ความหลากหลายและความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ในนาข้าวแบบเคมีและนาข้าวแบบอินทรีย์ในจังหวัดบุรีรัมย์

วิทยานิพนธ์

ของ

พชรพล อยู่เกิด

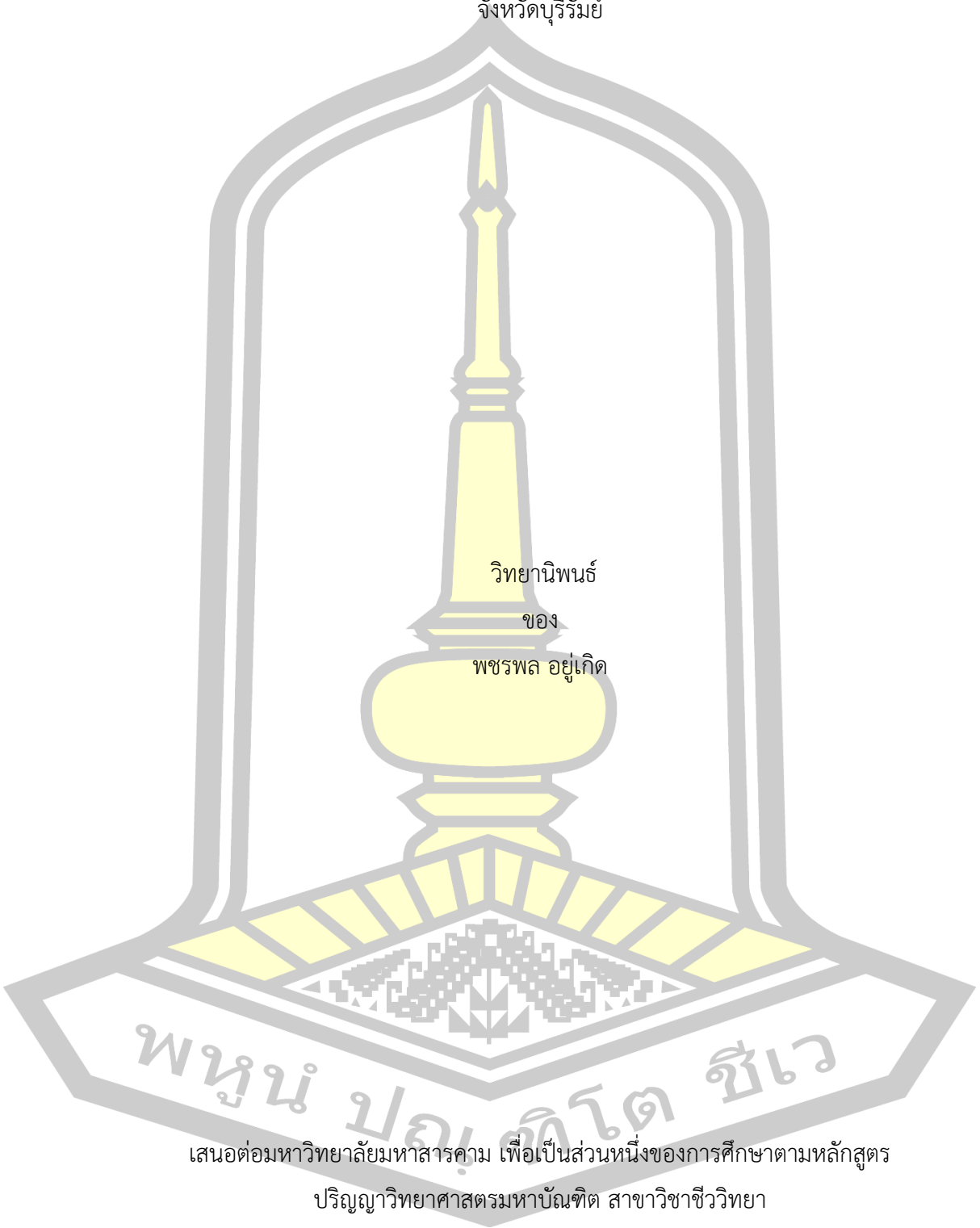
เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา

มิถุนายน 2565

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ความหลากหลายและความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ในนาข้าวแบบเคมีและนาข้าวแบบอินทรีย์ในจังหวัดบุรีรัมย์



วิทยานิพนธ์

ของ

พชรพล อยู่เกิด

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา

มิถุนายน 2565

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Diversity and Abundance of Zooplankton in Chemical and Organic Rice Fields in Buri Ram Province

Pacharapol U-kerd

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements

for Master of Science (Biology)

June 2022

Copyright of Mahasarakham University

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนายพชรพล อยู่เกิด แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รศ. ดร. สุปิยนิตย์ ไม้แพ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(อ. ดร. เอกพจน์ ศรีฟ้า)

.....กรรมการ
(รศ. ดร. สุคนธ์ทิพย์ เศวตนลินทล)

.....กรรมการ
(อ. ดร. ญาณวุฒิ อุทรักษ์)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

.....
(ศ. ดร. ไพโรจน์ ประมวล)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

.....
(รศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

พหุน ปณฺฑิโต ชีวเว

ชื่อเรื่อง ความหลากหลายและความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ในนาข้าวแบบเคมีและนาข้าวแบบอินทรีย์ในจังหวัดบุรีรัมย์

ผู้วิจัย พชรพล อยู่เกิด

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ ดร. เอกพจน์ ศรีฟ้า

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต **สาขาวิชา** ชีววิทยา

มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม **ปีที่พิมพ์** 2565

บทคัดย่อ

การศึกษาความหลากหลาย และความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ในนาข้าวแบบอินทรีย์และนาข้าวแบบเคมี ในจังหวัดบุรีรัมย์ โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำรายเดือน ตั้งแต่เดือนกันยายน ถึงพฤศจิกายน พ.ศ. 2562 โดยเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนสัตว์เชิงปริมาณด้วยตาข่ายแพลงก์ตอนขนาด 20 ไมโครเมตร และวัดตัวแปรทางสิ่งแวดล้อมบางประการ โดยเก็บตัวอย่างจากนาข้าวแบบอินทรีย์ 3 แปลง และนาข้าวแบบเคมี 3 แปลง แต่ในเดือนพฤศจิกายน น้ำในนาข้าวแบบเคมี แห้งจนทำให้ไม่สามารถทำการเก็บตัวอย่างได้ ผลการศึกษา พบแพลงก์ตอนสัตว์ทั้งหมด 68 ชนิด ใน 4 กลุ่ม กลุ่มที่พบมากที่สุดคือ โรติเฟอร์ พบ 55 ชนิด รองลงมาได้แก่ คลาโดเซอแรน 8 ชนิด โคพีพอด 4 ชนิด และออสตราคอด 1 ชนิด โดยแพลงก์ตอนสัตว์ที่ชุกชุมที่สุด ได้แก่ *Sinantherina* sp., *Polyarthra* sp. และ copepod nauplius โดยนาข้าวแบบอินทรีย์มีชนิดแพลงก์ตอนสัตว์น้อยกว่านาข้าวแบบเคมี โดยเดือนที่มีความชุกชุมแพลงก์ตอนสัตว์มากที่สุด คือเดือนกันยายน เมื่อเปรียบเทียบดัชนีความหลากหลายระหว่างนาข้าวแบบอินทรีย์และนาข้าวแบบเคมี และเปรียบเทียบระหว่างเดือน พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ยกเว้น ดัชนีความเท่าเทียม ที่พบว่าในเดือนกันยายนมีค่าต่ำกว่าอีกสองเดือนอย่างมีนัยสำคัญ ผลการศึกษานี้อาจแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของชุมชีพแพลงก์ตอนสัตว์ในนาข้าวซึ่งอาจมีความแตกต่างกันได้จากสภาพแวดล้อมของพื้นที่และการทำการเกษตร

คำสำคัญ : แพลงก์ตอนสัตว์, นาข้าวแบบอินทรีย์, นาข้าวแบบเคมี, ดัชนีความหลากหลาย, ความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์

TITLE Diversity and Abundance of Zooplankton in Chemical and Organic Rice Fields in Buri Ram Province

AUTHOR Pacharapol U-kerd

ADVISORS Akeapot Srifa , Ph.D.

DEGREE Master of Science **MAJOR** Biology

UNIVERSITY Mahasarakham University **YEAR** 2022

ABSTRACT

A study of zooplankton diversity and abundance in chemical and organic rice fields in Buri Ram province was carried out by taking monthly water samples from September to November 2019. Zooplankton were quantitatively collected through a 20-micrometer plankton net, and some environmental variables were measured. Samples were collected from 3 organic rice fields and 3 chemical rice fields but in November it was so dry that no samples can be collected. Total 68 zooplankton species of 4 groups were found. The most found were 55 rotifers, 8 cladocerans, 4 copepods, and 1 ostracod. The most abundant zooplankton were *Sinantherina* sp., *Polyarthra* sp. and copepod nauplius. Organic rice fields had less zooplankton species than chemical rice fields. Zooplankton was most abundant in September. When comparing between types of rice fields and among sampling months, it was found that there was no significant difference in means except the evenness index that was found to be significantly lowest in September. The results from this study might show the changes in zooplankton community in rice fields that may be different due to the area environment and agricultural practices.

Keyword : Zooplankton, Organic rice fields, Chemical rice fields, Diversity Index, Zooplankton abundance

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ ด้วยความกรุณา และความช่วยเหลืออย่างสูงจาก อาจารย์ ดร. เอกพจน์ ศรีฟ้า อาจารย์ที่ปรึกษาผู้คอยให้คำแนะนำ และช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ มาโดยตลอด รองศาสตราจารย์ ดร. สุปิยนิตย์ ไม้แพ ประธานคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร. สุคนธ์ทิพย์ เศวตนลินทล และอาจารย์ ดร. ญาณวุฒิ อุทรักษ์ กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ได้กรุณาให้ความรู้ คำปรึกษา ข้อเสนอแนะ และตรวจแก้ไขข้อบกพร่อง จนทำให้งานวิจัยเล่มนี้เสร็จสมบูรณ์ ผู้ศึกษาขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ขอขอบพระคุณ อาจารย์ธนพิพัฒน์ วรฤทธิ์ และ อาจารย์ ดร. นครประดิษฐ์ อาจารย์ประจำสถาบันวิจัยวลัยรุกขเวช มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่ให้คำแนะนำ และความอนุเคราะห์ในการออกภาคสนาม และเก็บตัวอย่างเพื่อใช้ในงานวิจัย ขอขอบพระคุณ โครงการ Integrating the Value of Ecosystems and Biodiversity in Rice Systems in Thailand; An analysis of alternative rice cultivation methods in northeast Thailand ที่ให้การสนับสนุนในการทำวิทยานิพนธ์ ขอขอบพระคุณ นายอนุวัฒน์ ทุมมานาม นายธนาธิป ภูผารส นายธนวรรธน์ รวีโรจน์ธาดากุล นางสาวพิชญา ศรีประทุม นางสาวธนารัตน์ หงษ์ทะนี และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการวมว. ที่ช่วยในการออกภาคสนาม เก็บตัวอย่าง และสนับสนุนเครื่องมืองานวิจัย สุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณครอบครัว เพื่อน ๆ พี่ ๆ น้อง ๆ และทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือ และให้กำลังใจตลอดมา

พชรพล อยู่เกิด

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญรูปภาพ ..... ญ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 วัตถุประสงค์ 2

1.2 สมมติฐานของงานวิจัย 2

1.3 ผลที่คาดว่าจะได้รับ 2

1.4 ขอบเขตของการศึกษา 2

1.5 ระยะเวลาการดำเนินงาน 5

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 6

2.1 ประเภทของแพลงก์ตอน 6

2.2 ประเภทของแพลงก์ตอนสัตว์ 8

2.2.1 แพลงก์ตอนสัตว์ถาวร (holoplankton) 8

2.2.2 แพลงก์ตอนสัตว์ชั่วคราว (meroplankton) 8

2.3 ความสำคัญและประโยชน์ของแพลงก์ตอนสัตว์ 12

2.4 ความสัมพันธ์ของปัจจัยสภาพแวดล้อมกับความชุกชุมแพลงก์ตอนสัตว์ 14

2.5 นาข้าว 14

2.6 ความสัมพันธ์ระหว่างแพลงก์ตอนสัตว์กับนาข้าว 16

2.7 เอกสารการศึกษาที่เกี่ยวข้อง 17
บทที่ 3 วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการศึกษา 22
3.1 วัสดุ และอุปกรณ์ 22
3.2 วิธีการทดลอง 22
3.2.1 พื้นที่ทำการศึกษา 22
3.2.2 การเก็บตัวอย่างน้ำ 28
3.2.3 การเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนสัตว์ 28
3.2.4 การนับจำนวนและระบุชนิดแพลงก์ตอนสัตว์ 29
3.2.5 การคำนวณดัชนีความหลากหลาย 29
3.2.6 การวิเคราะห์ทางสถิติ 31
บทที่ 4 ผลการวิจัย 35
4.1 ลักษณะทางกายภาพและเคมีของน้ำนาข้าว 35
4.2 ชนิดของแพลงก์ตอนสัตว์ 36
4.3 ความชุกชุมและความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์ 44
4.4 ดัชนีความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์ 47
บทที่ 5 สรุปและอภิปรายผลการวิจัย 53
5.1 สรุปและอภิปรายผลการวิจัย 53
5.2 ข้อเสนอแนะ 60
บรรณานุกรม 61
ประวัติผู้เขียน 69

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 พิกัดทางภูมิศาสตร์ของสถานีเก็บตัวอย่างน้ำ 25

ตาราง 2 ลักษณะทางกายภาพ และเคมีของตัวอย่างน้ำที่ตรวจวัดในนาข้าวแบบอินทรีย์ และนาข้าวแบบเคมี 36

ตาราง 3 แพลงก์ตอนสัตว์ที่พบในแต่ละสถานี 38

ตาราง 4 แพลงก์ตอนสัตว์ที่พบในแต่ละเดือน 41

ตาราง 5 เปรียบเทียบค่าดัชนีความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์บริเวณนาข้าวแบบอินทรีย์ และนาข้าวแบบเคมีแบบเคมี t-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% 48

ตาราง 6 เปรียบเทียบค่าดัชนีระหว่างเดือนกันยายน เดือนตุลาคม และเดือนพฤศจิกายน: (a) ดัชนีความหลากชนิดของ Shannon-Weiner (b) ดัชนีความหลากชนิดของ Simpson (c) ดัชนีความชุกชุมทางชนิด (d) ดัชนีความเท่าเทียม (e) ดัชนีความเด่น 50

ตาราง 7 ค่าดัชนีแพลงก์ตอนสัตว์ระหว่างเดือนกันยายน และเดือนตุลาคม 51

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปภาพ 1 แพลงก์ตอนพืชกลุ่มเดสมิด ชนิด *Closterium parvulum* 7

รูปภาพ 2 โรติเฟอร์น้ำจืดชนิด *Trichocerca* sp. 7

รูปภาพ 3 ไซโคลพอยด์ โคพีพอด *Oithona rigida* 9

รูปภาพ 4 โรติเฟอร์ชนิด *Monommata* sp. 10

รูปภาพ 5 เพศผู้ และเพศเมีย *Brachionus plicatilis.* 11

รูปภาพ 6 คลาโดเซอราชนิด *Macrothrix* sp. 12

รูปภาพ 7 จุดที่ทำการศึกษาตัวอย่างภายในจังหวัดบุรีรัมย์ (SWOR คือ นาข้าวแบบอินทรีย์, SWIN คือนาข้าวแบบเคมี) 23

รูปภาพ 8 นาข้าวแบบเคมีและนาข้าวแบบอินทรีย์บ้านสวายสอ 24

รูปภาพ 9 สถานีเก็บตัวอย่าง SWOR 1 25

รูปภาพ 10 สถานีเก็บตัวอย่าง SWOR 2 26

รูปภาพ 11 สถานีเก็บตัวอย่าง SWOR 3 26

รูปภาพ 12 สถานีเก็บตัวอย่าง SWIN 1 27

รูปภาพ 13 สถานีเก็บตัวอย่าง SWIN 2 27

รูปภาพ 14สถานีเก็บตัวอย่าง SWIN 3 28

รูปภาพ 15 ความชุกชุมแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบ 37

รูปภาพ 16 ความชุกชุมรวมแพลงก์ตอนสัตว์ในนาข้าว (ค่าเฉลี่ย ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน) ... 45

รูปภาพ 17 ความชุกชุมแพลงก์ตอนสัตว์ในแต่ละเดือน (ค่าเฉลี่ย ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน) ... 46

รูปภาพ 18 ความชุกชุมของ โรติเฟอร์ โคพีพอด และคลาโดเซอแรนที่พบในแต่ละเดือน (a) เดือนกันยายน (b) เดือนตุลาคม (c) เดือนพฤศจิกายน 47

รูปภาพ 19 เปรียบเทียบค่าดัชนีระหว่างนาข้าวแบบอินทรีย์ (SWOR) และนาข้าวแบบเคมี (SWIN): (a) ดัชนีความหลากชนิดของ Shannon-Weiner (b) ดัชนีความหลากชนิดของ Simpson (c) ดัชนีความชุกชุมทางชนิด (d) ดัชนีความเท่าเทียม (e) ดัชนีความเด่น 52

รูปภาพ 20 แผนภาพแสดงนาข้าวแบบอินทรีย์ และนาข้าวแบบเคมี ที่อาจส่งผลต่อแพลงก์ตอนสัตว์ 56

รูปภาพ 21 แผนภาพฤดูกาลที่ส่งผลต่อแพลงก์ตอนสัตว์ 59

บทที่ 1
บทนำ

แพลงก์ตอน (plankton) คือ สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่อาศัยอยู่ในน้ำ ดำรงชีวิตด้วยการสังเคราะห์แสงหรือกินสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กกว่าเป็นอาหาร มีความต้านทานต่อกระแสน้ำที่ต่ำมาก และมักถูกพัดพาโดยกระแสน้ำ ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า เนื่องจากมีขนาดที่เล็กมาก ต้องใช้กล้องจุลทรรศน์ในการศึกษา โดยแพลงก์ตอนจะมีรูปร่างลักษณะที่เปลี่ยนแปลงไปตามสภาพแหล่งน้ำต่าง ๆ รวมทั้งจำนวนและชนิดด้วย แพลงก์ตอนสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ ประเภทที่ 1 แพลงก์ตอนพืช (phytoplankton) เป็นสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำที่สามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้ ส่วนมากมีสีเขียวเนื่องจากมีคลอโรฟิลล์ แต่บางชนิดอาจมีสีน้ำตาล หรือสีเหลือง ขึ้นอยู่กับระบบนิเวศนั้น ๆ โดยแพลงก์ตอนพืช จัดเป็นผู้ผลิตขั้นปฐมภูมิในห่วงโซ่อาหารในระบบนิเวศน้ำ นอกจากเป็นผู้ผลิตแล้ว แพลงก์ตอนพืชยังสามารถใช้ในการบ่งชี้คุณภาพน้ำ และมีความสำคัญเพราะเป็นอาหารสำหรับสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ ที่อยู่ในน้ำ (เสถียรพงษ์ ขาวหิต และคณะ, 2558) ประเภทที่ 2 แพลงก์ตอนสัตว์ (zooplankton) ซึ่งเป็นสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำ มีบทบาทสำคัญในการเป็นอาหารให้สัตว์น้ำและการบริโภคแพลงก์ตอนพืชเป็นอาหารเพื่อถ่ายทอดพลังงานจากแพลงก์ตอนพืชไปสู่สิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในแหล่งน้ำ (Alcaraz and Calbet, 2003) ลักษณะภายนอกส่วนมากไม่มีสี และสามารถเปลี่ยนแปลงรูปร่างได้ตามสภาพแหล่งน้ำที่อาศัยอยู่ อีกทั้งยังเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพของน้ำและความอุดมสมบูรณ์ของระบบนิเวศแหล่งน้ำ (วดีพร รัตนานุพงศ์ และคณะ, 2560)

ความชุกชุมรวมและความหลากชนิดของแพลงก์ตอนมักมีปัจจัยหลายอย่างที่ส่งผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง เช่น ปริมาณสารอาหารที่อยู่ในน้ำ ปริมาณแสงที่ได้รับ เป็นต้น (Badsi *et al.*, 2010) และเนื่องจากแพลงก์ตอนมักอยู่ด้วยกันเป็นประชาคม โดยมักมีแพลงก์ตอนหลากหลายชนิดอยู่รวมตัวกัน แพลงก์ตอนที่พบจะมีในแต่ละแหล่งน้ำจะมีปริมาณที่แตกต่างกัน เช่น แพลงก์ตอนที่อยู่ในน้ำลึกอาจมีปริมาณที่แตกต่างจากแพลงก์ตอนที่อยู่ในน้ำตื้นแพลงก์ตอนที่อยู่ในน้ำเค็มอาจมีปริมาณแตกต่างจากแพลงก์ตอนในน้ำจืด เป็นต้น (Badsi *et al.*, 2010) สิ่งที่ทำให้ปริมาณของแพลงก์ตอนเปลี่ยนแปลงไปนั้นมีปัจจัยทางสภาพแวดล้อมควบคุมอยู่ เช่นเดียวกับการเปลี่ยนแปลงปริมาณษและความหลากชนิด

ปัจจัยทางสภาพแวดล้อมที่ควบคุมความชุกชุมของแพลงก์ตอน มีอยู่ด้วยกันหลายปัจจัย เช่น ชนิดของอาหาร แสง อุณหภูมิ เป็นต้น ความแตกต่างของสิ่งเหล่านี้ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโดยรวมของแพลงก์ตอน และความแตกต่างเหล่านี้อาจแสดงออกในรูปของฤดูกาลได้เช่น ปริมาณของแพลงก์ตอนสัตว์ในช่วงฤดูฝนมากกว่าฤดูแล้ง ความหลากชนิดของแพลงก์ตอนสัตว์ในฤดูฝนมากกว่าฤดูแล้ง เป็นต้น (พชรพล อยู่เกิด, 2561)

ปัจจัยอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อความชุกชุมรวมและความหลากชนิดของแพลงก์ตอน นอกจากที่กล่าวมาทั้งหมดแล้ว ก็คือปัจจัยด้านถิ่นที่อยู่ แพลงก์ตอนแต่ละชนิดอาศัยอยู่ในถิ่นที่อยู่ที่แตกต่างกัน เช่น น้ำเค็ม น้ำจืด บริเวณใต้รากของพืชลอยน้ำ บริเวณน้ำนิ่ง บริเวณน้ำไหล เป็นต้น (พชรพล อยู่เกิด , 2561) นอกจากนั้นบริเวณข้าวก็เป็นอีกถิ่นที่อยู่หนึ่งที่พบแพลงก์ตอนด้วยเช่นกัน การทำนาในประเทศไทยมีทั้งแบบใช้สารเคมีและไม่ใช้สารเคมี ซึ่งการใช้สารเคมีสำหรับทางการเกษตรต่างๆอาจส่งผลกระทบทางลบต่อสิ่งแวดล้อม ดังนั้นในปัจจุบันจึงเริ่มมีการทำการเกษตรแบบอินทรีย์มากขึ้น ซึ่งความเปลี่ยนแปลงเหล่านี้อาจส่งผลต่อ ความชุกชุมและความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์ที่อยู่ในนาที่ทำการใช้สารเคมีอาจน้อยกว่านาที่ทำแบบอินทรีย์

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมที่มีการทำเกษตรตลอดทั้งปี โดยเฉพาะการทำนาข้าว ซึ่งถือได้ว่าเป็นหนึ่งในสินค้าส่งออกที่ดีที่สุดของประเทศไทย ข้าวมีบทบาทสำคัญอย่างมากต่อวิถีชีวิตและความเป็นอยู่ของคนไทย คนไทยส่วนมากบริโภคข้าวเป็นหลักตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ปลูกข้าวคิดเป็นขึ้นหนึ่งของพื้นที่เพาะปลูกในประเทศไทย นอกจากเป็นพืชทางเศษฐกิจอันดับต้นๆแล้ว คุณค่าของสารอาหารในข้าวยังถือได้ว่ามีประโยชน์ (ขวัญชนก พรหมดีสาร, 2556) นอกจากให้พลังงานแล้ว ยังมีแหล่งที่ดีของวิตามินต่าง ๆ เช่น วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 และวิตามินบี 3 เป็นต้น (ประสิทธิ์ วังภคพัฒนวงศ, 2553) การปลูกข้าวต้องใช้พื้นที่ทางการเกษตรที่เรียกว่า นาข้าว เป็นพื้นที่ ๆ หนึ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นไว้สำหรับปลูกข้าว มีความหลากหลายของระบบนิเวศสูง ไม่ว่าจะเป็นพวกสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง เช่น หอย ปู แมลง หรือพวกสัตว์เลื้อยคลาน เช่น งู หรือแม้กระทั่งพวกสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำ เช่น ปลา ตัวอ่อนแมลงปอ และแพลงก์ตอน เป็นต้น การทำนาข้าวในปัจจุบันเนื่องจากความต้องการของตลาดสูง และการเพิ่มขึ้นของประชากรมนุษย์ ทำให้ความต้องการข้าวมีปริมาณที่สูงขึ้น ดังนั้นวิธีที่จะช่วยให้ข้าวโตไวและมีผลผลิตที่มากขึ้นจำเป็นต้องใช้สารเคมีในการเร่งการผลผลิตและการกำจัดศัตรูพืช แต่หากใช้มากเกินไปอาจส่งผลต่อการตกค้างของสารเคมีในดินและน้ำ ส่งผลให้สิ่งมีชีวิตที่อยู่ในระบบนิเวศนี้ เช่น ปลา สัตว์หน้าดิน รวมถึงแพลงก์ตอนมีจำนวน

ลดลง เนื่องจากในปัจจุบันมีการพัฒนาของเทคโนโลยีที่มากขึ้น ทำให้เทคโนโลยีในการปลูกข้าวต่าง ๆ จึงมีมากขึ้น ส่งผลให้ผลผลิตที่ได้มีคุณภาพและปริมาณที่มากขึ้น แต่การใช้ปุ๋ยเคมีในปริมาณมากเพื่อเพิ่มผลผลิตอาจส่งผลกระทบในระยะยาวต่อความอุดมสมบูรณ์ของดิน และทำลายความอุดมสมบูรณ์ต่อระบบนิเวศ ทำให้จำนวนสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศนาข้าวมีการลดลง สมดุลทางนิเวศถูกทำลาย หากติดต่อกันเป็นเวลานาน อาจส่งผลเสียต่อสิ่งมีชีวิตทุกชนิดในระบบนิเวศ รวมทั้งส่งผลต่อข้าวที่เป็นผลผลิต

ในระบบนิเวศนาข้าวมีความหลากชนิดของสัตว์ที่มีกระดูกสันหลังและสัตว์ที่ไม่มีกระดูกสันหลัง ซึ่งส่วนใหญ่ประกอบด้วยสัตว์ขาข้อ โดยเฉพาะแมลง และสัตว์ขาปล้อง (arthropod) เนื่องจากมีบทบาทสำคัญอย่างมากในระบบนิเวศและมีความหลากชนิดที่ค่อยข้างหลากหลาย โดยมีกลุ่มที่ช่วยกำจัดศัตรูพืช กลุ่มที่กินรงควัตถุต่าง ๆ เป็นต้น (ขวัญชนก พรหมดีสาร, 2556) นอกจากทั้งสองกลุ่มนี้แล้ว ยังมีแพลงก์ตอนสัตว์ ซึ่งเป็นสิ่งมีชีวิตที่ดำรงอยู่ในแหล่งน้ำที่มีความอุดมสมบูรณ์ มีความสามารถในการปรับตัวและความไวต่อการเปลี่ยนแปลงทางสภาพแวดล้อม ทำให้ในระบบนิเวศแต่ละแหล่งมีประชาคมและความหลากชนิดของแพลงก์ตอนสัตว์แตกต่างกัน นอกจากนี้การมีแพลงก์ตอนสัตว์อยู่ในระบบนิเวศ เป็นตัวบ่งชี้ว่าระบบนิเวศนั้น ๆ มีความอุดมสมบูรณ์ (วราภรณ์ เรืองรัตน์, 2546) โดยเฉพาะนาข้าวเป็นระบบนิเวศ ๆ หนึ่งที่มักพบแพลงก์ตอนสัตว์ แต่ความแตกต่างระหว่างนาข้าวที่มีการใช้สารเคมีและไม่ใช้สารเคมี อาจส่งผลต่อจำนวนและความหลากชนิดของแพลงก์ตอนสัตว์ได้ ทั้งนี้ หากนาที่ใช้สารเคมีส่งผลให้ความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ลดลง อาจก่อให้เกิดความไม่สมดุลต่อระบบนิเวศ เนื่องจากแพลงก์ตอนสัตว์ เป็นหนึ่งในปัจจัยสำคัญในระบบห่วงโซ่อาหารของระบบนิเวศแหล่งน้ำ

1.1 วัตถุประสงค์

1.1.1 เพื่อศึกษาชนิดเด่นของแพลงก์ตอนสัตว์ในนาข้าวแบบเคมีและนาข้าวแบบอินทรีย์

1.1.2 เพื่อเปรียบเทียบความชุกชุม และความหลากชนิดของแพลงก์ตอนสัตว์ในนาข้าวแบบเคมีและแบบอินทรีย์

1.1.3 เพื่อเปรียบเทียบความชุกชุม และความหลากชนิดของแพลงก์ตอนสัตว์ในนาข้าวแบบเคมีและแบบอินทรีย์ในช่วงปลายฤดูฝนถึงกลางฤดูแล้ง

1.2 สมมติฐานของงานวิจัย

1.2.1 ชนิดเด่นของแพลงก์ตอนสัตว์ในนาข้าวแบบอินทรีย์ และในนาข้าวแบบเคมีแตกต่างกัน

1.2.2 ความชุกชุมและความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์ในนาข้าวแบบอินทรีย์มากกว่าในนาข้าวแบบเคมี

1.2.3 ความชุกชุมและความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์ในนาข้าวแบบเคมีและนาข้าวแบบอินทรีย์ ในช่วงเดือนแรกของการเพาะปลูก มีมากกว่าเดือนถัดมาของการเพาะปลูก

1.3 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 ได้ทราบถึงชนิดเด่นของแพลงก์ตอนสัตว์ในนาข้าวแบบอินทรีย์ และในนาข้าวแบบเคมี

1.3.2 ได้ทราบถึงความชุกชุมและความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์บริเวณนาข้าวแบบอินทรีย์และในนาข้าวแบบเคมี

1.3.3 ได้ทราบถึงความแตกต่างของความชุกชุมและความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์ในนาข้าวแบบอินทรีย์ และในนาข้าวแบบเคมี

1.4 ขอบเขตของการศึกษา

การวิจัยครั้งนี้ ศึกษาลักษณะทางกายภาพของน้ำ สภาพอากาศบริเวณนาข้าวแบบเคมีและนาข้าวแบบอินทรีย์ ได้แก่อุณหภูมิน้ำ ค่าการนำไฟฟ้า ค่าความเป็นกรดเบส ค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำ ของแข็งที่ละลายในน้ำ และศึกษาความชุกชุมรวม ความหลากหลายและชนิดเด่นของแพลงก์ตอนสัตว์ในนาข้าวแบบเคมีและนาข้าวแบบอินทรีย์ โดยเป็นนาข้าวแบบเคมี 3 แปลงและนาข้าวแบบอินทรีย์ 3 แปลง มีลักษณะเป็นนาหว่านทั้งหมด ณ บ้านสวายสอ ตำบลสะแกโพรง อำเภอเมืองบุรีรัมย์ จังหวัดบุรีรัมย์ เป็นระยะเวลา 3 เดือน ได้แก่ เดือนกันยายน พ.ศ. 2562 ถึงเดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2562

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

1.5 ระยะเวลาการดำเนินงาน

	เดือน				
	กันยายน พ.ศ. 2562	ตุลาคม พ.ศ. 2562	พฤศจิกายน พ.ศ. 2562	ธันวาคม พ.ศ. 2562	มกราคม พ.ศ. 2563
ศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	→	→			
เก็บข้อมูลภาคสนาม	→	→	→		
วิเคราะห์ข้อมูล				→	→

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แพลงก์ตอน คือสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่อาศัยอยู่ในน้ำ เป็นสิ่งมีชีวิตที่มีความต้านทานต่อกระแสน้ำที่ต่ำมาก และมักถูกพัดพาโดยกระแสน้ำ โดยแพลงก์ตอนสามารถพบได้ในแหล่งน้ำเกือบทุกประเภท ทั้งน้ำจืด น้ำกร่อย หรือน้ำเค็ม ซึ่งโดยปกติแล้ว แหล่งน้ำที่แตกต่างกัน อาจพบแพลงก์ตอนที่ไม่เหมือนกัน แพลงก์ตอนมีบทบาทสำคัญต่อระบบนิเวศแหล่งน้ำ เช่น เป็นผู้ผลิตขั้นต้นของห่วงโซ่อาหาร เป็นอาหารสำหรับเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และเนื่องจากแพลงก์ตอนสามารถตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไปอย่างรวดเร็ว จึงนิยมนำมาใช้เป็นตัวบ่งชี้ดัชนีคุณภาพน้ำได้อีกด้วย (ลัดดา วงศ์รัตน์, 2541) โดยปกติแล้วแพลงก์ตอนสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ แพลงก์ตอนพืช และแพลงก์ตอนสัตว์

2.1 ประเภทของแพลงก์ตอน

2.1.1 แพลงก์ตอนพืช คือสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำ (ภาพที่ 2-1) บางชนิด เช่น พวกสาหร่ายสามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า แต่บางชนิดเล็กมากจำเป็นต้องใช้กล้องกล้องจุลทรรศน์ในการศึกษา ขนาดของแพลงก์ตอนพืชจะอยู่ที่ประมาณ 0.2 – 2 ไมครอน แพลงก์ตอนพืชกลุ่มไดอะตอม มีขนาด 20-72 ไมครอน สาหร่ายสีเขียวมีขนาด 5-50 ไมครอน สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินมีขนาด 720 – 2000 ไมครอน (สุมิตรา หมู่พยัคฆ์, 2544)

แพลงก์ตอนพืชสามารถสร้างอาหารโดยการสังเคราะห์ด้วยแสงได้ จึงเป็นผู้ผลิตขั้นต้นในแหล่งน้ำ การประเมินความอุดมสมบูรณ์และการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืชเป็นความสำคัญอย่างหนึ่งในการศึกษาระบบนิเวศน้ำ (Patricia Prado et al, 2017) โดยทั่วไปแล้วแพลงก์ตอนพืชถือได้ว่าเป็นแหล่งอาหารสำคัญของสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในน้ำ เนื่องจากพวกมันไวต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพน้ำ จึงเหมาะอย่างยิ่งในการนำมาใช้วัดดัชนีคุณภาพของน้ำ หากแต่แพลงก์ตอนพืชชุกชุมไม่ได้หมายความว่าระบบนิเวศนั้นดีเสมอไป การชุกชุมหรือการเพิ่มจำนวนของแพลงก์ตอนพืชมากเกินไปจะทำให้สัตว์น้ำขาดออกซิเจนและตายลง (ขวัญเรือน ศรีนุ้ย, 2549) หรือ การเพิ่มจำนวนของแพลงก์ตอนพืช อาจทำให้แสงอาทิตย์ไม่สามารถส่องลงไปยังใต้น้ำได้ ส่งผลให้พืชน้ำบางชนิดไม่สามารถสังเคราะห์ด้วยแสงและสร้างอาหารได้ สุดท้ายพืชก็จะตาย ส่งผลให้เกิดความเสียหายต่อระบบนิเวศได้

รูปภาพ 1 แพลงก์ตอนพืชกลุ่มเดสมิด ชนิด *Closterium parvulum*

(ที่มา เอกพจน์ ศรีฟ้า, 21 กันยายน 2562)

2.1.2 แพลงก์ตอนสัตว์ คือ คือสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่อาศัยอยู่ในน้ำโดยมีลักษณะการดำรงชีวิตแตกต่างจากแพลงก์ตอนพืชกล่าวคือไม่สามารถสร้างอาหารเองได้จึงจำเป็นต้องกินสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก เช่นแพลงก์ตอนพืชเป็นอาหาร แพลงก์ตอนสัตว์ยังเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของสัตว์ในระบบนิเวศแหล่งน้ำ สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ แพลงก์ตอนสัตว์ถาวร และแพลงก์ตอนสัตว์ชั่วคราว (ภาพที่ 2-2)

รูปภาพ 2 โรติเฟอร์น้ำจืดชนิด *Trichocerca* sp.

(ที่มา เอกพจน์ ศรีฟ้า, 21 กันยายน 2561)

2.2 ประเภทของแพลงก์ตอนสัตว์

แพลงก์ตอนสัตว์สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ (วรพงศ์ ตันติชัยวนิช, 2548) คือ แพลงก์ตอนสัตว์ถาวรและแพลงก์ตอนสัตว์ชั่วคราว

2.2.1 แพลงก์ตอนสัตว์ถาวร (holoplankton)

คือ แพลงก์ตอนสัตว์ที่ดำรงชีวิตในแหล่งน้ำแบบถาวร หมายถึง ดำรงชีวิตในแหล่งน้ำตลอดช่วงชีวิตของมัน ตัวอย่างเช่น โรติเฟอร์ โคพีพอด เป็นต้น

2.2.2 แพลงก์ตอนสัตว์ชั่วคราว (meroplankton)

คือ แพลงก์ตอนสัตว์ที่ดำรงชีวิตในแหล่งน้ำแบบชั่วคราว แค่ช่วงใดช่วงหนึ่งของชีวิต และหลังจากนั้นจะเติบโต พัฒนาไปเป็นสิ่งมีชีวิตแบบอื่นที่ไม่ได้ดำรงชีวิตแบบแพลงก์ตอน ตัวอย่างเช่น ลูกปู ลูกปลา ลูกกุ้ง ตัวอ่อนสัตว์หน้าดิน เป็นต้น

โดยแพลงก์ตอนสัตว์ในน้ำจืดที่ทำการศึกษาแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ โคพีพอด (copepods) โรติเฟอร์ (rotifers) และคลาโดเซอแรน (cladocerans)

โคพีพอด คือ สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่อยู่ในไฟลัม อาร์โธรโพดา (Arthropoda) เป็นแพลงก์ตอนสัตว์ที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำทุกประเภท พวกที่อยู่แถวผิวน้ำลำตัวจะค่อนข้างใสหรืออาจมีสีฟ้า ส่วนที่อยู่ในน้ำลึกลำตัวจะมีสีแดง เนื่องจากมีสารที่เรียกว่า crusta เป็นหลักฐานบ่งชี้ว่าโคพีพอดเป็นสัตว์ที่สามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี และถือว่าเป็นอาหารหลักของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำ (ลัดดา วงศ์รัตน์, 2541)

รูปร่างของโคพีพอดมีลักษณะคล้ายทรงกระบอก มีเปลือกหุ้ม แบ่งเป็นข้อปล้องชัดเจน ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนหัวและส่วนอก มีปล้อง 5 ปล้องที่มักเชื่อมติดกันมีระยางค์ทุกปล้อง ระยางค์คู่แรกที่ยาวกว่าคู่อื่น ๆ เชื่อมต่อกับส่วนหัว ในตัวผู้ระยางค์คู่นี้เปลี่ยนรูปไปเพื่อใช้ในการจับตัวเมียผสมพันธุ์ อีกทั้งยังสามารถช่วยในการทรงตัว ความยาวและจำนวนปล้องมีความแตกต่างกัน อาจสั้นหรือยาวขึ้นอยู่กับลักษณะของแหล่งที่อยู่ ส่วนระยางค์คู่อื่น ๆ จะทำหน้าที่แตกต่างกันไป เช่น ใช้เป็นขาเดิน ขาว่ายน้ำ หรือช่วยในการโบกพัดอาหารเข้าปาก เป็นต้น (ลัดดา วงศ์รัตน์, 2541)

โคพีพอดมีการเจริญเติบโตแบบลอกคราบ โดยตัวอ่อนของโคพีพอดมี 2 ระยะ คือ นอเพลียส (nauplius) เป็นระยะที่ลำตัวค่อนข้างแบน ไม่เป็นปล้อง มีขนาดเล็ก เมื่อโตขึ้นจะมีจำนวนขนและระยางค์เพิ่มขึ้น ระยะต่อจากนอเพลียสคือโคพิโพดิด (copepodid) โดยลำตัวเริ่มเป็นปล้องชัดเจน มีจำนวนตั้งแต่ 5 ปล้องจนถึง 9 ปล้อง หนวดและขนยาวขึ้น แต่ยังไม่เท่าระยะตัวเต็มวัย (ลัดดา วงศ์รัตน์, 2541)

โคพีพอดมีทั้งเพศผู้และเพศเมีย สามารถแยกเพศได้โดยอาศัยจำนวนปล้องและรูปร่างของหนวดคู่แรก ระบบสืบพันธุ์ของเพศเมียประกอบด้วยถุงไข่ ท่อนำไข่ และถุงเก็บสเปิร์ม ส่วนระบบ

สืบพันธุ์ของเพศผู้ประกอบด้วย เทสทิส (testes) 1 ข้าง และท่อน้ำเชื้อ 1 ท่อ โคพีพอดมีการสืบพันธุ์ที่แตกต่างกันไปในแต่ละสภาพแวดล้อม บางชนิดสืบพันธุ์ 1 ครั้งต่อปี บางชนิดสืบพันธุ์ 2 ครั้งต่อปี (ลัดดา วงศ์รัตน์, 2541) (ภาพที่ 2-3)

รูปภาพ 3 ไซโคลพอยด์ โคพีพอด *Oithona rigida*
(ที่มา Santhanam *et al*., 2012 หน้าที่ 88, 3 มีนาคม 2563)

โรติเฟอร์เป็นแพลงก์ตอนกลุ่มที่สามารถพบได้แพร่หลายกลุ่มหนึ่ง (ภาพที่ 2-4) อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำทุกชนิดโดยเฉพาะน้ำจืด ตัวของโรติเฟอร์สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน คือ หัว ลำตัว และเท้า ส่วนหัว เป็นส่วนที่สั้นและแคบ มีโคโรนา (corona) ซึ่งเป็นวงของขน (cilia) รูปร่างแตกต่างกันไปตามชนิดของโรติเฟอร์ มีหน้าที่ช่วยในการโบกพัดอาหาร เนื่องจากมีรูปร่างที่แตกต่างกันไปในแต่ละชนิด จึงสามารถใช้โคโรนาในการแยกชนิดของโรติเฟอร์ได้ บริเวณลำตัว ประกอบด้วยลอริกา (lorica) ห่อหุ้ม มีลักษณะเป็นแผ่นไคตินค่อนข้างแข็ง ใช้ในการปกป้องร่างกาย ส่วนเท้า สามารถยืดหดเข้าไปในลอริกาได้ ซึ่งปลายนิ้วเท้าจะมีสารเหนียวทำให้สามารถยึดเกาะกับพื้นได้ โรติเฟอร์หลายชนิดไม่มีส่วนเท้า จึงสามารถใช้ลักษณะนี้ในการแยกชนิดได้เช่นกัน (ลัดดา วงศ์รัตน์, 2541) (ภาพที่ 2-5)

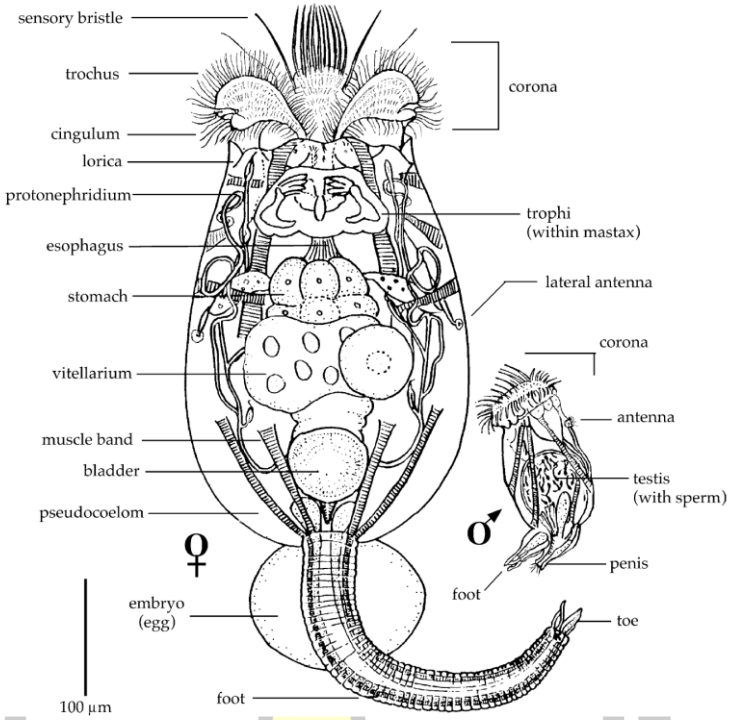
พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

รูปภาพ 4 โรติเฟอร์ชนิด *Monommata* sp.
(ที่มา เอกพจน์ ศรีฟ้า, 21 กันยายน 2562)

โรติเฟอร์ส่วนใหญ่กินอาหารโดยใช้โคโรนาโบกพัดอาหาร และสามารถใช้ในการฉีกอาหาร ขึ้นอยู่กับชนิดของโรติเฟอร์ ส่วนมากแล้วโรติเฟอร์กินแพลงก์ตอนพืชและสิ่งมีชีวิตที่มีขนาดเล็กกว่าเป็นอาหาร แต่มีบางชนิดที่สามารถกินพืชขนาดใหญ่ได้เช่นกัน (ลัดดา วงศ์รัตน์, 2541)

โรติเฟอร์สามารถสืบพันธุ์ได้ทั้งแบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศ โดยตัวผู้มีอวัยวะที่ใช้ในการสืบพันธุ์ ประกอบด้วย เทสทิส (testis) ท่อนำสเปิร์ม และรูเปิดของท่อนำสเปิร์ม ตัวเมียมีท่อนำไข่และไข่ ซึ่งไข่ของตัวเมียนั้นอาจตกลงบนพื้นหรือเกาะกับตัวเมีย ขึ้นอยู่กับชนิดของโรติเฟอร์ ส่วนการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ หรือ พาร์ธีโนเจนีซิส (parthenogenesis) พบในโรติเฟอร์บางชนิด โดยเกิดขึ้นเมื่อขาดแคลนตัวผู้หรือสภาพแวดล้อมเปลี่ยนไป เช่น อาหารลดลง อุณภูมิของน้ำเปลี่ยนไป ปริมาณน้ำลดลง ซึ่งไข่ที่ได้จะมีอยู่ 2 แบบ คือ mictic egg ซึ่งหากได้รับสเปิร์ม จะกลายเป็นไข่พักตัว (resting egg) ที่มีเปลือกหนาและทนต่อสภาพแวดล้อมได้ดี เมื่อไข่พักตัวฟัก จะกลายเป็นเพศเมีย ส่วน mictic egg จะฟักเป็นเพศผู้ (ลัดดา วงศ์รัตน์, 2541)

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว



รูปภาพ 5 เพศผู้ และเพศเมีย *Brachionus plicatilis.*

(ที่มา LeeWallace and W.Snell, 2010 หน้า 174, 3 มีนาคม 2563)

คลาโดเซอรา เป็นแพลงก์ตอนสัตว์ที่อยู่ในไฟลัม อาร์โธรโพดา อาศัยอยู่ตามแหล่งน้ำต่าง ๆ โดยพบมากในน้ำจืด มีลักษณะทั่วไปคือ ตัวประกอบด้วย 3 ส่วนได้แก่ หัว อก และท้อง แบ่งออกชัดเจน อกและท้องมีฝา หรือ คาราเปซ (carapace) ปิดคลุม ฝามีลักษณะเป็นแผ่นเดียวพับครึ่ง รูปทรงรีคล้ายไข่ ส่วนหัวมีขนาดเล็กอยู่ชิดกับสันอก มีตา 2 ประเภท เป็นตาประกอบ 1 คู่ซึ่งมีขนาดใหญ่ และตาเดี่ยวที่มีขนาดเล็ก สัตว์ในคลาสนี้ทุกชนิดมีหนวด 2 คู่ คู่ที่ 1 เรียกว่า แอนเทนนูล (antennule) คู่ที่ 2 เรียกว่า แอนเทนนา (antennae) รอบปากมีรยางค์และส่วนประกอบอื่น ๆ เช่น maxilla, mandibles, labium และ labrum นอกจากนี้คลาโดเซอราบางกลุ่มยังมีโครงสร้างที่อยู่แนวสันหลัง คือ headpores ซึ่งอยู่บนแผ่นหัว สามารถใช้แยกชนิดของพวกไรน้ำ ส่วนบริเวณอกมีรยางค์อยู่ 5-6 คู่ ท้องของคลาโดเซอรามีขนาดเล็ก มี โพสแอบโดเมน (postabdomen) ใหญ่และโค้งงอเพื่อปัดอาหารที่มากเกินไปออกจากบริเวณปาก บนโพสแอบโดเมน มีซีตี 2 เส้น และอุ้งเล็บ 2 อัน บริเวณฐานโพสแอบโดเมน มีหนามที่เรียกว่า basal spine นอกจากนี้ยังมีช่องที่เอาไว้เก็บไข่ เรียกว่า ช่องพักไข่ (brood chamber) ซึ่งไข่ของคลาโดเซอราสามารถเติบโตได้โดยที่ไม่ต้องผสมกับสเปิร์ม (ลัดดา วงศ์รัตน์, 2541)

การสืบพันธุ์ของคลาโดเซอรามีทั้งแบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศ แต่ส่วนใหญ่ตัวเมียสามารถผลิตไข่ได้โดยไม่ต้องอาศัยสเปิร์ม เรียกการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศนี้ว่า พาร์เธโนเจเนสิส ซึ่ง

จะเกิดขึ้นเมื่อสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม เช่น อาหารขาดแคลน น้ำลดลงอย่างรวดเร็ว อุณภูมิเปลี่ยนแบบฉับพลัน นอกจากนี้ยังมีไข่ที่เรียกว่าไข่พัก (resting egg) เป็นไข่ที่มีเปลือกที่สามารถทนต่อสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ได้ และเมื่อสภาพแวดล้อมกลับมาเป็นปกติ ไข่จะฟักและเจริญเติบโตต่อไป โดยทั่วไปประชากรของคลาโดเซอราจะมีเพียงแค่เพศเมีย ส่วนเพศผู้จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมเท่านั้น ลักษณะของเพศผู้จะเล็กกว่าเพศเมียมาก มีหนวดคู่แรกขนาดใหญ่ และขาอกคู่ที่เปลี่ยนรูปไปเพื่อใช้จับตัวเมียเวลาผสมพันธุ์ (ลัดดา วงศ์รัตน์, 2541)

คลาโดเซอราจัดว่าเป็นแพลงก์ตอนที่สามารถพบเห็นได้ทั่วไป ตั้งแต่แหล่งน้ำขนาดเล็ก จนถึงขนาดใหญ่ เช่น ห้วย คลอง บึง ทะเลสาบ โดยเฉพาะบริเวณที่มีสาหร่ายปกคลุม (ศันสนีย์ มะลิอ่อง และละออศรี เสนาะเมือง, 2014) โดยพวกมันจะพบเจอส่วนใหญ่ในสภาพแวดล้อมที่อุดมสมบูรณ์ จึงเหมาะอย่างยิ่งในการนำมาวัดดัชนีคุณภาพน้ำ อีกทั้งคลาโดเซอรา ยังมีคุณค่าทางโภชนาการที่สูงและสามารถขยายพันธุ์ได้อย่างรวดเร็ว จึงมักนำมาเพื่อใช้เป็นอาหารเลี้ยงลูกปลา เช่นพวกไรแดง เป็นต้น (ภาพที่ 2-6)

รูปภาพ 6 คลาโดเซอราชนิด *Macrothrix* sp.
(ที่มา เอกพจน์ ศรีฟ้า, 21 กันยายน 2561)

2.3 ความสำคัญและประโยชน์ของแพลงก์ตอนสัตว์

แพลงก์ตอนสัตว์เป็นสิ่งมีชีวิตที่สามารถอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำได้หลายแหล่ง เช่น น้ำจืด น้ำเค็ม บริเวณที่ราบสูง บริเวณป่าชายเลน โดยมีแพลงก์ตอนสัตว์หลายชนิดสามารถพบได้บริเวณที่เป็นป่าชายเลน เช่น โคพีพอด ซึ่งได้มีการค้นพบว่าในกระเพาะของปลาเศรษฐกิจบริเวณป่าชายเลนมีแพลงก์

ตอนสัตว์กลุ่มโคพีพอดอยู่ แสดงให้เห็นว่า แพลงก์ตอนสัตว์เป็นสิ่งมีชีวิตที่มีความสำคัญต่อระบบนิเวศป่าชายเลน (วราภรณ์ เรืองรัตน์, 2546) นอกจากนี้ น้ำจืดและน้ำเค็ม ถือได้ว่าเป็นแหล่งอาศัยที่สำคัญของแพลงก์ตอนสัตว์ ในการศึกษาบริเวณริมชายฝั่งของทะเลภาคตะวันออกของอ่าวไทย มีการค้นพบแพลงก์ตอนสัตว์หลายชนิด เช่น Arthropoda, Annelida, Chordata เป็นต้น (ขวัญเรือน ศรีนุ้ย, 2549) แพลงก์ตอนสัตว์สามารถแพร่กระจายได้เป็นจำนวนมากในเวลาอันรวดเร็ว มีการศึกษาว่าลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงกุมภาพันธ์ ซึ่งเป็นฤดูแล้งจะพัดพาแพลงก์ตอนไปอ่าวไทยตะวันตก ส่งผลให้จังหวัดทางฝั่งนั้น (เพชรบุรี นราธิวาส) มีแพลงก์ตอนสัตว์ชุกชมส่วนลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ ตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงกันยายน ซึ่งเป็นช่วงฤดูฝนจะพัดพาแพลงก์ตอนไปทางตะวันออก (ขวัญเรือน ศรีนุ้ย, 2549) การแพร่กระจายของแพลงก์ตอนยังขึ้นอยู่กับปริมาณธาตุอาหารและปริมาณของนักล่า (ปลา สัตว์น้ำ) หากนักล่ามีปริมาณเยอะ แพลงก์ตอนสัตว์จะมีปริมาณ หากปริมาณธาตุอาหารเยอะ แพลงก์ตอนสัตว์จะมีการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งการเพิ่มขึ้นของประชากรที่รวดเร็วนั้น มีประโยชน์อย่างยิ่งหากมนุษย์จะนำพวกมามาเพาะเลี้ยงสำหรับการนำไปเป็นอาหารสำหรับอนุบาลสัตว์น้ำ โดยแพลงก์ตอนสัตว์ที่นิยมนำไปอนุบาลสัตว์น้ำนั้นก็คือไรแดง เป็นต้น นอกจากนำไปเพาะเลี้ยงเพื่ออนุบาลสัตว์น้ำแล้ว มนุษย์ยังนำแพลงก์ตอนสัตว์มาแปรรูปเป็นอาหาร หรือรับประทานโดยตรงเลย เช่น เคยที่นำมาแปรรูปเป็นกุ้งแห้ง (วราภรณ์ เรืองรัตน์, 2546) เป็นต้น

แพลงก์ตอนสัตว์มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในระบบนิเวศแหล่งน้ำ เนื่องจากเป็นสิ่งมีชีวิตที่เป็นผู้บริโภคขั้นต้นๆของห่วงโซ่อาหารในระบบนิเวศแหล่งน้ำ โดยแพลงก์ตอนสัตว์จะกินแพลงก์ตอนพืชเป็นอาหารหลังจากนั้นสัตว์น้ำเกือบทุกชนิด เช่น ปลา กุ้ง จะกินแพลงก์ตอนสัตว์หลังจากนั้นพวกสิ่งมีชีวิตอื่นๆเช่น มนุษย์ ก็จะกินปลาต่อกันเป็นทอดๆ กลายเป็นสายใยอาหาร นอกจากนี้มีการนำแพลงก์ตอนสัตว์มาใช้เพื่อประเมินคุณภาพของน้ำในอ่างเก็บน้ำหรือเขื่อนต่าง ๆ (García-Chicote *et al*., 2018) แพลงก์ตอนสัตว์ยังเป็นตัวบ่งชี้ที่ดีสำหรับการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำ เนื่องจากแพลงก์ตอนสัตว์มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพของน้ำ เช่น การเปลี่ยนแปลงของอุณภูมิ ปริมาณออกซิเจน หรือปริมาณผู้ล่า (Vezi *et al*., 2019) นอกจากปริมาณของประชาคมแพลงก์ตอนสัตว์ที่เปลี่ยนแปลงไปแล้ว การตอบสนองของขนาดของแพลงก์ตอนสัตว์ อาจเป็นตัวบ่งบอกถึงความเปลี่ยนแปลงของกระแสน้ำได้ การลดลงของความเค็มของน้ำส่งผลของปริมาณของแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดใหญ่ลดลง ในขณะที่การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศส่งผลต่อแพลงก์ตอนสัตว์ที่มีขนาดเล็ก (Intxausti *et al*., 2012)

2.4 ความสัมพันธ์ของปัจจัยสภาพแวดล้อมกับความชุกชุมแพลงก์ตอนสัตว์

ประชาคมแพลงก์ตอนสัตว์มักมีปัจจัยทางสภาพแวดล้อมที่หลากหลายและแตกต่างกันที่อาจส่งผลต่อความชุกชุมโดยรวมและความหลากชนิด โดยปัจจัยต่าง ๆ นั้นอาจอยู่ในรูปแบบปัจจัยต่าง เช่น ปริมาณของแหล่งน้ำ ปริมาณแสงอาทิตย์ การเคลื่อนที่ของแหล่งน้ำ กระแสลม อุณหภูมิ แร่ธาตุ ความเค็ม เป็นต้น (Vezi *et al*., 2019) โดยเฉพาะความเค็ม และความจืดของน้ำ เป็นตัวส่งผลกระทบต่อความชุกชุมของประชาคมแพลงก์ตอนสัตว์ (ขวัญเรือน ศรีนุ้ย, 2548)

การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบภายนอกของแพลงก์ตอน มักสัมพันธ์กับปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป (ลัดดา วงศ์รัตน์, 2541) ไม่ว่าจะเป็นการเปลี่ยนขนาด การเปลี่ยนรูปร่าง แพลงก์ตอนจึงสามารถนำมาใช้เพื่อเป็นตัวชี้วัดสิ่งแวดล้อมในน้ำได้

นอกจากนี้ยังมีปัจจัยหนึ่งที่อาจส่งผลต่อประชาคมแพลงก์ตอนสัตว์ นั้นก็คือปัจจัยด้านถิ่นที่อยู่ เนื่องจากแพลงก์ตอนสัตว์แต่ละชนิดดำรงชีวิตอยู่ในแหล่งที่อยู่ที่แตกต่างกัน จึงมีการศึกษาเกี่ยวกับแหล่งที่อยู่ของแพลงก์ตอนสัตว์มากมาย เช่น แพลงก์ตอนสัตว์บางชนิดสามารถใช้ผักตบชวาเป็นแหล่งที่อยู่และแหล่งหลบภัยได้ เพื่อหลบนักล่า โดยเฉพาะอย่างยิ่งปลา เนื่องจากผักตบชวามีระบบรากที่สามารถเป็นที่กำบังได้ดี และทำให้พวกนักล่าเข้าถึงได้ยาก (Montiel-Martı´nez *et al.,* 2015) อีกทั้ง มีการค้นพบว่าบริเวณที่มีพืชน้ำอยู่มากจะมีความหลากหลายของประชาคมแพลงก์ตอนสัตว์มากกว่าบริเวณที่เป็นแหล่งน้ำเปิด (พชรพล อยู่เกิด, 2561) อาจเป็นเพราะว่านอกจากจะสามารถใช้เป็นแหล่งหลบภัยแล้ว แพลงก์ตอนสัตว์อาจมีการใช้ประโยชน์จากพืชน้ำในด้านอื่น ๆ เช่น ใช้หลบแสงอาทิตย์ที่อาจร้อนเกินไป ใช้สำหรับเป็นแหล่งหาอาหาร เป็นต้น

จะเห็นได้ว่าพืชน้ำเป็นแหล่งที่สามารถพบแพลงก์ตอนสัตว์ได้หลากหลายชนิด ซึ่งนอกจากระบบนิเวศพืชน้ำแล้ว ระบบนิเวศนาข้าวก็เป็นระบบนิเวศที่สำคัญเช่นกัน ซึ่งนาข้าวที่สามารถแบ่งออกได้เป็นนาข้าวแบบปกติที่มีการใช้สารเคมีและนาข้าวแบบอินทรีย์ที่ไม่ใช้สารเคมี ผลกระทบของการใช้สารเคมีในนาข้าวอาจส่งผลให้ความชุกชุมรวมและชนิดของแพลง์ตอนสัตว์เปลี่ยนแปลงไปได้

2.5 นาข้าว

นาข้าว หมายถึง พื้นที่ที่มีการเตรียมเอาไว้สำหรับเพาะปลูกข้าว โดยมีการไถ่ดิน ทำพื้นที่กว้าง ๆ โดยรอบมีการขุดดินขึ้นทำเป็นคันดินล้อมรอบเพื่อกั้นน้ำเอาไว้ เนื่องจากข้าวต้องการน้ำจำนวนมากเพื่อใช้ในการเติบโตและเพาะปลูก

ข้าวจัดว่าเป็นพืชเศรษฐกิจที่ดีที่สุดอย่างหนึ่งของประเทศไทย และถือว่าเป็นพืชที่เป็นอาหารหลักของคนไทยมาตั้งแต่โบราณ สังคมในอดีตสะท้อนให้เห็นว่า ข้าวเป็นพืชที่มีความใกล้ชิดกับคนไทยมากที่สุด คนไทยดำรงชีพโดยการปลูกข้าวมาอย่างยาวนาน ในสมัยก่อน ข้าวถูกมุ่งปลูกเพื่อการบริโภคเป็นหลัก บางส่วนถูกเก็บไว้เพื่อนำไปแลกเปลี่ยนกับข้าวของเครื่องใช้ที่จำเป็นต่าง ๆ ไม่ว่าจะ

เป็น เสื้อผ้า ยารักษาโรค เป็นต้น นอกจากนี้คนไทยในสมัยก่อนยังเชื่อว่า ข้าวเป็นสิ่งที่มีบุญคุณ มีจิตวิญญาณอาศัยอยู่ และมีเทพธิดาที่ชื่อว่า แม่โพสพ คอยคุ้มครองรักษา (หทัยชนก นันทพานิช, 2547) นี่เป็นการแสดงให้เห็นว่า ข้าวมีความสัมพันธ์ที่สำคัญกับคนไทยมาตั้งแต่โบราณกาล

ประเทศไทยเป็นหนึ่งในประเทศที่มีการส่งออกข้าวที่สำคัญประเทศหนึ่งในโลก ในแต่ละปี มีพื้นที่ประมาณ 58 ล้านไร่ที่เป็นพื้นที่ปลูกข้าว มีคุณภาพ และเป็นที่ต้องการของทั้งคนในและต่างประเทศ ในช่วงปี 2562 ล่าสุดประเทศไทยมีกำลังในการผลิตข้าวอยู่ที่ 450-460 กก./ไร่ (อัญชลี ประเสริฐศักดิ์, 2562) นั้นแสดงให้เห็นว่าไม่เพียงแต่คนไทยเท่านั้นที่นิยมรับประทานข้าว แต่ข้าวถือว่าเป็นพืชที่นิยมบริโภคทั่วโลก นอกจากรับประทานเป็นอาหารหลักแล้ว ยังสามารถนำข้าวไปแปรรูปและเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการเป็นผลิตภัณฑ์อื่นได้อีกหลายอย่าง เช่น เส้นก๋วยเตี๋ยว เส้นหมี่ แป้ง ขนมต่าง ๆ น้ำมันรำข้าว อาหารเสริม แชมพู สบู่ เป็นต้น (ฉายะพันธุ์ ระวังสำโรง, 2561) ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมามีการพัฒนาสายพันธุ์ข้าวที่สามารถต้านทานแมลง ต้านทานโรค ต้านทานโรคและเพิ่มผลผลิตให้ได้จำนวนมากขึ้น อีกทั้งยังมีการพัฒนาการเพาะปลูกให้ได้จำนวนข้าวที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น นอกจากนี้ในนาข้าวยังถือได้ว่าเป็นแหล่งที่มีระบบนิเวศที่ค่อนข้างสมบูรณ์ มีระดับน้ำที่พอดี มีออกซิเจน และอาหารที่เหมาะสมพอที่พวกสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ จะอาศัยอยู่ได้ เช่น ปูนา (Wu *et al.*, 2020) งู หนู รวมทั้งแมลงต่าง ๆ เป็นต้น

เนื่องจากในปัจจุบัน เทคโนโลยีได้เข้ามามีบทบาทสำคัญอย่างมากในสังคมของมนุษย์ อุตสาหกรรมต่าง ๆ ล้วนใช้เทคโนโลยีเพื่อผลผลิตและความสะดวกสบายที่มากขึ้น ไม่เว้นแม้แต่อุตสาหกรรมการเกษตร ที่มีการใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ เข้ามาช่วยทำให้ได้ผลผลิตที่มากขึ้นและรวดเร็ว เช่น การใช้ปุ๋ยเคมีเพื่อเร่งผลผลิต แต่เนื่องจาก โครงสร้างพื้นฐานเกษตรกรไม่เข้มแข็ง รวมถึงภัยธรรมชาติในประเทศไทย การทำปุ๋ยเคมีและเทคโนโลยีต่าง ๆนั้น ไม่ได้สร้างผลผลิตได้อย่างเต็มที่ จึงทำให้รัฐเร่งใช้นโยบายผลักดันให้เกษตรกรหันมาใช้เกษตรอินทรีย์ ลดการใช้สารเคมีและใช้ปุ๋ยอินทรีย์มากขึ้น (กมลมาศ ศรีนาค, 2551) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงการทำเกษตรมีการเปลี่ยนแปลงมานานแล้ว ในช่วงระยะเวลาแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 1-7 (พ.ศ. 2504-2539) ประเทศไทยได้รับนำเอาเทคโนโลยีด้านการเกษตรต่าง ๆ มาใช้ เพื่อให้ได้ผลผลิตและคุณภาพสูงสุด เช่นการใช้ปุ๋ยเคมี และสารกำจัดศัตรูพืช เป็นต้น อย่างไรก็ตามการทำเกษตรรูปแบบนี้ก่อให้เกิดปัญหาต่าง ๆ ตามมามากมาย เช่น การเจ็บป่วยของเกษตรกร การที่พืชและดินได้รับผลกระทบ รวมถึงน้ำที่มีการตกตะกอนของสารพิษไหลลงสู่แม่น้ำหรือทะเลอีกด้วย (รุ่งเรือง ลาดบัวขาว, 2548)

นาข้าวแบบอินทรีย์เป็นข้าวที่ผลิตโดยการใช้ปุ๋ยอินทรีย์หรือกระบวนการที่ไม่ใช้สารเคมีหรือสารกำจัดวัชพืชที่มีส่วนประกอบของสารเคมี การใช้ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก การใช้แมลงในการกำจัดวัชพืช หรือใช้กำจัดแมลงที่ส่งผลเสียต่อการเกษตร หรือการใช้สารที่ไม่ส่งผลกระทบทางลบต่อสิ่งแวดล้อม ไม่มีสารตกค้างที่เป็นมลพิษต่อระบบนิเวศในนาข้าวและส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตไม่ว่าจะเป็นผู้ใช้หรือสัตว์ต่าง ๆ

ที่อยู่ในระบบนิเวศนั้น ๆ และการผลิตข้าวอินทรีย์ยังส่งผลให้ผู้ใช้นั้นมีสุขภาพที่ดีไม่เสี่ยงต่อการได้รับสารพิษในปริมาณมาก (มงคล พวงบุญชู, 2554) หลักการของเกษตรอินทรีย์ ถูกแบ่งเอาไว้เป็น 7 ข้อสำคัญ (รุ่งเรือง ลาดบัวขาว, 2548) คือ

1. หลีกเลี่ยงการปลูกพืชเชิงเดี่ยว
2. ใช้แมลงที่มีผลในการกำจัดศัตรูพืช
3. เกษตรกรต้องพยายามอย่างเต็มที่ในการหลีกเลี่ยงการปนเปื้อนของสารเคมีจากแหล่งอื่น
4. หลีกเลี่ยงการปลูกพืชนอกฤดู
5. เลือกใช้พันธุ์พืชที่เหมาะสมต่อสภาพแวดล้อม
6. ปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินอย่างต่อเนื่อง
7. มีการพัฒนาระบบของอินทรียวัตถุภายในฟาร์ม

การทำเกษตรแบบเคมี หมายถึง การสร้างผลผลิตมีปริมาณและคุณภาพที่มากขึ้นโดยมุ่งเน้นไปที่การส่งออกและการค้าขาย มีการใช้เทคโนโลยีและสารเคมี ให้ได้ประสิทธิภาพ ของผลผลิตในปริมาณที่ตรงกับความต้องการ ซึ่งประเทศไทยเป็นหนึ่งในประเทศที่มีการใช้สารเคมีทางการเกษตรมากที่สุดประเทศหนึ่งในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และเนื่องจากการใช้สารเคมีและสารกำจัดวัชพืชต่าง ๆ จะก่อให้เกิดมลพิษทางสิ่งแวดล้อมแล้วยังก่อให้เกิดการขาดรายได้ของเกษตรกร แค่เฉพาะราคาสารเคมีและสารกำจัดวัชพืชก็เกือบร้อยละ 50 ของค่าใช้จ่ายทั้งหมด (เสาวนีย์ แพรวกลาง , 2551) การใช้สารเคมีในการทำการเกษตรส่งผลให้เกิดการได้รับสารพิษกับตัวเกษตรกรคนภายในครอบครัวสัตว์เลี้ยงและระบบนิเวศ การที่เกษตรกรได้รับสารพิษภายในปริมาณมาก จะส่งผลให้เกิดการเจ็บไข้ได้ป่วย หากได้รับในปริมาณที่มากเกินไปการก่อให้เกิดอัมพาตหรือร้ายแรงที่สุดคือการเสียชีวิต นอกจากนี้การใช้สารเคมีก่อให้เกิดสารเคมีตกค้างซึ่งเป็นมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมไม่ว่าจะเป็นทางดินอากาศและน้ำ โดยสารเคมีพวกนี้ยังเข้าไปทำลาย สัตว์ที่เป็นผลดีต่อคุณภาพของดิน เช่น หนอน ไส้เดือน เป็นต้น นอกจากนี้ พวกแมลงที่ไม่ได้ตายจากการใช้สารกำจัดวัชพืช จะก่อให้เกิดภูมิต้านทานและต้องใช้สารเคมีที่มากขึ้นในการกำจัดพวกมัน อีกทั้งการไหลลงสู่ทะเลอันเรื่องมากจากการชะล้างสารเคมีที่เกิดจากน้ำฝน จะก่อให้เกิดมลพิษอย่างรุนแรงกับสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในทะเล รวมถึงแพลงก์ตอน ซึ่งเป็นสิ่งมีชีวิตในระดับต้น ๆ ของห่วงโซ่อาหาร ก่อให้เกิดปัญหาในระบบห่วงโซ่เป็นทอด ๆ ไป (รุ่งเรือง ลาดบัวขาว, 2548)

2.6 ความสัมพันธ์ระหว่างแพลงก์ตอนสัตว์กับนาข้าว

นาข้าวเป็นแหล่งอาศัยที่มีความสมบูรณ์และประกอบไปด้วยเศษซากต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตเหมาะสำหรับการขยายพันธุ์สัตว์น้ำต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็น ปลา หรือ กุ้ง เป็นต้น (สำเนาว์ เสาวกูล และคณะ, 2553) แพลงก์ตอนสัตว์นอกจากจะมีความสามารถในการเอาชีวิตรอดและปรับตัวที่สูงแล้ว

แพลงก์ตอนสัตว์ยังสามารถพบได้ทั่วไปในระบบนิเวศต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็น น้ำจืด น้ำเค็ม น้ำกร่อย และนาข้าว โดยเฉพาะน้ำในนาข้าวซึ่งมีการหมุนเวียนน้ำเข้าออก เป็นจุดเริ่มต้นของการเกิดสิ่งมีชีวิตในนาข้าว (สุเปญญา จิตตพันธ์, 2552) ซึ่งการมีอยู่ของแพลงก์ตอนในนาข้าว เป็นตัวบ่งบอกที่ชัดเจนว่าระบบนิเวศของนาข้าวเอื้อต่อการให้สิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ มีความอุดมสมบูรณ์ทั้งในด้านของแร่ธาตุและสารอาหาร แต่น้ำในนาข้าวไม่ได้มีอยู่ตลอดทั้งปี เมื่อใดก็ตาที่น้ำในนาเริ่มแห้งลง แพลงก์ตอนจะปรับตัวโดยการสร้างไข่ระยะพัก (resting egg) ซึ่งไข่จะมีความสามารถในการทนต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้ดี เมื่อมีการทำนารอบใหม่ และเริ่มสูบน้ำเข้าไปในนา ไข่ก็จะฟักเป็นตัวและเริ่มแพร่กระจายต่อไป (สุเปญญา จิตตพันธ์, 2551)

แพลงก์ตอนสัตว์เป็นสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำหลายประเภท แม้กระทั่งในนาข้าว ดังที่กล่าวไว้ในข้างต้น ซึ่งความหลากชนิดและความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ส่วนหนึ่งได้รับอิทธิพลจากแหล่งที่อยู่อาศัยและระบบนิเวศโดยรอบ หากระบบนิเวศมีการปนเปื้อนของสารพิษในปริมาณที่มากเกินไป อาจส่งผลให้ปริมาณและความหลากชนิดของแพลงก์ตอนสัตว์ลดลงได้ ดังเช่นตัวอย่างการศึกษาในนาข้าวแบบเคมีพบว่า มีแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่ม ออสตราคอด (ostracods) เพียง 10,000 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ในขณะที่นาข้าวแบบอินทรีย์ พบว่ามีแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่ม ออสตราคอด จำนวน 21,000 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร (กุลดา การะยศ และ รัฐชา ชัยชนะ, 2558) อีกทั้งการทำนาโดยใช้สารเคมีมักทำให้น้ำและดินที่อยู่ในนาข้าวและบริเวณโดยรอบปนเปื้อนไปด้วยสารเคมี ซึ่งหากสะสมมากขึ้นเป็นระยะเวลานาน ๆ อาจก่อให้เกิดสารพิษที่เป็นอันตรายต่อทั้งระบบนิเวศ มนุษย์ รวมทั้งแพลงก์ตอนสัตว์ด้วย

2.7 เอกสารการศึกษาที่เกี่ยวข้อง

Reimche et al. (2015) ได้ทำการศึกษาการใช้สารกำจัดวัชพืชในนาข้าว ได้ทำการเริ่มเก็บตัวอย่างตั้งแต่ช่วงฤดูที่ 2 ที่ทำการปลูกข้าว เพื่อให้สารกำจัดวัชพืชได้ทำงานได้อย่างเต็มที่ หลังจากการศึกษาพบว่า ค่าพารามิเตอร์ที่วัดคุณภาพน้ำ เช่น ค่า pH การนำไฟฟ้า ของแข็งที่ละลายในน้ำ มีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยหลังจากใช้สารกำจัดวัชพืช ส่วนประชาคมแพลงก์ตอนสัตว์พบว่า มีการลดลงของแพลงก์ตอนสัตว์ในกลุ่มโรติเฟอร์ แต่มีการเพิ่มขึ้นของกลุ่ม คลาโดเซอราและกลุ่ม โคพีพอดหลังจากใช้สารเคมี

สอดคล้องกับการศึกษาในปี ค.ศ. 2006 ของ S´anchez-Bayo และ Goka ซึ่งได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับอิทธิพลของสารพิษต่อแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มครัสตาเซียน พบว่าสารพิษที่ใช้กำจัดแมลงมีผลต่อแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มคลาโดเซอราน้อยกว่าแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มออสตราคอด อาจเป็นเพราะว่าแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มคลาโดเซอรามีการกินสาหร่ายสีเขียว อาจเป็นไปได้ว่ามีส่วนช่วยในการเพิ่มการดูดซับของสารพิษที่อยู่ในยากำจัดแมลง ในขณะที่แพลงก์ตอนสัตว์ในกลุ่มออสตราคอดกิน

อาหารโดยการกรองผ่านน้ำ ซึ่งมักมีสารอินทรีย์และตะกอนต่าง ๆ ที่เป็นแหล่งสะสมของสารพิษ เป็นหนึ่งเหตุผลแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มคลาโดเซอรามีการกระจายตัวได้ดีในพื้นที่ที่เป็นนาข้าวที่มีการใช้สารเคมีอยู่เสมอ

ซึ่งนอกจากกลุ่ม โรติเฟอร์ คลาโดเซอรา และโคพีพอด จะเป็นกลุ่มเด่นในนาข้าวแล้ว ยังมีแพลงก์ตอนสัตว์อีกกลุ่มหนึ่งที่มีความสำคัญมากในระบบนิเวศนาข้าว นั้นคือกลุ่ม ออสตราคอด จากการศึกษาเกี่ยวกับแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มออสตราคอดในนา ของ Smith et al. (2018) พบว่าออสตราคอด มีความสำคัญอย่างมากต่อระบบนิเวศนาข้าว การขับถ่ายของเสียและการตายของมัน ช่วยเพิ่มธาตุอาหารให้กับการเจริญเติบโตของข้าว ในทางกลับกัน ออสตราคอดที่กินพวกไซยาโนแบคทีเรียที่มีการตรึงไนโตรเจน อาจทำให้ผลผลิตของข้าวลดลง โดยทั่วไปแล้วออสตราคอดสามารถแพร่พันธุ์ได้อย่างรวดเร็วและกว้างขวาง แต่ไม่ค่อยมีใครศึกษา ออสตราคอดที่อยู่ในระบบนิเวศนาข้าวมากนัก จากการศึกษาพบว่าในแต่ละประเทศที่มีการปลูกข้าว ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับ ออสตราคอด น้อยมาก ซึ่งมากกว่า 3 ใน 4 จากประเทศเหล่านั้นยังไม่มีข้อมูล

โดยปกติแล้ว เราสามารถพบเห็นแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มต่าง ๆ ได้ ในระบบนิเวศนาข้าว Rodrigues et al. (2011) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของชุมชนแพลงก์ตอนสัตว์และปลาในระบบนิเวศนาข้าว โดยเขาได้ศึกษาเกี่ยวกับสารอาหารในแพลงก์ตอนและการเปลี่ยนแปลงของชุมชนปลาเมื่อระบบนิเวศนาข้าวเปลี่ยนไป ส่วนแพลงก์ตอนสัตว์พวกเขาพบความหลากหลายที่สูง ซึ่งพบ 74 ชนิดในพื้นที่ที่ทำการศึกษา โดยพบ คลาโดเซอรา 46% โรติเฟอร์ 36% โคพีพอด 17% จากการค้นพบสารพันธุ์คลาโดเซอรามาก สามารถบอกได้ว่า ระบบนิเวศของนาข้าว สามารถเอื้อต่อการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนสัตว์ได้เป็นอย่างดี ระบบนิเวศในนาข้าวส่วนมากมักเอื้อต่อการเจริญเติบโตและแพร่กระจายของแพลงก์ตอนสัตว์ หากแต่น้ำในนาข้าวไม่ได้มีตลอดทั้งปี ในช่วงที่น้ำในนาข้าวถูกเอาออกหรือแห้งไป แพลงก์ตอนสัตว์มีวิธีปรับตัวนั้นก็คือ การสร้างไข่พัก ในการศึกษาของ สุเปญญา จิตตพันธ์ (2551) ได้ทำการศึกษา การฟื้นคืนของสังคมแพลงก์ตอนสัตว์ในนาข้าวโดยการทดลองฟักไข่ระยะพักจากตัวอย่างดินที่เก็บจากนาข้าวในเขตจังหวัดปทุมธานี ประเทศไทย โดยได้ทำการเริ่มเก็บตัวอย่างทั้งหลังจากมีการเผาฟางและไม่เผาฟางหลังการเก็บเกี่ยว พบว่ามีแพลงก์ตอนสัตว์ทั้งสิ้น 30 ชนิด เป็นโรติเฟอร์ 25 ชนิด คลาโดเซอรา 3 ชนิด ออสตราตอด 1 ชนิด และโคพีพอด 1 ชนิด ผลจากการทดลองแสดงให้เห็นว่ามีการลดลงของจำนวนตัวและชนิดของแพลงก์ตอนสัตว์ในนาข้าวที่มีการเผาฟางมากกว่าไม่เผาฟาง และการเก็บตัวอย่างดินและระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างดินมีผลต่อชนิดและจำนวนตัวของแพลงก์ตอนสัตว์ที่ฟักออกมาจากไข่พัก

จากการศึกษาของโรติเฟอร์ในนาข้าวของ สุเปญญา จิตตพันธ์ (2552) ได้ทำการศึกษาในพื้นที่ที่เป็นการส่งออกของน้ำในนาข้า พบว่า มีโรติเฟอร์ทั้งสิ้น 30 ชนิด โดยสกุลที่เด่นที่สุดคือ *Brachionus* รองลงมาคือ *Lecane* และ *Filinia* ตามลำดับ ซึ่งโรติเฟอร์เหล่านี้เป็นโรติเฟอร์ที่

สามารถพบได้ตามแหล่งน้ำทั่วไป ไม่ว่าจะเป็นคลอง อ่างเก็บน้ำ หรือแหล่งน้ำตามธรรมชาติ นั้นแสดงให้เห็นว่า น้ำในนาข้าวยังถือได้ว่าเป็นระบบนิเวศที่มีความสมบูรณ์และมีความหลากหลายทางชีวภาพ ซึ่งการรักษาระบบเนิเวศในนาข้าวในอุดมสมบูรณ์มีความสำคัญต่อความหลากหลายทางชีวภาพของสิ่งมีชีวิตในบริเวณนั้น มีการรายงานว่าแพลงก์ตอนพืชที่อยู่ในนาข้าวมีการเพิ่มจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็ว เนื่องจากความเข้มของแสงบริเวณนาข้าวมีความเหมาะสมต่อแพลงก์ตอนพืช การมีอยู่ในปริมาณมากของแพลงก์ตอนพืช เป็นส่วนสำคัญที่ทำให้แพลงก์ตอนสัตว์มีจำนวนมากขึ้นเช่นเดียวกัน (Nishio, 2017)

ในระบบนิเวศนาข้าวประกอบด้วยสิ่งมีชีวิตหลายชนิด หนึ่งในนั้นมีสัตว์ในกลุ่มสัตว์ขาปล้องพบมากที่สุด โดยเฉพาะแมลงซึ่งมีบทบาทสำคัญในระบบนิเวศ ในขณะเดียวกันหากพบว่ามีแมลงมากเกินไป อาจส่งผลเสียต่อผลผลิตได้ (ขวัญชนก พรหมดีสาร, 2556) การพบสิ่งมีชีวิตในกลุ่มอาร์โทรปอดมากในบริเวณนาข้าว สอดคล้องกับการศึกษาของ สำเนาว์ เสาวกูล และคณะ (2553) เรื่องการเลี้ยงกุ้งกร้ามกรามแบบผสมผสานในนาข้าวอินทรีย์ พบว่า กุ้งก้ามกรามซึ่งเป็นสัตว์ในกลุ่มอาร์โทรปอด มีการเพิ่มจำนวนมากขึ้นในบ่อเลี้ยงที่มีการผสมผสานการปลูกข้าวแบบอินทรีย์มากกว่าบ่อที่เลี้ยงด้วยระบบอินทรีย์เพียงอย่างเดียว นอกจากนี้ยังพบว่า น้ำหนักและความยาวของกุ้งในนาข้าวอินทรีย์มีมากกว่าบ่อที่เลี้ยงด้วยระบบอินทรีย์ อาจเป็นเพราะในวิธีของผู้วิจัยได้ทำการปล่อยกุ้งลงในบ่อนาข้าวน้อยกว่าบ่อระบบอินทรีย์ ทำให้กุ้งมีพื้นที่ในการหากินมากกว่า อีกปัจจัยสำคัญที่อาจทำให้มีความเปลี่ยนแปลงของจำนวนกุ้งในการเลี้ยงแต่ละบ่อคือ จำนวนแพลงก์ตอนสัตว์ จากการศึกษาของผู้วิจัยพบว่าความหลากชนิดและจำนวนแพลงก์ตอนสัตว์ที่อยู่ในบ่อเลี้ยงกุ้งแต่ละบ่อไม่เท่ากัน ในบ่อเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในนาข้าวระบบอินทรีย์ มีความหลากชนิดของแพลงก์ตอนสัตว์สูงที่สุด ในทางตรงกันข้ามความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ในบ่อเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในนาข้าวระบบอินทรีย์มีน้อยที่สุด สาเหตุอาจเป็นเพราะกุ้งก้ามกรามนอกจากกินสารอินทรีย์ต่าง ๆ แล้ว ยังบริโภคแพลงก์ตอนเป็นอาหารด้วย ทำให้ความหนาแน่นที่พบในบ่อเลี้ยงในระบบนาข้าวมีน้อยที่สุด

นอกจากปัจจัยทางด้านสภาพแวดล้อมและถิ่นที่อยู่แล้ว ฤดูกาลเป็นหนึ่งในปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อความชุกชุมและความหลากชนิดของแพลงก์ตอนสัตว์ ในการศึกษาของ วดีพร รัตนานุพงศ์ และคณะ (2560) ได้ทำการศึกษาในหัวข้อ การเปลี่ยนแปลงเชิงฤดูกาลและพื้นที่ของประชาคมแพลงก์ตอนสัตว์บริเวณเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี การวิจัยมุ่งเน้นไปที่การศึกษาความเปลี่ยนแปลงของประชาคมแพลงก์ตอนสัตว์ที่อาจได้รับอิทธิพลจากการเปลี่ยนแปลงฤดูกาลและการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ ซึ่งผลการศึกษาได้สรุปว่า ประชาคมแพลงก์ตอนสัตว์ มีการเปลี่ยนแปลงทั้งความชุกชุมและความหลากชนิด ในช่วงฤดูแล้งพบความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์มากกว่าฤดูฝน ในทางตรงกันข้าม ความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ในช่วงฤดูแล้งมีจำนวนน้อยกว่าช่วงฤดูฝน สาเหตุสำคัญอาจเป็นเพราะ การเกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีในช่วงฤดูฝน ซึ่งเกิดจากการเพิ่มจำนวนของแพลงก์ตอนพืช

ชนิด *Noctiluca scintillans* ทำให้ช่วงนั้นแสงอาทิตย์ถูกบดบังไม่สามารถส่องถึงใต้น้ำได้อย่างเพียงพอ ทำให้แพลงก์ตอนพืชขนาดใหญ่ชนิดอื่นที่เป็นอาหารของแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดใหญ่ไม่สามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้ และลดปริมาณลง แต่แพลงก์ตอนพืชขนาดเล็ก แต่มีพื้นที่ในการดูดกลืนแสงได้ดีกว่าเพิ่มจำนวน ส่งผลให้แพลงก์ตอนสัตว์ที่กินแพลงก์ตอนพืชขนาดเล็กเป็นอาหารเพิ่มจำนวนขึ้นเช่นกัน นอกจากนี้ การเพิ่มจำนวนของ *N. scintillans* ทำให้มีจำนวนเซลล์ที่ตายเพิ่มมากขึ้น แบคทีเรียที่ทำการย่อยสลายจึงจำเป็นต้องใช้ออกซิเจนที่อยู่ในน้ำ ทำให้ปริมาณออกซิเจนลดลง แพลงก์ตอนสัตว์สัตว์ขนาดใหญ่ย่อมขาดออกซิเจนในการดำรงชีวิต จากทั้งหมดที่กล่าวมาสารมารถสรุปได้ว่า ในช่วงฤดูฝนที่เกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสี ไม่เอื้ออำนวยต่อการดำรงชีวิตของแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดใหญ่ เป็นผลทำให้แพลงก์ตอนสัตว์ขนาดเล็กสามารถเพิ่มจำนวนได้มากขึ้นทำให้ในฤดูฝนพบปริมาณของแพลงก์ตอนสัตว์มากกว่าช่วงฤดูแล้ง ทั้งนี้ในช่วงฤดูแล้ง มีการพัดพาจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของกระแสน้ำ กระแสน้ำได้ตีตะกอนดินให้ลอยฟุ้งขึ้นมาผสมกับน้ำด้านบน ทำให้เกิดการพบจำนนความหลากชนิดของแพลงก์ตอนมากขึ้น เป็นผลให้ช่วงฤดูแล้ง พบความหลากชนิดของแพลงก์ตอนสัตว์มากกว่าฤดูฝน

ในบางพื้นที่ การกระจายตัวของแพลงก์ตอนสัตว์ได้รับอิทธิพลมากมายนอกเหนือจากปัจจัยเรื่องฤดูกาลและถิ่นที่อยู่ จากการศึกษาของ Al et al. (2020) เรื่อง การกระจายตัวของชุมชนแพลงก์ตอนสัตว์บริเวณชายฝั่ง น่านน้ำทางตอนเหนือของอ่าวเบงกอล บังคลาเทศ พบว่า การกระจายตัวของแพลงก์ตอนสัตว์มีตัวแปรสำคัญคือคุณภาพของน้ำ ในแต่ละฤดูกาลคุณภาพน้ำได้เปลี่ยนไปตามสภาพแวดล้อมที่เกิดขึ้น ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงอาจเกิดขึ้นเพราะน้ำฝนในช่วงมรสุม น้ำจืดที่ไหลจากเนินเขาลงชายฝั่ง ทำให้ความเค็มและความโปร่งใสของน้ำลดลงอย่างมาก นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่น ๆ ที่ทำให้พารามิเตอร์ของน้ำเปลี่ยนเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย เช่น การปล่อยน้ำเสียจากครัวเรือนและโรงงาน การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ การขุดบ่อเกลือ และที่สำคัญที่สุด คือความเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อมอันเนื่องมาจากการใช้ปุ๋ยเคมี ยาฆ่าแมลงจากการทำการเกษตร ซึ่งสารพิษเหล่านี้มักลงสู่ดินและน้ำ ทำให้เกิดมลพิษ การศึกษาการกระจายตัวของแพลงก์ตอนสัตว์ทั้งสี่ฤดูการพบว่ามีการกระจายตัวที่แตกต่างกัน โดยพบแพลงก์ตอนในช่วงมรสุมมากที่สุด รองลงมาคือ ช่วงฤดูหนาว หลังฤดูมรสุมและก่อนฤดูมรสุม ในช่วงฤดูมรสุมมีการไหลเวียนของกระแสน้ำ ทำให้เกิดการหมุนเวียนของสารอาหารได้ดี ความเค็มที่ลดลง ทำให้ช่วงมรสุมมีการค้นพบแพลงก์ตอนสัตว์ในกลุ่ม Acetes และ Mysids ในทางตรงกันข้าม ช่วงฤดูหนาว ความเค็มของน้ำเพิ่มขึ้นเนื่องจากไม่มีปัจจัยของการเพิ่มขึ้นของน้ำจืดและฝนเข้ามาเกี่ยวข้อง ทำให้แพลงก์ตอนสัตว์บางชนิดที่ทนต่อความเค็มมีปริมาณที่สูงขึ้น เช่น โคพีพอด เป็นต้น

จากการศึกษาของ มลธิรา ทองหมัน และคณะ (2559) เรื่อง การเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดเล็กบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง พบว่ามีปริมาณของแพลงก์ตอนสัตว์ช่วงฤดูแล้งมากกว่าช่วงฤดูฝน เนื่องจากช่วงฤดูแล้งมีปริมาณของแสงแดดส่องผ่านลงน้ำได้ดีกว่าช่วงฤดูฝน

ทำให้แพลงก์ตอนพืชมีการสังเคราะห์ด้วยแสงและขยายพันธุ์ได้ดี ส่งผลให้ความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์เพิ่มขึ้นตาม เพราะแพลงก์ตอนสัตว์กินแพลงก์ตอนพืชเป็นอาหาร ในทางตรงกันข้าม เมื่อเข้าสู่ฤดูฝน กระแสน้ำแรง ก่อให้เกิดตะกอน ความโปร่งใส่ของน้ำลดลง ไม่เหมาะสำหรับการดำรงชีวิตของแพลงก์ตอนสัตว์ นอกจากนี้ ระดับความเค็มของน้ำ เป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ เนื่องจากปริมาณความเค็มที่ลดลง โดยได้รับอิทธิพลจากน้ำจืดที่ไหลลงมาจากต้นน้ำและปริมาณน้ำฝนที่เพิ่มขึ้น เหตุการณ์นี้อาจทำให้แพลงก์ตอนสัตว์ที่ไม่สามารถทนต่อการเปลี่ยนแปลงของความเค็มในแม่น้ำลดลง ส่งผลต่ออการกระจายตัวของแพลงก์ตอนสัตว์

จากข้อสรุปที่กล่าวมาทำให้เห็นถึงความแตกต่างของการกระจายตัวของแพลงก์ตอนในแต่ละฤดูกาลที่แตกต่างกัน เหตุผลที่สามารถสังเกตได้คือ ในแต่ละฤดูกาลมีการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อความชุกชุมและความหลากชนิดของแพลงก์ตอน ไม่ว่าจะเป็นความเค็มของน้ำ ความโปร่งใส่ อุณหภูมิ กระแสน้ำ นอกจากนี้ ปัจจัยที่เกิดจากมนุษย์ เช่น การปล่อยน้ำเสียลงแหล่งน้ำ การทิ้งขยะ การเพาะเลี้ยงสัตว์ การใช้ปุ๋ยเคมีและยาฆ่าแมลงจากการทำการเกษตร ล้วนแล้วแต่ก่อให้เกิดมลพิษทางน้ำได้ทั้งสิ้น เมื่อเกิดมลพิษ แพลงก์ตอนสัตว์ไม่สามารถอยู่ได้ และลดจำนวนลง การลดจำนวนลงของแพลงก์ตอนสัตว์ ทำให้สัตว์น้ำหลายชนิดไม่มีอาหาร ส่งผลเสียต่อระบบนิเวศในน้ำ

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

บทที่ 3
วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการศึกษา

3.1 วัสดุ และอุปกรณ์

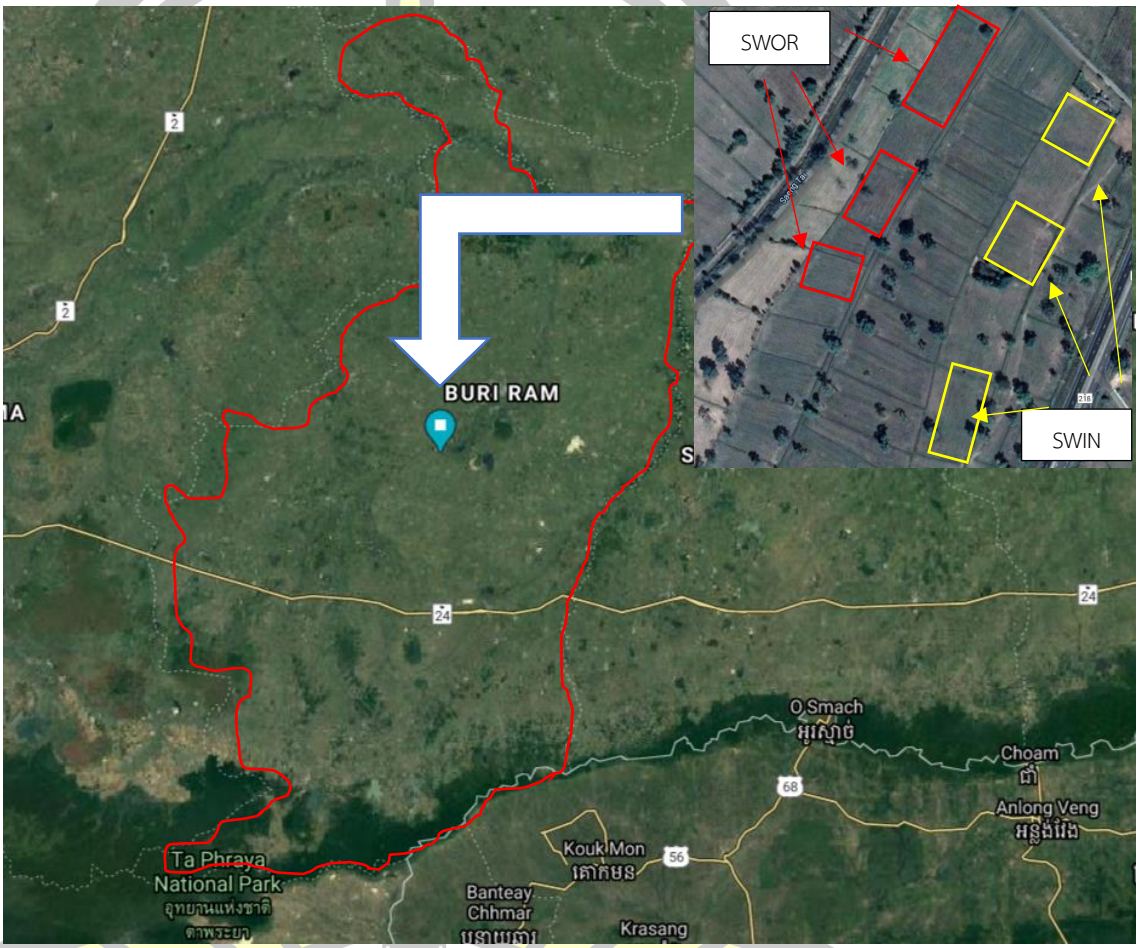
1. ถังดำ
2. ตาข่ายเก็บแพลงก์ตอนขนาด 20 ไมครอน
3. ขันตักน้ำ
4. เครื่องปั๊มมือพร้อมสายยาง
5. ตาข่ายไนลอน ขนาด 42 ไมครอน
6. กระบอกฉีดน้ำกลั่น
7. กรวยพลาสติก
8. ขวดพลาสติกขนาด 1000 มิลลิลิตร
9. ตะแกรงร่อนพลาสติก
10. สารละลายรักษาสภาพตัวอย่างลูกอล (Lugol's solution)
11. ขวดรูปชมพู่ขนาด 1,000 มิลลิลิตร
12. ปิเปตแก้วขนาด 25 มิลลิลิตร
13. ปิเปตแก้วขนาด 50 มิลลิลิตร
14. ปิเปตพลาสติกขนาด 2 มิลลิลิตร
15. ฟิลด์นับจำนวนเซลล์ (Sedgewick-rafter chamber) ขนาด 50 มิลลิเมตร x 20 มิลลิเมตร x 1 มิลลิเมตร
16. กระจกปิดสไลด์ขนาด 24 มิลลิเมตรx 50 มิลลิเมตร
17. กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงแบบ Bright field ยี่ห้อ Olympus model CH30
18. เครื่องวัดคุณภาพน้ำหลายตัวแปร (Yieryi EZ-9908 multimeter)
19. เครื่องวัด pH (Juanjuan handheld pH meter)

3.2 วิธีการทดลอง

3.2.1 พื้นที่ทำการศึกษา

วิสาหกิจชุมชนกลุ่มข้าวข้าวอินทรีย์บ้านสวายสอ ตั้งอยู่บ้านเลขที่ 102 หมู่ 7 บ้านสวายสอ ตำบลสะแกโพรง อำเภอเมืองบุรีรัมย์ จังหวัดบุรีรัมย์ ซึ่งเป็นกลุ่มที่อาชีพหลักของประชาชนคือ การทำนา เดิมเป็นครอบครัวที่ทำนาข้าวแบบอินทรีย์ เมื่อปี 2547 ตอนนั้น การทำนาเป็นแบบใช้สารเคมี ที่มีการใช้ปุ๋ย ใช้ยาที่ทำมาจากสารเคมีและมีต้นทุนที่สูง แต่ไม่ได้ผลผลิตตามที่คาดหมาย เลยเริ่มมีแนวคิดเปลี่ยนมาใช้การทำนาแบบอินทรีย์ และเริ่มมีการรวมกลุ่มขึ้น สมาชิกแรกเริ่มประมาณ 20 คน

ปัจจุบันเพิ่มขึ้นมาเป็น 37 คน และได้รับการจดวิสาหกิจชุมชนกลุ่มข้าวข้าวอินทรีย์บ้านสวายสอ เมื่อวันที่ 28 เมษายน 2559 รหัสทะเบียน 7-31-01-05/1-0015 ได้รับการส่งเสริมจากสำนักงานเกษตรอำเภอเมืองบุรีรัมย์ จังหวัดบุรีรัมย์ เข้าร่วมโครงการระบบเกษตรแปลงใหญ่ กลุ่มนาแปลงใหญ่ข้าวอินทรีย์บ้านสวายสอ สมาชิกนาแปลงใหญ่ จำนวน 100 ราย พื้นที่ 1700 ไร่ (วิสาหกิจชุมชนกลุ่มข้าวข้าวอินทรีย์บ้านสวายสอ)



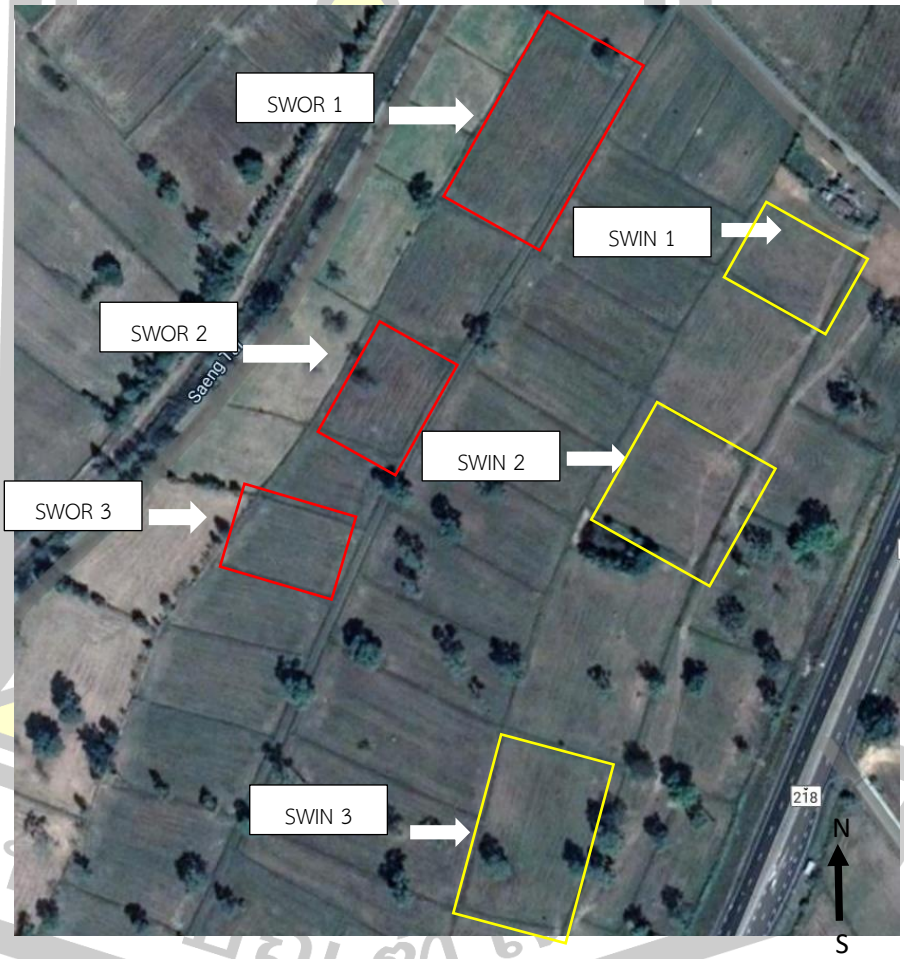
รูปภาพ 7 จุดที่ทำการศึกษาตัวอย่างภายในจังหวัดบุรีรัมย์ (SWOR คือ นาข้าวแบบอินทรีย์, SWIN คือ นาข้าวแบบเคมี)

(ที่มา สืบค้นจาก google earth, 26 เมษายน 2563)

สถานที่สำหรับการวิจัยครั้งนี้ อยู่บริเวณ ที่นาบ้านสวายสอตั้งอยู่ที่กิโลเมตรที่ 18 ทางหลวงสาย 218 (ภาพที่ 3-1) แบ่งเป็น นาข้าวแบบเคมี 3 แปลงและนาข้าวแบบอินทรีย์ 3 แปลง จากภาพที่ 3-2 นาข้าวแบบเคมีคือ SWIN ละนาข้าวแบบอินทรีย์คือ SWOR โดยมีลักษณะเป็นนาหว่านทั้งหมด และปลูกข้าวหอมมะลิ 105 สถานีที่ทำการปลูกข้าวแบบการใช้สารเคมี มีการใส่ปุ๋ยเคมีเพื่อเพิ่มผลผลิตของข้าว โดยรอบแรกใส่ปุ๋ยยูเรีย 46-0-0 ซึ่งเป็นปุ๋ยที่มีไนโตรเจนสูง และมีข้อจำกัดในการใช้

อย่างมาก ต่อมาเมื่อข้าวเริ่มแตกกอจะเริ่มใส่ปุ๋ยสูตร 16-16-8 เป็นปุ๋ยที่ชาวเกษตรกรนิยมนำไปใช้ในนาข้าว อ้อย และพืชไร่ต่าง ๆ โดยเฉพาะพื้นที่ที่ดินมีปริมาณโพแทสเซียมค่อนข้างต่ำ และในขณะที่ข้าวอยู่ในช่วงตั้งท้อง จะเริ่มใส่ปุ๋ย 15-15-15 เป็นปุ๋ยที่ออกแบบมาเพื่อเพิ่มปริมาณและคุณภาพของพืชให้ได้มากที่สุด เหมาะสำหรับพืชที่ต้องการธาตุอาหารเฉลี่ยโดยทั่วไป ส่วนในช่วงใกล้เก็บเกี่ยวจะไม่มีการใส่ปุ๋ย นอกจากนี้ในนาเคมีมีการใช้สารกำจัดวัชพืช และแมลงต่าง ๆ

ส่วนสถานีที่มีการปลูกข้าวแบบอินทรีย์มีการใช้การไถ่กลบตาซัง และการใส่ถั่วเขียวเพื่อบำรุงดิน และมีการใช้น้ำหมักที่ทำจากเศษซากพืชและเศษอาหารฉีดใส่ข้าว เมื่อข้าวเริ่มแตกกอ เพื่อช่วยในการเจริญเติบโต นอกจากนี้ยังมีโรคระบาดเกิดขึ้นในช่วงข้าวแตกกอจนถึงข้าวออกรวง ช่วงที่เป็นโรคไม่นิยมใส่ปุ๋ยเนื่องจากกจะเพิ่มโอกาสเสี่ยงในการเกิดโรคมากขึ้น



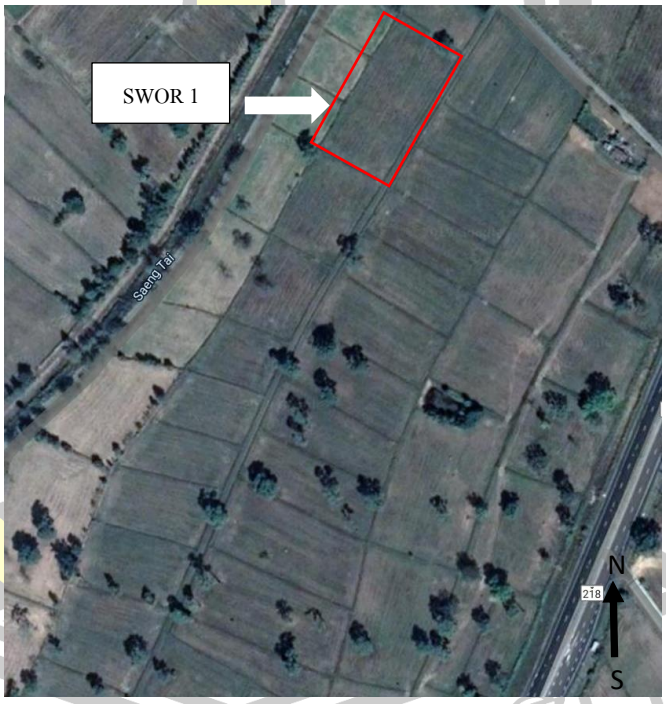
รูปภาพ 8 นาข้าวแบบเคมีและนาข้าวแบบอินทรีย์บ้านสวายสอ

(ที่มา สืบค้นจาก google earth, 26 ธันวาคม 2562)

ตาราง 1 พิกัดทางภูมิศาสตร์ของสถานีเก็บตัวอย่างน้ำ

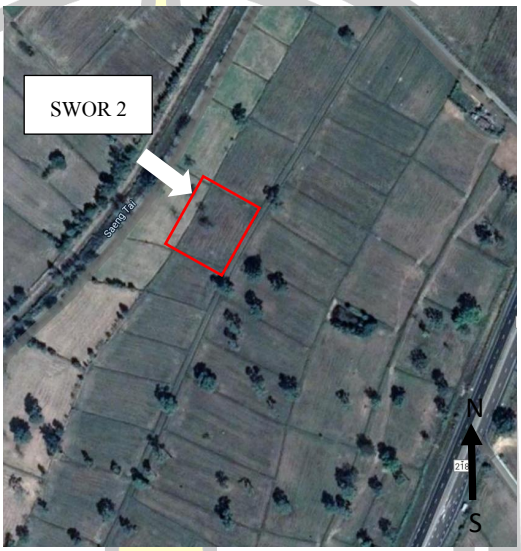
จุดเก็บตัวอย่าง	ประเภทของสถานี	ละติจูด (N)	ลองจิจูด (E)
SWOR 1	นาข้าวแบบอินทรีย์	14.883568	102.989908
SWOR 2	นาข้าวแบบอินทรีย์	14.882569	102.989322
SWOR 3	นาข้าวแบบอินทรีย์	14.881950	102.988935
SWIN 1	นาข้าวแบบเคมี	14.883107	102.990956
SWIN 2	นาข้าวแบบเคมี	14.882200	102.990441
SWIN 3	นาข้าวแบบเคมี	14.880868	102.989947

สถานที่เก็บตัวอย่างน้ำในนาข้าวแบบอินทรีย์ SWOR 1 เป็นสถานที่เก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนสัตว์ในนาข้าว เก็บ 3 จุด ด้านซ้ายของแปลง และเก็บอีก 1 จุด บริเวณด้านบนของแปลง ไม่สามารถเก็บได้จากทั้ง 4 มุมของแปลงเนื่องจาก หญ้าและพืชที่ขึ้นรกเกินไปไม่สามารถเข้าไปได้ (ภาพที่ 3-2)



รูปภาพ 9 สถานีเก็บตัวอย่าง SWOR 1
(ที่มา สืบค้นจาก google earth, 26 ธันวาคม 2562)

สถานที่เก็บตัวอย่างน้ำในนาข้าวแบบอินทรีย์ SWOR 2 เป็นสถานที่เก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนสัตว์ในนาข้าว เก็บบริเวณด้านซ้ายของแปลง 3 จุด และเก็บบริเวณด้านบนของแปลง 1 จุด ไม่สามารถเก็บได้จากทั้ง 4 มุมของแปลงเนื่องจากหญ้าและพืชที่ขึ้นรกเกินไปไม่สามารถเข้าไปได้ (ภาพที่ 3-3)



รูปภาพ 10 สถานีเก็บตัวอย่าง SWOR 2

(ที่มา สืบค้นจาก google earth, 26 ธันวาคม 2562)

สถานที่เก็บตัวอย่างน้ำในนาข้าวแบบอินทรีย์ SWOR 3 เป็นสถานที่เก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนสัตว์ในนาข้าว เก็บบริเวณ 4 จุด ตรงมุมของแปลงนาข้าว (ภาพที่ 3-4)

รูปภาพ 11 สถานีเก็บตัวอย่าง SWOR 3

(ที่มา สืบค้นจาก google earth, 26 ธันวาคม 2562)

สถานีเก็บตัวอย่างนาข้าวแบบเคมี SWIN 1 เป็นสถานีที่อยู่ใกล้บริเวณที่พักอาศัย ขอบนาที่อยู่ติดกับที่พักจึงไม่สามารถเก็บได้ ต้องเก็บน้ำจากบริเวณอื่นโดยรอบ รวมทั้งสิ้น 4 จุด (ภาพที่ 3-5)

รูปภาพ 12 สถานีเก็บตัวอย่าง SWIN 1
(ที่มา สืบค้นจาก google earth, 26 ธันวาคม 2562)

สถานีเก็บตัวอย่างนาข้าวแบบเคมี SWIN 2 เป็นสถานีที่อยู่ถัดจาก นาแรกมา 1 แปลง บริเวณใกล้เคียงมีบ่อน้ำซึ่งเป็นบ่อที่ชาวบ้านขุดไว้เพื่อเก็บน้ำ ไม่มีร่อยรอยการปล่อยน้ำลงนาจากบ่อน้ำ (ภาพที่ 3-6)

รูปภาพ 13 สถานีเก็บตัวอย่าง SWIN 2
(ที่มา สืบค้นจาก google earth, 26 ธันวาคม 2562)

สถานีเก็บตัวอย่างนาข้าวแบบเคมี SWIN 3 เป็นสถานีที่อยู่ห่างมากที่สุด มีต้นไม้ขึ้นอยู่ด้านหนึ่งของแปลงประมาณ 2-3 ต้น ทำให้นานี้ได้รับอิทธิพลจากร่มเงาของต้นไม้ และบริเวณโดยรอบไม่มีบ่อพักน้ำหรือแหล่งที่อยู่อาศัย (ภาพที่ 3-7)

รูปภาพ 14สถานีเก็บตัวอย่าง SWIN 3
(ที่มา สืบค้นจาก google earth, 26 ธันวาคม 2562)

3.2.2 การเก็บตัวอย่างน้ำ

ทำการเก็บตัวอย่างน้ำเป็นระยะเวลา 3 เดือน ได้แก่ เดือนกันยายน ถึง เดือนพฤศจิกายน ในเดือนกันยายน นาข้าวมีน้ำพอที่จะทำให้สามารถเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนสัตว์ได้ ต่อมาในเดือนตุลาคม น้ำในนาข้าวเริ่มลดลง ยังสามารถเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนสัตว์ได้ แต่น้ำเริ่มมีตะกอนมากขึ้น ทำให้การกรองตัวอย่างใช้เวลามากขึ้น ต่อมาในเดือนพฤศจิกายน น้ำเริ่มลดลงถึงขีดสุด ภายในนาข้าวมีน้ำเป็นหย่อมเล็ก ๆ บางจุดน้ำแห้งเหลือแค่ดินชื้น สามารถเก็บแพลงก์ตอนสัตว์ได้ในจุดที่มีน้ำ แต่น้ำยังคงมีตะกอนมากเหมือนเดือนตุลาคม

ทำการเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวัดคุณภาพของน้ำ โดยเก็บน้ำจากทั้งสี่มุมของแปลง มุมละ 5 ลิตร รวมเป็น 20 ลิตร จากนั้นน้ำมารวมกันแล้วใช้เครื่อง Yieryi EZ-9908 multimeter เพื่อวัดค่าคุณภาพของน้ำ (pH, ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ, ของแข็งที่ละลายในน้ำ, อุณหภูมิ)

3.2.3 การเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนสัตว์

เก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนสัตว์โดยการใช้ถังเก็บน้ำเก็บตัวอย่างน้ำที่ได้จากทั้ง 4 มุมของแปลงนาข้าว มุมละ 9 ลิตร รวมเป็น 36 ลิตร มากรองด้วยตาข่ายเก็บแพลงก์ตอน ขนาด 20 ไมครอน ลงในขวดปริมาตร 800 มิลลิลิตร จากนั้นหยดสารละลายลูกอล ระดับความเข้มข้นสุดท้าย 3% ปล่อยให้ตกตะกอนอย่างน้อย 3 วัน จากนั้นนำมาปรับปริมาตรสุดท้ายให้เหลือ 200 มิลลิลิตร และใช้กล้องจุลทรรศน์เพื่อนับจำนวนและระบุชนิดต่อไป

3.2.4 การนับจำนวนและระบุชนิดแพลงก์ตอนสัตว์

นำตัวอย่างแพลงก์ตอนที่ทำการปรับปริมาตรที่ระดับสุดท้าย 200 มิลลิลิตร มา 1 มิลลิลิตร มาใส่ใน สไลด์นับเซลล์ (Sedgewick-Rafter chamber) ขนาด 50 มิลลิลิตร x 20 มิลลิลิตร x 1 มิลลิลิตร ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ จากนั้นนำไปส่องใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง ที่กำลังขยาย 100 เท่า ใน 1 ตัวอย่าง จะทำการนับและระบุชนิด โดยรูปวิธานของ ลัดดา วงศ์รัตน์ (2550) และระบุการจัดจำแนกในระดับอนุกรมวิธานขั้นสูงสุดเท่าที่เป็นไปได้ ทั้งหมด 3 ครั้ง เพื่อลดความแปรปรวนที่อาจเกิดขึ้นจากการสุ่มตัวอย่างย่อย ครั้งละ 1 มิลลิลิตร ทั้งหมดรวม 3 มิลลิลิตร จนกว่าจะพบแพลงก์ตอนสัตว์ชนิดใดชนิดหนึ่ง 100 ตัวขึ้นไป เพื่อให้มีความเบี่ยงเบนไปจากจำนวนที่แท้จริงได้ไม่เกิน 20 % (rf.) หากไม่ครบต้องทำการนับเพิ่มทีละ 1 มิลลิลิตรจนกว่าจะครบ จากนั้นนำปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ที่ได้แต่ละชนิด มาคำนวณหาความหนาแน่นในแหล่งน้ำธรรมชาติโดยสูตรการหาความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ในแหล่งน้ำโดยทั่วไปสามารถใช้สมการดังนี้

$$\text{คอนเวอร์ชั่นแฟกเตอร์} = \frac{\text{จำนวนมิลลิลิตรที่ปรับปริมาตรลงในขวด}}{\text{จำนวนมิลลิลิตรที่นับ} \times \text{จำนวนลิตรที่เก็บตัวอย่าง}}$$

ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ (ตัว/ลิตร) = คอนเวอร์ชั่นแฟกเตอร์ × จำนวนที่นับได้

3.2.5 การคำนวณดัชนีความหลากหลาย

การคำนวณดัชนีความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบความอุดมสมบูรณ์ของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในระบบนิเวศนั้น ๆ เพื่อเป็นเครื่องวัดขอบเขตของถิ่นที่อยู่อาศัยและสามารถนำไปใช้เพื่อประเมินความหลากหลายของระบบนิเวศตั้งแต่อดีตจนถึงอนาคต การคำนวณดัชนีความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์ มีอยู่ด้วยกัน 5 วิธี ได้แก่ ดัชนีความหลากชนิดของ Shannon-Weiner (H'), ดัชนีความหลากชนิดของ Simpson (1-D), ดัชนีความเด่น (dominance index), ดัชนีความชุกชุมทางชนิด (Species Richness) และค่าดัชนีความเท่าเทียม (Evenness Index) ซึ่งมีสูตร ดังนี้

1. สูตรคำนวณดัชนีความหลากชนิดของ Shannon-Weiner (H') ใช้เพื่อคำนวณความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์ เพื่อประกอบการพิจารณาความหลากหลายของกลุ่มประชากรและลักษณะคุณภาพของแหล่งน้ำ

$$H' = -\sum_i^k P_i \, (\ln p_i)$$

เมื่อ H’ คือ ค่าดัชนีความหลากหลายทางชนิด

pi คือ สัดส่วนความหนาแน่นของชนิดที่ i^{th} ในสถานีนั้น โดยค้านวณได้จากสูตร

$$P_i = \frac{n_i}{N}$$

N คือ ผลรวมจำนวนตัวทั้งหมดของทุกชนิดที่พบ

n_i คือ จำนวนตัวของชนิดที่พบ

k คือ จำนวนแทกซาที่พบในแต่ละสถานี

2. ดัชนีความเด่น D (Dominance index) เป็นดัชนีที่แสดงให้เห็นถึงความโด่นเด่นของแพลงก์ตอนสัตว์ในแหล่งน้ำ โดยมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 1 โดยที่ ค่า 1 หมายถึงชนิดนั้น ๆ มีความโดดเด่นที่สูงมาก

โดย D คำนวณได้จากสูตร $D = \sum_{i=1}^{n} \frac{n_i(n_i-1)}{N(N-1)}$

เมื่อ D คือ ความหลากหลายของชนิด

n_i คือ จำนวนตัวของชนิดที่ 1

N คือ จำนวนตัวของสัตว์ทั้งหมด

S คือ ชนิดสัตว์ทั้งหมด

3. ดัชนีความหลากชนิดของ Simpson (1-D) เป็นการวัดความหลากหลายทางชีวภาพโดยใช้การคำนวณจากจำนวนในแต่ละชนิดพันธุ์ที่ปรากฏ ค่าความหลากหลายทางชีวภาพมีค่าระหว่าง 0 ถึง 1 ซึ่งหากเป็น 0 จะหมายถึงไม่มีความหลากหลายทางชีวภาพและหากเป็น 1 จะหมายถึงมีความหลากหลายชีวภาพมาก

คำนวณได้จากสูตร 1-D

4. ดัชนีความชุกชุมทางชนิด (species richness) ของมาร์กาเลฟ (Margalef) เป็นค่าที่พิจารณาจากจำนวนชนิดทั้งหมดของสัตว์ที่พบในตัวอย่าง เมื่อเก็บตัวอย่างมาเป็นจำนวนมาก มักพบความหลากชนิดที่สูงขึ้น

$$R = \frac{S-1}{ln\ N}$$

เมื่อ R คือ ค่าดัชนีมาร์กาเลฟ

S คือ จำนวนชนิดทั้งหมด

N คือ จำนวนตัวทั้งหมด

5. ค่าดัชนีความเท่าเทียม (evenness Index) ของ Pielou ใช้บ่งชี้การกระจายตัวของชนิดและความชุกชุมแพลงก์ตอนสัตว์ในแต่ละจุดสำรวจ หากคำนวณแล้วได้ค่าสูง แสดงว่าที่จุดสำรวจ ประกอบด้วยสัตว์ชนิดต่าง ๆ ที่มีความชุกชุมใกล้เคียงกัน และอาจมีการกระจายที่เหมือนๆกัน

$$J' = \frac{H'}{\ln S} \text{ หรือ } \frac{H'}{H'_{max}}$$

เมื่อ J' คือ ดัชนีความเท่าเทียม

H' คือ ค่าดัชนีความหลากหลายทางชนิด

S คือ จำนวนชนิดของสัตว์ที่พบในตัวอย่างนั้นนั้น

H'max คือ ค่าดัชนีความหลากหลายทางชนิดที่มีค่ามากที่สุดจะเป็นไปได้เมื่อสัตว์ทุกชนิดมีความชุกชุมเท่ากันหมด

3.2.6 การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์เปรียบเทียบดัชนีความหลากชนิดของ Shannon-Weiner (H'), ดัชนีความหลากชนิดของ Simpson (1-D), ดัชนีความเด่น D (dominance index), ดัชนีความชุกชุมทางชนิด (Species Richness) และค่าดัชนีความเท่าเทียม (Evenness Index) ของแพลงก์ตอนสัตว์ระหว่างนาข้าวแบบเคมี และนาข้าวแบบอินทรีย์โดยมีจำนวน จุดเก็บตัวอย่าง นาละ 3 แปลง รวมเป็น 6 แปลง โดยใช้การวิเคราะห์ตามเงื่อนไขของการแจกแจงแบบปกติเมื่อใช้การทดสอบด้วย Shapiro-wilk test และทดสอบการเท่ากันของความแปรปรวนด้วย Levene F-test และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความหนาแน่น และดัชนีประชาคมแพลงก์ตอนสัตว์ด้วยทีเทสต์ ถ้าชุดข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ แต่ถ้าชุดข้อมูลไม่ได้มีการแจกจแจงแบบปกติ ใช้ Mann-Whitney U-test ในการทดสอบความแตกต่าง โดยที่หากชุดข้อมูลมีความแปรปรวนทั้งสองกลุ่มเท่ากัน ใช้ Student’s t-test แต่ถ้าชุดข้อมูลความแปรปรวนไม่เท่ากัน ใช้ Welch’s t-test ทุกการทดสอบ ทางสถิติกระทำที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้โปรแกรม Statistical Package for the Social Sciences (spss)

บทที่ 4
ผลการวิจัย

4.1 ลักษณะทางกายภาพและเคมีของน้ำนาข้าว

ทำการเก็บตัวอย่างน้ำ จากนาข้าวแบบอินทรีย์ และนาข้าวแบบเคมี โดยลักษณะทางกายภาพและเคมีแสดงดังตารางที่ 4-1 โดยนาข้าวแบบเคมีในเดือนพฤศจิกายน ไม่สามารถทำการเก็บตัวอย่างได้ เนื่องจาก พบว่า ปริมาณน้ำแห้งจนไม่สามารถเก็บตัวอย่างน้ำได้

จากการศึกษา พบว่าค่าความเป็นกรด – ด่างของน้ำ ที่วัดได้จากทั้ง 2 นาข้าว มีค่าอยู่ระหว่าง 3.85 – 6.07 โดยพบว่าค่าที่พบสูงที่สุดอยู่ในนาข้าวแบบอินทรีย์ในช่วงเดือนพฤศจิกายน และค่าต่ำสุด อยู่ในนาข้าวแบบอินทรีย์ในเดือนกันยายน จากการศึกษาค่าการนำไฟฟ้า ที่วัดได้จาดทั้ง 2 นาข้าว พบว่า มีค่าอยู่ระหว่าง 9 – 162 µS/cm โดยพบว่าค่าที่พบสูงที่สุดอยู่ในนาข้าวแบบอินทรีย์ในช่วงเดือนพฤศจิกายน และค่าต่ำสุด อยู่ในนาข้าวแบบเคมีในเดือนตุลาคม ในการศึกษาค่าปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ พบว่า มีค่าอยู่ระหว่าง 4 – 89 ppm ซึ่งจะมีค่าสูงสุดในนาข้าวแบบอินทรีย์ในช่วงเดือนพฤศจิกายน และค่าต่ำสุด อยู่ในนาข้าวแบบเคมีในเดือนตุลาคม สอดคล้องกับค่าการนำไฟฟ้า ในด้านความลึกของน้ำอยู่ในช่วง 1.5 – 24.3 เมตร โดยพบว่า นาข้าวแบบเคมี ในเดือนกันยายน มีปริมาณน้ำมากที่สุด ในขณะที่ ปริมาณน้ำต่ำสุด อยู่ในนาข้าวแบบอินทรีย์ในเดือนพฤศจิกายน อุณหภูมิของน้ำอยู่ในช่วง 30.2 – 35.7 °C โดยในนาข้าวแบบอินทรีย์ในเดือนพฤศจิกายน มีอุณหภูมิของน้ำต่ำที่สุด และในนาข้าวแบบอินทรีย์ในเดือนกันยายน พบว่ามีค่าอุณหภูมิสูงที่สุด (ตารางที่ 4 -1)

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

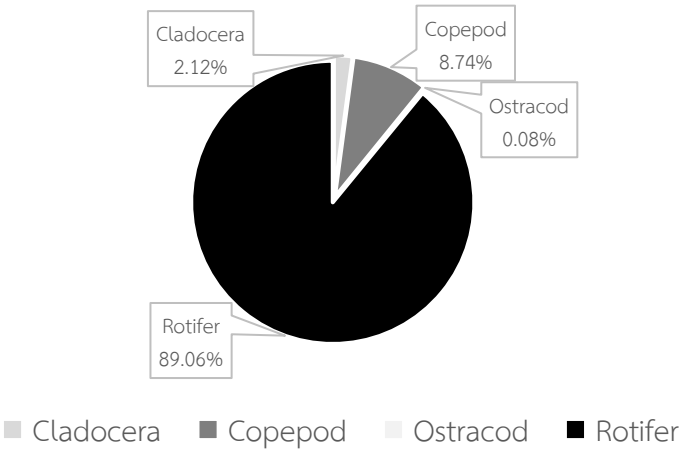
ตาราง 2 ลักษณะทางกายภาพ และเคมีของตัวอย่างน้ำที่ตรวจวัดในนาข้าวแบบอินทรีย์ และนาข้าวแบบเคมี

เดือน	สถานีเก็บตัวอย่าง	pH	EC (µS/cm)	TDS (ppm)	ระดับความลึกของน้ำ (cm)	อุณหภูมิของน้ำ (°C)
กันยายน	SWOR1	4.51	42	21	7.0	35.7
	SWOR2	3.85	44	22	15.0	32.8
	SWOR3	4.29	41	19	13.7	33.2
	SWIN1	4.83	110	55	24.3	30.3
	SWIN2	4.34	127	58	15.5	30.5
	SWIN3	4.75	79	40	14.8	30.3
ตุลาคม	SWOR1	4.57	77	38	11.8	33.3
	SWOR2	5.35	73	36	13.3	33.2
	SWOR3	4.24	112	56	13.6	33.9
	SWIN1	4.14	24	11	12.0	32.3
	SWIN2	4.32	28	14	8.8	33.9
	SWIN3	4.33	9	4	12.0	32.9
พฤศจิกายน	SWOR1	6.07	122	61	5.0	30.2
	SWOR2	5.31	162	89	1.5	30.5
	SWOR3	4.86	103	58	4.5	30.5
	SWIN1	NA	NA	NA	NA	NA
	SWIN2	NA	NA	NA	NA	NA
	SWIN3	NA	NA	NA	NA	NA

* NA = Not available

4.2 ชนิดของแพลงก์ตอนสัตว์

จากการศึกษาชนิดของแพลงก์ตอนสัตว์บริเวณนาข้าวแบบอินทรีย์ และนาข้าวแบบเคมี ณ บ้านสวายสอ ตำบลสะแกโพรง อำเภอเมืองบุรีรัมย์ จังหวัดบุรีรัมย์ เป็นระยะเวลา 3 เดือน ระหว่างเดือนกันยายน พ.ศ. 2562 ถึงเดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2562 พบแพลงก์ตอนสัตว์ทั้งหมด 4 กลุ่ม กลุ่มที่พบมากที่สุดคือ โรติเฟอร์ 55 ชนิด รองลงมา ได้แก่ คลาโดเซอแรน 8 ชนิด โคพีพอด 4 ชนิด ออสตราคอด 1 ชนิด จำนวนชนิดของแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบคิดเป็นโรติเฟอร์ 89.06 เปอร์เซ็นต์ โคพีพอด 8.74 เปอร์เซ็นต์ คลาโดเซอแรน 2.12 เปอร์เซ็นต์ และออสตราคอด 0.08 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 4-1)



รูปภาพ 15 ความชุกชุมแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบ

จากการศึกษาแพลงก์ตอนสัตว์บริเวณนาข้าวแบบอินทรีย์ และนาข้าวแบบเคมี โดยแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบในสัดส่วนที่มากที่สุดเมื่อเทียบกับความชุกชุมแพลงก์ตอนสัตว์รวมต่อแปลง ได้แก่ *Sinantherina* sp., *Polyarthra* sp. และ Copepod Nauplius ตามลำดับ สำหรับแพลงก์ตอนสัตว์ในกลุ่มโรติเฟอร์นั้น เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของสัดส่วนที่พบต่อประชาคมแพลงก์ตอนสัตว์ทั้งหมดจากทั้ง 3 แปลงนา แพลงก์ตอนสัตว์ที่พบในสัดส่วนที่มากที่สุด ได้แก่ *Sinantherina* sp. (40.71%), *Polyarthra* sp. (12.82%), และ *Asplanchna* sp. 2 (4.16%) ตามลำดับ ในกลุ่มโคพีพอดที่พบในสัดส่วนมากที่สุดได้แก่ copepod nauplius (7.67%), cyclopoid copepodites (1.0%) และ calanoid copepodites (0.5%) ส่วนกลุ่มคาโดเซอแรนเมื่อเรียงลำดับจากที่พบในสัดส่วนมากที่สุดไปยังน้อยที่สุด ได้แก่ *Macrothrix* sp. (0.6%), *Ceriodaphnia* sp. (0.4%) และ *Alona* sp. (0.3%)

ชนิดเด่นของแพลงก์ตอนสัตว์นาข้าวเคมีและอินทรีย์มีความแตกต่างกันโดยเมื่อพิจารณาปริมาณสัดส่วนแพลงก์ตอนสัตว์บริเวณนาข้าวแบบอินทรีย์ พบว่า มีแพลงก์ตอนสัตว์จำนวน 55 ชนิด ชนิดที่พบมากที่สุดคือ Copepod nauplius, *Sinantherina* sp. และ *Asplanchna* sp. 2 ตามลำดับ โดยเมื่อพิจารณาปริมาณสัดส่วนแพลงก์ตอนสัตว์บริเวณนาข้าวแบบเคมี พบว่า มีแพลงก์ตอนสัตว์จำนวนทั้งหมด 55 ชนิด ชนิดที่พบมากที่สุดคือ *Sinantherina* sp., *Polyarthra* sp. และ Copepod nauplius ตามลำดับ ดังตารางที่ 4-2 และจากการศึกษาแพลงก์ตอนสัตว์ตั้งแต่เดือนกันยายน ถึงเดือนพฤศจิกายน พบว่าเดือนที่พบแพลงก์ตอนสัตว์มากที่สุดคือเดือนกันยายน โดยพบแพลงก์ตอนสัตว์ทั้งหมด 57 ชนิด รองลงมาคือ เดือนตุลาคม พบ 50 ชนิด และเดือนพฤศจิกายน พบ 36 ชนิด ตามลำดับ ดังตารางที่ 4-3

ตาราง 3 แพลงก์ตอนสัตว์ที่พบในแต่ละสถานี

ชนิดของแพลงก์ตอนสัตว์	นาข้าวแบบอินทรีย์			นาข้าวแบบเคมี		
	SWOR1	SWOR2	SWOR3	SWIN1	SWIN2	SWIN3
Phylum Rotifera						
Anuraeopsis sp.	✓	✓	✓	✓	✓	
Ascomorpha sp.						✓
Asplanchna sp. 2	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Asplanchna sp.		✓			✓	✓
Brachionus sp.		✓	✓			
Colurella sp.	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Dipleuchlanis propatula		✓				✓
Dipleuchlanis sp.	✓	✓	✓	✓		
Filinia sp.		✓				
Hexarthra sp.					✓	
Lecane aegana		✓				
Lecane arcuata						✓
Lecane bulla	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Lecane closterocerca		✓				
Lecane curvicornis		✓		✓	✓	✓
Lecane decipiens		✓	✓	✓	✓	✓
Lecane ekgans						✓
Lecane furcata						✓
Lecane hamata			✓		✓	
Lecane hastata			✓			
Lecane imbricata			✓			
Lecane leontina	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Lecane ludwig			✓	✓		✓
Lecane ludwigi f.ercodes			✓		✓	

ตาราง 3 แพลงก์ตอนสัตว์ที่พบในแต่ละสถานี (ต่อ)

ชนิดของแพลงก์ตอนสัตว์	นาข้าวแบบอินทรีย์			นาข้าวแบบเคมี		
	SWOR1	SWOR2	SWOR3	SWIN1	SWIN2	SWIN3
Lecane luna	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Lecane lunaris		✓			✓	✓
Lecane monostyla		✓		✓	✓	
Lecane nana		✓				
Lecane papuana	✓	✓				
Lecane ploenensis		✓				
Lecane quadridentata		✓	✓	✓	✓	✓
Lecane signifera	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Lecane sp.		✓	✓	✓	✓	✓
Lecane sp. 2				✓		
Lecane stichaea	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Lecane unguitata		✓				
Lecane ungulata					✓	
Lepadella acuminata		✓				
Lepadella ovalis					✓	
Lepadella patella					✓	
Lepadella sp.	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Macrochaetus sp.		✓	✓		✓	✓
Monommata sp.	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Mytilina sp.				✓		
Platyias patulus	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Platyias quadricornis				✓	✓	✓
Polyarthra sp.	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Ptygura pectinifera				✓	✓	

ตาราง 3 แพลงก์ตอนสัตว์ที่พบในแต่ละสถานี (ต่อ)

ชนิดของแพลงก์ตอนสัตว์	นาข้าวแบบอินทรีย์			นาข้าวแบบเคมี		
	SWOR1	SWOR2	SWOR3	SWIN1	SWIN2	SWIN3
Scaridium longicaudum		✓		✓	✓	✓
Sinantherina sp.	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Testudinella sp.	✓	✓	✓		✓	✓
Tricrocerca bicristata					✓	
Tricrocerca sp.	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Tripleuchlanis plicata		✓				
Tripleuchlanis sp.	✓					
Phylum: Arthropoda						
Subphylum: Crustacea						
Class: Hexanauplia						
Subclass: Copepoda						
Copepod nauplius	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Juvenile copepodite (calanoid)	✓	✓	✓			✓
Juvenile copepodite (cycopoid)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Juvenile copepodite (harpacticoid)	✓					
Phylum: Arthropoda						
Subphylum: Crustacea						
Class: Branchiopoda						
Subclass: Phyllopoda						
Superorder: Cladocera						
Alona sp.	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Bosminopsis sp.				✓	✓	
Ceriodaphnia sp.	✓	✓	✓	✓		✓

ตาราง 3 แพลงก์ตอนสัตว์ที่พบในแต่ละสถานี (ต่อ)

ชนิดของแพลงก์ตอนสัตว์	นาข้าวแบบอินทรีย์			นาข้าวแบบเคมี		
	SWOR1	SWOR2	SWOR3	SWIN1	SWIN2	SWIN3
Chydorus sp.	✓	✓		✓	✓	✓
Cladocera sp.	✓			✓		
Diaphanosoma sp.	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Ephemerporus sp.	✓	✓	✓	✓		✓
Macrothrix sp.	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Phylum: Arthropoda						
Subphylum: Crustacea						
Superclass: Oligostraca						
Class: Ostracoda						
Ostracoda	✓	✓	✓	✓	✓	✓

ตาราง 4 แพลงก์ตอนสัตว์ที่พบในแต่ละเดือน

ชนิดของแพลงก์ตอนสัตว์	เดือนกันยายน	เดือนตุลาคม	เดือนพฤศจิกายน
Phylum Rotifera			
Anuraeopsis sp.	✓	✓	✓
Ascomorpha sp.		✓	
Asplanchna sp. 2	✓	✓	
Asplanchna sp.			✓
Brachionus sp.	✓	✓	✓
Colurella sp.	✓	✓	✓
Dipleuchlanis propatula	✓	✓	
Dipleuchlanis sp.	✓	✓	
Filinia sp.		✓	
Hexarthra sp.	✓		
Lecane aegana	✓		
Lecane arcuata	✓		
Lecane bulla	✓	✓	✓
Lecane closterocerca	✓		
Lecane curvicornis	✓	✓	✓
Lecane decipiens	✓	✓	✓
Lecane ekgans		✓	
Lecane furcata		✓	
Lecane hamata	✓		✓
Lecane hastata		✓	
Lecane imbricata			✓
Lecane leontina	✓	✓	✓
Lecane ludwig	✓	✓	✓
Lecane ludwigi f.ercodes	✓		
Lecane luna	✓	✓	✓

พหิน ปณฺฑิโต ชีเว

ตาราง 4 แพลงก์ตอนสัตว์ที่พบในแต่ละเดือน (ต่อ)

ชนิดของแพลงก์ตอนสัตว์	เดือนกันยายน	เดือนตุลาคม	เดือนพฤศจิกายน
Leucine lunaris	✓		
Lecane monostyla	✓	✓	
Lecane nana	✓		
Lecane papuana	✓		✓
Lecane ploenensis	✓		
Lecane quadridentata	✓	✓	
Lecane signifera	✓	✓	✓
Lecane sp.	✓	✓	
Lecane sp. 2	✓	✓	
Lecane stichaea	✓	✓	✓
Lecane unguitata	✓		
Lecane ungulata	✓		
Lepadella acuminata	✓		
Lepadella ovalis	✓		
Lepadella patella	✓		
Lepadella sp.	✓	✓	✓
Macrochaetus sp.	✓	✓	
Monommata sp.	✓	✓	✓
Mytilina sp.	✓		
Platyias patulus	✓	✓	✓
Platyias quadricornis	✓	✓	
Polyarthra sp.	✓	✓	✓
Ptygura pectinifera	✓	✓	
Scaridium longicaudum	✓	✓	✓
Sinantherina sp.	✓	✓	✓
Testudinella sp.	✓	✓	✓

มหาวิทยาลัยปทุมธานี

ตาราง 4 แพลงก์ตอนสัตว์ที่พบในแต่ละเดือน (ต่อ)

ชนิดของแพลงก์ตอนสัตว์	เดือนกันยายน	เดือนตุลาคม	เดือนพฤศจิกายน
Tricrocerca bicristata		✓	
Tricrocerca sp.	✓	✓	✓
Tripleuchlanis plicata	✓		
Tripleuchlanis sp.		✓	✓
Phylum: Arthropoda			
Subphylum: Crustacea			
Class: Hexanauplia			
Subclass: Copepoda			
Copepod nauplius	✓	✓	✓
Juvenile copepodite (calanoid)	✓	✓	✓
Juvenile copepodite (cycopoid)	✓	✓	✓
Juvenile copepodite (harpacticoid)			✓
Phylum: Arthropoda			
Subphylum: Crustacea			
Class: Branchiopoda			
Subclass: Phyllopoda			
Superorder: Cladocera			
Alona sp.	✓	✓	✓
Bosminopsis sp.	✓	✓	
Ceriodaphnia sp.	✓	✓	✓
Chydorus sp.	✓	✓	✓
Cladocera sp.		✓	✓
Diaphanosoma sp.	✓	✓	✓
Ephemerporus sp.	✓	✓	✓

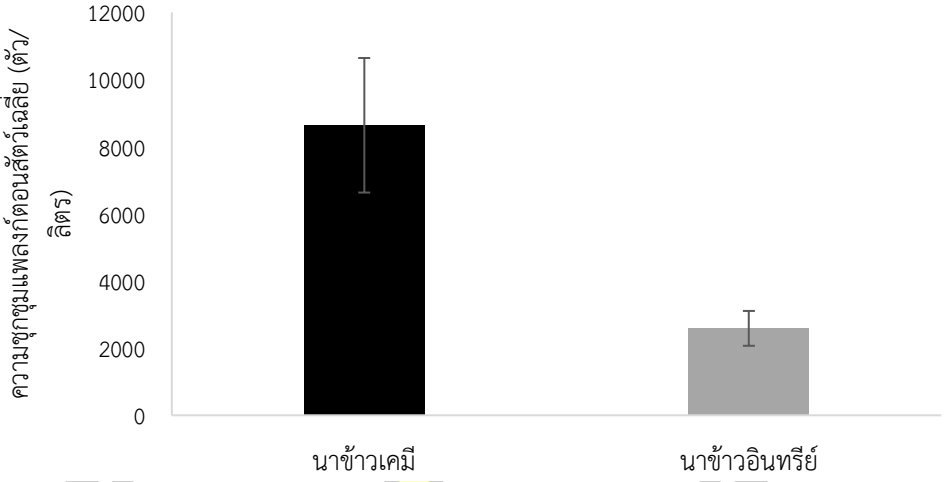
ตาราง 4 แพลงก์ตอนสัตว์ที่พบในแต่ละเดือน (ต่อ)

ชนิดของแพลงก์ตอนสัตว์	เดือนกันยายน	เดือนตุลาคม	เดือนพฤศจิกายน
Macrothrix sp.	✓	✓	✓
Phylum: Arthropoda			
Subphylum: Crustacea			
Superclass: Oligostraca			
Class: Ostracoda			
Ostracoda	✓	✓	

4.3 ความชุกชุมและความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์

ความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ทั้งหมดที่พบในนาข้าวมีค่าเฉลี่ย และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเป็น 5,007.69 ± 1,244.58 ตัวต่อลิตร กลุ่มของแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบมากที่สุดในนาข้าวแบบอินทรีย์และนาข้าวแบบเคมีคือกลุ่ม โรติเฟอร์ มีปริมาณเท่ากับ 4,459.85 ± 1,238.15 ตัวต่อลิตร รองลงมาคือ โคพีพอด และคลาโดเซอแรน มีค่าเท่ากับ 437.71 ± 101.64 และ 116.42 ± 44.19 ตัวต่อลิตร ตามลำดับ โดยแพลงก์ตอนสัตว์ในกลุ่มออสตราคอดมีปริมาณน้อยเกินไป ดังนั้นจึงไม่นำมาวิเคราะห์ปริมาณและความหลากหลายในนาข้าวแบบอินทรีย์ และนาข้าวแบบเคมี โดยนาข้าวแบบอินทรีย์ พบปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์มีค่าเท่ากับ 2,588.36 ± 519.28 ตัวต่อลิตร และนาข้าวแบบเคมี พบแพลงก์ตอนสัตว์มีค่าเท่ากับ 8,636.66 ± 2003.59 ตัวต่อลิตร (ภาพที่ 4-2) และเมื่อทำการทดลองทางสถิติโดยวิธีการ t-test พบว่าความชุกชุมแพลงก์ตอนสัตว์บริเวณนาข้าวแบบอินทรีย์และนาข้าวแบบเคมี ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($t = -0.2429$, $p = 0.057$)

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

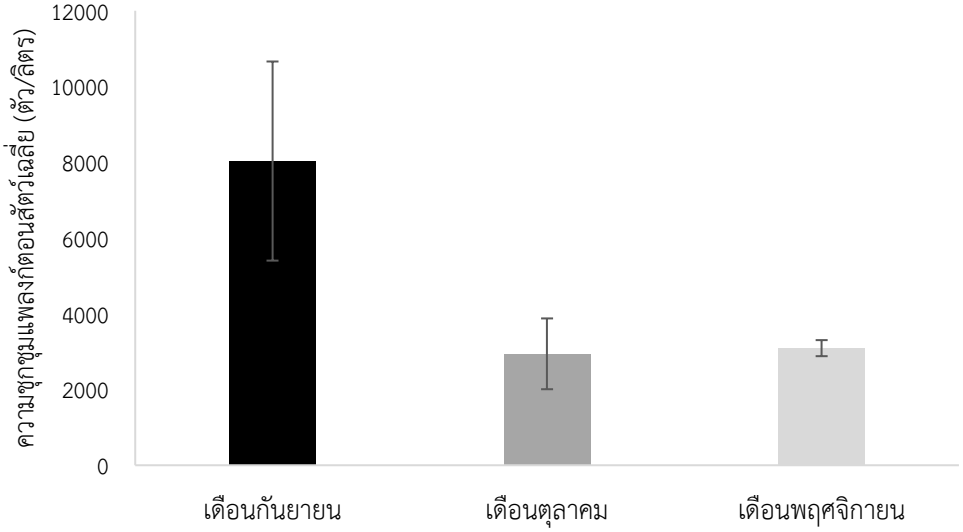


รูปภาพ 16 ความชุกชุมรวมแพลงก์ตอนสัตว์ในนาข้าว (ค่าเฉลี่ย ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน)

จากการศึกษาแพลงก์ตอนสัตว์ในนาข้าวแบบอินทรีย์ พบว่ามีความชุกชุมแพลงก์ตอนสัตว์เฉลี่ยและความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเป็น 2,588.36 ± 519.28 ตัวต่อลิตร โดยกลุ่มที่พบมากที่สุดคือ โรติเฟอร์ มีค่าเท่ากับ 1,973.85 ± 338.25 ตัวต่อลิตร รองลงมาคือ โคพีพอด และคลาโดเซอแรน มีค่าเท่ากับ 502.80 ± 164.02 และ 140.72 ± 89.92 ตัวต่อลิตร ตามลำดับ ส่วนบริเวณนาข้าวแบบเคมีพบความชุกชุมแพลงก์ตอนสัตว์เฉลี่ย และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเป็น 8,636.66 ± 2,003.59 ตัวต่อลิตร โดยกลุ่มที่พบมากที่สุดคือ โรติเฟอร์ มีค่าเท่ากับ 8,188.85 ± 2,412.77 ตัวต่อลิตร รองลงมาคือ โคพีพอด และคลาโดเซอแรน มีค่าเท่ากับ 340.09 ± 67.64 และ 101.23 ± 15.07 ตัวต่อลิตร ตามลำดับ

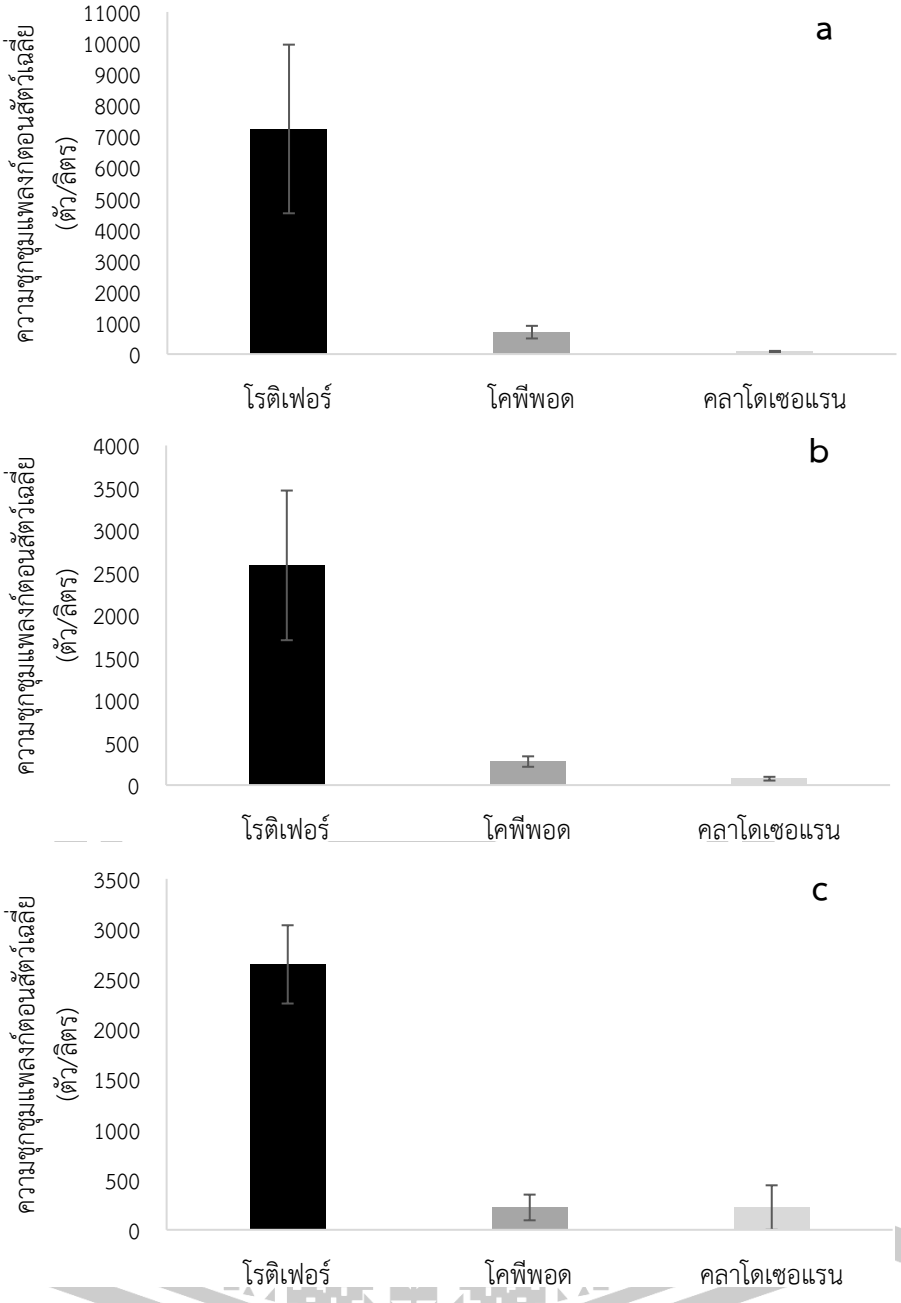
เมื่อพิจารณาความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ตั้งแต่เดือนกันยายน ถึงเดือนพฤศจิกายน พบว่า เดือนที่มีความชุกชุมแพลงก์ตอนสัตว์มากที่สุด คือเดือนกันยายน โดยมีความชุกชุมแพลงก์ตอนสัตว์เฉลี่ย และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเป็น 8,031.48 ± 2628.84 ตัว/ลิตร รองลงมาคือ พฤศจิกายน ความชุกชุมแพลงก์ตอนสัตว์มีค่าเท่ากับ 3,091.66 ± 212.02 ตัว/ลิตร และเดือนตุลาคม ความชุกชุมแพลงก์ตอนสัตว์มีค่าเท่ากับ 2,941.91 ± 934.76 ตัว/ลิตร ดังภาพที่ 4-3

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว



รูปภาพ 17 ความชุกชุมแพลงก์ตอนสัตว์ในแต่ละเดือน (ค่าเฉลี่ย ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน)

เมื่อพิจารณาความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ ในแต่ละเดือนพบว่า ในเดือนกันยายน กลุ่มของแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบมากที่สุดคือโรติเฟอร์ โดยมีค่าเฉลี่ย และความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน 7,238.42 ± 2,711.13 ตัวต่อลิตร รองลงมาคือ โคพีพอด และคลาโดเซอแรน โดยมีค่าเป็น 705.86 ± 202.67 และ 79.16 ± 24.17ตัวต่อลิตร ตามลำดับ (ภาพที่ 4-4a) ส่วนในเดือนตุลาคม กลุ่มของแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบมากที่สุดคือโรติเฟอร์ โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2,587.77 ± 881.35 ตัวต่อลิตร รองลงมาคือ โคพีพอด และคลาโดเซอแรน โดยมีค่าเป็น 276.97 ± 61.63 และ 75.30 ± 21.88 ตัวต่อลิตร ตามลำดับ (ภาพที่ 4-4b) และ ในเดือนพฤศจิกายน กลุ่มของแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบมากที่สุดคือ โรติเฟอร์ โดยมีค่าเป็น 2,646.87 ± 390.32 ตัวต่อลิตร รองลงมาคือ โคพีพอด และคลาโดเซอแรน โดยมีค่าเป็น 222.91 ± 128.10 และ 221.87 ± 221.87 ตัวต่อลิตร ตามลำดับ (ภาพที่ 4-4c)



รูปภาพ 18 ความชุกชุมของ โรติเฟอร์ โคพีพอด และคลาโดเซอแรนที่พบในแต่ละเดือน (a) เดือนกันยายน (b) เดือนตุลาคม (c) เดือนพฤศจิกายน

4.4 ดัชนีความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์

จากการศึกษาดัชนีความหลากหลาย เมื่อศึกษาทั้ง 5 ดัชนี ได้ผลเป็นดังนี้ เมื่อพิจารณาค่าความหลากชนิดของ Shannon-Weiner พบว่า ในนาข้าวแบบอินทรีย์ มีค่าความหลากชนิดเฉลี่ยและความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเป็น 2.176 ± 0.096 และนาข้าวแบบเคมี มีค่าเป็น 1.904 ± 0.319 เมื่อพิจารณาค่าความหลากชนิดของ Simpson ในนาข้าวแบบอินทรีย์ มีค่าเป็น 0.825 ± 0.022 และ

นาข้าวแบบเคมี มีค่าเป็น 0.665 ± 0.106 เมื่อพิจารณาดัชนีความชุกชุมทางชนิด ในนาข้าวแบบอินทรีย์ พบว่า มีค่าเป็น 4.113 ± 0.637 และนาข้าวแบบเคมี มีค่าเป็น 3.319 ± 0.139 เมื่อพิจารณาค่าดัชนีความเท่าเทียม ในนาข้าวแบบอินทรีย์ พบว่า มีค่าเป็น 0.702 ± 0.199 และนาข้าวแบบเคมี มีค่าเป็น 0.560 ± 0.094 เมื่อพิจารณาค่าดัชนีความเด่น ในนาข้าวแบบอินทรีย์ พบว่า มีค่าเป็น 0.173 ± 0.02 และนาข้าวแบบเคมี มีค่าเป็น 0.334 ± 0.106 โดยจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติ ใช้ค่า t-test ในการวิเคราะห์ ระหว่างนาข้าวแบบอินทรีย์ และนาข้าวแบบเคมี ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ตารางที่ 4-4)

ตาราง 5 เปรียบเทียบค่าดัชนีความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์บริเวณนาข้าวแบบอินทรีย์ และนาข้าวแบบเคมีแบบเคมี t-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

	นาข้าวแบบอินทรีย์	นาข้าวแบบเคมี	t	df	p
H'	2.176 ± 0.096	1.904 ± 0.391	0.818	5.916	0.445
1-D	0.825 ± 0.022	0.665 ± 0.106	1.477	5.455	0.195
R	4.113 ± 0.637	3.319 ± 0.139	1.217	8.753	0.256
J'	0.702 ± 0.199	0.560 ± 0.094	1.465	5.446	0.198
D	0.173 ± 0.02	0.334 ± 0.106	-1.484	5.457	0.194
N	2588.368 ± 1271.980	8636.661 ± 6010.786	-2.429	5.300	0.057

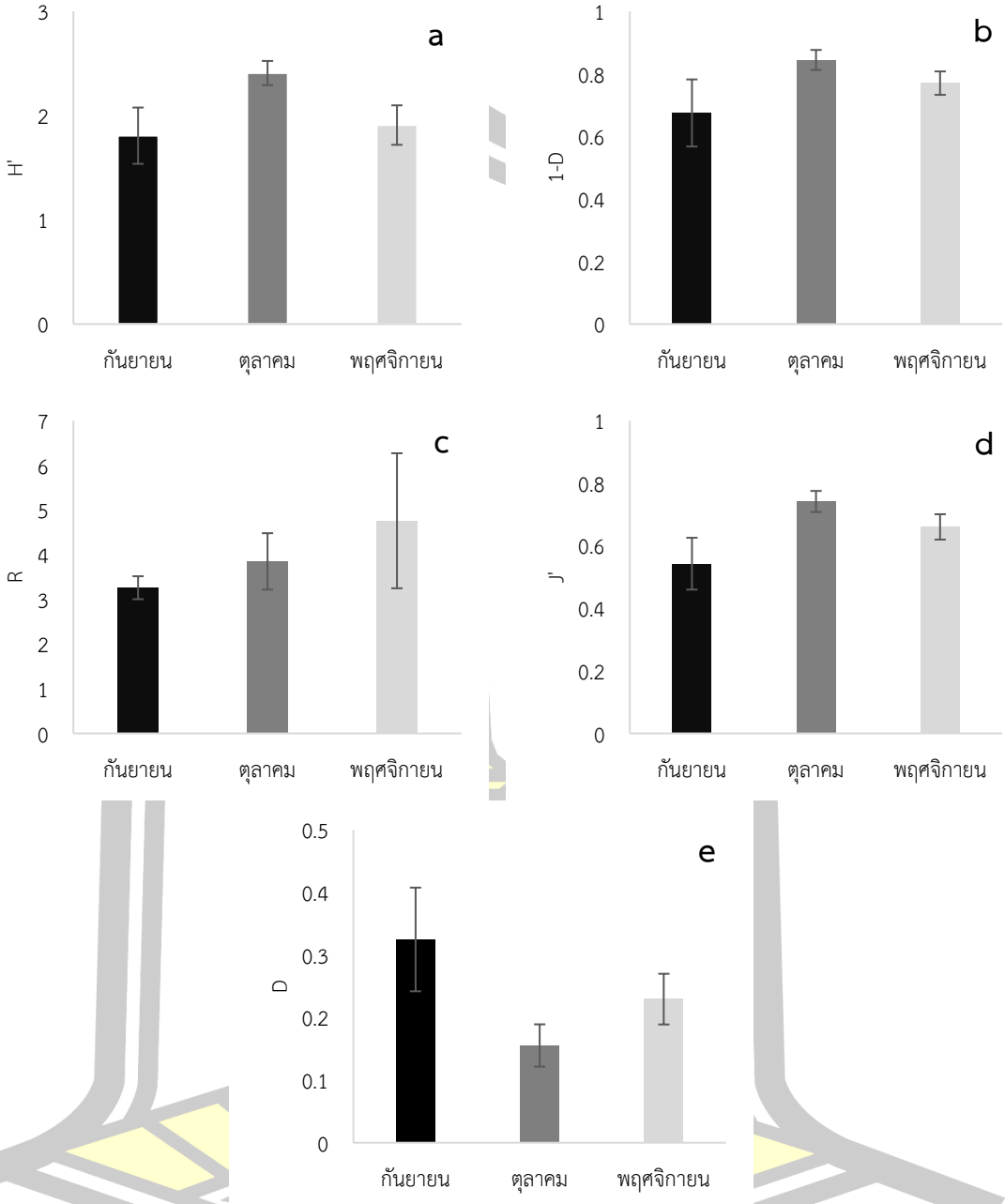
* (H') ดัชนีความหลากชนิดของ Shannon-Weiner, (1-D) ดัชนีความหลากชนิดของ Simpson, (R) ดัชนีความชุกชุมทางชนิด, (J') ดัชนีความเท่าเทียม, (D) ดัชนีความเด่น

จากตารางที่ 4-4 พบว่าดัชนีความหลากชนิดของ Shannon-Weiner ในนาข้าวแบบอินทรีย์และนาข้าวแบบเคมี พบว่าในนาข้าวแบบอินทรีย์มีความหลากหลายมากกว่านาข้าวแบบเคมี และความหลากหลายของทั้ง 2 นาข้าวมีความหลากหลายที่ค่อนข้างมาก สอดคล้องกับดัชนีความหลากชนิดของ Simpson โดยที่ทั้ง 2 ดัชนี มีข้อสรุปที่เป็นไปในทางเดียวกันคือ ค่าความหลากหลายในนาข้าวแบบอินทรีย์ มีมากกว่านาข้าวแบบเคมี ในด้านดัชนีความชุกชุมทางชนิด พบว่า ถ้าเทียบกับจำนวนของแปลงนาข้าวแบบอินทรีย์ที่ทำการศึกษา ค่าดัชนีมีความชุกชุมค่อนข้างมาก ในขณะที่นาข้าวแบบอินทรีย์มีจำนวนแปลงที่ทำการศึกษาน้อยกว่า ทำให้ค่าดัชนีมีความชุกชุมน้อยกว่า ดัชนีความเท่าเทียมทางชนิด พบว่า ดัชนีของนาทั้ง 2 แบบ มีค่าค่อนข้างสูง แสดงว่า แพลงก์ตอนสัตว์มีการกระจายตัว และความหลากหลายของแต่ละชนิดที่ค่อนข้างสูง ในขณะที่ดัชนีความเด่น ของนาข้าวทั้ง 2 แบบมีค่าที่ค่อนข้างน้อย แสดงให้เห็นว่า มีแพลงก์สัตว์ชนิดใดชนิดหนึ่ง อาจพบในความชุกชุมที่มากกว่าชนิดอื่น ๆ ทำให้ลักษณะความเด่นอาจพบไม่มาก

เมื่อศึกษาดัชนีความหลากหลาย ทั้ง 5 ดัชนี โดยทำการเปรียบเทียบตั้งแต่เดือนกันยายน ถึงเดือนพฤศจิกายน พบว่า ในเดือนกันยายน มีค่าความหลากชนิดของ Shannon-Weiner เฉลี่ย และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเป็น 1.807 ± 0.270 เดือนตุลาคม มีค่าเป็น 2.407 ± 0.116 และเดือนพฤศจิกายน มีค่าเป็น 1.908 ± 0.327 เมื่อพิจารณาค่าความหลากชนิดของ Simpson ในเดือนกันยายน มีค่าเป็น 0.675 ± 0.107 เดือนตุลาคม มีค่าเป็น 0.844 ± 0.031 และเดือนพฤศจิกายน มีค่าเป็น 0.770 ± 0.037 เมื่อพิจารณาดัชนีความชุกชุมทางชนิดในเดือนกันยายน พบว่า มีค่าเป็น 3.260 ± 0.256 เดือนตุลาคม มีค่าเป็น 3.849 ± 0.631 และเดือนพฤศจิกายน มีค่าเป็น 4.759 ± 1.511 เมื่อพิจารณาค่าดัชนีความเท่าเทียมในเดือนกันยายน พบว่า มีค่าเป็น 0.542 ± 0.082 เดือนตุลาคม มีค่าเป็น 0.741 ± 0.033 และเดือนพฤศจิกายน มีค่าเป็น 0.660 ± 0.040 เมื่อพิจารณาค่าดัชนีความเด่น ในเดือนกันยายน พบว่า มีค่าเป็น 0.324 ± 0.107 และเดือนตุลาคม มีค่าเป็น 0.155 ± 0.031 และเดือนพฤศจิกายน มีค่าเป็น 0.229 ± 0.037 (ภาพที่ 4-5)

และเมื่อทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติ ทำการวิเคราะห์ระหว่างเดือนกันยายน และเดือนตุลาคม เนื่องจาก ไม่สามารถเก็บตัวอย่างในนาข้าวแบบอินทรีย์ ในเดือนพฤศจิกายนได้ โดยทำการใช้การวิเคราะห์ Mann-Whitney U test พบว่า ค่าดัชนีความหลากชนิดของ Shannon-Weiner, ดัชนีความเด่น, ดัชนีความหลากชนิดของ Simpson, ดัชนีความชุกชุมทางชนิดของแพลงก์ตอนสัตว์ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แต่ค่าดัชนีความเท่าเทียมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ตารางที่ 4-5)

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว



ตาราง 6 เปรียบเทียบค่าดัชนีระหว่างเดือนกันยายน เดือนตุลาคม และเดือนพฤศจิกายน: (a) ดัชนีความหลากชนิดของ Shannon-Weiner (b) ดัชนีความหลากชนิดของ Simpson (c) ดัชนีความชุกชุมทางชนิด (d) ดัชนีความเท่าเทียม (e) ดัชนีความเด่น

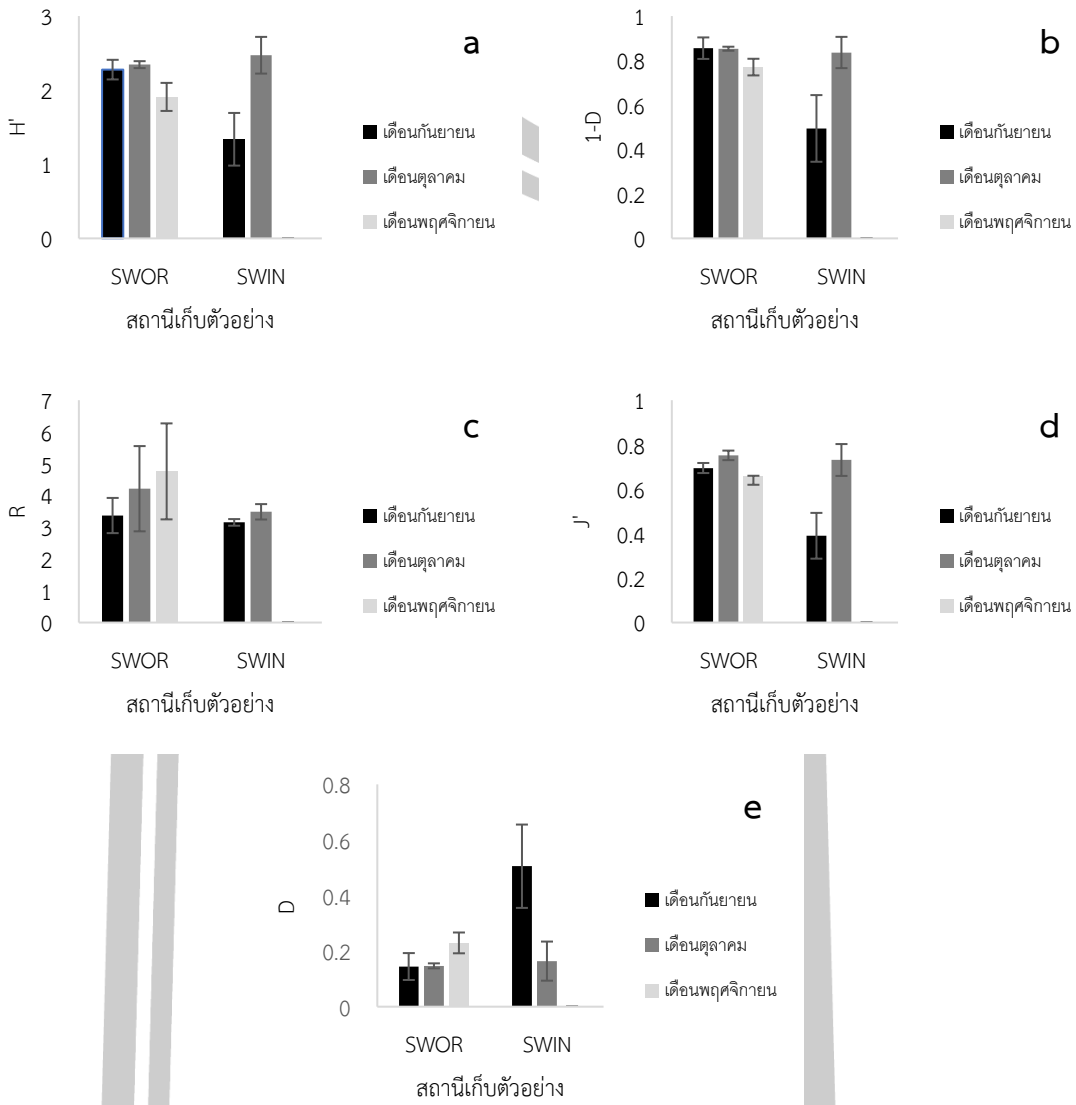
ตาราง 7 ค่าดัชนีแพลงก์ตอนสัตว์ระหว่างเดือนกันยายน และเดือนตุลาคม

	H'	D	1-D	R	J'	N
Mann-Whitney U	8.0	11.0	11.0	15.0	5.0	7.0
p	0.132	0.310	0.310	0.699	0.041	0.093

* (H') ดัชนีความหลากชนิดของ Shannon-Weiner, (1-D) ดัชนีความหลากชนิดของ Simpson, (R) ดัชนีความชุกชุมทางชนิด, (J') ดัชนีความเท่าเทียม, (D) ดัชนีความเด่น

เปรียบเทียบความสัมพันธ์ของค่าดัชนีระหว่างนาข้าวทั้ง 2 แปลง ในระยะเวลา 2 เดือน (กันยายน - ตุลาคม 2562) เนื่องจาก ไม่สามารถเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนสัตว์จากนาข้าวแบบเคมี เพราะปริมาณของน้ำในนาข้าวลดลงจนไม่สามารถทำการเก็บตัวอย่างได้ ได้ผลเป็นดังภาพ 4-6 (a) แสดงให้เห็นว่า ดัชนีความหลากชนิดของ Shannon-Weiner (H') แพลงก์ตอนสัตว์ในนาข้าวแบบอินทรีย์ในเดือนกันยายน มีค่าดัชนีความหลากหลายมากกว่านาข้าวแบบเคมี แต่ในเดือนตุลาคม ดัชนีความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์ทั้งสองแปลงมีความใกล้เคียงกัน ดัชนีความหลากชนิดของ Simpson (1-D) ภาพ (b) แสดงให้เห็นว่า ในเดือนกันยายน แพลงก์ตอนสัตว์ในนาข้าวแบบอินทรีย์มีค่าดัชนีความหลากชนิดมากกว่านาข้าวแบบเคมี แต่ในเดือนตุลาคม ดัชนีความหลากชนิดของแพลงก์ตอนสัตว์ทั้งสองแปลงมีความใกล้เคียงกัน ดัชนีความชุกชุมทางชนิด ภาพ (c) แสดงให้เห็นว่า ว่า ในเดือนกันยายน แพลงก์ตอนสัตว์ในนาข้าวแบบอินทรีย์มีและนาข้าวแบบเคมีมีค่าความชุกชุมทางชนิดใกล้เคียงกัน เช่นเดียวกันกับในเดือนตุลาคม ค่าดัชนีความเท่าเทียม ภาพ (d) แสดงให้เห็นว่า ในเดือนกันยายน แพลงก์ตอนสัตว์ในนาข้าวแบบอินทรีย์มีค่าดัชนีความเท่าเทียม มากกว่านาข้าวแบบเคมี แต่ในเดือนตุลาคม ดัชนีความเท่าเทียม ของแพลงก์ตอนสัตว์ทั้งสองแปลงมีความใกล้เคียงกัน ค่าดัชนีความเด่น ภาพ (e) แสดงให้เห็นว่า ในเดือนกันยายน แพลงก์ตอนสัตว์ในนาข้าวแบบอินทรีย์มีค่าดัชนีความเด่น น้อยกว่านาข้าวแบบเคมี แต่ในเดือนตุลาคม ดัชนีความเท่าเทียม ของแพลงก์ตอนสัตว์ทั้งสองแปลงมีความใกล้เคียงกัน

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว



รูปภาพ 19 เปรียบเทียบค่าดัชนีระหว่างนาข้าวแบบอินทรีย์ (SWOR) และนาข้าวแบบเคมี (SWIN): (a) ดัชนีความหลากชนิดของ Shannon-Weiner (b) ดัชนีความหลากชนิดของ Simpson (c) ดัชนีความชุกชุมทางชนิด (d) ดัชนีความเท่าเทียม (e) ดัชนีความเด่น

บทที่ 5
สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

5.1 สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากลักษณะทางกายภาพ และเคมีของน้ำ ในนาข้าว พบว่า ค่า pH ที่วัดได้จากทั้ง 2 นาข้าว มีค่าอยู่ระหว่าง 3.85 – 6.07 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับค่า pH ในธรรมชาติซึ่งอยู่ในช่วงระหว่าง 4.9 – 9.0 และแหล่งน้ำที่มีความเป็นกรดหรือเบสอ่อน ๆ จะมีผลต่อการกระจายของแพลงก์ตอนพืช (ปราณี ภูอาลัย, 2542) ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อแพลงก์ตอนสัตว์ นอกจากนี้ ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ เมื่อเปรียบเทียบลักษณะทางกายภาพ และเคมีของน้ำในนาข้าวแบบอินทรีย์ และนาข้าวแบบเคมี พบว่า มีความแตกต่างกัน ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการใช้ปุ๋ยเคมีในนาข้าวแบบเคมี ซึ่งมีการละลายน้ำได้ดีกว่า ปุ๋ยคอก ทำมาจากมูลสัตว์ ทำให้ปริมาณธาตุอาหารละลายลงสู่แหล่งน้ำได้ช้ากว่า นอกจากนี้ ค่า EC ที่ทำการศึกษา พบว่ามีปริมาณที่เหมาะสมต่อสิ่งมีชีวิตใช้ในการดำรงชีพ โดยค่าที่ได้ อยู่ในช่วง 9 – 162 (กุลดา การะยศ และ รัฐชา ชัยชนะ, 2558) ส่วนค่าปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ พบว่า มีค่าสูงสุดคือ 81 และน้อยที่สุดคือ 4 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำผิวดิน และมาตรฐานน้ำใช้เพื่อการเกษตร ซึ่งกำหนดไว้ว่าปริมาณของแข็งละลายน้ำ ต้องไม่มากกว่า 1,300 ppm (จรินทร์ คงรักษ์, 2549) ในด้านของอุณหภูมิ พบว่า ในแปลงนาข้าวแบบอินทรีย์ และนาข้าวแบบเคมี มีอุณหภูมิที่ไม่ได้แตกต่างกันมาก โดยอยู่ในช่วงระหว่าง 30 – 32 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับเลี้ยงสัตว์น้ำเขตร้อนจะอยู่ที่ 30 -32 องศาเซลเซียส (พัชราวลัย ศรีนศักดิ์, 2557) อาจส่งผลกระทบต่อแพลงก์ตอนสัตว์ในเนของความชุกชุม และความหลากหลาย นอกจากนี้ ปัจจัยด้านอุณหภูมิ อาจมีคยวามสำพันธ์เกี่ยวข้องกับระดับความลึกของน้ำ โดยที่ระดับความลึกยิ่งมาก อุณหภูมิยิ่งต่ำ อาจส่งผลกระทบต่อแพลงก์ตอนสัตว์บางชนิดที่อาศัยอยู่ในระดับบอุณหภูมิที่แตกต่างกัน เช่น แพลงก์ตอนสัตว์กลุ่ม *Bosminapsis* พบเป็นชนิดเด่น ในช่วงระดับน้ำสูง ในขณะที่ กลุ่ม *Diaphanosoma* เป็นชนิดเด่นในช่วงระดับน้ำใกล้แห้ง (ณัฐพร ปลั่งกลาง และศุจีภรณ์ อธิบาย, 2564)

จากการศึกษาแพลงก์ตอนสัตว์ บริเวณนาข้าวแบบอินทรีย์ และนาข้าวแบบเคมี พบแพลงก์ตอนสัตว์ทั้งหมด 4 กลุ่ม กลุ่มที่พบมากที่สุดคือ โรติเฟอร์ 55 ชนิด รองลงมาคือ คลาโดเซอแรน 8 ชนิด โคพีพอด 4 ชนิด ออสตราคอด 1 ชนิด จำนวนชนิดของแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบคิดเป็นโรติเฟอร์ 89.06 เปอร์เซ็นต์ โคพีพอด 8.74 เปอร์เซ็นต์ คลาโดเซอแรน 2.12 เปอร์เซ็นต์ และออสตราคอด 0.08 เปอร์เซ็นต์ โดยพบว่ามีความคล้ายคลึงกับงานวิจัยของ สุเปญญา จิตตพันธ์ (2550) ที่ทำการศึกษาแพลงก์ตอนสัตว์ในนาข้าว จังหวัดปทุมธานี ซึ่งพบแพลงก์ตอนสัตว์ในกลุ่มโรติเฟอร์เป็นกลุ่มเด่น รองลงมาคือ คลาโดเซอแรน และโคพีพอด ตามลำดับ และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ ณัฐพร ปลั่งกลาง และศุจีภรณ์ อธิบาย (2564) ที่ทำการศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบชนิดของโรติเฟอร์

คลาโดเซอแรน และโคพีพอดในนาข้าวอินทรีย์บริเวณพื้นที่ดินเค็มจังหวัดนครราชสีมา โดยผลการวิจัยพบว่า แพลงก์ตอนสัตว์ในกลุ่มโรติเฟอร์ มีความหนาแน่นนมากที่สุด รองลงมาคือ คลาโดเซอแรน และโคพีพอด โดยพบ 36, 17 และ 8 ชนิด ตามลำดับแต่อย่างไรก็ตาม ผลการวิจัยที่ไม่สอดคล้องกับงานวิจัยของ Rajashree *et al.* (2017) ที่ทดลองในนาข้าวที่ราบสูงในอินเดีย ตลอดระยะเวลาฤดูเพาะปลูก เจอแพลงก์ตอนสัตว์มากที่สุดเป็น คลาโดเซอแรน 33 ชนิด รองลงมาคือ โรติเฟอร์ 17 ชนิด และโคพีพอด 11 ชนิด ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ที่แตกต่างกัน เช่น อุณหภูมิ สภาพภูมิประเทศ และวิธีการเกษตรกรรม โดยอุณหภูมิมีผลต่อแพลงก์ตอนสัตว์ในด้านการอพยพ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น แพลงก์ตอนสัตว์จะทำการตอบสนองโดยการเคลื่อนที่หนีแสงสว่าง และบริเวณผิวน้ำ (ณัฐธิดา จันทวงศ์ และสุปิยนิตย์ ไม้แพ, 2563) อาจเป็นเหตุให้ชนิดของแพลงก์ตอนสัตว์ลดลง นอกจากนี้ จากข้อมูลการทดลองของ Rajashree และคณะ พบว่าได้ทำการศึกษาแพลงก์ตอนสัตว์บริเวณที่ราบสูง เหนือระดับน้ำทะเล 1800 เมตร ในขณะที่ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูลแพลงก์ตอนสัตว์ในนาข้าวแบบอินทรีย์ และนาข้างแบบเคมี ในจังหวัดบุรีรัมย์ ที่ความสูง เหนือระดับน้ำทะเล 100 – 200 เมตร อีกทั้ง การทำเกษตรกรรมที่แตกต่างกันของสองประเทศอาจทำให้เกิดความแตกต่างกันของผลวิจัยที่ทำการศึกษา

โดยจากการศึกษาชนิดของแพลงก์ตอนสัตว์ ไม่พบแพลงก์ตอนสัตว์ที่มีขนาดใหญ่ เช่น โคพีพอดในระยะโตเต็มวัย เป็นต้น สาเหตุอาจมากจากการใช้ถุงลากแพลงก์ตอนซึ่งมีขนาดของตาข่ายอยู่ที่ 20 ไมครอน อาจทำให้แพลงก์ตอนสัตว์บางชนิดที่มีขนาดใหญ่ออกจากปากถุง อีกทั้ง การใช้ตัวปั้มดูดน้ำเก็บเฉพาะจุด ทำให้อาจไม่ครอบคลุมบริเวณที่แพลงก์ตอนสัตว์ขนาดใหญ่อาศัยอยู่ เช่น บริเวณกึ่งกลางของนาข้าว เป็นต้น

นอกจากนี้ ในงานวิจัย ไม่ได้นำออสตราคอดมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลความหลากหลายและความชุกชุม เนื่องจากมีปริมาณที่พบน้อยเกินไป ทำให้ไม่สามารถนำมาทำการวิเคราะห์ได้ โดยสมาชิกส่วนใหญ่ของออสตราคอดเป็นพวกสัตว์หน้าดิน (บุญส่ง กองสุข, 2550) มักพบเจอบริเวณใต้น้ำใกล้ผิวดิน ทำให้การเก็บตัวอย่างโดยใช้เครื่องปั้มมือพร้อมสายยางอาจไม่ครอบคลุมถึงบริเวณนั้น

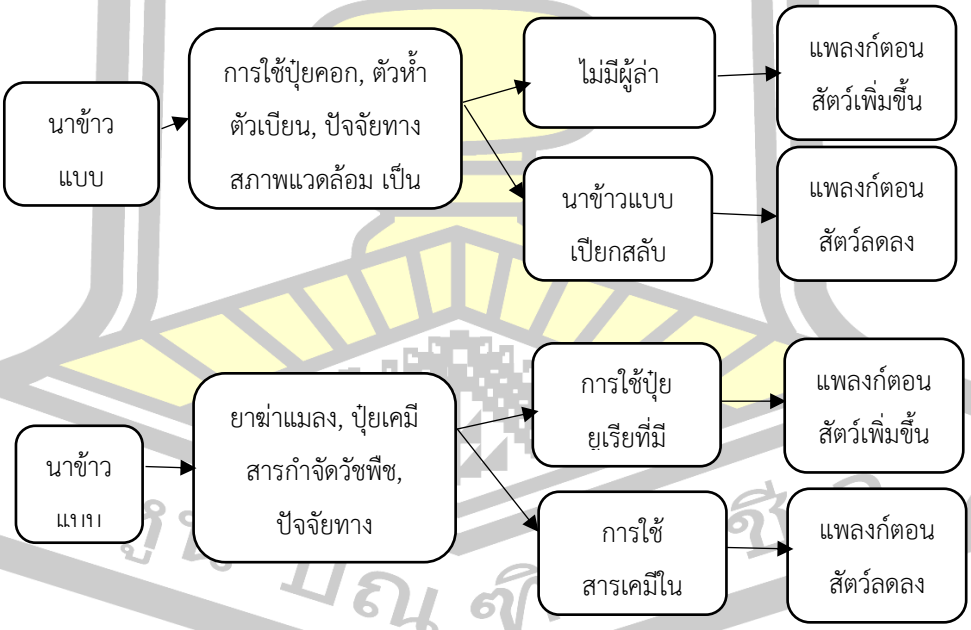
จากการศึกษาแพลงก์ตอนสัตว์เพื่อใช้บ่งชี้คุณภาพน้ำ พบว่า แพลงก์ตอนสัตว์บางชนิดที่พบอาจสามารถนำไปประเมินคุณภาพน้ำบางประการของแหล่งน้ำได้ จากการศึกษา พบจำนวนชนิดของ *Lecane* มาก โดยค่าการนำไฟฟ้า และปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำจะมีอิทธิพลต่อแพลงก์ตอนสัตว์สกุลนี้ โดยพบปริมาณสูง ในสภาพที่มีค่าการนำไฟฟ้า และปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำสูง นอกจากนี้ ปริมาณธาตุอาหารในน้ำ (เตือนตา ร่าหมาน และคณะ, 2562) อาจส่งผลต่อแพลงก์ตอน

สัตว์ได้เช่นกัน โดยแพลงก์ตอนสัตว์บางกลุ่ม เช่น *Filinia* sp. พบว่ามีความชุกชุมมากในบริเวณแหล่งน้ำที่มีปริมาณของ แอมโมเนีย ไนไตรต์ และฟอสเฟสสูง (เตือนตา ร่าหมาน และคณะ, 2562)

เมื่อพิจารณาชนิดเด่นในแต่ละกลุ่มของแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบในนาข้าว พบว่าชนิดของแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบในสัดส่วนที่มากที่สุดเมื่อเทียบกับความชุกชุมแพลงก์ตอนสัตว์รวมต่อแปลง ได้แก่ *Sinantherina* sp., *Polyarthra* sp. และ Copepod Nauplius ตามลำดับ โดยจากการศึกษาของสุวายบัช มะลี และคณะ (2561) รายงานว่า โรติเฟอร์ในกลุ่ม *Sinantherina* sp. เป็นพวกยึดเกาะกับรากของพืชน้ำ ซึ่งบริเวณที่เก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนสัตว์ในนาข้าวแบบอินทรีย์ และนาข้าวแบบเคมี พบว่ามีลำต้น และกาบใบของข้าวอยู่จำนวณมาก อาจเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้โรติเฟอร์ชนิดนี้แพร่กระจายได้มากในนาข้าวที่ทำการศึกษา อีกทั้งในการศึกษาของ Rodrigues et al. (2011) พบว่าในกลุ่มโรติเฟอร์ สกุล *Lecane* โดยเฉพาะอย่างยิ่ง *Lecane bulla* พบมากที่สุด โดยสกุล *Lecane* เป็นพวกยึดเกาะกับรากของพืชน้ำคล้ายกับสกุล *Sinantherina* แต่ในการศึกษาของ สุเปญญา จิตตพันธ์ (2552) เรื่อง ความหลากหลายของโรติเฟอร์ในคลองส่งน้ำของนาข้าว พบว่า สกุลของโรติเฟอร์ที่พบมากที่สุด คือ *Brachionus* รองลงมาคือ *Lecane* และ *Filinia* ตามลำดับ ซึ่งพบว่ามีความขัดแย้งกัน อาจเป็นเพราะความแตกต่างของพื้นที่ที่ทำการศึกษา แพลงก์ตอนสัตว์บางชนิด เช่น *Brachionus* อาจพบมากในแหล่งน้ำที่เป็น คลอง บ่อน้ำ และแม่น้ำ (ศุจิภรณ์ อธิบาย และคณะ 2548)

ในด้านของการเปรียบเทียบความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ จากผลการศึกษาความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ทั้งหมดที่พบในนาข้าวมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 5,007.69 ± 4,820.23 ตัวต่อลิตร กลุ่มของแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบมากที่สุดในนาข้าวแบบอินทรีย์และนาข้าวแบบเคมีคือกลุ่ม โรติเฟอร์ รองลงมาคือ โคพีพอด และคลาโดเซอแรน ตามลำดับ โดยนาข้าวแบบอินทรีย์พบความชุกชุมแพลงก์ตอนสัตว์มีค่าเท่ากับ 2,588.36 ± 1,271.98 ตัวต่อลิตร และบริเวณนาข้าวแบบเคมี พบแพลงก์ตอนสัตว์มีค่าเท่ากับ 8,636.66 ± 6,010.78 ตัวต่อลิตร และเมื่อทำการทดสองทางสถิติพบว่าความชุกชุมแพลงก์ตอนสัตว์นาข้าวแบบอินทรีย์ และนาข้าวแบบเคมี ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยค่าเฉลี่ยระหว่างนาข้าวแบบอินทรีย์ และนาข้าวแบบเคมีความแตกต่างกันอย่างมาก อาจเป็นเพราะว่าในนาข้าวแบบเคมี มีแพลงก์ตอนสัตว์สกุล *Sinantherina* ในความชุกชุมมาก อีกทั้ง ในนาข้าวแบบเคมี มีการใช้ปุ๋ยยูเรียสูตร 46-0-0 เป็นปุ๋ยที่มีความเข้มข้นของไนโตรเจนมาก ซึ่งแพลงก์ตอนพืชสามารถสามารถใช้แร่ธาตุกลุ่มไนโตรเจนในการเจริญเติบโตได้ (เบ็ญจมาศ ไพบูลย์กิจกุล และชลี ไพบูลย์กิจกุล, 2562) อาจทำให้ความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์เพิ่มขึ้นสัมพันธ์กับความชุกชุมแพลงก์ตอนพืช และการใช้สารกำจัดศัตรูพืช สามารถเป็นตัวกระตุ้นตามธรรมชาติของระบบนิเวศและ ส่งผลต่อความชุกชุมของแพลงก์

ตอนสัตว์ (Romero *et al.,* 2022) โดยจากผลการศึกษามีความขัดแย้งกับงานวิจัยของ กุลดา การะยศ และ รัฐชา ชัยชนะ (2558) ซึ่งศึกษาเกี่ยวกับความหลากหลายทางชีวภาพระหว่างนาข้าวอินทรีย์ระบบการผลิตแบบเปียกสลับแห้งและนาข้าวเคมี พบว่าแพลงก์ตอนสัตว์พบในนาข้าวแบบเคมีมากกว่านาข้าวแบบอินทรีย์ อาจเป็นเพราะแพลงก์ตอนสัตว์ เป็นสิ่งมีชีวิตที่มีการแพร่กระจายได้ดีในที่ที่มีน้ำ ทำให้การทำนาข้าวอินทรีย์ระบบการผลิตแบบเปียกสลับแห้ง จะมีบางช่วงที่ไม่มีน้ำ ทำให้ความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ลดลง และผลการศึกษาไม่สอดคล้องงานวิจัยของ สำเนาว์ เสาวกูล และคณะ (2553) เรื่องการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามแบบผสมผสานในนาข้าวอินทรีย์ ซึ่งได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับแพลงก์ตอนสัตว์ในระบบนิเวศนาข้าว พบว่า แพลงก์ตอนสัตว์ในระบบนิเวศนาข้าวแบบอินทรีย์ มีความชุกชุมที่ค่อนข้างมาก เนื่องจากไม่มีการรบกวนของสิ่งมีชีวิตที่เป็นผู้ล่าของแพลงก์ตอนสัตว์ อีกทั้ง อาจเกี่ยวข้องกับสภาพภูมิอากาศ ระบบนิเวศที่แตกต่างกัน โดยภาคตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งเป็นพื้นที่ที่ทำการศึกษาเป็นพื้นที่ดินเค็มเป็นส่วนมาก ซึ่งปัญหาดินเค็มอาจส่งผลต่อเกษตรกรที่ทำนาข้าว และอาจส่งผลต่อต่อสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในระบบนิเวศนาข้าว เช่น สาหร่าย สัตว์น้ำขนาดเล็ก เป็นต้น (ณัฐพร ปลั่งกลาง และศุจีภรณ์ อธิบาย, 2564) ซึ่งจากผลงานวิจัย สามารถบ่งบอกได้ว่า ความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์นั้น มีความแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ ทั้งนี้ แสดงในเห็นว่า แพลงก์ตอนสัตว์มีความหลากหลายในการปรับตัวเพื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน (ภาพที่ 5-1)



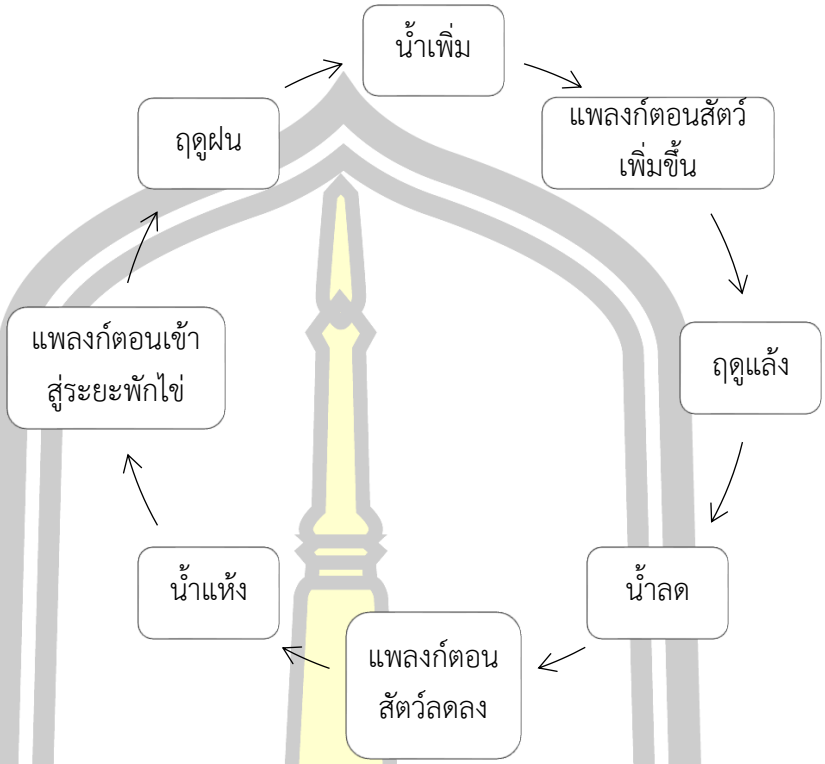
รูปภาพ 20 แผนภาพแสดงนาข้าวแบบอินทรีย์ และนาข้าวแบบเคมี ที่อาจส่งผลต่อแพลงก์ตอนสัตว์

ในด้านของความหลากหลายของประชาคมแพลงก์ตอนสัตว์ เมื่อพิจารณาค่าดัชนีความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์ ทั้ง 5 ดัชนี พบว่า ดัชนีความหลากหลายของแชนนอน-วีนเนอร์ และดัชนีความหลากหลายของซิมป์สัน ซึ่งเป็นดัชนีทางนิเวศวิทยาเชิงประชาคมที่ใช้วัดความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต 2 ชนิด ที่ถึงแม้ว่าจะมีสูตรในการคำนวณที่แตกต่างกัน จากหลักคิดที่แตกต่างกัน แต่มีแนวโน้มและรูปแบบของค่าดัชนีที่เป็นไปในทิศทางเดียวกันทั้ง 2 ดัชนี เมื่อเปรียบเทียบกันทั้งจากประเภทของนาข้าว และการเปรียบเทียบรายเดือน

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างนาข้าวแบบอินทรีย์ และนาข้าวแบบเคมี พบว่าความหลากหลายของประชาคมแพลงก์ตอนสัตว์ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ซึ่งผลการศึกษานี้ไม่สอดคล้องกับผลการศึกษาของ ณัฐพร ปลั่งกลาง และศุจีภรณ์ อธิบาย (2562) ที่ทำการศึกษาเกี่ยวกับโรติเฟอร์ในนาข้าวแบบเคมี พบว่า มีค่าดัชนีความหลากหลายของ Shannon-Weiner ของโรติเฟอร์เท่ากับ 3.552 ซึ่งบ่งชี้ว่ามีความหลากหลายของโรติเฟอร์ค่อนข้างสูง เนื่องจากค่าที่ได้จากการวิเคราะห์มีค่าที่สูง หมายความว่าพื้นที่ดังกล่าวมีความหลากหลายของสัตว์สูง ตรงกันข้าม หากค่าที่ได้มีค่าที่ต่ำ หมายความว่าพื้นที่ดังกล่าวมีความหลากหลายของสัตว์ต่ำ (นญาดา ขวัญทอง, 2556) โดยจากความไม่สอดคล้องกันของผลการศึกษา อาจเป็นเพราะความแตกต่างของวิธีการเก็บตัวอย่าง โดยในการศึกษาของ ณัฐพร ปลั่งกลาง และศุจีภรณ์ อธิบาย (2562) ได้ทำการเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนผ่านถุงลากแพลงก์ตอนขนาดตาข่าย 60 ไมโครเมตร ทำให้แพลงก์ตอนสัตว์บางชนิดที่มีขนาดเล็กกว่า 60 ไมโครเมตร โดนกรองผ่านไป อีกทั้ง แพลงก์ตอนสัตว์ส่วนมากที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาในนาข้าวแบบอินทรีย์ และนาข้าวแบบเคมี เป็นแพลงก์ตอนสัตว์โรติเฟอร์ในกลุ่ม *Sinantherina* ซึ่งเป็นโรติเฟอร์จำพวกยึดเกาะ ซึ่งสัตว์กลุ่มนี้มักเกาะอาศัยอยู่ส่วนที่จมน้ำของพืช เช่น รากผักตบชวา ใบและลำต้นของสาหร่ายหางกระรอก สาหร่ายข้าวเหนียว เป็นต้น (สุวายบัช มะลี และคณะ, 2561) อีกทั้ง แพลงก์ตอนสัตว์บางชนิด อาจใช้ส่วนใดส่วนหนึ่งของพืชน้ำ เป็นแหล่งที่อยู่อาศัย และแหล่งหลบภัยได้ (พชรพล อยู่เกิด, 2561) ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่า โรติเฟอร์กลุ่ม *Sinantherina* เกาะอาศัยอยู่ตามลำต้น และกาบใบของข้าว ทำให้พบในความชุกชุมที่มาก นอกจากนี้ผลการศึกษายังไม่สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Romero et al., (2021) ที่ทำการศึกษา เกี่ยวกับความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์ในนาข้าว ในประเทศอาร์เจนตินา พบว่า ในนาข้าวที่ไม่ได้มีสารกำจัดวัชพืช มีความหลากลาย และคุณภาพที่ดีกว่านาที่ใช้สารเคมี และแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบส่วนมาก คือคลาโดเซอรา ซึ่งความเป็นสารพิษของยาฆ่าแมลง อาจส่งผลกระทบต่อการสืบพันธุ์ของคลาโดเซอรา ทำให้พบแพลงก์ตอนสัตว์ได้น้อย ในพื้นที่ที่ใส่สารกำจัดวัชพืช (Lim et al., 1984) นอกจากนี้ความแตกต่างที่สำคัญระหว่าง ระบบนิเวศนาข้าว พืชน้ำ และสัตว์น้ำ สามารถส่งผลต่อความชุกชุมของคลาโดเซอแรนได้ (Maiphae *et al.,* 2010)

ในการศึกษาความชุกชุมแพลงก์ตอนสัตว์ในแต่ละเดือน พบว่า แพลงก์ตอนสัตว์มีความชุกชุมมากในเดือนกันยายน ส่วนเดือนพฤศจิกายน และเดือนตุลาคม มีความชุกชุมแพลงก์ตอนสัตว์ที่ใกล้เคียงกัน เป็นไปได้ว่า ในเดือนกันยายน เป็นช่วงแรกของการปลูกข้าว ปริมาณน้ำค่อนข้างมีมาก ทำให้พบความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์มากกว่าเดือนอื่น ๆ ซึ่งระดับความลึกของน้ำ อาจส่งผลต่อแพลงก์ตอนสัตว์ในแง่ของความชุกชุม โดยผลการศึกษา สอดคล้องกับผลการศึกษาของ ณัฐพร ปลั่งกลาง และศุจีภรณ์ อธิบาย (2564) เรื่อง องค์ประกอบชนิดของโรติเฟอร์ คลาโดเซอแรน และโคพีพอดในนาข้าวอินทรีย์ ผลการศึกษาระบุว่า ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มโรติเฟอร์ สกุล *Lecane* มีความชุกชุมเพิ่มขึ้นสัมพันธ์กับระดับของน้ำ เช่นเดียวกันเมื่อเปรียบเทียบกับผลการศึกษาของ ณัฐธิดา จันทวงศ์ และสุปิยนิตย์ ไม้แพ (2563) เรื่อง ความหลากชนิดและการกระจายของโรติเฟอร์และคลาโดเซอแรนในแหล่งน้ำจืด พบว่า ในช่วงฤดูฝน ระยะเวลาประมาณเดือนตุลาคม พบแพลงก์ตอนสัตว์มีความหลากหลายมากขึ้น อาจเป็นเพราะ น้ำฝนได้ชะล้างสารอาหารลงสู่แหล่งน้ำ ทำให้แพลงก์ตอนสัตว์สามารถเพิ่มความชุกชุมโดยการกินแพลงก์ตอนพืชได้มากขึ้น เมื่อน้ำลดปริมาณลง และเข้าสู่ช่วงฤดูแล้ง ความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ลดลง แพลงก์ตอนสัตว์บางชนิดจะเข้าสู่ช่วงระยะพักไข่ และจะฟักออกมาเมื่อปริมาณน้ำเพิ่มมากขึ้น (ภาพที่ 5-2) นอกจากนี้ นกน้ำ อาจเป็นปัจจัยหนึ่งในการกระจายของแพลงก์ตอนสัตว์ จากแหล่งหนึ่งไปสู่อีกแหล่งหนึ่ง (Chittapun *et al.*, 2009)

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว



รูปภาพ 21 แผนภาพฤดูกาลที่ส่งผลต่อแพลงก์ตอนสัตว์

เมื่อพิจารณาดัชนีของแพลงก์ตอนสัตว์แต่ละเดือน พบว่า ค่าดัชนีความหลากชนิดของ Shannon-Weiner ดัชนีความเด่น ดัชนีความหลากชนิดของ Simpson ดัชนีความชุกชุมทางชนิดของแพลงก์ตอนสัตว์ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แต่ค่าดัชนีความเท่าเทียมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% อาจเป็นไปได้ว่า แพลงก์ตอนสัตว์ในเดือนตุลาคมความหลากชนิดอาจไม่ได้สูงมาก แต่แพลงก์ตอนสัตว์บางชนิดอาจมีความชุกชุมที่สูง เนื่องจากอยู่ในช่วงน้ำกำลังลดลง แพลงก์ตอนสัตว์บางชนิด อาจมีความชุกชุมความหนาแน่นเพิ่มขึ้น ในบริเวณที่เป็นแอ่งน้ำ (ณัฐธิดา จันทวงศ์ และสุปิยนิตย์ ไม้แพ, 2563) โดยจากผลการศึกษาไม่สอดคล้องกับผลการวิจัยของ ชนวรรณ โทวรรณา และคณะ (2560) เรื่อง ความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์ในลำน้ำเสียว ผลการวิจัยพบว่าความหลากลายของแพลงก์ตอนสัตว์มีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล ในช่วงฤดูร้อนมักมีการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนมากขึ้นเนื่องจากเกิดการเพิ่มขึ้นของความชุกชุมอาหารสำหรับแพลงก์ตอนสัตว์ ความแตกต่างของผลการวิจัย อาจเป็นไปได้ว่า เวลา และวิธีการเก็บตัวอย่างอาจแตกต่างกัน โดย ชนวรรณ โทวรรณา และคณะ (2560) ได้ทำการเก็บตัวอย่าง โดยแบ่งเป็น 3 ฤดู คือตั้งแต่ช่วง เดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือนกันยายน นอกจากนี้ได้ทำการเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนสัตว์ โดยใช้ตาข่ายไนลอนขนาด 80 ไมโครเมตร ทำให้โรติเฟอร์บางชนิด ซึ่งมีขนาดตั้งแต่ 50 – 500 ไมครอน (ธนาภรณ์ จิตตปาลพงศ์ และวิชมัย โสมจันทร์, 2550) อาจโดนกรองผ่านตาข่ายได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการศึกษาแพลงก์ตอนสัตว์ในนาข้าวแบบอินทรีย์ และนาข้าวแบบอินทรีย์หลังจากนี้ เพื่อความต่อเนื่องของการศึกษาในทุก ๆ ปี

2. ควรมีการเก็บตัวอย่างให้ครบทุกจุด เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้ ไม่มีการเก็บตัวอย่างน้ำของนาข้าวแบบเคมี ในเดือนพฤศจิกายน เพราะ น้ำลด และเหือดแห้งไปก่อนการเก็บตัวอย่าง ดังนั้น ควรมีการวางแผนการเก็บตัวอย่างให้ดี ก่อนทำการเก็บตัวอย่าง

3. อาจมีการเก็บตัวอย่างในบริเวณอื่นรอบแปลงนาข้าว เช่น คลองส่งน้ำลงนาข้าว อ่างเก็บน้ำ เป็นต้น เพื่อความหลากหลายสำหรับการวิจัย

4. ควรมีการเก็บตัวอย่างจากแปลงที่ปลูกพันธุ์ข้าวชนิดอื่น เพื่อนำมาเปรียบเทียบดูความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์ ในแปลงนาข้าวระหว่างสองสายพันธุ์

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว

บรรณานุกรม

กุลดา การะยศ และรัฐชา ชัยชนะ. การเปรียบเทียบคุณภาพน้ำและความหลากหลายทางชีวภาพระหว่างนาข้าวอินทรีย์ระบบการผลิตแบบเปียกสลับแห้งและนาข้าวแบบเคมีในพื้นที่ อ. หันคา จ. ชัยนาท. *การประชุมวิชาการนำเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติครั้งที่ 34* ; 27 มีนาคม 2015; ขอนแก่น, ประเทศไทย. 2558. 425-432.

กมลมาศ ศรีนาค. *กระบวนการยอมรับการใช้ปุ๋ยในนาข้าวของเกษตรกร อำเภอโนนไทย จังหวัดนครราชสีมา.* นครราชสีมา: มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา; 2551.

ขวัญชนก พรหมดีสาร. *ความหลากหลายของสัตว์อาร์โทรปอดในระบบนิเวศนาข้าว.* ขอนแก่น; มหาวิทยาลัยขอนแก่น: 2556.

ขวัญเรือน ศรีนุ้ย. *การแพร่กระจายและปริมาณของแพลงก์ตอนสัตว์บริเวณชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก ปี 2548*. ชลบุรี: สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา; 2548.

จรินทร์ คงรักษ์. 2549. *การศึกษาคุณภาพน้ำแม่น้ำวัง จังหวัดลำปาง ประจำปี 2545 – 2549.* กรมชลประทาน.

ฉายะพันธุ์ ระวังสำโรง. *การพัฒนาอุตสาหกรรมแปรรูปข้าวไทยต่อการปรับเปลี่ยนเพื่อเข้าสู่ยุคอุตสาหกรรม 4.0*. กลุ่มงานคณะกรรมาธิการ สำนักกรรมาธิการ 1 สำนักงานเลขาธิการสภาผู้แทนราษฎร; 2561.

ชนวรรณ โทวรรณา, บัณฑิตา สวัสดี และจุฑารัตน์ แก่นจันทร์. (2560). *ความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์ในลำน้ำเสียว ในเขตจังหวัดมหาสารคาม* (รายงานผลการวิจัย). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ณัฐธิดา จันทวงศ์ และสุปิยนิตย์ ไม้แพ. 2563. ความหลากชนิดและการกระจายของโรติเฟอร์และคลาโดเซอแรนในแหล่งน้ำจืด อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม. *วารสารวิชชา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช*, 39(2), 45-59.

ณัฐพร ปลั่งกลาง และศุจีภรณ์ อธิบาย. 2562. ความหลากชนิดและปริมาณของโรติเฟอร์ในนาข้าวที่ใช้สารเคมีในเขตจังหวัดนครราชสีมา. *วารสารแก่นเกษตร*, 47(ฉบับพิเศษ 1), 651-656.

ณัฐพร ปลั่งกลาง และศุจีภรณ์ อธิบาย. 2564. องค์ประกอบชนิดของโรติเฟอร์ คลาโดเซอแรน และโคพีพอดในนาข้าวอินทรีย์บริเวณพื้นที่ดินเค็มจังหวัดนครราชสีมา. *วารสารวิชชา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช*, 40(2), 14-28.

เตือนตา ร่าหมาน, ปวีณา แก้วอุบล, ณัฐธยาน์ ฟาน เบม, ปรียาลักษณ์ โคหนองบัว, กาญจนา อ่อช้าย และ ต่วนนูรฮัน กูบาหา. (2562). การเฝ้าระวังคุณภาพน้ำโดยใช้แพลงก์ตอนสัตว์เป็นดัชนีชีวภาพ. *วารสารแก่นเกษตร*, 47 (6) : 1213-1226.

ธนาภรณ์ จิตตปาลพงศ์และ วิชมัย โสมจันทร์ 2550. *คู่มือประชาชน การจำแนกชนิดแพลงก์ตอนในแหล่งเลี้ยง สัตว์น้ำมาตรฐานปลอดภัย*. กรมประมง. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, กรุงเทพ. 147 หน้า.

นญาดา ขวัญทอง. (2556). *ประชาคมสัตว์น้ำบริเวณแท่งคอนกรีตสำหรับการป้องกันตลิ่งในจังหวัดปัตตานี* (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาสตรมหาบัณฑิต). สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

บุญส่ง กองสุข, (2550). *ความหลากชนิดของออสทราคอดในแหล่งน้ำของจังหวัดศรีสะเกษ* (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาสตรมหาบัณฑิต). ขอนแก่น: มหาวิทยาลับขอนแก่น.

เบ็ญจมาศ ไพบูลย์กิจกุล และชลี ไพบูลย์กิจกุล. (2562). *ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำ และแพลงก์ตอนบริเวณประมงพื้นบ้าน บ้านตากวน – อ่าวประดู่: กรณีศึกษานิเวศน์ชายฝั่งนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด จังหวัดระยอง*. ชลบุรี: คณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา.

ประสิทธิ์ วังภคพัฒนวงศ์. โภชนาการของข้าวและนวัตกรรมการใช้ประโยชน์. *วารสารคลินิกอาหารและโภชนาการ (วคอภ)* 2553; 4[1]: 32-40.

ปราณี ภูอาลัย. (2542). *การวิเคราะห์คุณภาพน้ำโดยใช้แพลงก์ตอนพืช และโคลิฟอร์มแบคทีเรียเป็นดัชนีบ่งชี้ ในอ่างเก็บน้ำห้วยตึงเฒ่าจังหวัดเชียงใหม่* (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาสตรมหาบัณฑิต). เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

พัชราวลัย ศรียะศักดิ, นิวุฒิ หวังชัย, ชนกันต์ จิตมนัส, จงกล พรมยะ, และหลุยส์ เลอเบล. (2557). ผลกระทบจากสภาพภูมิอากาศและฤดูกาลต่อคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ. *KKU.* 19(5): 743-751.

พชรพล อยู่เกิด. *การเปรียบเทียบปริมาณและความหลากหลายของประชาคมแพลงก์ตอนสัตว์ที่อยู่ในและนอกระบบนิเวศรากพืชลอยน้ำ: กรณีศึกษาบริเวณกุดแดงจังหวัด มหาสารคาม.* มหาสารคาม; มหาวิทยาลัยมหาสารคาม: 2561.

มงคล พวงบุญชู. *การศึกษาการผลิตข้าวระบบอินทรีย์ในเขตพื้นที่ทุ่งวังเวียน ตำบลสองพี่น้อง อำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรี.* จันทบุรี; มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี: 2554.

มลธิรา ทองหมัน, จันทนา ไพรบูรณ์, อุไรรัฒน์ เนตรหาญ, และ ไพลิน จิตรชุ่ม. การเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดเล็กบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง. *การประชุมทางวิชาการ*

ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 54; 2-5 กุมภาพันธุ์ 2559, กรุงเทพฯ, ประเทศไทย. 2559. 695-704.

รุ่งเรือง ลาดบัวขาว. *การปรับเปลี่ยนรูปแบบการทำ เกษตรเคมีเป็นเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกรบ้านนาหีก ตำบลสะลวง อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่*. เชียงใหม่: ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่: 2558.

ลัดดา วงรัตน์. *แพลงก์ตอนสัตว์*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2539.

วดีพร รัตนานุพงศ์, พรเทพ พรรณรักษ์, และอัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์. การเปลี่ยนแปลงเชิงฤดูกาลและพื้นที่ของประชาคมแพลงก์ตอนสัตว์บริเวณเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี. *การประชุมวิชาการเสนอผลงานบัณฑิตศึกษาระดับชาติละนานาชาติ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*; 10 มีนาคม 2560; ขอนแก่น, ประเทศไทย: 2560. 542-551.

วราภรณ์ เรืองรัตน์. *การแปรผันตามฤดูกาลของแพลงก์ตอนสัตว์บริเวณป่าชายเลน บ้านบากันเคยและหาดทรายบ้านชายยาวที่ชายฝั่ง จังหวัดสตูล*. สงขลา: สาขาการจัดการสิ่งแวดล้อม หาวิทยาลัยสงขลานครินทร์; 2546.

วรพงศ์ ตันติชัยวนิช. *พลวัตของแพลงก์ตอนสัตว์ในอาวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2548.

ศุจิภรณ์ อธิบาย, ละออศรี เสนาะเมือง, Hendrik Segers. (2548). ความหลากชนิดของโรติเฟอร์วงศ์ Brachionidae ในประเทศไทย. *วารสารวิจัย มข.*, 5(2), 1-10.

ศันสนีย์ มะลิอ่อง และละออศรี เสนาะเมือง. คลาโดเซอราจากแหล่งน้ำชั่วคราวในเขตจังหวัดขอนแก่น. *โครงการประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัย ระดับบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยขอนแก่น ครั้งที่ 15*; 28 มีนาคม 2557; ขอยแก่น, ประเทศไทย: หน้า 844-851.

เสถียรพงษ์ ขาวหิต, เกษม จันทร์แก้ว, วศิน อิงคพัฒนากุล, อรอนงค์ ผิวนิล, อนุกรณ์ บุตรสันติ์ และเอกชัย บุดดา. ความหลากหลายชนิดของแพลงก์ตอนพืชและความสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำบริเวณพื้นที่ ชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ย: โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเพชรบุรี. *วารสารวิจัยและพัฒนา มจธ.* 2558; 38[2]: 167-179.

สุเปญญา จิตตพันธ์. *การฟื้นคืนชีพของสังคมแพลงก์ตอนสัตว์ในนาข้าวโดยการทดลองฟักไข่ระยะพักจากตัวอย่างดินที่เก็บจากนาข้าวในเขตจังหวัดปทุมธานี ประเทศไทย*. ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์; 2551.

สุเปญญา จิตตพันธ์. ความหลากหลายของโรติเฟอร์ในคลองส่งน้ำเข้าสู่นาข้าว ในเขตอำเภอเมืองและอำเภอลาดหลุมแก้ว จังหวัดปทุมธานี. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี* 2552; 17[3]: 53-60.

สุเปญญา จิตตพันธ์ . (2550). *องค์ประกอบชนิดของแพลงก์ตอนสัตว์ในนาข้าวเขตจังหวัดปทุมธานี ประเทศไทย.* กรุงเทพมหานคร : สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

สุมิตรา หมู่พยัคฆ์. *การแพร่กระจายของแพลงก์ตอนพืชในบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์.* นครสวรรค์: สถาบันราชภัฏนครสวรรค์; 2544.

สุวายบัช มะลี, อลิสา วงค์กล้า, อภิญญา หวั่นมูสา, ฟายาตี ดอเลาะ และภูริพงศ์ เมฆสุวรรณ. (2561). ความหลากชนิดของโรติเฟอร์จำพวกยึดเกาะในจังหวัดภูเก็ต. *การประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเครือข่ายภาคใต้ ครั้งที่ 3 ประจำปี 2561*. (หน้า 84-92).

สำเนาว์ เสาวกูล, ปราณีต งามเสน่ห์, กฤติมา เสาวกูล, สมาน จงเทพ, สมศักดิ์ ระยัน, และสาคร แสงสุวอ. (2553). การเลี้ยงกุ้งก้ามกรามแบบผสมผสานในนาข้าวอินทรีย์ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ : ผลกระทบต่อผลผลิตข้าว และระบบนิเวศนาข้าว. *มทร. อีสาน*; 3[2]: 46-62.

เสาวนีย์ แพรวกลาง. *การศึกษาเปรียบเทียบผลตอบแทนทางเศรษฐกิจและผลระทบต่อสิ่งแวดล้อมระหว่างระบบเกษตรปลอดสารพิษกับระบบเกษตรเคมี: กรณีศึกษาการปลูกผักสลัดแก้วและผักสลัดคอสในหมู่บ้านโป่งแยงใน ตำบลโป่งแยง อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่.* เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่; 2551.

หทัยชนก นันทพานิช. *การศึกษาผลกระทบด้านระบบนิเวศวิทยาและสิ่งแวดล้อมจากวัฒนธรรมการปลูกข้าวสมัยใหม่.* อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี; 2547.

อัญชลี ประเสริฐศักดิ์. *การพัฒนาโครงการความร่วมมือด้านการวิจัยข้าว ไทย-จีน.* สถาบันการต่างประเทศเทวะวงศ์วโรปการ: กระทรวงต่างประเทศ; 2560.

Al, M. A., Akhtar, A., Rahman, M. F., AftabUddin, S., & Modeo, L. (2020). Temporal distribution of zooplankton communities in coastal waters of the northern Bay of Bengal, Bangladesh. *Regional Studies in Marine Science*, 34, 100993.

Alcaraz, M., & Calbet, A. (2003). Zooplankton ecology. *Marine Ecology*, 295-318.

Badsi, H., Ali, H. O., Loudiki, M., El Hafa, M., Chakli, R., & Aamiri, A. (2010). Ecological factors affecting the distribution of zooplankton community in the Massa Lagoon (Southern Morocco). *African Journal of Environmental Science and Technology*, 4(11), 751-762.

Chittapun, S., Pholpunthin, P., & Sanoamuang, L. O. (2009). Diversity and composition of zooplankton in rice fields during a crop cycle at Pathum Thani province, Thailand. *Songklanakarin Journal of Science & Technology*, 31(3).

García-Chicote, J., Armengol, X., & Rojo, C. (2018). Zooplankton abundance: a neglected key element in the evaluation of reservoir water quality. *Limnologica*, 69, 46-54.

Intxausti L, Villate F, Uriarte I, Iriarte A, and Ameztoy I. (2021). Size-related response of zooplankton to hydroclimatic variability and water-quality in an organically polluted estuary of the Basque coast (Bay of Biscay). *Journal of Marine Systems*, 94: 87-96.

Lim, R. P., Abdullah, M. F., & Fernando, C. H. (1984). Ecological studies of Cladocera in the ricefields of Tanjung Karang, Malaysia, subjected to pesticide treatment. Hydrobiologia, 113(1), 99-103.

Maiphae, S., Limbut, W., Choikaew, P., & Pechrat, P. (2010). The Cladocera (Ctenopoda and Anomopoda) in rice fields during a crop cycle at Nakhon Si Thammarat province, southern Thailand. *Crustaceana*, 1469-1482.

Martı´nez A, Ciros-Pe´rez J and Corkidi G. (2015). Littoral zooplankton–water hyacinth interactions: habitat or refuge?. *Hydrobiologia*, 755: 173–182.

Nishio M, Edo K, and Yamazaki Y. (2017). Paddy management for potential conservation of endangered Itasenpara bitterling via zooplankton abundance. Agriculture, *Ecosystems and Environment*, 247: 166–171.

Patricia P, Nuno C and Carles I. (2017). Water management alters phytoplankton and zooplankton communities in Ebro delta coastal lagoons. *Limnetica*, 36 [1]: 113-126.

Rajashree S, Tapati D, Budhin G, Akash K, Vivekanand S and Debangshu D. (2017). Community structure and monthly dynamics of zooplankton in high altitude rice fish system in Eastern Himalayan region of India. *International J. of Life Sciences*, 5(3), 362-378.

Reimche GB, Machado SLO, Oliveira MA, Zanella R, Dressler VL, Flores EM, Gonçalves FF, Donato FF, and Nunes MAG. (2015). Imazethapyr and imazapic, bispyribac-sodium and penoxsulam: Zooplankton and dissipation in subtropical rice paddy water. *Science of the Total Environment*, 514: 68–76.

Rodrigues L, Helena R, Canterle EB, Becker V, Gazulha V, Hamester Â, and Marques DM. (2011). Dynamics of plankton and fish in a subtropical temporary wetland: Rice fields. *Scientific Research and Essays*, 6(10): 2069-2077.

Romero, N., Attademo, A. M., Reno, U., Regaldo, L., Repetti, M. R., Lajmanovich, R., & Gagneten, A. M. (2022). Analysis of the zooplanktonic community in rice fields during a crop cycle in agroecological versus conventional management. *Limnetica*, 41(1), 107-120.

S´anchez BF, and Goka K. (2006). Influence of light in acute toxicity bioassays of imidacloprid and zinc pyrithione to zooplankton crustaceans. *Aquatic Toxicology*, 78: 262–271.

Smith RJ, Zhai D, Savatenalinton S, Kamiya T and Yu N. (2018). A review of rice field ostracods (Crustacea) with a checklist of species. *Journal of Limnology*, 77(1): 1-16

Santhanam P, Nandakumar R, Ananth S, Jeyalakshmi T, Raju P, Ananthi P, Shenbaga Devi A, Dinesh KS and Balaji PB. A NEED FOR MARINE COPEPODS CULTURE. Researchgate September 2012; [cited 1 March 2020]; Available from: https://www.researchgate.net/publication/231167097

Vezi M, Downs CT., Wepener V, and O'Brien G. (2019). Response of zooplankton communities to altered water quality and seasonal flow changes in selected river dominated estuaries in KwaZulu-Natal, South Africa. *Ecohydrology & Hydrobiology*, 19: 393–406.

Wu H, Ge M, Chen H, Jiang S, Lin L, and Lu J. (2020). Comparison between the nutritional qualities of wild-caught and rice-fieldmale Chinese mitten crabs (Eriocheir sinensis). *LWT - Food Science and Technology*, 117: 108663.

Wallace RL and Snell TW. Rotifera. *Ecol Classif North Am Freshw Invertebr*. 2010;173–235.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นายพชรพล อยู่เกิด
วันเกิด	16 ธันวาคาม 2539
สถานที่เกิด	237 หมู่ 9 ตำบลโพธิ์ชัย อำเภอเมือง จังหวัดหนองคาย 43000
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	237 หมู่ 9 ตำบลโพธิ์ชัย อำเภอเมือง จังหวัดหนองคาย 43000
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	นิสิตปริญญาโท
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	41/20 ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2553 มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนปทุมเทพวิทยาคาร จังหวัดหนองคาย พ.ศ. 2557 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนปทุมเทพวิทยาคาร จังหวัดหนองคาย พ.ศ. 2561 ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พ.ศ. 2565 ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว