานในแหล่งน้ำ และเป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิตลำดับต้น ๆ ที่ได้รับผลกระทบตามระบบห่วงโซ่อาหาร รวมถึงเป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่นิยมนำมาใช้เป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำ [2,3,6] คณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง คุณภาพน้ำกับปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ซึ่งใช้เป็นตัวแทนของปริมาณแพลงก์ตอนพืช และความหลากหลายของ

แมลงน้ำในนาข้าวเคมี เพื่อให้ได้มาข้อมูลอันจะเป็นแนวทางในการวางแผนจัดการ สนับสนุนให้มีการปลูกข้าวแบบเกษตรอินทรีย์ในอนาคต ซึ่งจะช่วยฟื้นฟูสิ่งแวดล้อมและความหลากหลายทางชีวภาพของระบบนิเวศในอนาคตต่อไป

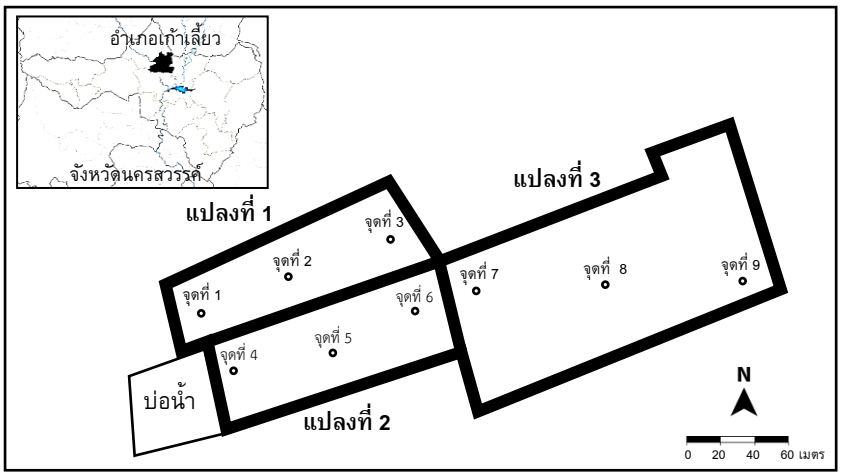
วัสดุและวิธีการ

พื้นที่ทำการศึกษา

พื้นที่ทำการศึกษาอยู่บริเวณนาข้าวเคมีที่ใช้ปุ๋ยเคมี และสารเคมีกำจัดศัตรูพืชของอำเภอเก้าเลี้ยว จังหวัดนครสวรรค์ (15°.86'N, 100°.097'E) โดยการเก็บตัวอย่างน้ำ และแมลงน้ำ 2 ช่วงเวลา ได้แก่ เริ่มต้นการเพาะปลูก (วันที่ 20 หลังจากนำน้ำเข้านาในช่วงเดือนมิถุนายน) และก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิต (วันที่ 60 ของการนำน้ำเข้านาในช่วงเดือนสิงหาคม) จากทั้งสิ้น 3 แปลง แปลงละ 3 จุดศึกษา (ภาพที่ 1)

การเก็บตัวอย่างน้ำ และแมลงน้ำ

ตัวอย่างน้ำจะดำเนินการเก็บที่ระดับกึ่งกลางความลึก โดยทำการเก็บตัวอย่างทั้งสิ้นจุดศึกษาละ 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำห่างกันประมาณ 1 เมตร รวมตัวอย่างที่ได้เข้าด้วยกันเพื่อทำเป็นตัวอย่างรวม (Composite sample) ในการเก็บรักษาภาพตัวอย่างน้ำเพื่อนำมาตรวจวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการจะทำการแช่ในถังน้ำแข็งอุณหภูมิประมาณ 4 องศาเซลเซียส ขณะที่ตัวอย่างแมลงน้ำทำการเก็บโดยใช้สวิง (Pond net) โดยมีเนื้อที่ในการเก็บแต่ละจุดศึกษาประมาณจุดละ 10 ตารางเมตร ระยะเวลาเฉลี่ยจุดละ 15 นาที โดยตัวอย่างแมลงน้ำที่ได้ทำการเก็บรักษาในแอลกอฮอล์เข้มข้นร้อยละ 75 [4]



ภาพที่ 1 จุดเก็บตัวอย่างน้ำ และแมลงน้ำ

วิธีการวิเคราะห์ตัวอย่าง

ดัชนีคุณภาพน้ำทางกายภาพเคมีที่ทำการตรวจวัดได้แก่ อุณหภูมิ การนำไฟฟ้า พีเอช ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ บีโอดี ความขุ่น ไนเตรท-ไนโตรเจน และออโธฟอสเฟต ซึ่งตรวจวัดตามวิธีของ Clesceri, Greenberg และ Eaton [9] (ตารางที่ 1) ขณะที่ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอในน้ำวิเคราะห์โดยการวัดค่าค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometric method) ตามวิธีของ Strickland และ Parsons [10] และในส่วนของตัวอย่างแมลงน้ำที่ได้จะนำมานับจำนวนของแต่ละชนิด และจำแนกโดยคู่มือของ Sangpradub และ Boonsoong [11] จากนั้นนำข้อมูลแมลงน้ำที่ได้มาประมินคุณภาพน้ำโดยคำนวณค่าดัชนี BMWP (Biological monitoring working party) และค่า ASPT (Average score per taxon) [12] และคำนวณหาดัชนีความมากชนิดของมาร์กาเลฟ (Margalef index, *d*) ค่าดัชนีความสม่ำเสมอไพเลา (Pielou's evenness index, *J*) และค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพของแชนนอน-ไวเนอร์ (Shannon-Wiener's index, *H'*) [13]

ตารางที่ 1 ดัชนีคุณภาพน้ำที่ทำการศึกษาและวิธีวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

ดัชนีคุณภาพน้ำ	วิธีการวิเคราะห์
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer)
ความขุ่น (เอ็นทียู)	วิธีเนเฟโลเมเตริก (Nephelometric method)
การนำไฟฟ้า (ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร)	เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity meter)
พีเอช	เครื่องวัดพีเอช (pH meter)
ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	วิธีเอไซด์โมดิฟีเคชั่น (Azide modification)
บีโอดี (มิลลิกรัมต่อลิตร)	วิธีเอไซด์โมดิฟีเคชั่น (Azide modification)
ไนเตรท-ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร)	วิธีวัดสี (Colorimetric method)
ออโธฟอสเฟต (มิลลิกรัมต่อลิตร)	วิธีแอสคอร์บิค แอซิด (Ascorbic acid method)

การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลของงานวิจัยวิเคราะห์โดยใช้ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) โดยทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ T-test ของแต่ละช่วงเวลาที่แตกต่างกัน และหาความสัมพันธ์ของคุณภาพน้ำ ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และดัชนีความหลากหลายของแมลงน้ำโดยวิธีของ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson correlation)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

สภาพแวดล้อมโดยทั่วไป

สภาพแวดล้อมโดยทั่วไปในนาข้าวช่วงเริ่มต้นการเพาะปลูก ระหว่างช่วงเวลา 07.00 น.-10.30 น. พบว่าท้องฟ้าโปร่ง แดดแรง ระดับน้ำในนาเท่ากับ 24.33±4.70 เซนติเมตร และมีอุณหภูมิอากาศสูงเนื่องจากเป็นฤดูร้อนโดยเท่ากับ 34.30±1.21 องศาเซลเซียส ขณะที่สภาพแวดล้อมโดยทั่วไปในช่วงก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิต พบว่าระดับน้ำในนาข้าวลดลงเหลือ 13.02±2.61 เซนติเมตร ขณะที่อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยต่ำกว่าช่วงเริ่มต้นการเพาะปลูกโดยมีค่าเท่ากับ 26.74±0.60 องศาเซลเซียส เนื่องจากเป็นฤดูฝน และท้องฟ้ามีเมฆมากปกคลุมมากกว่าร้อยละ 95

คุณภาพน้ำ และปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ

เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพน้ำในนาข้าวระหว่างเริ่มต้นการเพาะปลูกกับก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิต พบว่ามีเพียงพีเอชในน้ำที่มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) ขณะที่อุณหภูมิน้ำมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิอากาศที่เก็บตัวอย่างในช่วงฤดูร้อน (เริ่มต้นการเพาะปลูก) และฤดูฝน (ก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิต) ขณะที่ค่าการนำไฟฟ้าในช่วงก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิตพบว่ามีค่าสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) ซึ่งอาจเป็นผลมาจากของแข็งที่ละลายน้ำที่เพิ่มสูงขึ้นในช่วงฤดูฝนเนื่องจากเป็นช่วงที่เกษตรกรมีการใส่สารเคมีกำจัดศัตรูพืช และปุ๋ยเคมีที่ใช้ในการทำการเกษตร [14] ในส่วนของ บีโอดี พบว่ามีค่าสูงทั้ง 2 ช่วง โดยในช่วงเริ่มต้นการเพาะปลูกเป็นผลมาจากกิจกรรมของเกษตรกรที่เป็นช่วงเตรียมแปลงปลูกข้าวโดยการไถกลบตอซังส่งผลให้ปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำมีปริมาณมาก [15] ในส่วนช่วงก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิตอาจเกิดการใส่ปุ๋ยคอก และจากเศษซากพืช ซากสัตว์ [16] ขณะที่ในช่วงก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิตค่าออกซิเจนละลายในน้ำมีค่าต่ำทั้งนี้เนื่องจากเป็นช่วงฤดูฝน ท้องฟ้าปิด ส่งผลต่อกระบวนการสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืชในน้ำ ส่วนค่าไนเตรท-ไนโตรเจน และออโธฟอสเฟต ในน้ำจะมีค่าสูง สอดคล้องกับปริมาณคลอโรฟิลล์ เอในน้ำที่สูงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) เมื่อเปรียบเทียบกับช่วงเริ่มต้นการเพาะปลูก ทั้งนี้เป็นเกิดจากการใส่ปุ๋ยคอก และปุ๋ยเคมีเพื่อเพิ่มปริมาณผลผลิตส่งผลทำให้ปริมาณแพลงก์ตอนพืชในน้ำของนาข้าวเพิ่มจำนวนสูงขึ้น [16] โดยภาพรวมแล้วจะเห็นได้ว่าน้ำในนาข้าวก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิต จัดเป็นน้ำที่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลางถึงแหล่งน้ำที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง โดยคุณภาพน้ำมีความสกปรกที่อยู่ในรูปสารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ที่มากกว่าเมื่อเทียบกับช่วงเริ่มต้นการเพาะปลูก (ตารางที่ 2)

แมลงน้ำ

แมลงน้ำที่พบทั้งสองช่วงเวลาการเพาะปลูกมีจำนวนทั้งสิ้น 770 ตัว จาก 11 วงศ์ โดยพบในในช่วงเริ่มต้นการเพาะปลูก 8 วงศ์ ได้แก่ มวนกรรเชียง (วงศ์ Notonectidae)

จิงโจ้น้ำใหญ่ (วงศ์ Gerridae) มวนวน (วงศ์ Corixidae) หนอนและตัวเต็มวัยของด้วงเหนี่ยง (วงศ์ Hydrophilidae) ด้วงหัวเต่า (วงศ์ Dryopidae) แมลงดาสวน (วงศ์ Belostomatidae) หนอนยุง (วงศ์ Culicidae) และตัวอ่อนแมลงปอเข็มหางสองส่วน (วงศ์ Protoneuridae) มีจำนวนทั้งสิ้น 660 ตัว ขณะที่ช่วงก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิตจำนวน 9 วงศ์ โดยไม่พบแมลงดาสวนเหมือนกับในช่วงเริ่มต้นการเพาะปลูก และพบตัวอ่อนชีปะขาวว่ายน้ำ (วงศ์ Baetidae) และตัวอ่อนแมลงปอเสือ (วงศ์ Gomphidae) โดยมีจำนวนทั้งสิ้นเพียง 110 ตัว และเมื่อนำชนิด และจำนวนแมลงน้ำมาหาค่ามีดัชนีความมากชนิดของมาร์กาเลฟ (*d*) ดัชนีความสม่ำเสมอไฟเลา (*J*) และดัชนีความหลากหลายของแชนนอน-ไวเนอร์ (*H'*) จะพบว่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ และดัชนีความสม่ำเสมอในช่วงก่อนการเพาะปลูกพบว่ามีค่าสูงกว่าก่อนการเก็บเกี่ยว แต่พบว่าดัชนีความมากชนิดในช่วงก่อนการเก็บเกี่ยวมีค่าสูงกว่าเล็กน้อย (ตารางที่ 3)

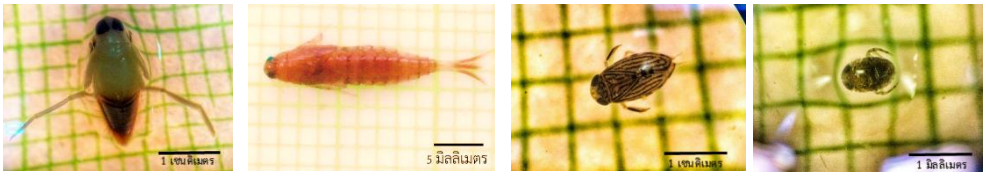
ตารางที่ 2 คุณภาพน้ำในนาข้าว ระหว่างเริ่มต้นการเพาะปลูกและก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิต

ดัชนีคุณภาพน้ำ	เริ่มต้นการเพาะปลูก				ก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิต			
	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2	แปลงที่ 3	เฉลี่ย	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2	แปลงที่ 3	เฉลี่ย
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	33.15	33.00	33.22	33.12±0.11[ข]	28.01	29.29	28.89	28.73±0.66[ก]
ความขุ่น (เอ็นทียู)	29.88	25.22	23.02	26.04±3.50[ก]	42.32	50.73	54.34	49.13±6.17[ข]
การนำไฟฟ้า (ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร)	504.90	550.70	577.31	544.30±36.63[ก]	621.30	661.27	630.10	637.56±21.00[ข]
พีเอช	8.01	8.40	8.21	8.21±0.20[ก]	8.22	8.26	8.20	8.23±0.03[ก]
ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	7.88	5.68	6.10	6.55±1.17[ข]	1.73	1.74	1.69	1.72±0.03[ก]
บีโอดี (มิลลิกรัมต่อลิตร)	5.82	7.91	4.28	6.00±1.82[ก]	5.02	6.54	8.11	6.56±1.55[ข]
ไนเตรท-ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.04	0.03	0.04	0.04±0.01[ก]	0.43	0.51	0.47	0.47±0.04[ข]
ออโธฟอสเฟต (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.04	0.04	0.04	0.04±0.00[ก]	0.06	0.07	0.07	0.07±0.01[ข]
ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (ไมโครกรัมต่อลิตร)	5.35	7.95	6.91	6.74±1.31[ก]	15.23	12.61	14.78	14.21±1.40[ข]

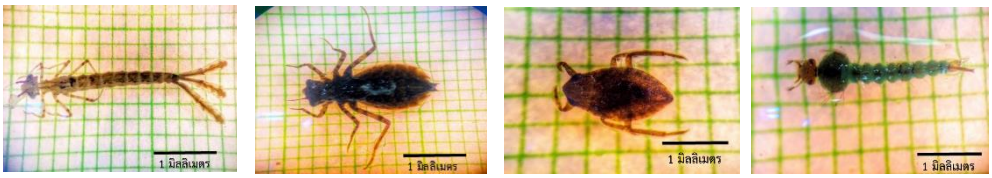
หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรแตกต่างกันในแถวมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$)

ตารางที่ 3 ดัชนีความมากชนิด ดัชนีความสม่ำเสมอ และดัชนีความหลากหลายของแมลงน้ำในนาข้าวเคมี จังหวัดนครสวรรค์

	ดัชนีความมากชนิด	ดัชนีความสม่ำเสมอ	ดัชนีความหลากหลาย
เริ่มต้นการเพาะปลูก	1.12	0.73	1.43
ก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิต	1.29	0.61	1.21



มวนกรรเชียง ตัวอ่อนชีปะขาวว่ายน้ำ มวนวน ด้วงเหนี่ยง



ตัวอ่อนแมลงปอเข็มหางสองส่วน ตัวอ่อนแมลงปอเสือ แมลงดาสวน หนอนยุง

ภาพที่ 2 ตัวอย่างแมลงน้ำที่พบในนาข้าวเคมี จังหวัดนครสวรรค์

เนื่องจากน้ำในนาข้างมีระดับน้ำไม่ลึกมากนักส่งผลให้น้ำผสมกันได้ดีไม่มีการแบ่งชั้นน้ำระหว่างผิวน้ำกับพื้นท้องน้ำ เมื่อนำแมลงน้ำที่มีค่าดัชนี BMWP มาคำนวณหาค่า ASPT เพื่อชี้ถึงสภาวะการเสื่อมคุณภาพน้ำ แล้วพบว่าช่วงเริ่มต้นการเพาะปลูกมีคุณภาพน้ำปานกลาง ซึ่งมีคุณภาพดีกว่าน้ำในนาก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิตที่อยู่ในระดับปานกลางถึงค่อนข้างสกปรก (ตารางที่ 4) ซึ่งจากผลจะเห็นได้ว่าผลที่ได้มีความสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำในส่วนของที่คุณภาพน้ำในช่วง ก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิตสกปรกที่เกิดจากสารอินทรีย์มลพิษมากกว่าช่วงเริ่มต้นการเพาะปลูก สอดคล้องกับงานวิจัยของ Custodio [17] พบว่าสามารถประยุกต์ใช้ค่าดัชนี BMWP สามารถนำมาประเมินคุณภาพน้ำในพื้นที่ชุ่มน้ำบริเวณภูเขาสูงของประเทศเปรูได้

ตารางที่ 4 การประเมินคุณภาพน้ำโดยใช้แมลงน้ำในนาข้าว

แปลงที่	คะแนนเฉลี่ยชี้ถึงสภาวะการเสื่อมคุณภาพน้ำ	
	เริ่มต้นการเพาะปลูก	ก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิต
1	5.00 คะแนน (ระดับปานกลาง)	4.50 คะแนน (ระดับปานกลางถึงค่อนข้างสกปรก)
2	5.00 คะแนน (ระดับปานกลาง)	4.25 คะแนน (ระดับค่อนข้างสกปรก)
3	5.00 คะแนน (ระดับปานกลาง)	4.60 คะแนน (ระดับปานกลางถึงค่อนข้างสกปรก)

ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำ คลอโรฟิลล์ เอ และความหลากหลายของแมลงน้ำ

เมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำทางกายภาพเคมีกับปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และความหลากหลายของแมลงน้ำที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 ($p<0.01$) แล้วพบว่าปริมาณธาตุอาหารมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ อย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากธาตุไนเตรทเป็นธาตุอาหารที่แพลงก์ตอนพืชในนาข้าวนำไปใช้เพื่อการเจริญเติบโตและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ก่อนสารประกอบไนโตรเจนอื่น ๆ ขณะที่ออโธฟอสเฟตเป็นธาตุอาหารที่เป็นองค์ประกอบสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์แสง [18] ในส่วนของอุณหภูมิและปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ มีความสัมพันธ์เชิงลบกับปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ อย่างมีนัยสำคัญ กล่าวคืออุณหภูมิน้ำที่ต่ำแต่กลับพบว่ามีการละลายของออกซิเจนในน้ำต่ำ แม้ว่าจะมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ สูงทั้งในอาจได้รับผลกระทบจากสภาพภูมิอากาศในช่วงฤดูฝนที่ท้องฟ้ามีเมฆมากปิดกั้นแสงอาทิตย์จึงส่งผลให้การส่องผ่านของแสงลงสู่แหล่งน้ำต่ำลง การสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืชผลิตออกซิเจนลดลง [19] ในส่วนของความหลากหลายของแมลงน้ำมีความสัมพันธ์เชิงลบต่อปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน ออโธฟอสเฟต และปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าน้ำที่มีธาตุอาหารต่าง ๆ สูงแสดงให้เห็นถึงน้ำเสียมีคุณภาพต่ำจนส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของแมลงน้ำ [2] และความหลากหลายของแมลงน้ำยังมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับอุณหภูมิ ความขุ่น และปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ อย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้เนื่องจากอุณหภูมิ และปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ เป็นปัจจัยจำกัดที่สำคัญต่อการดำรงชีวิต ขณะที่ความขุ่นที่เพิ่มขึ้นทำให้แมลงน้ำกลุ่มที่มีรูปแบบการกินอาหารแบบเก็บกินอนุภาคสารอินทรีย์ (Collector) ซึ่งเป็นแมลงน้ำกลุ่มใหญ่ที่พบในแหล่งน้ำ [20] ทั้งแมลงน้ำที่มีการกินอาหารแบบเก็บกิน (Gatherer collector) และแมลงน้ำที่มีการกินอาหารแบบกรองกิน (Filtering collector) มีปริมาณมากขึ้นเนื่องจากมีอนุภาคสารอินทรีย์ขนาดเล็ก (Fine particulate organic matter, FPOM) อยู่ในน้ำปริมาณมาก [21]

ตารางที่ 5 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ระหว่างคุณภาพน้ำทางกายภาพเคมี คลอโรฟิลล์ เอ และความหลากหลายของแมลงน้ำ

	อุณหภูมิ	ความขุ่น	การนำไฟฟ้า	พีเอช	ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ	บีโอดี	ไนเตรท-ไนโตรเจน	ออโธฟอสเฟต	ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ
ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ	-.977**	-.848	.857	.246	-.975**	-.244	.931**	.930**	
ดัชนีความหลากหลาย	.985**	.942**	-.886	-.087	.963**	.197	-.994**	-.977**	-.959**

หมายเหตุ **ความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 (p<0.01)

สรุป

คุณภาพน้ำทางกายภาพเคมีของน้ำในนาข้าวมีผลสอดคล้องกับการประเมินคุณภาพน้ำโดยใช้แมลงน้ำโดยพบว่าช่วงเริ่มต้นการเพาะปลูกมีคุณภาพน้ำดีกว่าและช่วงก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิต จากค่าของคุณภาพน้ำที่ได้ส่งผลให้มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ สูง โดยพบแมลงน้ำจำนวนทั้งสิ้น 770 ตัว จาก 11 วงศ์ โดยพบในในช่วงเริ่มต้นการเพาะปลูก จำนวน 8 วงศ์ และพบช่วงก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิตจำนวน 9 วงศ์ ซึ่งค่าความหลากหลายของแมลงน้ำต่ำในช่วงก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิต เมื่อประเมินความสัมพันธ์ พบว่า อุณหภูมิและปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ ไนเตรท-ไนโตรเจน และออโธฟอสเฟตมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทั้งปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และความหลากหลายของแมลงน้ำ ขณะที่ความขุ่นและปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ เป็นปัจจัยที่มีผลต่อค่าความหลากหลายของแมลงน้ำในนาข้าวเท่านั้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ ที่อนุเคราะห์เครื่องมือในการดำเนินการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

1. สำนักงานจังหวัดนครสวรรค์. ข้อมูลสำคัญจังหวัดนครสวรรค์ ประจำปี 2564. นครสวรรค์: กลุ่มงานยุทธศาสตร์และข้อมูลเพื่อการพัฒนาจังหวัดนครสวรรค์; 2564.
2. Goss CW, Sullivan SMP, Goebel PC. Effects of land-cover transitions on emerging aquatic insects and environmental characteristics of headwater streams in an agricultural catchment. River Res Appl 2020;36:1097-108.

3. Song MY, Leprieur F, Thomas A, Lek-Ang S, Chon TS, Lek S. Impact of agricultural land use on aquatic insect assemblages in the Garonne river catchment (SW France). Aquatic Ecol 2009;43:999-1009.
4. Lupi D, Rocco A, Rossaro B. Benthic macroinvertebrates in Italian rice fields. J Limnol 2013;72:184-200.
5. Wakhid W, Rauf A, Krisanti M, Sumertajaya IM, Maryana N. Species richness and diversity of aquatic insects inhabiting rice fields in Bogor, West Java, Indonesia. Biodiversitas 2020;21:34-42.
6. Shafie MSI, Wong ABH, Harun S, Fikri AH. Land use influence on the aquatic insect communities on tropical forest streams of Liwagu River, Sabah, Malaysia. AACL Bioflux 2017;10:341-52.
7. ทินพันธุ์ เนตรแพ. ความหลากหลายของสัตว์หน้าดิน ในแม่น้ำจังหวัดนครสวรรค์. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2556;5:1-8.
8. Ahmed S, Rahman AFMA, Hossain MB. Phytoplankton biodiversity in seasonal waterlogged paddy fields, Bangladesh. Ecologia 2013;3:1-8.
9. Clesceri LS, Greenberg AE, Eaton AD. Standard methods for the examination of water and wastewater. 20th ed. Washington DC: American Public Health Association; 1998.
10. Strickland JDH, Parsons TR. A practical handbook of seawater analysis. 2nd ed. Canada: Ottawa; 1972.
11. Sangpradub N, Boonsoong B. Identification of freshwater invertebrates of the Mekong River and its tributaries. Vientiane: Mekong River Commission; 2006.
12. Mustow SE. Biological monitoring of rivers in Thailand: use and of the BMWP score. Hydrobiologia 2002;479:191-229.
13. Ludwig JA, Reynolds JF. Statistical ecology: a primer on methods and computing. New York: Wiley; 1988.
14. Kachi N, Kachi S, Bousnoubra H. Effects of irrigated agriculture on water and soil quality (case perimeter Guelma, Algeria). Soil Water Res 2016;11:97-104.
15. กรมควบคุมมลพิษ. คู่มือเกณฑ์ปฏิบัติที่ดีในการลดมลพิษจากนาข้าว. กรุงเทพฯ: กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม; 2563.

16. กัญญาณัฐ สุนทรประสิทธิ์, ลลิตา ข่วงบุญ, ศิริลักษณ์ วลัญช์เพียร. ความสัมพันธ์ระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ และคุณภาพแม่น้ำอิงตอนล่างและแม่น้ำสาขา. แก่นเกษตร 2560;45:809-15.
17. Custodio M. A review of water quality indices used to assess the health status of high mountain wetlands. Open J Ecol 2019;9:66-83.
18. Montgomery RT, McPherson BF, Emmons EE. Effects of nitrogen and phosphorus additions on phytoplankton productivity and chlorophyll a in a subtropical estuary, Charlotte Harbor, Florida. Florida: WRI; 1991.
19. Kunlasak K, Chitmanat C, Whangchai N, Promya J, Lebel L. Relationships of dissolved oxygen with chlorophyll-a and phytoplankton composition in tilapia ponds. Int J Geosci 2013;4:46-53.
20. ทินพันธุ์ เนตรแพ. ชลธีวิทยา. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2558.
21. Thanee I, Phalaraksh C. Diversity of aquatic insects and their functional feeding group from anthropogenically disturbed streams in Mae Sot district, Tak province, Thailand. Chiang Mai J Sci 2012;39:399-409.