พลวัตประชากรแพลงก์ตอนและความสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำ ในอ่างเก็บน้ำแม่จาง กฟผ.แม่เมาะ จังหวัดลำปาง

พรพฤติกร รัตนไพบูลย์

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ
มหาวิทยาลัยแม่โจ้
พ.ศ. 2566

พลวัตประชากรแพลงก์ตอนและความสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำ ในอ่างเก็บน้ำแม่จาง กฟผ.แม่เมาะ จังหวัดลำปาง

พรพฤติกร รัตนไพบูลย์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ
สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ มหาวิทยาลัยแม่โจ้
พ.ศ. 2566

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้

พลวัตประชากรแพลงก์ตอนและความสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำ
ในอ่างเก็บน้ำแม่จาง กฟผ.แม่เมาะ จังหวัดลำปาง

พรพฤติกร รัตนไพบูลย์

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ

พิจารณาเห็นชอบโดย อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุดมลักษณ์ สมพงษ์)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....
(รองศาสตราจารย์ ดร.จงกล พรมยะ)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุดาพร ตงศิริ)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

ประธานอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุดมลักษณ์ สมพงษ์)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการรับรองแล้ว .....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ)
รองอธิการบดี
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

ชื่อเรื่อง พลวัตประชากรแพลงก์ตอนและความสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำแม่จาง กฟผ.แม่เมาะ จังหวัดลำปาง
ชื่อผู้เขียน ว่าที่ร้อยตรีหญิงพรพฤติกร รัตนไพบูลย์
ชื่อปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุดมลักษณ์ สมพงษ์

บทคัดย่อ

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างประชากรแพลงก์ตอนและคุณภาพน้ำ ในอ่างเก็บน้ำแม่จาง กฟผ.แม่เมาะ จังหวัดลำปาง ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2564 – มีนาคม 2565 ทำการเก็บตัวอย่างทั้งหมด 5 จุด ได้แก่ จุดต้นน้ำ กลางน้ำ ท้ายน้ำ จุดทางน้ำเข้า และจุดทางน้ำออก พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 7 Divisions สามารถจำแนกได้ 25 สกุล 58 ชนิด ชนิดที่พบมากที่สุด ได้แก่ แพลงก์ตอนพืชใน Division Chlorophyta (8 สกุล 18 ชนิด) รองลงมา คือ Division Cyanophyta (5 สกุล 16 ชนิด) แพลงก์ตอนพืชกลุ่มที่พบในปริมาณมากที่สุดในอ่างเก็บน้ำแม่จาง ได้แก่ Division Cyanophyta โดยมีปริมาณเซลล์เฉลี่ยเท่ากับ 102,003±39,253 เซลล์ต่อลิตร รองลงมาได้แก่ แพลงก์ตอนพืชใน Division Pyrrhophyta และ Chlorophyta, โดยมีปริมาณเซลล์เฉลี่ยเท่ากับ 100,099±25,745 และ 90,664±45,051 เซลล์ต่อลิตร ตามลำดับ จากผลการประเมินระดับคุณภาพน้ำโดยใช้แพลงก์ตอนพืชเป็นดัชนีบ่งชี้ พบว่าในช่วงครึ่งปีแรก (6 เดือน) พบแพลงก์ตอนพืชชนิดเด่น ได้แก่ กลุ่มไดโนแฟลกเจลเลต (Division Pyrrhophyta) เช่น *Peridinium* sp. 241,604 เซลล์ต่อลิตร และ *Peridiniopsis* sp. 187,333 เซลล์ต่อลิตร และ กลุ่มสาหร่ายสีเขียว (Division Chlorophyta) เช่น *Monoraphidium contortum* 48,625 เซลล์ต่อลิตร มีปริมาณมากที่สุดในแหล่งน้ำ ซึ่งบ่งบอกได้ว่าคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำแม่จางในช่วง (ก.พ. –ก.ค. 2564) มีคุณภาพน้ำปานกลาง ในช่วงครึ่งปีหลัง (ต.ค. 2564- มี.ค. 2565) แพลงก์ตอนพืชชนิดเด่น ได้แก่ กลุ่มไดโนแฟลกเจลเลต (Division Pyrrhophyta) เพิ่มมากขึ้นในอ่างเก็บน้ำ แพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นที่พบได้แก่ *Peridinium* sp. 377,000 เซลล์ต่อลิตร, *Peridiniopsis* sp. 365,250 เซลล์ต่อลิตร และแพลงก์ตอนพืชกลุ่มยูกลีนอยด์ (Division Euglenophyta) คือ *Trachelomonas volvocina* 222,750 เซลล์ต่อลิตร เมื่อประเมินระดับคุณภาพโดยใช้แพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นเป็นดัชนีบ่งชี้ AARL-PP-Score มีค่าเท่ากับ 6.6 จัดอยู่ในระดับสารอาหารปานกลางถึงไม่ดี ทั้งนี้เมื่อใช้แพลงก์ตอนพืชชนิดเด่น ประเมิน

ร่วมกับการใช้ปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการ พบว่าคุณภาพน้ำในอ่างเก็บแม่จางมีคุณภาพน้ำระดับปานกลาง

จากการศึกษาชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ พบแพลงก์ตอนสัตว์ทั้งหมด 3 ไฟลัม ทั้งหมด 35 สกุล ได้แก่ Phylum Rotifera (C. Monogononta) (19 สกุล), Phylum Protozoa (9 สกุล) และ Phylum Arthropoda (Copepoda (5 สกุล), Cladocera (2 สกุล) แพลงก์ตอนสัตว์ในไฟลัมที่พบปริมาณมากที่สุด ได้แก่ Phylum Rotifera (C. Monogononta) โดยมีปริมาณเฉลี่ยเท่ากับ 468±185 เซลล์ต่อลิตร รองลงมา ได้แก่ Phylum Protozoa , Phylum Arthropoda (Cladocera) และ Phylum Arthropoda (Copepoda) โดยมีปริมาณเซลล์เฉลี่ยเท่ากับ 148±58 , 119±30 และ 34±15 เซลล์ต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งแพลงก์ตอนสัตว์ชนิดเด่น ได้แก่ *Polyarthra* sp., *Tintinnopsis* sp. และ Nauplius larva มีปริมาณเฉลี่ยเท่ากับ 120±40 , 90±26 และ 66±14 เซลล์ต่อลิตร ตามลำดับ แนวโน้มปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ชนิดเด่น ในรอบปีนั้นพบว่า *Polyarthra* sp. และ *Tintinnopsis* sp. มีปริมาณเซลล์ต่อลิตรที่เพิ่มมากขึ้นในเดือนมีนาคม 2564 และเริ่มลดลงในเดือนมิถุนายน 2564 ตามลำดับ ส่วน Nauplius larva พบว่ามีปริมาณเซลล์ ที่ค่อนข้างคงที่ในเดือนกุมภาพันธ์-พฤษภาคม 2564 แต่ลดปริมาณลงมากในเดือนมิถุนายน - กรกฎาคม 2564 ในช่วงครึ่งปีหลัง ตุลาคม 2564 – มีนาคม 2565 ปริมาณเซลล์ของแพลงก์ตอนสัตว์มีปริมาณเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเท่ากับ 54±29 เซลล์ต่อลิตร

ค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพของแพลงก์ตอนพืช และแพลงก์ตอนสัตว์ในอ่างเก็บน้ำแม่จางเดือน กุมภาพันธ์ 2564 -มีนาคม 2565 พบว่า ดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพของแพลงก์ตอนพืช มีค่าอยู่ในช่วง 0.04-0.32 และพบว่าช่วงมกราคม-มีนาคม 2565 มีค่าเพิ่มขึ้นอยู่ในช่วง 0.26 – 0.32 และดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพของแพลงก์ตอนสัตว์ มีค่าอยู่ในช่วง 0.01-0.31 และพบว่าช่วงกุมภาพันธ์ -พฤษภาคม 2564 มีค่าเพิ่มขึ้นอยู่ในช่วง 0.28-0.31 กล่าวได้ว่าหากปริมาณแพลงก์ตอนพืชเพิ่มมากขึ้น ปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์จะมีมากขึ้น โดยการวิเคราะห์ความสัมพันธ์พบว่าแพลงก์ตอนพืชมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับแพลงก์ตอนสัตว์ ซึ่งมีแนวโน้มสัมพันธ์กันกับค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพที่มีค่าสูงขึ้นด้วย ดังนั้นปัจจัยสิ่งแวดล้อม ทั้งปัจจัยทางกายภาพ เคมี และชีวภาพในแต่ละพื้นที่มีผลต่อการกระจายตัวของสิ่งมีชีวิต

ผลการศึกษาชนิด และปริมาณอาหารที่พบในกระเพาะอาหารของปลาชนิดเด่นที่พบมีการกินแพลงก์ตอนเป็นอาหาร คือ ปลาแก้มช้ำ ปลาซ่า ปลาตะเพียน และปลาหนามหลัง พบว่าคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำไม่ส่งผลกระทบต่อกำลังผลิตเบื้องต้นของแหล่งน้ำ แต่พบว่าปริมาณ

สารอาหารแอมโมเนีย ไนโตรเจนมีค่าสูงในเดือนพฤษภาคม 2564 อาจเนื่องมาจากมีฝนตก อาจมีการชะล้างสารอาหารเข้าสู่อ่างเก็บน้ำเพิ่มมากขึ้น ปริมาณออกซิเจนละลายในอ่างเก็บน้ำ มีค่าสูง (ไม่ต่ำกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร) ซึ่งเพียงพอและเหมาะสมสำหรับการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ อย่างไรก็ตามก็เป็นที่น่าสังเกตว่า ตัวอย่างน้ำที่เก็บมาจากอ่างเก็บน้ำแม่จางในช่วงเดือนมิถุนายน – กรกฎาคม 2564 มีตะกอนดินติดมากับตัวอย่างน้ำค่อนข้างมาก อาจเนื่องมาจากเป็นช่วงฤดูฝน ทำให้น้ำมีความขุ่นหรือมีสารแขวนลอยอยู่ในน้ำค่อนข้างมาก จึงอาจส่งผลทำให้มีปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ค่อนข้างน้อย

จากผลการศึกษา สามารถใช้เป็นแนวทางในการนำแพลงก์ตอนพืชมาเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพของน้ำ และเป็นข้อมูลแหล่งอาหารของสัตว์น้ำ ในการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ รวมทั้งสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในอ่างเก็บน้ำจะช่วยให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถจัดการ ควบคุม ป้องกันและแก้ไขคุณภาพของน้ำในอ่างเก็บน้ำรอบปีให้มีความเหมาะสมต่อการดำรงอยู่ของสิ่งมีชีวิตและสภาพแวดล้อมไว้อย่างยั่งยืน

คำสำคัญ : พลวัต, แพลงก์ตอนพืช, แพลงก์ตอนสัตว์, อ่างเก็บน้ำ

Title DYNAMIC OF PLANKTON POPULATION AND ORRELATION WITH WATER QUALITY PROPERTIES IN MAE JANG RESERVOIR, MAE MOH EGAT, LAMPANG PROVINCE

Author Acting Sub Lt. Pornpruedtikorn Rattanapaiboon

Degree Master of Science in Fisheries Technology and Aquatic Resources

Advisory Committee Chairperson Assistant Professor Dr. Udomluk Sompong

ABSTRACT

A study as conducted to analyze the correlation between plankton population and water quality parameters in Mae Jang Reservoir, Mae Mo, Lampang Province from February 2021 to March 2022. Samples were collected from five different sites: upper zone, middle zone, lower zone, inflow, and outflow. In total, seven Divisions comprising of 25 genera and 58 species of phytoplankton were identified. The most prevalent division was Chlorophyta (8 genera; 18 species), followed by Cyanophyta (5 genera;16 species). Among the phytoplankton found in Mae Jang Reservoir, Division Cyanophyta exhibited the highest abundance with an average cell count of approximately 102,003 ±39,253 cells/liter followed by Divisions Pyrrhophyta and Chlorophyta with cell counts of about 100,099±25,745 cells/liter and 90,664±45,051 cells/liter, respectively. During the initial six month assessment period using phytoplankton as bioindicator for evaluating water quality, the dominant species observed were Dinoflagellates (Division Pyrrhophyta), specifically *Peridinium* sp. (241,604 cells/liter) and *Peridiniopsis* sp. (187,333 cells/liter), with green algae (Division Chlorophyta), exemplified by *Monoraphidium contortum* (48,625 cells/liter). This indicates that the water quality in the Mae Jang Reservoir from February to July 2021 was in a mesotrophic status. In the subsequent 6-month period (October 2021 to March 2022), Dinoflagellates remained the dominant phytoplankton species, with

Peridinium sp. reaching 377,000 cells/liter and *Peridiniopsis* sp. reaching 365,250 cells/liter. Additionally, the euglenoid *Trachelomonas volvocina* had an abundance of 222,750 cells/liter. The evaluation of water quality using the phytoplankton as a bioindicator index AARL-PP-Score resulted in a measurement of 6.6. This indicates that the reservoir can be classified as being in a meso-eutrophic status. The water quality in the Mae Jang Reservoir was assessed based on the abundance of phytoplankton species. The results showed that the water quality level in the Mae Jang Reservoir during the months of February-July 2021 was categorized as mesotrophic based on the dominant phytoplankton species index when evaluated with physicochemical parameters.

The study also encompassed an examination of zooplankton diversity and quantity, identifying three phyla and 35 genera. Among these, Phylum Rotifera (C. Monogononta) was the most prevalent (19 genera), followed by Phylum Protozoa (9 genera) and Phylum Arthropoda (Copepoda - 5 genera, Cladocera - 2 genera). The abundance of zooplankton within Phylum Rotifera (C. Monogononta) was found to be 468 ± 185 cells/liter, followed by Phylum Protozoa and Phylum Arthropoda (Cladocera) with abundances of 119 ± 30 and 34 ± 15 cells/liter, respectively. Specific zooplankton species, such as *Polyarthra* sp., *Tintinnopsis* sp., and Nauplius larva, exhibited average counts of 120 ± 40, 90 ± 26, and 66 ± 14 cells/liter, respectively. Notably, *Polyarthra* sp. and *Tintinnopsis* sp. displayed fluctuations in abundance, with increases observed in March 2022 and subsequent decreases in June 2022. Nauplius larva maintained relatively stable levels from February to May 2022 but experienced a significant reduction in June and July 2022. During the latter six-month period (October 2021 to March 2022), the average zooplankton cell count was 54 ± 29 cells/liter.

The study's assessment of phytoplankton and zooplankton diversity indices in Mae Chang Reservoir from February 2021 to March 2022 revealed a phytoplankton diversity index ranging from 0.04 to 0.32, with an increase observed

from 0.26 to 0.32 during January to March 2022. Conversely, the zooplankton diversity index during February 2021 to March 2022 ranged from 0.01 to 0.31, with the highest values recorded during March to May 2021, reaching 0.28 to 0.31. Correlation analysis indicated a positive relationship between phytoplankton and zooplankton populations, underscoring the impact of environmental physicochemical and biological factors on plankton distribution and diversity.

Furthermore, the study examined the feeding behavior of plankton-eating fish species by analyzing fish stomach contents. Predominant species in this category included *Systomus rubripinnis* (Red cheek barb), *Labiobarbus siamensis* (Hard-lipped barb), *Barbonymus gonionotus* (Silver barb), and *Mystacoleucus marginatus* (Black margin spiny barb). The investigation found that water quality in the reservoir did not significantly affect the primary production of the water resource. Ammonia nitrogen content peaked in May 2021 due to increased rainfall, leading to higher nutrient leaching into the reservoir. Dissolved oxygen levels in the reservoir remained consistently high, with values exceeding 5 mg/L, which is adequate for aquaculture purposes. However, it was noted that water samples collected during June and July 2021, during the rainy season, contained a notable amount of sediment, which contributed to a reduction in zooplankton populations.

In conclusion, the study's findings highlight the correlation between phytoplankton and zooplankton diversity and water quality, emphasizing their utility as indicators for water quality assessment, as well as their role as a food source for aquatic organisms and an indicator of water resource fertility. This comprehensive analysis of water quality, encompassing various aquatic organisms within the reservoir, offers valuable insights for relevant agencies in managing, controlling, preventing, and enhancing the water quality of the reservoir to support the thriving of aquatic ecosystems and the preservation of the environment.

Keywords : Dynamic, Phytoplankton, Zooplankton, Reservoir

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุดมลักษณ์ สมพงษ์ ประธานกรรมการที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.จงกล พรมยะ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุดาพร ตงศิริ กรรมการที่ปรึกษา ผู้ให้ความเมตตา กรุณา ที่ให้คำแนะนำในการดำเนินการวิจัย แก้ไขปัญหา และอุปสรรคต่าง ๆ รวมทั้งเป็นผู้ถ่ายทอดองค์ความรู้ แนวทางในการปฏิบัติ การดำเนินงานวิจัย และสนับสนุนด้านงบประมาณ เครื่องมือ อุปกรณ์ สำหรับทำการวิจัย ในการตรวจทานแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ กฟผ.แม่เมาะ จังหวัดลำปาง ที่สนับสนุนเงินทุนวิจัย และสถานที่ในการศึกษาทำวิจัย

ขอขอบพระคุณ คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่อนุเคราะห์ให้ใช้สถานที่ในการทำวิจัย และขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่าน ที่ถ่ายทอดองค์ความรู้ เพื่อใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้ รวมทั้งบุคลากรทุกท่านในคณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ ที่เป็นกำลังใจ และให้ความช่วยเหลือในทุก ๆ ด้าน

สุดท้ายนี้ ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ในการอบรมเลี้ยงดู และสนับสนุนค่าใช้จ่ายในการศึกษาเล่าเรียนของลูกคนนี้มาโดยตลอด รวมทั้งสมาชิกในครอบครัวที่คอยเป็นกำลังใจ และให้ความช่วยเหลือในการแก้ไขปัญหา และอุปสรรคต่าง ๆ

พรพฤติกร รัตนไพบูลย์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ฉ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฌ
สารบัญ ..... ญ
สารบัญตาราง ..... ฐ
สารบัญภาพ ..... ฑ
สารบัญภาพผนวก ..... ณ
บทที่ 1 บทนำ 1
ที่มาและความสำคัญของปัญหา 1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2
บทที่ 2 ทฤษฎีและการตรวจเอกสาร 4
อ่างเก็บน้ำแม่จาง กฟผ.แม่เมาะ จังหวัดลำปาง 4
ความหลากหลายทางชีวภาพ (Biodiversity) 6
แพลงก์ตอน (Plankton) 6
ความรู้เกี่ยวกับแพลงก์ตอนพืช 7
แพลงก์ตอนสัตว์ 10
ประโยชน์ของแพลงก์ตอนสัตว์ 13
ความสำคัญของแพลงก์ตอนพืช และแพลงก์ตอนสัตว์ในแหล่งน้ำ 15
การผันแปรของชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนในรอบปี 26
การใช้แพลงก์ตอนพืชเพื่อการบ่งชี้คุณภาพน้ำ 27
ความสำคัญของแพลงก์ตอนพืชในห่วงโซ่อาหาร 30

ความสำคัญของแพลงก์ตอนสัตว์ต่อสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ 30
การกินอาหารของปลา 31
ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการกินอาหารของปลา 32
การศึกษาองค์ประกอบของอาหารในกระเพาะอาหารของปลา 33
ประโยชน์และความสำคัญของการศึกษาองค์ประกอบ ของอาหารในกระเพาะอาหารของปลา ... 34
วิจัยที่เกี่ยวข้อง 35
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย 40
พื้นที่ศึกษาและการกำหนดจุดเก็บตัวอย่าง 40
การเก็บตัวอย่าง 42
การศึกษาภาคสนาม 45
การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ 46
ศึกษาองค์ประกอบ และสัดส่วนอาหารในกระเพาะอาหาร 46
การวิเคราะห์ข้อมูล 47
ระยะเวลาในการวิจัยและสถานที่ดำเนินงาน 48
บทที่ 4 ผลการทดลอง 49
ชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนพืชที่พบในอ่างเก็บน้ำแม่จาง กฟผ.แม่เมาะ จังหวัดลำปาง ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2564 – มีนาคม 2565 49
ชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบในอ่างเก็บน้ำแม่จาง กฟผ.แม่เมาะ จังหวัดลำปาง ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2564 – มีนาคม 2565 56
ดัชนีความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืช และแพลงก์ตอนสัตว์ 60
คุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำแม่จาง กฟผ.แม่เมาะ จังหวัดลำปาง ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2564 – มีนาคม 2565 62
ศึกษาองค์ประกอบชนิด ความถี่ และปริมาณของอาหารในกระเพาะของสัตว์น้ำเศรษฐกิจที่พบในอ่างเก็บน้ำแม่จาง กฟผ.แม่เมาะ จังหวัดลำปาง ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2564 – มีนาคม 2565 69

ความสัมพันธ์ระหว่างชนิดและแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ และปัจจัยคุณภาพน้ำ ในอ่างเก็บน้ำแม่จาง 77
บทที่ 5 วิจารณ์ผลการทดลอง 81
บทที่ 6 สรุปผลการทดลอง 89
บรรณานุกรม 92
ภาคผนวก 100
ภาคผนวก ก ภาพที่ใช้ในการวิจัย 101
ภาคผนวก ข ผลงานวิจัยที่เผยแพร่ 105
ประวัติผู้วิจัย 107

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 คะแนนมาตรฐานคุณภาพน้ำโดยอ้างอิงจากระดับสารอาหาร 28

ตารางที่ 2 คะแนนแพลงก์ตอนพืชสกุลเด่น (Dominant Phytoplankton Genus) 29

ตารางที่ 3 ดัชนีคุณภาพน้ำและวิธีการวิเคราะห์ 46

ตารางที่ 4 ชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนพืช (เซลล์ต่อลิตร) ในอ่างเก็บน้ำแม่จาง ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2564 ถึงเดือนมีนาคม 2565 51

ตารางที่ 5 ชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ (Cell No./L) ในอ่างเก็บน้ำแม่จาง กฟผ.แม่เมาะ จังหวัดลำปาง ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2564 ถึงเดือนมีนาคม 2565 57

ตารางที่ 6 ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืช และจำนวนของแพลงก์ตอนพืชที่พบในอ่างเก็บน้ำแม่จาง กฟผ.แม่เมาะ จังหวัดลำปาง 61

ตารางที่ 7 ความหลากหลายของ แพลงก์ตอนสัตว์ และจำนวนของแพลงก์ตอนสัตว์ ที่พบใน อ่างเก็บน้ำแม่จาง กฟผ.แม่เมาะ จังหวัดลำปาง 62

ตารางที่ 8 คุณภาพน้ำบางประการในอ่างเก็บน้ำแม่จาง กฟผ.แม่เมาะ จังหวัดลำปาง ในเดือนกุมภาพันธ์ 2564 – มีนาคม 2565 63

ตารางที่ 9 คะแนน AARL-PP Score ของแพลงก์ตอนพืชในอ่างเก็บน้ำแม่จาง กฟผ.แม่เมาะ จังหวัดลำปาง 69

ตารางที่ 10 ข้อมูลชนิดของปลาที่พบในอ่างเก็บน้ำแม่จาง กฟผ.แม่เมาะ จังหวัดลำปาง ในรอบเดือนกุมภาพันธ์ 2564 – มีนาคม 2565 70

ตารางที่ 11 สัดส่วนของความยาวลำตัวของปลา กับ ความยาวลำไส้ ของปลา 4 ชนิด 75

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 อ่างเก็บน้ำแม่จาง ตำบลนาสัก อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง 4

ภาพที่ 2 ลำน้ำแม่จาง (ลำน้ำธรรมชาติ)..... 5

ภาพที่ 3 พื้นที่เก็บตัวอย่าง ในบริเวณอ่างเก็บน้ำแม่จาง ตำบลนาสัก อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง 41

ภาพที่ 4 จุดเก็บตัวอย่าง (A: หน้าสันเขื่อน B: บ้านนาสัก และ C: บ้านสบจาง จุดในบริเวณ อ่างเก็บน้ำ (Middle Zone) D:จุดทางน้ำเข้า (Upper Zone) และ E:จุดทางน้ำออก (Lower Zone) อ่างเก็บน้ำแม่จาง ตำบลนาสัก อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง 41

ภาพที่ 5 การกรองน้ำผ่านถุงกรองแพลงก์ตอน (Plankton net) 43

ภาพที่ 6 ศึกษาองค์ประกอบชนิด และปริมาณของแพลงก์ตอนพืช และแพลงก์ตอนสัตว์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ 43

ภาพที่ 7 การเก็บตัวอย่างน้ำ..... 44

ภาพที่ 8 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ..... 44

ภาพที่ 9 การเก็บรวบรวมตัวอย่างปลาที่จับได้โดยใช้ตาข่ายดักปลาขนาดตาต่าง ๆ 45

ภาพที่ 10 การวัดความยาวเหยียด (total length, TL) 45

ภาพที่ 11 ปริมาณแพลงก์ตอนพืชเฉลี่ยในแต่ละดิวชั่น (เซลล์ต่อลิตร) ในอ่างเก็บน้ำแม่จางตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2564 ถึงเดือนมีนาคม 2565 55

ภาพที่ 12 ชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนพืชที่เป็นชนิดเด่น (เซลล์ต่อลิตร) ในอ่างเก็บน้ำแม่จาง ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2564 ถึง เดือนมีนาคม 2565 55

ภาพที่ 13 แพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นที่พบในอ่างเก็บน้ำแม่จาง เดือนกุมภาพันธ์ 2564 – มีนาคม 2565 56

ภาพที่ 14 ไฟลัมและปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ (เซลล์ต่อลิตร) ในอ่างเก็บน้ำแม่จาง ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2564 ถึงเดือนมีนาคม 2565 59

ภาพที่ 15 ชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ที่เป็นชนิดเด่น (เซลล์ต่อลิตร) ในอ่างเก็บน้ำแม่จาง ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2564 ถึง เดือนมีนาคม 2565 59

ภาพที่ 16 แพลงก์ตอนสัตว์ชนิดเด่นที่พบในอ่างเก็บน้ำแม่จาง เดือนกุมภาพันธ์ 2564 – มีนาคม 2565 60

ภาพที่ 17 สัดส่วนของอาหารในกระเพาะอาหารของปลาแก้มช้ำ ในการเก็บตัวอย่าง 12 ครั้ง 71

ภาพที่ 18 สัดส่วนของอาหารในกระเพาะอาหารของปลาซ่า ในการเก็บตัวอย่าง 12 ครั้ง 72

ภาพที่ 19 สัดส่วนของอาหารในกระเพาะอาหารของปลาตะเพียน ในการเก็บตัวอย่าง 12 ครั้ง 73

ภาพที่ 20 สัดส่วนของอาหารในกระเพาะอาหารของปลาหนามหลัง ในการเก็บตัวอย่าง 12 ครั้ง . 74

ภาพที่ 21 ปลาทั้ง 4 ชนิดที่นำมายกตัวอย่าง คือ ปลาแก้มช้ำ ปลาซ่า ปลาตะเพียน และปลาหนามหลัง 75

ภาพที่ 22 ร้อยละของสัดส่วนอาหารที่พบในกระเพาะอาหาร และลำไส้ของปลา 4 ชนิด 76

ภาพที่ 23 Principal component analysis scatter plot ระหว่างชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ชนิดเด่น และปัจจัยคุณภาพน้ำ ในอ่างเก็บน้ำแม่จาง ระหว่างเดือน ก.พ. 64 ถึง มี.ค. 65 77

ภาพที่ 24 UPGMA Cluster analysis ระหว่างชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์และปัจจัยคุณภาพน้ำ ในอ่างเก็บน้ำแม่จาง ระหว่างเดือน ก.พ. 64 ถึง มี.ค. 65 78

สารบัญภาพผนวก

หน้า

ภาพผนวกที่ 1 สำรวจพื้นที่ และทำการศึกษาพื้นที่ก่อนทำการเก็บตัวอย่าง 102

ภาพผนวกที่ 2 การเก็บตัวอย่างน้ำ แพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ และตัวอย่างปลา 103

ภาพผนวกที่ 3 การนำตัวอย่างน้ำ แพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ และตัวอย่างปลา มาวิเคราะห์ภายในห้องปฏิบัติการ 104

มหาวิทยาลัยแม่โจ้ MAEJO UNIVERSITY

บทที่ 1
บทนำ

ที่มาและความสำคัญของปัญหา

กฟผ. แม่เมาะ ตั้งอยู่ที่ตำบลแม่เมาะ อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง ห่างจากตัวเมืองลำปาง เป็นระยะทางประมาณ 26 กิโลเมตร อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง เป็นแหล่งทรัพยากรเชื้อเพลิงที่สำคัญของประเทศ การรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมจากการที่ กฟผ. แม่เมาะใช้ถ่านลิกไนต์ในการผลิตไฟฟ้าการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ได้ตระหนักถึงปัญหาสิ่งแวดล้อมที่อาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำ สัตว์น้ำ และสิ่งมีชีวิตในน้ำ และความเป็นอยู่ของประชาชนโดยตรง ซึ่งอ่างเก็บน้ำแม่จางเป็นอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ ในเขตพื้นที่ภาคเหนือ และมีขนาดใหญ่ที่สุดในบริเวณ กฟผ. แม่เมาะ จังหวัดลำปาง ปิดกั้นลำน้ำแม่จาง ซึ่งอยู่ทางด้านทิศตะวันออกของโรงไฟฟ้าแม่เมาะ ความจุเก็บกักปกติ 108.5 ล้านลูกบาศก์เมตร สามารถระบายน้ำได้สูงสุด 440 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที น้ำจากอ่างเก็บน้ำแม่จางถูกส่งผ่านคลองส่งน้ำที่มีความยาวประมาณ 6.4 กิโลเมตร ไปใช้ในกิจการของโรงไฟฟ้าแม่เมาะ ขณะที่น้ำบางส่วนถูกส่งให้เกษตรกรตามแนวคลองส่งน้ำ ผ่านทางท่อกาลักน้ำตลอดแนวคลอง และน้ำบางส่วนถูกปล่อยสู่ด้านท้ายน้ำ ซึ่งไหลรวมไปพร้อมกับลำน้ำแม่เมาะเพื่อใช้ในการเกษตรต่อไปและปล่อยน้ำส่วนหนึ่งให้กับชุมชนที่อาศัยอยู่ท้ายอ่างเก็บน้ำ ซึ่งการดำเนินงานและโรงไฟฟ้าแม่เมาะในปัจจุบัน จะก่อให้เกิดน้ำทิ้งจากกิจกรรมต่าง ๆ ของโรงไฟฟ้า โรงไฟฟ้าแม่เมาะ (2552) ซึ่งคุณภาพน้ำทิ้งอาจส่งผลกระทบโดยตรงต่อคุณภาพน้ ในอ่างเก็บน้ำแม่จาง ซึ่งอาจส่งผลกระทบโดยตรงต่อระบบนิเวศในแหล่งน้ำ โดยเฉพาะสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำเช่น ปลา กุ้ง หอย และปู รวมไปถึงแพลงก์ตอนที่อาศัยอยู่ในน้ำ การศึกษาคุณภาพน้ำรวมทั้งสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในอ่างเก็บน้ำจะช่วยให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถจัดการ ควบคุม ป้องกันและแก้ไขคุณภาพของน้ำในอ่างเก็บน้ำรอบปีให้มีความเหมาะสมต่อการดำรงอยู่ของสิ่งมีชีวิต และสภาพแวดล้อมไว้อย่างยั่งยืน รวมไปถึงรักษาสิ่งแวดล้อม ตามธรรมชาติด้วยเช่นกัน

เนื่องจากแพลงก์ตอนเป็นผู้ผลิตที่มีความสำคัญมากในแหล่งน้ำ รวมทั้งเป็นแหล่งอาหารของสัตว์น้ำ แพลงก์ตอนจึงเหมาะสมในการไปประเมินคุณภาพน้ำร่วมกับคุณภาพน้ำทางกายภาพ และเคมี การใช้แพลงก์ตอนเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำรวมทั้งศักยภาพในการเป็นแหล่งอาหารของสัตว์น้ำในอ่างเก็บน้ำแม่จาง สามารถใช้เป็นข้อมูลในการบริหารจัดการน้ำ เพื่อลดปัญหาการแพร่ระบาดของแพลงก์ตอนพืชกลุ่มสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน เพื่อทราบแนวโน้มของการเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วในระยะเวลาอันสั้น ซึ่งส่งผลต่อการใช้ประโยชน์ของแหล่งน้ำ รวมทั้งผลกระทบต่อทรัพยากรในอ่างเก็บน้ำ

ด้วยเหตุนี้จึงมีความจำเป็นในการศึกษาความสัมพันธ์ของคุณภาพน้ำต่อการกระจายของแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ การศึกษาองค์ประกอบ และสัดส่วนอาหารในกระเพาะอาหารของสัตว์น้ำในอ่างเก็บน้ำ แม่จาง กฟผ.แม่เมาะ จังหวัดลำปาง เพื่อใช้ในการประเมินผลของคุณภาพน้ำที่มีผลต่อชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนที่มีผลต่อทรัพยากรประมงในอ่างเก็บน้ำ รวมทั้งเพื่อหาแนวทางแก้ไขผลกระทบ ซึ่งอาจเกิดขึ้นต่อคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำ

องค์ความรู้เรื่องความสัมพันธ์ของปลากับสิ่งมีชีวิตหรืออาหารธรรมชาติ ที่อาศัยอยู่รวมกันในแหล่งน้ำ (Trophic Relationship) ในระบบนิเวศนั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำการศึกษาในหลาย ๆ ด้าน เช่น การวิเคราะห์องค์ประกอบของอาหารในกระเพาะ (Diet Composition) ศึกษาการกินอาหารในรอบวัน (Daily Feeding Habitat) ศึกษาความสัมพันธ์ของการบริโภคอาหารของประชากรปลากับอาหารธรรมชาติในแหล่งน้ำ และรวมทั้งศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการพฤติกรรมการกินอาหารของปลาการวิเคราะห์องค์ประกอบของอาหารในกระเพาะเชิงคุณภาพ (Qualitative) เป็นการศึกษาเพื่อให้ทราบข้อมูลทางด้านองค์ประกอบของอาหารที่ ปลากินเข้าไป และช่วงเวลาในการออกหากินอาหารของปลาแต่ละชนิดในรอบวัน โดยที่ค่าเหล่านี้ล้วนเป็นประโยชน์สำหรับการประเมินสภาวะทรัพยากรสัตว์น้ำในแหล่งน้ำหนึ่ง ๆ และการได้มาซึ่งค่าเหล่านี้ต้องเริ่มต้นจากการทำการศึกษาเรื่องพฤติกรรมในการกินอาหารในรอบวันของประชาคมปลาในแหล่งน้ำ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษานิเวศวิทยา ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ และคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำแม่จาง จาง กฟผ. แม่เมาะ จังหวัดลำปาง
2. เพื่อนำข้อมูลแพลงก์ตอนพืชมาเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพของน้ำในอ่างเก็บน้ำแม่จาง กฟผ. แม่เมาะ จังหวัดลำปาง
3. เพื่อหาความสัมพันธ์ของคุณภาพน้ำ ชนิดและปริมาณแพลงก์ตอน รวมทั้งพฤติกรรมการกินของสัตว์น้ำในอ่างเก็บน้ำแม่จาง ในการประเมิณความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบความหลากหลายและปริมาณของแพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์รวมทั้งคุณภาพน้ำภายในอ่าง เพื่อจัดการทรัพยากรธรรมชาติของอ่างเก็บน้ำแม่จาง กฟผ. แม่เมาะ จังหวัดลำปาง
2. สามารถนำข้อมูลแพลงก์ตอนพืชที่พบ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการนำแพลงก์ตอนพืชมาเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำแม่จาง กฟผ.แม่เมาะ จังหวัดลำปาง
3. เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยคุณภาพน้ำด้านต่าง ๆ ชนิดและปริมาณแพลงก์ตอน รวมทั้งพฤติกรรมการกินของปลาในอ่างเก็บน้ำแม่จาง กฟผ. แม่เมาะ จังหวัดลำปาง

บทที่ 2
ทฤษฎีและการตรวจเอกสาร

อ่างเก็บน้ำแม่จาง กฟผ.แม่เมาะ จังหวัดลำปาง

อ่างเก็บน้ำแม่จาง เป็นอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ที่สุดในบริเวณ กฟผ. แม่เมาะ ปิดกั้นลำน้ำแม่จาง ซึ่งอยู่ทางด้านทิศตะวันออกของโรงไฟฟ้าแม่เมาะ มีพื้นที่รับน้ำมากถึง 285 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นปริมาณน้ำท่าเฉลี่ย 42.9 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี ความจุเก็บกักปกติ 108.5 ล้านลูกบาศก์เมตร ที่ระดับ เก็บกักปกติที่ 325.5 เมตร (ระดับน้ำทะเลปานกลาง) ตัวเขื่อนเป็นเขื่อนหินทิ้งสูง 40 เมตร ระดับสันเขื่อน 356 เมตร (ระดับน้ำทะเลปานกลาง) ความยาวสันเขื่อน 760 เมตร อาคารระบายน้ำล้นประกอบด้วย บานระบายน้ำล้น จำนวน 3 บาน ขนาดกว้าง 4 เมตร สูง 5.5 เมตร ทางระบายน้ำล้นเป็นแบบ Open Chute ระดับสันฝายอยู่ที่ 347 เมตร (ระดับน้ำทะเลปานกลาง) ความยาวสันฝาย 12 เมตร สามารถระบายน้ำได้สูงสุด 440 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที น้ำจากอ่างเก็บน้ำแม่จางถูกส่งผ่านคลองส่งน้ำที่มีความยาวประมาณ 6.4 กิโลเมตร ไปใช้ในกิจการของโรงไฟฟ้าแม่เมาะ ขณะที่น้ำบางส่วนถูกส่งให้เกษตรกรตามแนวคลองส่งน้ำผ่านทางท่อกาลักน้ำตลอดแนวคลอง และน้ำบางส่วนถูกปล่อยสู่ด้านท้ายน้ำ ซึ่งไหลรวมไปพร้อมกับลำน้ำแม่เมาะเพื่อใช้ในการเกษตรต่อไป และปล่อยน้ำส่วนหนึ่งให้กับชุมชนที่อาศัยอยู่ท้ายอ่างเก็บน้ำ (โรงไฟฟ้าแม่เมาะ, 2552) (ภาพที่ 1)

ภาพที่ 1 อ่างเก็บน้ำแม่จาง ตำบลนาสัก อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง
พิกัด ละติจูด 18° 20′ 08.68′′ เหนือ และลองติจูด 99° 48′ 58.71′′ ตะวันออก

ลำน้ำแม่จาง ซึ่งเป็นลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำวัง โดยลุ่มน้ำแม่จางมีพื้นที่ลุ่มน้ำประมาณ 1,599 ตารางกิโลเมตร มีต้นกำเนิดจากดอยหลวงกับดอยผาแดงครอบคลุมพื้นที่ อำเภอแม่ทะ และอำเภอแม่เมาะทั้งหมด มีทิศทางการไหลจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ไปบรรจบกับแม่น้ำวังที่บ้านสบจางในเขตอำเภอเกาะคา จังหวัดลำปาง มีลุ่มน้ำย่อยที่สำคัญ คือ ลำน้ำแม่เมาะ ลำน้ำแม่ทะลำน้ำแม่วะ และลำน้ำแม่จาง มีปริมาณน้ำไหลตลอดทั้งปีเท่ากับ 201.49 ล้านลูกบาศก์เมตร ปัจจุบัน มีการก่อสร้างอ่างเก็บน้ำแม่จางตั้งอยู่ที่อำเภอแม่เมาะ สร้างกั้นลำน้ำแม่จาง โดย กฟผ. มีความจุกักเก็บน้ำ 108.50 ล้านลูกบาศก์เมตร เพื่อเก็บกักน้ำสำหรับใช้ในโรงไฟฟ้าแม่เมาะ (โรงไฟฟ้าแม่เมาะ, 2552) (ภาพที่ 2)

ภาพที่ 2 ลำน้ำแม่จาง (ลำน้ำธรรมชาติ)

ลำน้ำแม่จาง เป็นลำน้ำสาขาของแม่น้ำวัง มีต้นกำเนิดทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือตามแนวเทือกเขาที่เป็นเขตติดต่อกับจังหวัดแพร่ มีความยาวประมาณ 45 กิโลเมตร ก่อนไหลมาบรรจบกับลำน้ำแม่เมาะที่บ้านสบเมาะ มีพื้นที่รับน้ำประมาณ 300 ตารางกิโลเมตร ปัจจุบัน กฟผ.ได้สร้างอ่างเก็บน้ำแม่จางกั้นลำน้ำในบริเวณตอนใต้ของบ้านสบหลวง ตำบลนาสัก ห่างจากโรงไฟฟ้าแม่เมาะไปในทางทิศตะวันออกประมาณ 9 กิโลเมตร ซึ่ง กฟผ.ได้นำมาใช้ในกิจกรรมของโรงไฟฟ้า (โรงไฟฟ้าแม่เมาะ, 2552) (ภาพที่ 2)

ความหลากหลายทางชีวภาพ (Biodiversity)

ความหลากหลายทางชีวภาพ (Biodiversity) หมายถึง องค์รวมของความหลากหลายของสรรพชีวิตในทุกระดับนับตั้งแต่ระดับประชากรของพืช สัตว์ และจุลินทรีย์นานาชนิดที่มีความหลากหลายทางพันธุกรรม (Genetic Diversity) ในแต่ละพื้นที่จนถึงความหลากหลายของชนิดหรือสปีชีส์ (Species Diversity) ที่จัดว่าเป็นหน่วยพื้นฐานของกระบวนการวิวัฒนาการ และมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันในชุมชนสิ่งมีชีวิตจนเกิดความหลากหลายทางระบบนิเวศ (Ecosystem Diversity) ความหลากหลายทางชีวภาพเป็นผลพวงจากกระบวนการวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตร่วมกับการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม ในทางชีววิทยาแล้วถือว่าความหลากหลายทางชีวภาพมีความสำคัญยิ่ง สำหรับการศึกษาประวัติศาสตร์ของสิ่งมีชีวิต และกลไกการเกิดสิ่งมีชีวิตใหม่ ๆ ที่มีความหลากหลายในแต่ละท้องถิ่นทุกมุมโลก แต่ในด้านทางเศรษฐกิจ และสังคมทั่วไปแล้วมักมีข้อสังเกตและความไม่แน่ใจเกี่ยวกับคุณค่าของความหลากหลายทางชีวภาพ เพราะการค้นหาคุณค่าของสิ่งมีชีวิตชนิดใดชนิดหนึ่ง จะต้องมีความรู้ความเข้าใจในสิ่งมีชีวิตนั้นเสียก่อนถึงจะรู้ซึ้งถึงคุณค่าของสิ่งมีชีวิตนั้นได้ นักธรรมชาติวิทยา และนักวิทยาศาสตร์มีความเชื่อมั่นว่าสิ่งมีชีวิตทุกชนิด ที่อุบัติขึ้นมาในโลกนี้ และอยู่ได้ดีในระบบนิเวศที่สมดุล ย่อมมีคุณค่าอยู่ในตัวเองเสมอ เพียงแต่ว่าเราจะมีวิธีการค้นคว้าหาความรู้ และนำคุณค่าของมันมาใช้ได้อย่างเหมาะสมกันหรือไม่เท่านั้น (วิสุทธิ์, 2548)

แพลงก์ตอน (Plankton)

แพลงก์ตอน (Plankton) เป็นกลุ่มพืชและสัตว์ขนาดเล็ก รวมทั้งไข่และตัวอ่อนที่ล่องลอยอยู่ในน้ำ เคลื่อนที่ตามแรงพัดพาของกระแสน้ำหรือเคลื่อนที่ได้ด้วยตนเองบ้างเล็กน้อย แพลงก์ตอนมีบทบาทสำคัญในห่วงโซ่อาหารและก่อให้เกิดความผันแปรของระบบนิเวศแหล่งน้ำนั้น แพลงก์ตอนพืชจัดเป็นผู้ผลิตปฐมภูมิของแหล่งน้ำ (Boney, 1975) มีคลอโรฟิลล์ภายในเซลล์ไว้ช่วยในการสังเคราะห์แสง เพื่อเปลี่ยนอนินทรีย์วัตถุเป็นอินทรีย์วัตถุ เป็นอาหารธรรมชาติที่สำคัญของปลา และสัตว์น้ำอื่น ๆ ที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจหลายชนิด ทั้งในระยะตัวอ่อนหรือตัวเต็มวัยถึงแม้จะมีสัตว์น้ำ บางชนิดอาศัยสัตว์ที่มีขนาดเล็กกว่าเป็นอาหารก็ตามแต่เมื่อศึกษาตามลำดับขึ้นไปแล้วจะพบว่า สัตว์น้ำส่วนใหญ่จะต้องกินแพลงก์ตอนพืชเป็นอาหารในระยะหนึ่งของวงจรชีวิต แพลงก์ตอนพืช จึงเป็นอาหารพื้นฐานที่สำคัญในห่วงโซ่อาหารของสัตว์น้ำ (Round, 1973)

แพลงก์ตอนพืช (Phytoplankton) เป็นสิ่งมีชีวิตที่มีศักยภาพสูง และแต่ละชนิดมีความสามารถเจริญในสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน ซึ่งสามารถพบแพลงก์ตอนพืชได้ทั้งในน้ำทะเล น้ำกร่อย และน้ำจืด การกระจายของแพลงก์ตอนพืชนั้น พบว่ามีการกระจายอยู่ทั่วโลก พบได้ทั่วไปทั้งในเขตอบอุ่น และเขตร้อน นอกจากนี้ชนิดของแพลงก์ตอนพืชยังสามารถนำมาใช้เป็นตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำได้ เหตุผลเนื่องจากแพลงก์ตอนพืชมีวงจรชีวิตสั้นจึงตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงได้อย่างรวดเร็ว (APHA *et al*., 2012) สอดคล้องกับงานวิจัยของ ยุวดี (2550) ที่กล่าวว่า แพลงก์ตอนพืช มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของอินทรีย์สารที่มีปริมาณน้อย ซึ่งวิธีทางเคมีตรวจวัดไม่ได้ และสามารถตรวจสภาพแวดล้อมที่ดำเนินมาก่อนวันที่ทำการศึกษาได้

ความรู้เกี่ยวกับแพลงก์ตอนพืช

แพลงก์ตอนพืช (Phytoplankton) ได้แก่ สาหร่ายกลุ่มที่มีรงควัตถุในเซลล์ทำให้สามารถดูดซับพลังงานแสงและใช้พลังงานแสงร่วมกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกระบวนการสังเคราะห์แสงและสร้างสารอินทรีย์ ซึ่งส่วนใหญ่ ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต (ลัดดา, 2542) แพลงก์ตอนพืชมีความสำคัญต่อห่วงโซ่อาหาร (Food Chain) ในแหล่งน้ำทุกชนิด คือเป็นผู้ผลิตเบื้องต้น หรือเป็นห่วงโซ่แรกของอาหารแพลงก์ตอนพืชเป็นอาหารของแพลงก์ตอนสัตว์อีกทอดหนึ่ง และแพลงก์ตอนสัตว์จะถูกกินโดยลูกปลาปลาขนาดเล็กถูกกินโดยปลาขนาดใหญ่ และสุดท้ายปลาจะเป็นอาหารของมนุษย์ เมื่อเป็นเช่นนี้ ชนิดและปริมาณของทุกห่วงโซ่อาหารจึงมีความสัมพันธ์กันอย่างแยกไม่ได้ กล่าวคือแพลงก์ตอนพืชจะเป็นตัวกำหนดชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนสัตว์ และเป็นเช่นนี้เรื่อยไปจนสิ้นสุดห่วงโซ่อาหาร ดังนั้น ธาตุอาหารและปัจจัยสิ่งแวดล้อมทุกด้าน จึงมีความสำคัญในการกำหนดปริมาณและชนิดของแพลงก์ตอนพืชและสัตว์ ด้วยเหตุที่มนุษย์มีอิทธิพลอย่างยิ่งต่อระบบนิเวศทางน้ำ การทิ้งขยะและของเสียทุกประเภทลงในแหล่งน้ำ ไม่ว่าจะเป็นของเสียในรูปของเสียจากแหล่งอุตสาหกรรม เช่น โลหะหนัก สารเคมี และของเสียจากชุมชน ได้แก่ สารอินทรีย์ และเชื้อโรค ของเสียจากแหล่งเกษตรกรรม ได้แก่ ปุ๋ย สารปราบศัตรูพืช และสารฆ่าแมลงฯลฯ จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้คุณสมบัติของน้ำเปลี่ยนแปลงไป คือทำให้น้ำมีการปนเปื้อน และส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำหรือทำให้น้ำมีธาตุอาหารของพืชสูงขึ้น จึงทำให้องค์ประกอบและชนิดของแพลงก์ตอนเปลี่ยนไปจากเดิม และช่วยให้แพลงก์ตอนพืชที่ผลิตสารพิษได้เจริญเติบโตได้ดี ดังนั้น ถ้าเราต้องการให้ระบบนิเวศของน้ำมีคุณภาพเหมาะสม จึงควรมีการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมทุกด้าน (ลัดดา, 2542) สำหรับกลุ่มของแพลงก์ตอนพืชประกอบด้วย 7 ดิวิชั่น (ยุวดี, 2549) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. Division Cyanophyta (สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน) มีลักษณะโครงสร้างของนิวเคลียสคล้ายคลึงกับนิวเคลียสของแบคทีเรีย และยังมีคุณสมบัติตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้ เช่นเดียวกับแบคทีเรียที่สามารถตรึงไนโตรเจนได้ นอกจากนั้นยังมีคุณสมบัติคล้ายแบคทีเรีย เพราะสาหร่ายชนิดนี้มีคลอโรฟิลล์ เอ และมีการปล่อยออกซิเจนสู่สิ่งแวดล้อมจากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ซึ่งไม่พบในแบคทีเรีย (ลัดดา, 2544) จากการพบซากดึกดำบรรพ์ (Fossil) ในยุค Archaeozoic เป็นเวลามากกว่า 2 พันล้านปีมาแล้ว ทำให้เข้าใจว่าสาหร่ายในดิวิชันนี้เป็นสิ่งมีชีวิตที่โบราณที่สุดในบรรดาสิ่งมีชีวิตทั้งหลายที่มีคลอโรฟิลล์อยู่ในเซลล์ และสามารถพบสาหร่ายพวกนี้ในบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงมาก เช่น ในบ่อน้ำพุร้อน หรือบริเวณที่มีอากาศหนาวเย็น เช่น ในหิมะ หรือ บริเวณขั้วโลก ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากเซลล์สาหร่ายชนิดนี้มีเมือก (Gelatinous Sheath) หุ้ม จึงสามารถเก็บความชื้นไว้ในเซลล์ และสามารถเป็นฉนวนกันความร้อนและความเย็นให้กับเซลล์ได้ อีกประการหนึ่งโมเลกุลของโปรตีนภายในโปรโตพลาสซึมจับตัวกันแน่น จึงอาจจะเป็นเหตุช่วยให้เซลล์มีชีวิตอยู่ได้นาน (ยุวดี, 2549)

2. Division Chlorophyta (สาหร่ายสีเขียว) สาหร่ายสีเขียวนี้ส่วนใหญ่มีสีเขียวเหมือนหญ้า (Grass-Green Algae) ทั้งนี้เพราะภายในคลอโรพลาสต์มีรงควัตถุพวกคลอโรฟิลล์ทั้ง เอ และบี จำนวนมาก ซึ่งจะบดบังรงควัตถุสีอื่น ๆ ไว้ นอกจากนั้นก็มีรงควัตถุพวกแคโรทีนและแซนโธฟิลล์อีกหลายชนิด รงควัตถุทั้งหมดอยู่ในคลอโรพลาสต์ ซึ่งมีรูปร่างหลายแบบ คุณสมบัติเหล่านี้สามารถนำมาจัดจำแนกสาหร่ายได้อย่างชัดเจน ซึ่งสาหร่ายชนิดนี้จะพบได้ทั่วไปแทบทุกหนทุกแห่ง ประมาณกันว่า 10% ของสาหร่ายสีเขียวทั้งหมดเป็นสาหร่ายทะเล ส่วนอีก 90% ของสาหร่ายที่เหลือจะเป็นสาหร่ายน้ำจืด หรือสาหร่ายที่ขึ้นอยู่ภายใต้สภาพแวดล้อมที่เป็นอากาศก็ได้ สาหร่ายที่อยู่ในน้ำจืดอาจจะเจริญอยู่ในน้ำตื้น ๆ หรือน้ำลึกที่แสงส่องถึง และหลายชนิดมีสภาพเป็นแพลงก์ตอนพืช บางชนิดก็ขึ้นอยู่ บนก้อนหิน ทราย โคลน เปลือกหอย บนพืช สัตว์อื่น หรือเจริญอยู่ในพืช หรือในสัตว์อื่นก็ได้ อาจจะขึ้นอยู่ในดิน หรือในเปลือกไม้บางชนิด สปอร์อาจจะปนมากับฝุ่นละออง และบางชนิดอาจจะพบอยู่ในหิมะ หรือน้ำแข็งก็ได้ (ยุวดี, 2549)

3. Division Bacillariophyta (ไดอะตอม) สาหร่ายในกลุ่มนี้มีชื่อสามัญว่า ไดอะตอม ลักษณะเป็นเซลล์เดี่ยว หรือต่อกันเป็นเส้นสายคล้ายโซ่อย่างหลวม ๆ ส่วนลักษณะของเซลล์เดี่ยวประกอบด้วยฝาหรือฟรัสตูล (Frustule) 2 ฝามาครอบเหลื่อมกันคล้ายจานเลี้ยงเชื้อ ฟรัสตูลมีสมมาตรแบบรัศมี หรือแบบซีกซ้ายขวาเท่ากัน สีของไดอะตอมเป็นสีของคลอโรพลาสต์ที่มีสีเหลืองส้มจนถึงสีน้ำตาล ผนังเซลล์เป็นสารเพกตินซึ่งมีซิลิกาเข้าไปแทรกอยู่ บนผนังเซลล์มีลวดลายลวดลายนี้สามารถ ใช้จำแนกชนิดของไดอะตอมได้ ส่วนใหญ่ดำรงชีวิตเป็นแพลงก์ตอนพืช หรือบางจีนัส จะเกาะตามวัตถุ พื้นท้องน้ำ หรือเกาะตามพื้นน้ำและสาหร่ายขนาดใหญ่ชนิดอื่น ๆ มีการกระจายได้ทั้งในน้ำจืดและน้ำเค็ม เนื่องจากผนังเซลล์ของไดอะตอมเป็นสารซิลิกาสลายตัวได้ยาก เมื่อไดอะตอมในทะเล

ได้ตาย จะตกเป็นตะกอนทับถมนานนับล้านปี เรียกซากเหล่านี้ว่า ไดอะโตไมท์หรือไดอะโตมาเชียสเอิร์ธ (Diatomite หรือ Diatomaceous Earth) ประกอบด้วยสารซิลิกอนไดออกไซด์ประมาณ 95% นำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมได้ เช่น ผลิตภัณฑ์เครื่องกรองน้ำยาต่าง ๆ เนื่องจากไม่ทำปฏิกิริยากับสารที่กรองสามารถใช้เป็นฉนวนกันความร้อนในอุปกรณ์ไฟฟ้า ส่วนผสมในผงขัดเงาโลหะต่าง ๆ และผสมในยาสีฟัน (ยุวดี, 2549)

4. Division Chrysophyta (สาหร่ายสีเขียวแกมเหลือง) มีลักษณะเป็นเซลล์เดี่ยวหรือเซลล์อาจอยู่กันเป็นกลุ่ม เซลล์อาจมีแฟลกเจลลัม หรือไม่มีแฟลกเจลลัม ผนังเซลล์มีลวดลาย และอาจเป็นสารซิลิกา การจัดจำแนกใช้ตามระบบของ (Radmer, 1996 อ้างใน ยุวดี (2549) ดังนั้นการจัดจำแนกดิวิชันคริสโซไฟตาจึงต้องรวมเอากลุ่มสาหร่ายสีน้ำตาลแกมทอง (Golden-Brown Algae) สาหร่ายสีเขียวแกมเหลือง (Yellow-Green Algae) และไดอะตอม (Diatom) มาอยู่ดิวิชันเดียวกัน แม้ว่ารูปร่างลักษณะหลายอย่างของเซลล์สาหร่ายทั้งสามกลุ่มจะแตกต่างกัน แต่มีลักษณะสำคัญร่วมกันคือ การมีรงควัตถุแคโรทีนอยด์มากกว่าคลอโรฟิลล์ อาหารสะสมเป็นคริสโซลามินาแรน รวมทั้งลักษณะย่อยที่แตกต่างของสาหร่ายทั้งสามกลุ่มคือ ปริมาณของรงควัตถุที่มีในคลอโรพลาสต์ เช่น ชนิด และปริมาณของคลอโรฟิลล์ แคโรทีนอยด์ และแซนโทฟิลล์ โดยแบ่งออกเป็น 3 คลาส คือ Class Chrysophyceae, Class Xanthophyceae และClass Bacillariophyceae (ยุวดี, 2549)

5. Division Pyrrhophyta (ไดโนแฟลกเจลเลต) มีลักษณะเป็นเซลล์เดียว และมีแฟลกเจลลัมใช้ในการเคลื่อนที่ นอกจากนี้ยังมีสาหร่ายกลุ่มคริพโตไฟต์ (Cryptophyta) ก็จัดอยู่ดิวิชันนี้เช่นกัน แต่เนื่องจากคริพโตไฟต์มีรงควัตถุไฟโคบิลิน และยังมีลักษณะตำแหน่งแฟลกเจลลัมที่ต่างกันจึงถูกแยกจากดิวิชันนี้ ลักษณะเด่นของสิ่งมีชีวิตประจำดิวิชันนี้คือ การมีแฟลกเจลลา 2 เส้น ที่มีตำแหน่งต่างกัน โดยแต่ละเส้นอยู่คนระนาบตั้งฉากซึ่งกันและกันแฟลกเจลลัมยาวไม่เท่ากัน เป็นเซลล์เดี่ยว โดยส่วนใหญ่จะมีรูปร่างค่อนข้างกลมหรือกลมรี แต่ร่างกายไม่เป็นสมมาตร ดำรงชีวิตอิสระเป็นแพลงก์ตอนพบได้ทั้งในน้ำจืด น้ำกร่อย และน้ำเค็ม (บัญญัติ, 2532 อ้างใน ลานทอง (2549)

6. Division Euglenophyta (ยูกลีนอยด์) สาหร่ายในดิวิชันนี้มีลักษณะหลายอย่างที่ทำให้ประสบปัญหาในการจัดจำแนกเนื่องจากมีเซลล์เดียว ออร์แกเนลล์ที่ใช้ในการเคลื่อนที่คือ 5 แฟลกเจลลัมมีอายสปอตทำหน้าที่รับแสง จึงสามารถจัดให้อยู่ในกลุ่มโปรโตซัวได้ แต่ขณะเดียวกันก็มีรงควัตถุประเภทคลอโรฟิลล์เอ และบี (ยุวดี, 2549)

7. Division Cryptophyta (คริพโตโมแนด) เป็นสาหร่ายกลุ่มเล็ก ๆ ลักษณะเซลล์เดี่ยวว่ายน้ำอิสระ ส่วนใหญ่ดำรงชีวิตเป็นแพลงก์ตอนพืชพบได้ทั้งในน้ำจืดและน้ำเค็ม ลักษณะเซลล์แบนจากด้านบนไปทางด้านท้ายเซลล์มีแฟลกเจลลัม 2 เส้น อดีตได้ถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มไดโนแฟลกเจลเลต จนปัจจุบันได้มีการศึกษาสาหร่ายกันอย่างกว้างขวาง และมีการศึกษาถึงระดับโครงสร้าง โดยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนระดับเซลล์ และโมเลกุล ลักษณะเด่นของคริพโตโมแนดที่แตกต่างจาก

ไดโนแฟลกเจลเลตคือ การมีรงควัตถุสีน้ำเงินและสีแดง ที่เรียกว่า ไฟโคบิลิโปรตีน ซึ่งในกลุ่มไดโนแฟลกเจลเลต จะไม่พบสารสีนี้เลย รงควัตถุดังกล่าวนี้มีองค์ประกอบที่แตกต่าง จากรงควัตถุสีน้ำเงินของไฟโคบิลินที่ พบในสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน และลักษณะเด่นชัดของคริพโตโมแนดส์ คือ การมีเซลล์พิเศษ เรียกว่า อีเจคโตโซม (Ejectosome) เป็นเข็มพิษทำหน้าที่ป้องกันตัว และใช้จับเหยื่อ (ยุวดี, 2549)

แพลงก์ตอนสัตว์

แพลงก์ตอนสัตว์ (Zooplankton) เป็นสัตว์ขนาดเล็กจนถึงขนาดใหญ่ สามารถว่ายน้ำได้แต่ไม่ว่ายน้ำทวนกระแสน้ำ (Weak-Swimming Animals) พบได้ทั่วไปในน้ำจืด น้ำกร่อย และน้ำเค็ม (สุรินทร์ มัจฉาชีพ and สมสุข มัจฉาชีพ, 2539)

แพลงก์ตอนสัตว์มีความสำคัญต่อระบบนิเวศแหล่งน้ำมากทั้งในแง่ความสัมพันธ์กันภายในห่วงโซ่อาหาร และสายใยอาหาร หรือการหมุนเวียนสารอาหารต่าง ๆ ในแหล่งน้ำจัดเป็นสิ่งมีชีวิตประเภทที่ไม่สามารถสร้างอาหารได้เอง (Zhong and Mucci, 1989) หรือจัดเป็นกลุ่มผู้ผลิตขั้นที่สองหรือขั้นทุติยภูมิ (สุรีย์พร และคณะ, 2550) จึงต้องกินแพลงก์ตอนพืชเป็นอาหาร

แพลงก์ตอนสัตว์เป็นสัตว์ขนาดเล็ก มีความยาวลำตัวน้อยกว่า 1-5 มิลลิเมตร ว่ายน้ำได้แต่ไม่ว่ายทวนกระแสน้ำ แพลงก์ตอนสัตว์สังเคราะห์อาหารเองไม่ได้ จึงต้องกินแพลงก์ตอนพืชเป็นอาหาร รวมทั้งสารอินทรีย์ที่ละลายอยู่ในน้ำ แบคทีเรีย หรือกินแพลงก์ตอนสัตว์ด้วยกันที่มีขนาดเล็กกว่า สามารถแบ่งออกเป็นสองกลุ่มคือ

1. แพลงก์ตอนถาวร (Holoplankton) เป็นพวกดำรงชีวิตเป็นแพลงก์ตอนสัตว์ตลอดชีวิต ทั้งระยะตัวอ่อนและระยะตัวเต็มวัย เช่น โปรโตซัว แมงกะพรุน โรติเฟอร์ คลาโดเซอรา โคพีพอด และออสทราคอด เป็นต้น

2. แพลงก์ตอนชั่วคราว (Meroplankton) เป็นพวกที่ดำรงชีวิตเป็นแพลงก์ตอนเฉพาะระยะตัวอ่อนเมื่อโตเต็มวัยมักจะเกาะกับพื้นหรือคืบคลานตามพื้น เช่น ตัวอ่อนของกุ้ง หอย ปู ปลา เป็นต้น

ความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์ แพลงก์ตอนสัตว์ที่สำคัญมีดังนี้ (ลัดดา, 2543)

1. ไฟลัมโปรโตซัว (Phylum Protozoa) เป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวขนาดเล็กที่จัดได้ว่ามีความสำคัญมากในระบบนิเวศ สามารถอาศัยอยู่ได้ทั้งน้ำจืดและน้ำเค็ม รวมทั้งบริเวณที่ชื้นแฉะ ยังพบว่า อาศัยอยู่ในร่างกายของสัตว์บกอีกหลายชนิด มีทั้งที่เป็นโทษ และมีประโยชน์ โปรโตซัวนั้นมีทั้งที่สามารถสร้างอาหารได้เอง เช่น พวกที่สามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้ซึ่งมักจะมีสีเขียวของคลอโรฟิลล์ และพวกไม่สามารถสร้างอาหารเองได้ การเพิ่มขึ้นของโปรโตซัวอย่างรวดเร็วหรือการบูมขึ้นมาจะทำให้เกิดปรากฏการณ์ Red Tide ซึ่งเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำบริเวณนั้น ความเป็นพิษ

เกิดจากกระบวนการเมแทบอลิซึม และถูกขับออกมาละลายอยู่ในน้ำ โดยพิษจะมีผลให้สัตว์น้ำเป็นเกิดโรคหรือตายได้ ตัวอย่างชนิดของโปรโตซัว 5 คือ พารามีเซียม เยื่อหุ้มเซลล์แบบ Pellicle ด้านหน้ามน ท้ายเรียว ด้านข้างเว้าเป็นแอ่งร่องปาก (Oral Groove) ซึ่งมี Cilia ที่ตัวเซลล์

2. ไฟลัมไนดาเรีย (Phylum Cnidaria) แพลงก์ตอนสัตว์ในไฟลัมคือ แมงกะพรุนเป็นแพลงก์ตอนสัตว์ที่มีขนาดเล็กมองเห็นไม่ด้วยตาเปล่าและมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า แมงกะพรุนส่วนใหญ่อยู่ ในทะเลมีลักษณะลำตัวใส รูปร่างคล้ายร่ม ระฆัง หรือจาน มีหนวด (Tentacle) ที่ขอบร่ม จำนวนหนวด ต่างกันตามชนิด คือ มีจำนวนตั้งแต่ 1 เส้นจนถึงมากกว่า 100 เส้น อาศัยอยู่เดี่ยว ๆ จนถึงอยู่กันเป็นโคโลนี ที่ประกอบด้วยซูอิด (Zooid) เกาะกันเป็นสาย (Stem) ยาวถึง 25 เมตร

3. ไฟลัมซทีโนฟอรา (Phylum Ctenophora; Comb-Jellies) คือ หวีวุ้นเป็นแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบเฉพาะในทะเลเท่านั้น หวีวุ้นมีลำตัวใส ลักษณะทั่วไปคล้ายแมงกะพรุน รูปร่างของหวีวุ้นมีหลายแบบ คือ รูปร่างคล้ายร่มจนถึงตัวแบนคล้ายหนอนตัวแบน หวีวุ้นส่วนใหญ่ล่องลอยอยู่ในน้ำ ลักษณะเฉพาะของหวีวุ้น คือ มีแผ่นหวี จำนวน 8 แผ่น บนแผ่นมีซี่หวีเรียงกันเป็นแถวมีหน้าที่ช่วยพยุง ลำตัวให้อยู่ในน้ำ อวัยวะที่ใช้จับอาหารคือ Tentacle บน Tentacle มีขนบาง ๆ จำนวนมากบนขนบาง ๆ มีตุ่มที่ พบเฉพาะหวีวุ้นเรียกว่า Colloblast ซึ่งมีเมือกเหนียว ๆ ช่วยในการจับอาหาร

4. ไฟลัมแพลทิเฮลมินทิส (Phylum Platyhelminthes) ไฟลัมนี้ จัดว่าเป็นแพลงก์ตอนชั่วคราวคือจะดำรงชีวิตแบบแพลงก์ตอนเฉพาะระยะตัวอ่อนเท่านั้น ตัวอ่อนมีรูปร่างคล้ายลูกข่างมีแขน หรือพู (Lobe) 8 พู ปลายแขนจะชี ลง ขอบแขนมีขนบาง ๆ (Cilia) ด้านบนสุดลำตัวอ่อนมีกระจุกขนต่อกับ Frontal Gland เช่น ตัวอ่อนมัลเลอร์ (Muller's Larva)

5. ไฟลัมนีเมอร์ทิเนีย (Phylum Nemertinea) จัดว่าเป็นแพลงก์ตอนชั่วคราวอาศัยอยู่ตามชายฝั่งทะเล ซอกหิน โคลนหรือหาดทราย ตัวอ่อนมีลักษณะตัวสีคล้ำ แต่บางชนิดอาจสดใส รูปร่างคล้ายหมวกยอดแหลมที่มีแผ่นปิดหู 2 ข้าง ปลายบนสุดมีขนเป็นกระจุก พวกตัวอ่อนที่มีอายุจะมีตัวอ่อนที่เล็กกว่า อาศัยอยู่ภายในลำตัว เช่น ตัวอ่อนของหนอนริบบิน (Pilidium Larva)

6. ไฟลัมโรติเฟอร่า (Phylum Rotifera) ลำตัวเป็นแบบรูปทรงกระบอก มีขนาดเล็กตัวโปร่งใส เมื่อเป็นตัวเต็มวัยอาจมีรูปร่างคล้าย Ciliated Protest บางชนิดเป็นแพลงก์ตอนหรือเป็นพวกที่กิน สิ่งมีชีวิตอื่นเป็นอาหารหรือกินซากอินทรีย์ ลำตัวไม่แบ่งเป็นปล้อง มีส่วนของคิวติเคิลหนา ส่วนของหัวจะมี โคโรนา (Crown) ซึ่งประกอบด้วยซีเลียเรียงตัวเป็นแถว 2 วง ซึ่งจะพัดสลับทิศทางกันช่วยในการว่ายน้ำ และทำให้เกิดกระแสน้ำพัดพาอาหารเข้ามาสู่ส่วนปาก ส่วนลำตัว (Trunk) มีระบบอวัยวะภายในอยู่ ส่วน เท้า (Foot) จะมี Toe ที่ใช้ในการเคลื่อนที่โดยการคืบคลาน มีระบบทางเดินอาหารแบบสมบูรณ์ ประกอบด้วยกระเพาะอาหารขนาดใหญ่และมีลำไส้ขนาดสั้น ๆ ต่อไปยังทวารไม่มีระบบหมุนเวียนและระบบ แลกเปลี่ยนก๊าซ การขับถ่ายใช้ Protonephridia ระบบสืบพันธุ์แยกเพศกัน ตัวผู้เล็กกว่าตัวเมียเสมอ บางชนิดมีสารเคลือบผิวหนาคล้ายเป็นเกราะและมีหนามด้วย

เรียกโครงสร้างนี้ ว่า ลอริกา มีเท้าสำหรับยึดเกาะบริเวณคอหอยมีอวัยวะคล้ายฟันเรียกว่า แมสแตกซ์ (Mastax)

7. ไฟลัมคีโตนาธา (Phylum Chaetognatha ; Arrow Worms) หนอนธนูเป็นแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบในทะเลและในน้ำกร่อยเท่านั้น ลำตัวของหนอนธนูใส รูปร่างเรียวยาวคล้ายธนู มีรายงานว่ามีจำนวนชนิดของหนอนธนูประมาณ 100 ชนิด ลำตัวยาว 0.5–12 ซม.เป็นแพลงก์ตอนที่พบทั่วโลก พบมาก บริเวณชายฝั่งทะเล ลำตัวหนอนธนูแบ่งออกได้ 3 ส่วน คือ หัว (Head) ลำตัว (Trunk) และหาง (Tail) สมมาตรของลำตัวหนอนธนูเป็นแบบ 2 ข้าง (Bilateral Symmetry) หนอนธนู มีบทบาทเป็นผู้กิน (Consumer) ในห่วงโซ่อาหาร อาหารของหนอนธนูประกอบด้วยสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหรือแพลงก์ตอนสัตว์ โดยเฉพาะโคพีพอด หนอนธนูเป็นกระเทย (Hermaphrodite) จึงมีอวัยวะสืบพันธุ์ของ 2 เพศอยู่ในตัว เดียวกัน

8. ไฟลัมแอนเนลิดา (Phylum Annelida; Segmented Worms) ไฟลัมนี้ประกอบด้วยหนอนปล้อง กลุ่มที่เป็นแพลงก์ตอนอยู่ใน Class Polychaeta หรือเรียกว่าโพลีชีท ตัวเต็มวัยของโพลีชีท เป็นหนอนปล้องที่อาศัยอยู่ทั้งในน้ำและคืบคลานอยู่บนพื้น พวกที่ล่องลอยอยู่ในน้ำตลอดชีวิตเป็นแพลงก์ตอนสัตว์ประเภทแพลงก์ตอนถาวร (Holoplankton) ซึ่งมีน้อยชนิดและอยู่ในทะเล ส่วนพวกที่เป็นแพลงก์ตอนชั่วคราว (Meroplankton) ได้แก่ ตัวอ่อนของโพลีชีทที่อาศัยอยู่บนพื้นท้องน้ำหรือ Benthic Polychaetes ตัวอ่อนระยะแรกของโพลีชีท เรียกว่าโทรโคฟอร์

9. ไฟลัมอาร์โทรโพดา (Phylum Arthropoda; Arhtropods) แพลงก์ตอนสัตว์ในไฟลัมนี้ส่วนใหญ่อยู่ในคลาสครัสเตเชีย (Class Crustacea) จัดเป็นแพลงก์ตอนสัตว์ที่สำคัญกลุ่มหนึ่งพบในแหล่งน้ำทุกชนิด มีความหลากหลายของรูปร่างเช่นเดียวกับแมลง ลำตัวแบ่งออกเป็นปล้องจำนวนปล้องแตกต่างกัน ตามกลุ่ม ส่วนใหญ่เพศผู้และเพศเมียแยกกัน การจัดแบ่งลำดับขั้นทางอนุกรมวิธานของอาร์โทรพอดที่เป็นแพลงก์ตอนถาวร

10. ไฟลัมโฟโรนิดา (Phylum Phoronida) จัดว่าเป็นแพลงก์ตอนสัตว์ชั่วคราว ตัวเต็มวัยอาศัยอยู่บนพื้นตามชายฝั่งทะเลจนถึงน้ำลึก 400 เมตร ลำตัวอยู่ในปลอก (Tube) ลำตัวมีลักษณะคล้ายหนอนและไม่แบ่งเป็นส่วนที่เห็นชัดเจน ยกเว้นรอบปากมีวงของ Tentacel เช่น ตัวอ่อนแอคติโนโทรคา (Actinotrocha Larva)

11. ไฟลัมเอคโตพรอคตา (Phylum Ectoprocta, Bryozoa) ไบรโอซัวหรือสัตว์ที่มีลักษณะคล้ายมอสเป็นสัตว์น้ำขนาดเล็กที่พบได้ทั้งในน้ำเค็มและน้ำจืด เป็นสิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ ที่อยู่รวมกันเป็นโคโลนี ประกอบด้วยซูอิด (Zooids) เชื่อมต่อเข้าด้วยกัน เช่น ตัวอ่อนไซโฟนอเทส (Cyphonautes Larva)

12. ไฟลัมบราชิโอโพดา (Phylum Brachiopoda) ตัวอ่อนของหอยตะเกียงดำรงชีวิตแบบแพลงก์ตอนสัตว์ชั่วคราว แบรคิโอพอดทั้งหลายจะอาศัยอยู่ด้วยการยึดเกาะกับพื้นท้องทะเลโดยอาศัยอวัยวะที่มีลักษณะเป็นก้านเนื้อเยื่อยื่นออกไป เป็นหอยสองฝา 2 ฝามีขนาดไม่เท่ากัน เช่น ตัวอ่อนหอยตะเกียง (Brachiopod Larva)

13. ไฟลัมมอลลัสกา (Phylum Mollusca) หอยเป็นทั้งแพลงก์ตอนถาวร (Holoplankton) และแพลงก์ตอนสัตว์ชั่วคราว (Meroplankton) กลุ่มที่เป็นแพลงก์ตอนสัตว์ถาวร ได้แก่ เพลาจิกมอลลัส (Pelagic Mollusks) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นหอยฝาเดียวใน Class Gastropoda, Subclass Opistobroanchia (Pteropods) และ Subclass Prosobranchia

14. ไฟลัมเอคไคโนเดอร์มาตา (Phylum Echinodermata) ตัวอ่อนของไฟลัมนี้เป็นแพลงก์ตอนสัตว์ชั่วคราว ผิวหนังที่มีหนาม จึงเรียกว่าสัตว์ผิวหนาม อาศัยอยู่ในทะเล ดำรงชีพอย่างอิสระ ไม่เป็นปรสิต ตัวอ่อนมีสมมาตรด้านข้าง แต่ตัวเต็มวัยมีสมมาตรตามแนวรัศมี ปากอยู่ตรงกลาง มีรยางค์ยื่นออกไป อาจมี 5 แฉก หรือมากกว่า บางชนิดมีหนามแข็งยาวขยับได้ เช่น ตัวอ่อนไบพินนาเรีย (Bipinnaria Larva) และตัวอ่อนโอฟิโอพลูเทียส (Ophiopluteus Larva)

15. ไฟลัมเฮมิคอร์ดาตา (Phylum Hemichordata) ตัวอ่อนเป็นแพลงก์ตอนสัตว์ชั่วคราว เป็นพวกที่มีรูปร่างคล้ายหนอน รูปร่างเป็นท่อหรือทรงกระบอก แต่มีโครงสร้างที่เชื่อมต่อการเป็นสัตว์มีกระดูกสันหลัง คือ การมีช่องเหงือก (Gill Slit) และมีเส้นประสาทอยู่ทางด้านหลัง เช่น ตัวอ่อนของ หนอนลูกโอ๊ค

16. ไฟลัมคอร์ดาตา (Phylum Chordata) แพลงก์ตอนสัตว์ในไฟลัมนี้ แบ่งออกเป็นแพลงก์ตอนถาวร (Holoplankton) และแพลงก์ตอนชั่วคราว (Meroplankton) แพลงก์ตอนสัตว์ถาวรอยู่ ในสับไฟลัม ยูโรคอร์ดาตา (Subphylum Urochordata) ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 Classes ได้แก่ คลาสลาร์วาเซีย (Class Larvacea) และคลาสทาเลียเซีย (Class Thaliacea) ส่วนแพลงก์ตอนสัตว์ชั่วคราว ได้แก่ ไข่ปลา และตัว อ่อนปลาใน Subphylum Vertebrata, Class Pisces

ประโยชน์ของแพลงก์ตอนสัตว์

ประโยชน์ของแพลงก์ตอนสัตว์มีดังนี้ (ทัศพรพรรณ, 2559)

1. แพลงก์ตอนสัตว์เป็นอาหารของสัตว์น้ำ และมนุษย์ แพลงก์ตอนสัตว์เป็นอาหารของลูกสัตว์น้ำวัยอ่อน ได้แก่ ไรน้ำ โรติเฟอร์ และโคพีพอด เป็นต้น ส่วนแพลงก์ตอนสัตว์ที่เป็นอาหารของมนุษย์ คือ แมงกะพรุน ใน Class Scyphozoa กลุ่มที่เป็นอาหารของสัตวน้ำที่สำคัญ ได้แก่ พวก Mysids, Euphausids, Hyperiids บางชนิด แพลงก์ตอนหอย (Mollusks) และ ทูนิเขต

(Tunicates) บางชนิด โดยเฉพาะพวกยูฟอรสิด (Euphausids) นับว่าเป็นอาหารที่สำคัญ เนื่องจากมีโปรตีนสูงถึง 79% ของน้ำหนักแห้ง

2. เป็นตัวชี้วัด (Indicator) กระแสน้ำในมหาสมุทร แพลงก์ตอนสัตว์มีความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ทั้งทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ จึงนิยมใช้แพลงก์ตอนสัตว์เป็นตัวชี้วัดสิ่งแวดล้อมในน้ำ เช่น กระแสน้ำเย็น จากทะเลญี่ปุ่นใช้หนอนธนูชนิด *Sagitta Elegans* มวลน้ำจากฝูงทะเลทางใต้ของประเทศเกาหลี ใช้หนอนธนู ชนิด *Sagitta Elegans* มวลน้ำจากทะเล Huanghai ตอนใต้ ใช้หนอนธนูชนิด *Sagitta bedoti* มวลน้ำจากทะเล *Huanghai* ตอนเหนือ ใช้หนอนธนูชนิด *Sagitta crassa* หวีวุ้นบางชนิด เช่น *Ocyropsis crystallina* และ *Cestum veneris* เป็นตัวชี้ที่ดีของกระแสน้ำอุ่นในทะเลแถบร้อนหรือกึ่งร้อน แพลงก์ตอนหอย (Pelagic Mollusks) เช่น *Clione limacina* เป็นตัวชี้กระแสน้ำเย็น บริเวณทะเลเขตอบอุ่นจนถึงเขตหนาว ในขณะที่หอยพวก *Atlanta* และ *Janthina* เป็นตัวชี้กระแสน้ำอุ่น ครัสเตเซียน บางชนิด เช่น *Lucifer typus* และ *L. faxoniii* ใช้เป็นตัวชี้กระแสน้ำอุ่นของประเทศบราซิล

3. เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรม ส่วนใหญ่เป็นวัตถุดิบที่ได้จากซากของแพลงก์ตอนสัตว์ เช่น ซากของ Globigerina ใช้ผลิตซีเมนต์ เพราะมีแคลเซียมคาร์บอเนตเป็นองค์ประกอบสูงถึง 98% และซากของ Radiolarian ใช้เป็นวัตถุดิบป้องกันเสียงและวัสดุกันความร้อน รวมทั้งเป็นตัวชี้แหล่งน้ำมันและแหล่งทำการประมง เช่น ฟอแรมมินิฟอรา แรดิโอลาเรีย โคพีพอด

4. ประโยชน์ในการวิจัยวิทยาการสาขาต่าง ๆ ซากเหลือที่ทับถมกันของเปลือกที่หุ้มเซลล์ของโปรโตซัว พวก Radiolarida และ Foraminiferida ฝาหอยและออสตราคอด มีประโยชน์ในการศึกษาวิวัฒนาการ ของโลกในสาขาธรณีวิทยาและระบบนิเวศทางทะเล แพลงก์ตอนในกลุ่มครัสตาเซียน เช่น ออสตราคอดเป็นกลุ่มที่ใช้ศึกษาทางสรีรวิทยาและชีวเคมีของการเรืองแสง พบว่าแมงกะพรุนบางชนิดและพวก Tunicate บางชนิด สามารถนำมาใช้ประโยชน์เป็นยาได้ ผลจากการทดลองพบว่าใน 1 กรัม/ลิตร ของสารละลายที่สกัดจากแมงกะพรุน ชนิด *Rhopilemma esculenta* เมื่อฉีดเข้าไปในกระต่ายจะทำให้ความดันโลหิตของกระต่ายลดต่ำลงชี้ให้เห็นว่าสารละลายดังกล่าวมีคุณสมบัติทำให้หลอดเลือดขยายตัว และเมื่อทดลองกับกบจะได้ผลเช่นเดียวกัน และมีข้อบ่งชี้ว่าสารสกัดจาก Tunicate อาจนำมาใช้รักษาโรคมะเร็งได้ โปรโตซัวบางชนิดโดยเฉพาะพวก Ciliate (ตัวอย่างเช่น *Lembadiom*, *Frontonia*) โรติเฟอร์ และไรน้ำหลายชนิดมีความสำคัญในการเป็นตัวบำบัดน้ำเสียในขบวนการบำบัดน้ำเสียโดยชีววิธี โดยเฉพาะน้ำที่มีสารอินทรีย์สูง ๆ และมีตะกอนปริมาณมาก เรียกวิธีนี้ ว่าการบำบัดน้ำเสียทางชีววิทยา โคพีพอดหลายชนิดสามารถนำมาใช้ปราบยุง โดยกำจัดลูกน้ำแทนการใช้สารเคมี

ความสำคัญของแพลงก์ตอนพืช และแพลงก์ตอนสัตว์ในแหล่งน้ำ

แพลงก์ตอนพืชมีความสำคัญต่อผลผลิตปฐมภูมิในแหล่งน้ำ สารอินทรีย์ถูกสร้างขึ้นส่วนหนึ่งจะถูกปล่อยออกมานอกเซลล์ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของแบคทีเรียหรือแพลงก์ตอนพืชชนิดอื่น อีกส่วนหนึ่งจะถูกสะสมไว้ในเซลล์เพื่อการเจริญและจะถ่ายทอดไปตามสายใยอาหารสู่สิ่งมีชีวิตชนิดอื่นที่อาศัยหรือเข้ามาหาอาหารในแหล่งน้ำนั้นโดยการถูกกิน (ลัดดา, 2523) ในแหล่งน้ำถือว่าแพลงก์ตอนพืชเป็นผู้ผลิตเบื้องต้น เป็นอาหารสำหรับสิ่งมีชีวิตในน้ำ ให้ออกซิเจนกับแหล่งน้ำและยังทำให้เกิดการหมุนเวียนพลังงานของระบบนิเวศทางน้ำ แพลงก์ตอนพืชสามารถเจริญได้ทุกแห่งที่มีความชื้นและสภาพทางกายภาพ เคมีที่มีความเหมาะสม ซึ่งส่วนมากเจริญเติบโตได้ดีในน้ำ เนื่องจากแพลงก์ตอนพืชแต่ละชนิดนั้นสามารถเจริญในสภาพแวดล้อม และมีแหล่งที่อยู่ที่แตกต่างกัน มีช่วงความทนทานต่อสภาพแวดล้อมไม่เหมือนกันในแหล่งน้ำที่มีคุณสมบัติของน้ำแตกต่างกัน จึงทำให้มีชนิดของแพลงก์ตอนพืชแตกต่างกัน (Bilous et al., 2012) นักแพลงก์ตอนวิทยาจะสามารถบอกลักษณะของแหล่งน้ำที่อยู่รวมถึงสมบัติของน้ำได้อย่างคร่าว ๆ โดยพิจารณาจากข้อมูลชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนที่พบ ดังนั้นการรู้จักชนิดและการนับปริมาณแพลงก์ตอนพืช (Parks, 1976) อีกทั้งเป็นดัชนีที่บ่งบอกความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำว่ามีปริมาณสารอาหารมากน้อยเพียงใด สามารถทราบได้จากชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนพืชเหล่านี้ได้

การเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม มีอิทธิพลต่อแพลงก์ตอนสัตว์ มีอิทธิพลต่อแพลงก์ตอนสัตว์สามารถปรับตัวได้ดีกว่าในสภาพแวดล้อม และการทนต่อปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกันนั้นขึ้นอยู่กับแพลงก์ตอนสัตว์ในแต่ละชนิดของช่วงวงจรชีวิต ดังนั้นแพลงก์ตอนสัตว์จึงต้องมีการปรับตัวตลอดเวลาเพื่อให้อาศัยอยู่ได้ในสิ่งแวดล้อม (ศิริลักษณ์, 2541) ได้แบ่งปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีความเกี่ยวข้องกับแพลงก์ตอนสัตว์ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. ปัจจัยด้านเคมี และกายภาพ เช่น ความลึกของน้ำ ความเค็ม อุณหภูมิ กระแสน้ำขึ้นน้ำลง ความขุ่น ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ เป็นต้น

2. ปัจจัยทางด้านชีวภาพ เช่น ปริมาณสารอาหาร ผู้ล่า การเจริญเติบโตในระยะต่าง ๆ ของวงจรชีวิตสัตว์น้ำ เป็นต้น

คุณสมบัติที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการแพร่กระจายของแพลงก์ตอน

แพลงก์ตอนพืช (Phytoplankton) แพลงก์ตอนสัตว์ ไม่สามารถสร้างอาหารเองได้ แพลงก์ตอนพืชเป็นอาหารของแพลงก์ตอนสัตว์ จึงมีปัจจัยที่มีลต่อการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนสัตว์ ดังนี้

1. คุณสมบัติทางกายภาพ

1.1 อุณหภูมิ (Temperature)

อุณหภูมิของน้ำเป็นปัจจัยสำคัญอันหนึ่งที่มีอิทธิพลทั้งโดยทางตรงและโดยอ้อมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ ปกติอุณหภูมิของน้ำธรรมชาติจะผันแปรตามอุณหภูมิของอากาศ ซึ่งขึ้นอยู่กับฤดูกาลระดับความสูง และสภาพภูมิประเทศ นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับความเข้มของแสงจากดวงอาทิตย์ กระแสลม ความลึก ปริมาณสารแขวนลอยหรือความขุ่น และสภาพแวดล้อมทั่ว ๆ ไปของแหล่งน้ำในประเทศไทย อุณหภูมิของน้ำในธรรมชาติจะผันแปรอยู่ในช่วงระหว่าง 23 ถึง 32 องศาเซลเซียส การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิน้ำธรรมชาติจะค่อยเป็นค่อยไปอย่างช้า ๆ และไม่ก่อให้เกิดปัญหาต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ (ชนินทร์, 2551)

การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำอย่างรวดเร็วสามารถทำให้เกิดอันตรายโดยตรงต่อสัตว์น้ำได้ เช่น ทำให้ระบบการควบคุมขับถ่ายน้ำและแร่ธาตุภายในร่างกายผิดปกติไป ซึ่งจะทำให้ร่างกายอ่อนแอและตายได้ ผลกระทบที่สำคัญต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำที่มีอุณหภูมิสูงขึ้นคือปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำจะมีอัตราผกผันหรือตรงกันข้ามกับอุณหภูมิของน้ำ กล่าวคือเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นปริมาณออกซิเจนละลายน้ำจะลดลง ในขณะที่ขบวนการเมตาโบลิซึมผันแปรตามอุณหภูมิดังกล่าวมาแล้ว ซึ่งจะทำให้สัตว์น้ำต้องการออกซิเจน เพิ่มมากขึ้น จึงเกิดปัญหาการขาดแคลนออกซิเจนได้ ในขณะเดียวกัน การทำงานของพวกแบคทีเรีย และจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ในการย่อยสลายสิ่งปฏิกูลต่าง ๆ ในน้ำก็จะเพิ่มขึ้น และต้องใช้ออกซิเจนเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน ซึ่งจะทำให้แหล่งน้ำขาดออกซิเจนเร็วขึ้นเป็นเหตุให้น้ำเกิดการเน่าเสียได้ (ชนินทร์, 2551)

อุณหภูมิเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อระบบนิเวศในแหล่งน้ำ มีผลทำให้น้ำมีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบต่าง ๆ ภายในแหล่งน้ำ โดยจะมีผลต่อกระบวนทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ โดยอุณหภูมิมีผลต่อความหนาแน่นของน้ำ การละลายของธาตุและก๊าซในน้ำ การแบ่งชั้นของน้ำ ความหนืด การหมุนเวียนของแร่ธาตุต่าง ๆ (นันทนา, 2544) นอกจากนี้ยังมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ อุณหภูมิสูงการละลายของออกซิเจนลดต่ำลง (สมสุข, 2528) นอกจากนี้ยังมีความสัมพันธ์กับปริมาณความเข้มของแสง ถ้าปริมาณความเข้มของแสงมากมีผลทำให้อุณหภูมิของน้ำเพิ่มขึ้น การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในแหล่งน้ำจากการที่แสงส่องผ่านลงไปในแม่น้ำ ซึ่งต่อมามีการเปลี่ยนแปลงพลังงานแสงเป็นพลังความร้อน ทำให้แหล่งน้ำมีอุณหภูมิแตกต่างกันตามระดับความลึก (เปี่ยมศักดิ์, 2538) เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นมากจนเกินช่วงที่แพลงก์ตอนพืชทนได้จะส่งผลให้

อัตราการสังเคราะห์แสง และการเจริญเติบโตลดลง และตายในที่สุด แต่อุณหภูมิที่ต่ำกว่าช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมจะมีผลให้การเติบโตลดลงแต่ไม่ทำให้ตาย แพลงก์ตอนพืชที่เจริญเติบโตในน้ำจืดเกือบทุกชนิดเจริญเติบโตได้ดีที่ระดับอุณหภูมิตั้งแต่ 15-25 องศาเซลเซียส (West, 2005) แต่ก็มีแพลงก์ตอนพืชบางชนิดเจริญได้ดีในที่มีความเข้มข้นของแสงมากและอุณหภูมิสูงกว่าปกติ เช่น *Gymnodinium* sp. แต่แพลงก์ตอนพืชกลุ่มสาหร่ายสีเขียวเจริญได้ดีในที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส (Boney, 1975) อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญของแพลงก์ตอนพืชในกลุ่มไดอะตอม คือ 20-28 องศาเซลเซียส แพลงก์ตอนพืชกลุ่มสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินบางชนิดสามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิมากกว่า 35 องศาเซลเซียส (Welch, 1952) และอุณหภูมิมีผลต่อการเพิ่มหรือลดอัตราการเจริญเติบโต และการขยายพันธ์ของแพลงก์ตอนพืช (Smith, 1950) ยังส่งผลต่อการแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิตโดยเฉพาะมีผลต่อความสามารถในการดำเนินชีวิตของสิ่งมีชีวิตและเป็นปัจจัยสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของแพลงก์ตอนพืช (สมสุข, 2528)

อุณหภูมิน้ำเป็นตัวแปรสำคัญในการเปลี่ยนแปลงปัจจัยอื่น ๆ โดยทั่วไปอุณหภูมิของน้ำจะแปรตามอุณหภูมิของอากาศ ซึ่งขึ้นอยู่กับฤดูกาล ระดับความสูง และภูมิประเทศ (สุรีย์พร และอนุวัติ, 2550) พบว่าการเปลี่ยนแปลงฤดูกาลมีผลต่อความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ จะพบพวกครัสเตเชียน อย่างหนาแน่นในฤดูฝน ซึ่งเป็นช่วงที่มีปริมาณสารอาหารสูง ในขณะที่ช่วงฤดูร้อนปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์จะมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากอุณหภูมิน้ำสูงขึ้น และมีแสงแดดจัดแพลงก์ตอนพืช ซึ่งเป็นอาหารของแพลงก์ตอนสัตว์เพิ่มมากขึ้น

1.2 ความโปร่งแสง (Transparency)

ความโปร่งแสงของน้ำคือ ค่าของความลึกที่แสงส่องถึง ซึ่งอ่านได้จากแผ่น Secchi Disk (แผ่นเซคชิ) โดยการมองเห็นแผ่นเซคชิที่หย่อนลงไปในน้ำ เป็นวิธีที่ใช้ประเมินความโปร่งแสงของน้ำในบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำทั่วไป ค่าการมองเห็นแผ่นเซคชิ ผันแปรสัมพันธ์กับความขุ่นของน้ำในบ่อ ถ้าน้ำในบ่อมีความขุ่นมากจะไปขัดขวางทำให้แสงสว่างสามารถส่องผ่านลงน้ำน้อยลงมีผลให้ความสามารถในการมองเห็นที่วัดจากแผ่นเซคชิน้อยลงตามไปด้วย แต่ความสามารถในการมองเห็นที่วัดได้จากแผ่นเซคชิจะดีขึ้นถ้าน้ำมีความขุ่นลดลง ซึ่งตัวการสำคัญที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดความขุ่นของน้ำในบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำทั่วไปคือแพลงก์ตอน

ในช่วงที่มีอัตราการสังเคราะห์แสงสูง ปริมาณออกซิเจนในน้ำจะเพิ่มสูงขึ้น แต่ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำจะลดลง ทำให้ค่า pH ของน้ำเพิ่มสูงขึ้น (ทฤษฎี Carbon Dioxide Carbonate System) ในทางตรงกันข้าม ถ้าอัตราการสังเคราะห์แสงต่ำ จะทำให้มีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำมาก และมีค่า pH ต่ำลง โดยทั่วไปน้ำธรรมชาติมีค่า pH ระหว่าง 6-9 ค่า pH ของน้ำในช่วงกลางวัน และกลางคืนจะมีค่าเปลี่ยนแปลงเกือบตลอดเวลาโดยต่ำสุดในตอนเช้า

ก่อนอาทิตย์ขึ้น เพราะสิ่งมีชีวิตในน้ำหายใจแล้วปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ออกมามากในเวลากลางคืน ซึ่งทำให้น้ำมีกรดคาร์บอนิคมาก จึงมีค่า pH ต่ำ ส่วนเวลากลางวันพืชใช้คาร์บอนไดออกไซด์ในการสังเคราะห์แสงทำให้ค่า pH สูงขึ้นเรื่อย ๆ จนสูงสุดในช่วงบ่าย (ชนินทร์, 2551)

1.3 ค่าการนำไฟฟ้า (Electric Conductivity)

เป็นค่าที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์โดยจะขึ้นอยู่กับความเข้มข้นชนิดปริมาณอิออนที่แตกตัวอยู่ในน้ำ อุณหภูมิขณะทำการวัด โดยสารประกอบที่มีคุณสมบัติละลายน้ำได้ดี คือ สารประกอบอินทรีย์ของกรด ด่างและเกลือ ตามลำดับ (ธงชัย และวิบูลย์ลักษณ์, 2540) ถ้าน้ำมีค่าการนำไฟฟ้าสูง แสดงว่ามีปริมาณสารที่ละลายในน้ำมาก แต่ถ้าน้ำมีค่าการนำไฟฟ้าต่ำก็แสดงว่าในน้ำมีปริมาณสารที่ละลายในน้ำน้อย (APHA *et al.*, 2012) โดยค่าการนำไฟฟ้านี้จะใช้ในการคาดคะเนผลของประจุไฟฟ้าต่าง ๆ ที่มีผลต่อสมดุลทางเคมีและผลทางกายภาพที่มีต่อพืชและสัตว์ (ธงชัย และวิบูลย์ลักษณ์, 2540) ในแหล่งน้ำธรรมชาติที่มีคุณภาพดีจะมีค่าการนำไฟฟ้าอยู่ระหว่าง 150-300 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร แสดงว่าแหล่งน้ำมีมลพิษ (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2537) ซึ่งมีผลต่อการเจริญของสาหร่ายบางชนิดได้ (ณรงค์, 2525) นอกจากนี้อุณหภูมิยังมีผลต่อค่าการนำไฟฟ้า โดยค่าการนำไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ทุก ๆ 1 องศาเซลเซียสที่เพิ่มขึ้น (นันทนา, 2544)

1.4 แสง

แสงมีความสำคัญในห่วงโซ่อาหารที่จะทำให้ระบบนิเวศมีความสมดุลธรรมชาติ ซึ่งแสงจะมีบทบาทในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของแพลงก์ตอนพืช โดยแพลงก์ตอนพืชแต่ละชนิดต้องการปริมาณแสงในการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน (Smith, 1950) แพลงก์ตอนพืชเจริญได้ดีในบริเวณใกล้ผิวน้ำ เนื่องจากมีแสงเหมาะสมต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงและการเจริญจะลดลงตามระดับความลึกของน้ำ ถ้าบริเวณผิวน้ำมีความเข้มแสงมากเกินไปแพลงก์ตอนพืชจะอพยพลงสู่ที่ลึก เพื่อให้ได้แสงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต (Eminson and Moss, 1980) โดยความสูงจากระดับน้ำทะเลมีผลต่อความเข้มของแสงรวมทั้งช่วงคลื่น โดยเฉพาะสิ่งมีชีวิตที่ต้องการแสงเพื่อใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงจะเกิดขึ้นได้ดีในช่วงความยาวคลื่น 390-710 นาโนเมตร (Wetzel, 2001) ปริมาณความเข้มจะถูกดูดกลืนด้วยบรรยากาศขณะที่แสงส่องผ่านลงสู่พื้นโลกถึง 20% การดูดกลืนแสงของบรรยากาศ ดังนั้นลักษณะภูมิประเทศมีผลต่อความเข้มแสงโดยเฉพาะความลาดชันของพื้นที่ และทิศทางของส่วนที่ลาดชัน ทำให้ได้รับความเข้มของแสงและช่วงระยะเวลาของการได้รับแสงต่อวันไม่เท่ากันแม้จะอยู่ในเขตภูมิศาสตร์เดียวกันก็ตาม (สมสุข, 2528) เมื่อแสงส่องลงมาที่ผิวน้ำบางส่วนจะมีการสะท้อนกลับซึ่งจะแปรผันตามมุมของแสงที่ตกกระทบผิวน้ำ

และมีบางส่วนที่ถูกดูดซับเอาไว้แล้วมีการเปลี่ยนรูปพลังงานแสงเป็นพลังงานความร้อน ซึ่งจะส่งผลทำให้อุณหภูมิของน้ำเพิ่มขึ้นหรือลดลง ขึ้นอยู่กับปริมาณการดูดซับของแสงว่ามีการดูดซับมากหรือน้อยเพียงใด และก็จะส่งผลถึงปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ ซึ่งจะสังเกตได้จากในช่วงกลางวันปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำสูงกว่ากลางคืน เนื่องจากกลางคืนไม่มีการสังเคราะห์ด้วยแสงมีแต่การใช้ออกซิเจนในการหายใจ (Goldman and Horne, 1983; Palmer, 1977) โดยพลังงานดังกล่าวจะเป็นแหล่งในการกระตุ้น และควบคุมกระบวนการเมตาบอลิซึมของสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ (Wetzel, 2001) นอกจากนี้ปริมาณแสงยังมีความแตกต่างกันในแต่ละฤดูกาล โดยในช่วงฤดูร้อนจะมีการแพร่กระจาย และความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชมาก เนื่องจากในฤดูร้อนจะมีแสงแรงตลอดวัน ทำให้แสงที่ตกลงสู่แหล่งน้ำมาก แต่กลับกันในฤดูหนาว และฤดูฝนท้องฟ้ามีเมฆบังทำให้ปริมาณแสงน้อย

ความเข้มของแสงมีอิทธิพลต่อการอพยพในแนวดิ่ง โดยการแสดงปฏิกิริยาตอบสนองต่อแสงมี 2 แบบ คือแพลงก์ตอนสัตว์มีพฤติกรรมแบบ Positive Phototactic เมื่อว่ายเข้าหาแสงที่มีความเข้มต่ำ แต่ถ้าว่ายหนีแสงที่มีความเข้มข้นสูง เรียกว่า Negative Phototactic

1.5 ความขุ่นของน้ำ

ความขุ่นของน้ำเป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับแสง โดยแสงส่องผ่านผิวน้ำได้มากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับความขุ่นของน้ำเป็นสำคัญ โดยความขุ่นของน้ำนั้นเกิดจากอนุภาคสารแขวนลอยทั้งสารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ในน้ำ ตลอดจนสิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ ที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ ซึ่งมีขนาดตั้งแต่เล็กมากจนถึงขนาดใหญ่ สารแขวนลอยที่มีขนาดเล็กและไม่ตกตะกอน ในแหล่งน้ำธรรมชาติปกติจะมีขนาดตั้งแต่ 1 – 100 นาโนเมตร (10^{-9} เมตร) และไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า หรือแม้แต่กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายสูงธรรมดา สารแขวนลอยเหล่านี้อาจเกิดจากการรวมตัวกันของอะตอม โมเลกุล หรือสารประกอบที่เกิดจากการรวมตัวของอะตอมของสารตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปก็ได้ (Sawyer and McCarty, 1967) เช่น ตะกอนดิน ดินเหนียว โคลน แพลงก์ตอน แบคทีเรีย เป็นต้น สารแขวนลอยเหล่านี้จะขัดขวางการสะท้อนแสง และดูดซับแสงเอาไว้เป็นสาเหตุให้แสงที่ส่องลงในน้ำเกิดการกระจายออกจากน้ำ และการดูดซึมแสงบางส่วนเอาไว้ทำให้แสงส่องลงไปในน้ำที่มีระดับความลึกมีปริมาณลดลง (นันทนา, 2544) มีผลทำให้ความเข้มแสงในน้ำน้อย แพลงก์ตอนพืชที่เจริญอยู่ในแหล่งน้ำก็เจริญได้ไม่ดีเท่าที่ควรเพราะปริมาณแสงไม่เพียงพอต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของแพลงก์ตอนพืช จึงพบ 7 จำนวนของแพลงก์ตอนพืชลดลงได้ เมื่อความขุ่นเพิ่มขึ้นทำให้แพลงก์ตอนพืชจำกัดการเจริญเติบโตอยู่เฉพาะบริเวณผิวน้ำเท่านั้น (Hobson, 1966) จึงทำให้ปริมาณอาหารในธรรมชาติหรือผู้ผลิตในห่วงโซ่อาหารในแหล่งน้ำลดลง โดยน้ำที่มีความขุ่นจะมีการดูดซับ ความร้อนที่บริเวณผิวน้ำทำให้อุณหภูมิสูงกว่าปกติ และยังส่งผลทำให้ปริมาณ

ออกซิเจนละลายในน้ำได้จำกัด (โดยในแหล่งน้ำธรรมชาติควรมีค่าความโปร่งแสงในน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในแหล่งน้ำอยู่ในช่วงระหว่าง 30-60 เซนติเมตร และปริมาณสารแขวนลอยในน้ำไม่ควรเกิน 25 มิลลิกรัมต่อลิตร (ไมตรี และจารุวรรณ, 2528) ปริมาณสารแขวนลอยมีทั้งแพลงก์ตอนพืช แบคทีเรีย อนุภาคของดินตะกอนตลอดจนแร่ธาตุต่าง ๆ ในแหล่งน้ำหลายแห่งมีความขุ่นสูง เนื่องจากปริมาณของแร่ธาตุอาหารทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นของแพลงก์ตอนพืช ส่งผลให้ปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์เพิ่มขึ้นด้วย (Whitton, 1975) รายงานว่าความขุ่น ที่เกิดจากการไหลบ่าของน้ำ มีอิทธิพลต่อแพลงก์ตอนสัตว์ ซึ่งการไหลบ่าของน้ำจะพัดพาอนุภาค ของอินทรีย์สารมาด้วยอนุภาคของอินทรีย์สารเป็นอาหารของแพลงก์ตอนสัตว์พวกคลาโดเซอรา และโคพีพอด

1.6 กระแสน้ำ

ความแรงของกระแสน้ำมีอิทธิพลต่อการหมุนเวียนของธาตุอาหาร มีผลต่อแพลงก์ตอนพืช แหล่งน้ำที่มีกระแสน้ำแรงจะมีปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ต่ำแต่บริเวณที่มีอัตราการไหลของน้ำต่ำจะมีปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์สูงกว่าบริเวณที่มีอัตราการไหลของน้ำสูง (Eminson and Moss, 1980)

1.7 สารอาหารในแหล่งน้ำ

แพลงก์ตอนพืชต้องการแร่ธาตุอาหารเพื่อการเจริญเติบโต การเติมแร่ธาตุอาหารในน้ำขึ้นอยู่กับการไหลเวียนของน้ำ ซึ่งจะนำแร่ธาตุอาหารจากพื้นท้องน้ำขึ้นสู่ผิวน้ำ และการได้รับอาหารจากนอกระบบเข้าสู่แหล่งน้ำ แร่ธาตุอาหารที่แพลงก์ตอนพืชต้องการในปริมาณมาก (Macronutrients) มี 12 ธาตุ คือ C, H, O, N, P, K, S, Si, Mg, Na, Ca, Cl ส่วน Fe, Mn, Zn, Cu, Mo และ Bo แพลงก์ตอนพืชต้องการในปริมาณน้อยแต่ขาดไม่ได้ เช่น ไดอะตอมใน Division Chrysophyta ต้องการ Silica เพื่อใช้สร้างส่วนประกอบของผนังเซลล์ ดังนั้นจำนวนไดอะตอมจะเพิ่มขึ้นเมื่อในน้ำมี Silica ละลายอยู่มาก แต่แพลงก์ตอนพืชใน Division Chrysophyta บางชนิดโดยเฉพาะ *Dinobryon* จะเจริญได้เมื่อในน้ำมี Silica ละลายอยู่น้อย ธาตุอาหารที่ถือว่าเป็นปัจจัยจำกัดการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืช คือไนโตรเจน และฟอสฟอรัส และถ้าอัตราส่วน N:P สูงจะเจริญเติบโตได้ดี (Reynolds, 1984)

2. คุณสมบัติทางเคมี

2.1 ความเป็นกรด-ด่าง (pH)

ความเป็นกรด-ด่างหรือที่เรียกกันทั่วไปว่า pH เป็นหน่วยวัดที่แสดงให้ทราบว่าน้ำหรือสารละลายนั้นมีคุณสมบัติเป็นกรดหรือด่าง ค่าที่แสดงไว้คือปริมาณความเข้มข้นของไฮโดรเจนอิออนที่มีอยู่ในน้ำความเป็นกรด-ด่างที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0-14 ซึ่งค่ากึ่งกลาง 7 แสดงถึงความเป็นกลางของสารละลายนั้น หากว่าค่า pH <7 แสดงว่าสารละลายนั้นมีสภาพเป็นกรด และถ้าค่า pH-7 ก็แสดงว่าสารละลายนั้นมีสภาพเป็นด่าง แหล่งน้ำธรรมชาติทั่วไปมีค่า pH ระหว่าง 5-9 ซึ่งความแตกต่างนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของภูมิประเทศ และสภาพแวดล้อมหลายประการ เช่นลักษณะพื้นดิน และหิน ปริมาณน้ำฝน ตลอดจนการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปกติพบอยู่เสมอว่าระดับ pH ของน้ำผันแปรไปตามคุณสมบัติของดิน ดังนั้นในบริเวณที่ดินมีสภาพเป็นกรดก็จะทำให้น้ำมีสภาพเป็นกรดตามไปด้วย นอกจากนี้สิ่งมีชีวิตทั้งในดิน และน้ำ เช่น จุลินทรีย์ และแพลงก์ตอนพืชสามารถทำให้ค่า pH ของน้ำมีการเปลี่ยนแปลงค่า pH ช่วงระดับ (สะอุดี และคณะ, 2554)

แหล่งน้ำจะมีการเปลี่ยนแปลงค่า pH ในช่วงกลางวัน และกลางคืนเนื่องจากแพลงก์ตอนพืช และพืชน้ำ ใช้คาร์บอนไดออกไซด์ในขบวนการสังเคราะห์แสงตอนกลางวัน ทำให้ค่า pH สูงขึ้นและค่อย ๆ ลดลงตอนกลางคืน เพราะคาร์บอนไดออกไซด์ถูกปล่อยออกมาจากระบบการหายใจของสิ่งมีชีวิตในน้ำ น้ำที่มีค่าความเป็นด่างต่ำ และมีปริมาณแพลงก์ตอนพืชมาก จะมีค่า pH สูงถึง 9 ถึง 10 ในตอนบ่าย แต่ถ้าน้ำมีค่าความเป็นด่างสูง การเปลี่ยนแปลง pH มีไม่มากนัก อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงค่า pH แม้จะอยู่ในช่วงที่ดีและสูงมาก หากเกิดขึ้นในระยะเวลาสั้น ๆ นับว่ายังไม่เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ แหล่งน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ ไม่ควรมีการเปลี่ยนแปลงของ pH เกินกว่า 2 หน่วยในรอบวัน (ชนินทร์, 2551)

ค่า pH จึงมีผลต่อสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ โดยเฉพาะแพลงก์ตอนพืช ซึ่งเป็นผู้ผลิตในระดับต้น ๆ ของห่วงโซ่อาหารที่จะต้องมีการดำรงชีวิตในระดับความเป็นกรด-ด่างที่แตกต่างกัน โดยในแหล่งน้ำที่มีสภาพความเป็นกลางการกระจายชนิดแพลงก์ตอนจะไม่แตกต่างกัน แต่ถ้าเป็นกรดหรือด่างสูงจะทำให้ชนิดแพลงก์ตอนพืชกระจายค่อนข้างอิสระ (Palmer, 1977) ซึ่งความแตกต่างเหล่านี้ทำให้แพลงก์ตอนพืชดำรงชีวิตในระดับความเป็นกรด-ด่างที่แตกต่างไปด้วย เช่น แพลงก์ตอนพืชกลุ่มสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินจะเติบโตได้ดีในน้ำที่มีสภาพเป็นกลางจนถึงสภาพเป็นด่างหรือมีค่าความเป็นกรดด่างประมาณ 6.5-7.5 แพลงก์ตอนพืชกลุ่มสาหร่ายสีเขียวบางกลุ่ม เช่น เดสมิดส์ชอบน้ำที่มีสภาพเป็นกรดอ่อน ค่าความเป็นกรด-ด่างประมาณ 5.5-6.5 แพลงก์ตอนพืชบางชนิดเจริญในน้ำที่มีสภาพเป็นกรดมาก เช่น *Dinobryon* sp. คือ pH 4.0-4.8 บางชนิดชอบเจริญในน้ำที่มีสภาพเป็นกรดเล็กน้อย คือ pH 6.0-6.5 เช่น *Botryococcus braunii , Ceratium hirundinella* สำหรับ *Micrasterias denticulate* และ *Micrasterias thomasiana* เจริญได้ดีในน้ำที่มีคุณสมบัติ

ค่อนข้างเป็นด่าง คือ pH 7.65-8.1 และ 7.7-7.75 ตามลำดับ (Round, 1973) *Staurastrum* sp. เจริญได้ดีที่ pH 7.4-8.0, *Oscillatoria* sp. เจริญได้ดีที่ pH 8.0, *Microcystis aeruginosa* เจริญได้ดีที่ pH 6.0 สภาพความเป็นกรดด่างของน้ำมีผลน้อยมากต่อการกระจายตัวของ *Closterium* sp., *Cosmarium* sp. (ชลินดา, 2539) นอกจากนี้พบว่า *Euglena* sp. สามารถทนอยู่ในน้ำที่มีสภาพ pH เท่ากับ 3-5 ได้ (Rott, 1981) pH ของน้ำมีค่าแปรผันตามค่าการนำไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงไปโดยเฉพาะหากมีค่ามากกว่า 9 หรือต่ำกว่า 5 เพราะค่า pH มีส่วนควบคุมการแตกตัวเป็นอิออนของสารประกอบต่าง ๆ และแร่ธาตุบางชนิด เช่น $CaCO_3$, $MgCO_3$ เมื่อละลายในน้ำที่มีค่า pH ต่ำจะแตกตัวได้ Ca^{2+}, Mg^{2+} จะทำให้ค่า pH และการนำไฟฟ้าสูงขึ้น นอกจากนี้ยังมีผลต่อรูปของแอมโมเนียคือน้ำที่มี pH และอุณหภูมิสูง แอมโมเนียจะอยู่ในรูปของ Un-Ionized Form (NH_3) มาก ซึ่งเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ ดังนั้นการวัดค่า pH ต้องคำนึงถึงอุณหภูมิด้วย คืออุณหภูมินอกจากจะมีผลต่อแอมโมเนียแล้วยังส่งผลกระทบต่อการเกิดอิออนในน้ำ ถ้าอิออนลดลงจะทำให้น้ำเพิ่มความเป็นด่างขึ้น (นันทนา, 2544)

2.2 ของแข็งแขวนลอยรวม (Total Suspended Solids; TSS)

ปริมาณของแข็งแขวนลอย ได้แก่ ปริมาณ ตะกอนสารอินทรีย์หรือสารอนินทรีย์ที่แขวนลอยในน้ำ สารอินทรีย์ ได้แก่ สิ่งขับถ่าย เศษอาหาร สาหร่าย ฟองสบู่ หรือแพลงก์ตอน เป็นต้น สารอนินทรีย์ ได้แก่ ดิน หรือ ตะกอนอื่น ๆ ที่ไม่ย่อยสลาย สารแขวนลอยในแหล่งน้ำอาจเกิดจากการระบายน้ำทิ้งจากแหล่งชุมชน โรงงานอุตสาหกรรม หรือ กิจกรรมด้านการเกษตร หรืออาจมีปริมาณเพิ่มขึ้นจากการชะล้างหน้าดินในช่วงฤดูฝน ปริมาณสาร แขวนลอยมีหน่วยเป็น มิลลิกรัมต่อลิตร แหล่งน้ำที่ให้ผลผลิตทางการประมงที่ดีควรมีค่าสารแขวนลอย อยู่ในช่วง 25-80 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่ถ้าอยู่ในช่วงระหว่าง 80-400 มิลลิกรัมต่อลิตร จะทำให้ผลผลิตลดลง ถ้ามีค่ามากกว่า 400 มิลลิกรัมต่อลิตร มักใช้เลี้ยงปลาไม่ได้ผล นอกจากนี้แหล่งน้ำที่เหมาะจะนำมาใช้สำหรับการผลิตประปาโดยตรง ควรมีค่าสารแขวนลอยไม่เกินกว่า 25 มิลลิกรัมต่อลิตร (กรมควบคุมมลพิษ, 2546)

2.3 ออกซิเจนละลาย (Dissolved Oxygen)

ออกซิเจนเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดในการดำรงชีวิต เนื่องจากสิ่งมีชีวิตทั้งพืช และสัตว์ต้องการออกซิเจนเพื่อการหายใจและเจริญเติบโต ออกซิเจนในน้ำขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น อุณหภูมิ ระดับความสูง และความเค็ม ออกซิเจนละลายในน้ำได้น้อยเมื่ออุณหภูมิสูง และน้ำที่มีความเพิ่มสูงจะมีออกซิเจนละลาย อัตราความเข้มข้นเท่ากับออกซิเจนในบรรยากาศเรียกว่า จุดอิ่มตัว (Saturation) ดังนั้นสัตว์น้ำจะเสี่ยงต่อการขาดแคลนออกซิเจนมากกว่าสัตว์บก ในช่วงฤดูร้อนอัตราการย่อยสลายและปฏิกิริยาต่าง ๆ จะเพิ่มมากขึ้นทำให้ปริมาณความต้องการออกซิเจนสูงไปด้วย

บางครั้งในแหล่งน้ำจะมีปรากฏการณ์เกินจุดอิ่มตัว (Supersaturation) เนื่องจากการผลิตออกซิเจนออกมามาก เช่น พืชสีเขียวทำการสังเคราะห์แสง (Photosynthesis) ตอนกลางวัน สภาพดังกล่าวหากเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วจะเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำได้เช่นกัน ดังนั้นการควบคุม และป้องกันไม่ให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำลดลงอยู่ในระดับต่ำจึงเป็นสิ่งจำเป็น เพื่อคุ้มครองให้สัตว์น้ำอาศัยอยู่ได้ปกติ (สุภาพร, 2538)

การละลายน้ำของออกซิเจนนั้นจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของน้ำ เมื่ออุณหภูมิต่ำ ออกซิเจนจะละลายได้มากขึ้น ในขณะที่อุณหภูมิสูงออกซิเจนละลายได้น้อยลง (วิจิตร และคณะ, 2533) แต่ถ้าหากมีการสังเคราะห์ด้วยแสงของแพลงก์ตอนพืชมากจะทำให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำสูง (ปรัชญา, 2539) ความกดอากาศก็มีผลต่อการละลายออกซิเจนเช่นกัน โดยถ้าความดันบรรยากาศสูงออกซิเจนละลายได้มาก แต่ถ้าความดันอากาศน้อย ออกซิเจนก็ละลายได้น้อยไปด้วย (Wetzel, 2001) โดยก๊าซออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำจืดจะมาจากบรรยากาศหรือมาจากผลิตผลสุดท้ายของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมของพืชน้ำต่าง ๆ รวมทั้งแพลงก์ตอนพืชด้วย (ลานทอง, 2549) และปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำยังขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของออกซิเจน โดยออกซิเจนจะมีความเข้มข้นสูงบริเวณผิวน้ำยิ่งลึกความเข้มข้นของออกซิเจนยิ่งลดลง เนื่องจากออกซิเจนละลายได้เพียงเล็กน้อย (บัญญัติ, 2532) โดยทั่วไปความเข้มข้นของออกซิเจนที่ละลายน้ำในน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำคือ 5-7 มิลลิกรัมต่อลิตร และถ้าออกซิเจนที่ละลายน้ำต่ำกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตรจะเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ ออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำมาจากการซึมอิสระจากบรรยากาศหรือมาจากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชน้ำ และสาหร่าย (นันทนา, 2544) ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีผลต่อการกระจายการดำรงชีวิต และการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในน้ำ โดยปริมาณออกซิเจนที่ละลายในแหล่งน้ำจะเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล ถ้าแหล่งน้ำมีปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำลดลง ส่งผลให้ปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ลดลงด้วย (อะแอเซ๊าะ, 2549)

2.4 Biochemical Oxygen Demand (BOD)

ค่าบีโอดี คือค่าปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจน ค่าบีโอดีเป็นหนึ่งในปัจจัยที่สำคัญในการบ่งบอกคุณภาพน้ำน้ำทิ้ง มีประโยชน์ทางด้านเป็นข้อมูลในการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ ใช้บ่งบอกถึงค่าภาระอินทรีย์ (Organic Loading) และใช้ในการตรวจสอบคุณภาพน้ำตามแหล่งต่าง ๆ (กรมควบคุมมลพิษ, 2559)

โดยทั่วไปค่าบีโอดีของน้ำสะอาดมีค่าประมาณ 1-3 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำเริ่มสกปรกมีค่าประมาณ 5 มิลลิกรัมต่อลิตร และถ้าน้ำมีค่าบีโอดีสูงถึง 100 มิลลิกรัมต่อลิตร จัดว่าเป็นน้ำเสีย (กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2534)

2.5 ไนโตรเจน

ไนโตรเจนเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อระบบนิเวศของแหล่งน้ำ ซึ่งเป็นปัจจัยจำกัดที่สิ่งมีชีวิตในน้ำ โดยเฉพาะสิ่งมีชีวิตพวก (Macrophyte) และ (Microphyte) ที่ใช้ในการเจริญเติบโต และยังเป็นองค์ประกอบของโปรตีน ไขมันบางชนิด ที่ใช้ในการดำรงชีพอีกด้วย โดยในแหล่งน้ำจะได้สารประกอบไนโตรเจนจากกิจกรรมการเกษตร น้ำทิ้งจากชุมชน และน้ำฝนยังเป็นแหล่งไนโตรเจนหลักสำหรับแหล่งน้ำ ในแหล่งน้ำสารประกอบไนโตรเจนอยู่ในรูปไนเตรท ไนไตรท์ แอมโมเนีย ซึ่งแพลงก์ตอนพืชนำไนเตรทไปใช้ได้ โดยการเปลี่ยนให้อยู่ในรูปแอมโมเนียก่อน แล้วจึงนำไปสร้างโครงสร้างต่าง ๆ ในเซลล์ (นันทนา, 2544) ในแหล่งน้ำธรรมชาติ ไดอะตอม บางชนิด เช่น *Melosira varians*, *Synedra ulna* และ *Navicula viridula* สามารถเจริญได้ดีในน้ำที่มีไนเตรทสูง 2.0-3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร พวก *Navicula crytocephala* และ *Nitzschia palea* เจริญได้ดีในน้ำเสีย ซึ่งมีไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และคาร์บอนสูง (Patrick, 1977) ถ้าในแหล่งน้ำธรรมชาติมีไนโตรเจนอินทรีย์และแอมโมเนียไนโตรเจนมากและมีไนเตรท ไนโตรเจน และไนไตรท์ ไนโตรเจนในปริมาณน้อย แสดงว่าเป็นน้ำที่มีการปนเปื้อนจะเป็นน้ำที่ไม่ปลอดภัยต่อการบริโภค แต่ถ้าน้ำมีไนเตรท ไนโตรเจนเพียงเล็กน้อย และไม่มีไนโตรเจนอินทรีย์และแอมโมเนียเลย จัดเป็นน้ำคุณภาพดี โดยทั่วไปแหล่งน้ำธรรมชาติจะมีไนโตรเจนต่ำ คือประมาณ 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยเป็นแอมโมเนียประมาณ 0.01-0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร ถ้าปริมาณแอมโมเนียเกิน 0.50-1.00 มิลลิกรัมต่อลิตร จะยับยั้งการใช้ไนเตรท (Darley, 1982) ในแหล่งน้ำธรรมชาติจะมีไนไตรท์ประมาณ 0.5-5.00 มิลลิกรัมต่อลิตร หากมีความเข้มข้นมากจะเป็นอันตรายต่อปลาได้ (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2537)

2.6 ฟอสฟอรัส (Phosphorus)

ฟอสฟอรัส เป็นธาตุที่จำเป็นในการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนและพืชน้ำ รูปแบบของฟอสฟอรัสที่แพลงก์ตอน และพืชน้ำสามารถนำไปใช้ได้เลย จะอยู่ในรูปของฟอสฟอรัสละลายน้ำ (Soluble Reactive Phosphorus) หรือออร์โธฟอสเฟต (Orthophosphates) ส่วนโพลีฟอสเฟต (Polyphosphates) ซึ่งพบมากในน้ำทิ้งมาจากอาคาร บ้านเรือน และอินทรีย์ฟอสเฟต (Organophosphates) ที่มาจากขบวนการทางชีวภาพ แพลงก์ตอนพืช และพืชน้ำไม่สามารถนำไปใช้ได้ (พงศ์เชฏฐ์, ม.ป.ป.)

ฟอสฟอรัสสะสมในดิน และหินแร่หรือแหล่งสะสมอื่น ๆ ซึ่งมีการปลดปล่อยฟอสเฟตออกมาในรูปที่ละลายน้ำได้ โดยการชะล้าง พืชและสัตว์ก็จะนำเอาไปใช้ในการเจริญเติบโต และสร้างโปรโตพลาสซึม (Protoplasm) เมื่อพืชและสัตว์เหล่านั้นตายลง ปริมาณฟอสฟอรัสที่มีอยู่ในร่างกายก็จะถูกย่อยสลายกลับสู่พื้นดินหรือทะเล และถูกพัดพาจมลงไปในที่สุด บางส่วนอาจถูกสิ่งมีชีวิตดึงกลับมาใช้ประโยชน์ แต่ปริมาณที่สูญเสียไปมีมากกว่าปริมาณที่ถูกนำมาใช้กลับคืน ดังนั้นมนุษย์เราจึงจำเป็นต้องเติมหรือเพิ่มปริมาณฟอสฟอรัสใช้ปุ๋ยทางการเกษตร น้ำทิ้งจากการอุตสาหกรรม น้ำทิ้ง

จากบ้านเรือนที่อยู่อาศัย เป็นต้น ซึ่งของเสียเหล่านี้มีฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบในปริมาณมากน้อยต่างกัน เนื่องจากฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารที่จำเป็นต่อพืช ดังนั้นจึงสามารถทำให้พืชน้ำ โดยเฉพาะแพลงก์ตอนพืชสามารถเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ แต่ถ้ามีปริมาณมากเกินไปก็อาจทำให้เกิดสภาวะเสื่อมโทรมของแหล่งน้ำ ซึ่งเกิดจากการเจริญเติบโตของพืชน้ำหรือที่เรียกว่า Eutrophication ในที่สุด

จากการศึกษาในต่างประเทศมีผู้รายงานว่าหากแหล่งน้ำธรรมชาติมีปริมาณฟอสฟอรัสสูงเกินกว่า 0.01 mg/l จัดว่าแหล่งน้ำนั้นมีอาหารธรรมชาติมากเกินไป และแหล่งน้ำที่มีปัญหามลภาวะจะมีปริมาณฟอสฟอรัสสูงกว่า 0.6 mg/l อย่างไรก็ตามปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำไม่ได้เป็นมลพิษที่จะทำอันตรายต่อสัตว์น้ำ เพียงแต่เป็นตัวการที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของแหล่งน้ำ เนื่องจากการเจริญเติบโตของพืชน้ำ และเป็นเครื่องแสดงให้เห็นถึงความอุดมสมบูรณ์ของธาตุอาหารในแหล่งน้ำนั้น ในการควบคุมและป้องกันปัญหาเสื่อมโทรมของแหล่งน้ำจึงได้กำหนดมาตรฐานไว้โดยไม่ควรมีปริมาณฟอสฟอรัสเกิน 0.03 mg/l (เกรียงศักดิ์, 2539)

ฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่สำคัญสำหรับสิ่งมีชีวิต เนื่องจากเป็นธาตุที่จำเป็นต่อกระบวนการเมตาบอลิซึมในสิ่งมีชีวิต ดังนั้นจึงเป็นธาตุที่มีความสำคัญมากในระบบนิเวศ โดยฟอสฟอรัสเมื่อละลายน้ำจะอยู่ในรูปของออร์โธฟอสเฟต ซึ่งถูกนำไปใช้อย่างรวดเร็วโดยสิ่งมีชีวิตในน้ำ ดังนั้นออร์โธฟอสเฟตจึงมีปริมาณต่ำในน้ำจืด (นันทนา, 2544) ในแหล่งน้ำมักได้ฟอสเฟตจากน้ำทิ้ง จากบ้านเรือน จากผงซักฟอกในรูป Polyphosphate ในระบบน้ำประปา มักมีการเติมฟอสเฟตเพื่อป้องกันการตกตะกอนของ $CaCO_3$ สำหรับแพลงก์ตอนพืชพบว่าแหล่งน้ำที่มีปริมาณฟอสฟอรัสสูงมัก พบแพลงก์ตอนพืชกลุ่ม Cyanophyceae หรือแพลงก์ตอนพืชกลุ่มสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ที่ตรึงไนโตรเจนได้เจริญเป็นชนิดเด่น (Stevenson *et al.*, 1996) แต่ถ้าแหล่งน้ำมีฟอสเฟตมากเกินไปจะทำให้เกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชัน โดยเฉพาะถ้าในน้ำนั้นมีปริมาณไนเตรทมาก ทำให้แพลงก์ตอนพืชและพืชน้ำเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วและทำให้เกิดสภาวะขาดออกซิเจนในแหล่งน้ำ (ผกาวรรณ, 2534) ซึ่งแพลงก์ตอนพืชที่มักจะพบคือ *Oscillatoria rabescus*, *Aphanizomenon flos-aquae*, *Anabaena spiroides* และ *Microcystis aeruginosa* ในการควบคุมและป้องกันปัญหา การเสื่อมโทรมของแหล่งน้ำมีค่ามาตรฐานกำหนดไว้ว่าประมาณฟอสฟอรัสไม่ควรเกิน 0.03 มิลลิกรัมต่อลิตร (ไมตรีและจารุวรรณ, 2528)

2.9 คลอโรฟิลล์ เอ

การวัดความอุดมสมบูรณ์ของระบบนิเวศแหล่งน้ำ ทำได้โดยการวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ มวลชีวภาพของสาหร่าย (Algal Biomass) ซึ่งเป็นปัจจัยกำจัดที่ควบคุมการสร้างคลอโรฟิลล์ และมวลชีวภาพสำคัญปัจจัยหนึ่งคือ ปริมาณสารอาหารโดยเฉพาะอย่างยิ่งฟอสฟอรัส

ปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ ของแพลงก์ตอนพืชเป็นดัชนีบ่งบอกถึงผลผลิตเบื้องต้น (Primary Productivity) ของแหล่งน้ำซึ่งปริมาณคลอโรฟิลล์จะขึ้นกับปริมาณแอมโมเนีย ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสและปัจจัยอื่น ๆ (พงศ์เชฎฐ์, ม.ป.ป.)

คลอโรฟิลล์ เป็นรงควัตถุหลักในคลอโรพลาสต์ มีคุณสมบัติในการดูดกลืนแสงสีแดง และน้ำเงินมาก และสะท้อนแสงสีเขียว คลอโรฟิลล์มีหลายชนิด ได้แก่ คลอโรฟิลล์ เอ บี ซี ดี และอี แพลงก์ตอนพืชทุกชนิดมีคลอโรฟิลล์ เอ เป็นรงควัตถุหลัก ส่วนคลอโรฟิลล์อื่น ๆ นั้น ก็กระจายในแพลงก์ตอนพืช แต่ชนิดโดยรวมจะอยู่กับโปรตีน และฝังอยู่ระหว่างโปรตีนกับไขมันของเยื่อคลอโรพลาสต์ (ยุวดี, 2549)

2.10 แอมโมเนีย

ในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำหรือแหล่งน้ำธรรมชาติ แอมโมเนียจะอยู่ในสภาวะสมดุลระหว่างแอมโมเนียไม่แตกตัวหรือแอมโมเนียอิสระ (Unionized Ammonia หรือ Free Ammonia; NH_3) กับแอมโมเนียมอิออน (Ionized Ammonium หรือ Ammonium Ion, NH_4^+) ปฏิกิริยาสมดุลของสารละลายแอมโมเนียสามารถเขียนได้ ดังสมการ

$$NH_3 + H_3O^+ \longleftrightarrow NH_4^+ + H_2O$$

สมดุลของสารละลายแอมโมเนียถูกควบคุมโดยพีเอชเป็นหลัก เมื่อพีเอชเพิ่มขึ้นสมดุลย์จะเปลี่ยนไปทางซ้ายหรือกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่า เมื่อพีเอชเพิ่มขึ้นจะทำให้ความเข้มข้นของแอมโมเนียไม่แตกตัวเพิ่มขึ้น พีเอชที่เพิ่มขึ้น 1 หน่วยจะทำให้ความเข้มข้นของแอมโมเนียไม่แตกตัวเพิ่มขึ้น 10 เท่าสมดุลย์ของสารละลายแอมโมเนียยังขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ และความแรงของอิออน (Ionic Strength) ของสารละลายความเข้มข้นของแอมโมเนียรวม(ทั้งหมด) (Total Ammonia, T_{amm} หรือ TA) หรือเรียกสั้น ๆ ว่า “แอมโมเนีย” (Lawson, 1995; Boyd and Tucker, 1998) จึงเป็นผลรวมของความเข้มข้นของแอมโมเนียมอิออนกับแอมโมเนียอิสระ(ไม่เกิดการแตกตัว)

การผันแปรของชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนในรอบปี

การผันแปรของชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น ฤดูกาล สภาพภูมิประเทศ และปริมาณธาตุอาหาร เป็นต้น แหล่งน้ำในเขตอบอุ่นมีการผันแปรของปริมาณแพลงก์ตอนตามฤดูกาลอย่างชัดเจน แต่ในเขตร้อนการผันแปรตามฤดูกาลต้องขึ้นอยู่กับคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำนั้น ๆ ได้แก่ แสง อุณหภูมิ ความขุ่น ระดับน้ำ และธาตุอาหาร จึงทำให้การผันแปรของแพลงก์ตอนพืชมีความแตกต่างจากเขตอบอุ่น กล่าวคือในเขตอบอุ่นสามารถพบปริมาณแพลงก์ตอนพืชมากที่สุด 2 ครั้ง และปริมาณแพลงก์ตอนพืชน้อยที่สุด 2 ครั้งในรอบปีโดยในฤดูใบไม้

ผลิจะมีปริมาณแพลงก์ตอนพืชสูงสุด รองลงมา ได้แก่ ฤดูใบไม้ร่วงฤดูร้อน และฤดูหนาว ตามลำดับ แต่ในเขตร้อนอย่างประเทศไทย ส่วนใหญ่จะพบปริมาณแพลงก์ตอนพืชมากในฤดูร้อน เนื่องจากมีความเข้มแสงมาก และได้รับแสงเป็นเวลานาน ความขุ่นใสเหมาะสมต่อการเจริญเติบโต แต่ในทางกลับกันจะพบปริมาณน้อยในฤดูฝน เนื่องจากฤดูฝนกระแสน้ำในแม่น้ำไหลแรง และมีระดับสูงขึ้นประกอบกับน้ำฝนชะล้างตะกอนจากพื้นดินลงสู่แหล่งน้ำ ทำให้น้ำขุ่น ความสามารถในการสังเคราะห์แสงของพืชน้อยลง การเจริญเติบโตจึงลดลงด้วย ดังเช่นการศึกษาของ สิริพร และปริญญา (2558) ศึกษาชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนพืชในห้วยสำราญ จังหวัดศรีสะเกษ พบว่า จำนวนชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนพืชรวมมีค่ามากที่สุดในฤดูร้อนเมื่อเทียบกับฤดูหนาว และฤดูฝน โสภณา (2525) พบว่าบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยามีความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชมากในฤดูร้อนและปลายฤดูฝน แต่มีปริมาณน้อยในระหว่างฤดูฝนและฤดูหนาวในบริเวณเดียวกัน และได้สรุปการผันแปรของชนิดแพลงก์ตอนพืช พบว่าฤดูกาลเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดการผันแปร โดยในฤดูฝนบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยาจะพบแพลงก์ตอนพืชชนิดที่อยู่ในน้ำจืดมาก แต่ในฤดูแล้ง จะพบชนิดที่อยู่ในน้ำกร่อยและทะเลมากกว่า ในทางตรงกันข้ามงานวิจัยของบุสยา และคณะ (2559) พบแพลงก์ตอนพืชบริเวณอ่าวบ้านดอน จ.สุราษฎร์ธานี มีความชุกชุมในช่วงฤดูฝนสูงกว่าในฤดูร้อน เนื่องจากฤดูฝนมีความเข้มข้นของธาตุอาหาร เช่น แอมโมเนีย ไนไตรท์ ไนเตรท ออร์โธฟอสเฟต และซิลิเกต ซึ่งเป็นธาตุอาหารหลักที่แพลงก์ตอนพืชนำไปใช้ในการเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนสูงกว่าในฤดูร้อน

การใช้แพลงก์ตอนพืชเพื่อการบ่งชี้คุณภาพน้ำ

แพลงก์ตอนพืชสามารถใช้เป็นดัชนีชีวภาพในการประเมินคุณภาพน้ำอย่างง่าย โดยพิจารณาจากชนิดและปริมาณ และการแพร่กระจายร่วมกับการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพ และเคมี อย่างไรก็ดี ยุวดี (2550) ศึกษาการใช้แพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นเพื่อการบ่งชี้คุณภาพน้ำ พบว่าสามารถประเมินคุณภาพน้ำได้โดยไม่ต้องทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำด้วยเครื่องมือหรือสารเคมี และยังให้ค่าความถูกต้องมากกว่าร้อยละ 95 เมื่อเทียบกับคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพและเคมี ด้วยการใช้ค่าคะแนนมาตรฐานคุณภาพน้ำของ AARL-PP Score (Applied Algal Research Laboratory-Phytoplankton) โดยจะประกอบด้วยคะแนนจาก 2 ส่วน ดังนี้ ส่วนที่ 1 เป็นการสร้างคะแนนมาตรฐานคุณภาพน้ำ โดยอิงจากระดับสารอาหาร สามารถแบ่งออกได้เป็น 6 ระดับ คือ คุณภาพดี (Oligotrophic Status) ดีถึงปานกลาง (Oligotrophic Mesotrophic Status) ปานกลาง (Mesotrophic Status) ปานกลางถึงไม่ดี (Mesotrophic Eutrophic Status) ไม่ดี (Eutrophic Status) และไม่ดีมาก (Hypereutrophic Status) โดยใช้คะแนน 1-10 (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 คะแนนมาตรฐานคุณภาพน้ำโดยอ้างอิงจากระดับสารอาหาร

คะแนน	ระดับสารอาหาร	คุณภาพน้ำทั่วไป
1.0 – 2.0	สารอาหารต่ำ	คุณภาพน้ำดี สะอาด
2.1 – 3.5	สารอาหารต่ำถึงปานกลาง	ดีถึงปานกลาง ค่อนข้างสะอาด
3.6 – 5.5	สารอาหารปานกลาง	ปานกลาง
5.6 – 7.5	สารอาหารปานกลางถึงสูง	ปานกลางถึงไม่ดี ค่อนข้างสกปรก
7.6 – 9.0	สารอาหารสูง	ไม่ดี สกปรก
9.1 – 10.0	สารอาหารสูงมาก	ไม่ดีมาก เสื่อมโทรม

ที่มา: ยุวดี (2550)

ส่วนที่ 2 เป็นการให้คะแนนแพลงก์ตอนพืชสกุลเด่นที่ปรากฏในแหล่งน้ำที่มีคุณภาพแตกต่างกันโดยให้คะแนน 1-10 ซึ่งคะแนนน้อยจะบ่งชี่คุณภาพน้ำดี ส่วนคะแนนมากจะบ่งชี้คุณภาพน้ำไม่ดี (ตารางที่ 2) ซึ่งสามารถทำได้โดยการรวบรวมแพลงก์ตอนพืชมาวินิจฉัยจัดจำแนกระดับสกุล และหาความมากน้อยของแต่ละสกุลด้วยการนับจำนวนแพลงก์ตอนโดยใช้ Sedgewick-Rafter Counting Chamber นำสกุลเด่นซึ่งเรียงตามลำดับความมากน้อย 3-5 สกุล แล้วให้คะแนนด้วยการเทียบกับตารางมาตรฐาน หาค่าเฉลี่ยและนำผลลัพธ์ที่ได้ไปเปรียบเทียบกับตารางคะแนนคุณภาพน้ำในส่วนที่ 1

ตารางที่ 2 คะแนนแพลงก์ตอนพืชสกุลเด่น (Dominant Phytoplankton Genus)

คะแนน	สกุลของแพลงก์ตอนพืช			
1	*Dinobryon*			
2	*Cosmarium*	*Cyclotella*	*Eunotia*	*Micrasterias*
3	*Euastrum*	*Staurastrum*	*Staurodesmus*	
4	*Botryococcus*	*Centritractus*	*Ceratium*	
5	*Actinastrum*	*Acanthoceras*	*Aphanocapsa*	*Cymbella*
	Fragilaria	*Golenkinia*	*Isthmochloron*	*Kirchneriella*
	Melosiera	*Navicula*	*Nephrocytium*	*Pinnularia*
	Rhopalodia	*Stauroneis*		
6	*Amphora*	*Aulacoseira*	*Chlamydomonas*	*Chlorella*
	Chroococcus	*Costerium*	*Cocconeis*	*Encyonema*
	Epithemia	*Gomphonema*	*Gonium*	
	Gymnodium	*Oocystis*	*Pandorina*	*Peridiniopsis*
	Peridinium	*Rhizosolenia*	*Surirella*	*Synedra*
	Tetraedron	*Volvox*		
7	*Ankistrodesmus*	*Bacillaria*	*Coelastrum*	*Crucigenia*
	Crucigeniella	*Cylindrospermopsis*	*Dictyosphaerium*	*Dimorphococcus*
	Gyrosigma	*Micractinium*	*Monoraphidium*	*Pediastrum*
	Planktolyngbya	*Pseudanabaena*		
8	*Anabaena*	*Cryptomonas*	*Microcystis*	*Phacus*
	Rhodomonas	*Scenedesmus*	*Strombomonas*	*Synura*
	Trachelomonas			
9	*Merismopedia*	*Nitzchia*	*Oscillatoria*	*Phormidium*
10	*Euglena*			

ที่มา: ยุวดี (2550)

ความสำคัญของแพลงก์ตอนพืชในห่วงโซ่อาหาร

แพลงก์ตอนพืชมีความสำคัญต่อห่วงโซ่อาหาร (Food Chain) ในแหล่งน้ำทุกชนิดคือเป็นผู้ผลิตเบื้องต้นหรือเป็นห่วงแรกของโซ่อาหาร แพลงก์ตอนพืชเป็นอาหารของแพลงก์ตอนสัตว์อีกทอดหนึ่ง และแพลงก์ตอนสัตว์ก็จะถูกกินโดยลูกปลา ปลาขนาดเล็กถูกกินโดยปลาขนาดใหญ่ และสุดท้ายปลาจะเป็นอาหารของมนุษย์ ดังนั้นชนิดและปริมาณของทุกห่วงโซ่อาหารจึงมีความสัมพันธ์กันอย่างแยกไม่ได้ กล่าวคือชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนพืชจะเป็นตัวกำหนดชนิด และปริมาณของแพลงก์ตอนสัตว์ และเป็นเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จนสุดห่วงโซ่อาหาร ฉะนั้นธาตุอาหาร และปัจจัยสิ่งแวดล้อมทุกด้านจึงมีความสำคัญในการกำหนดชนิด และปริมาณของแพลงก์ตอนพืชด้วย (ลัดดา, 2543)

ความสำคัญของแพลงก์ตอนสัตว์ต่อสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

แพลงก์ตอน มีบทบาทสำคัญที่สุดในระบบนิเวศแหล่งน้ำ เป็นต้นกำเนิดของการถ่ายทอดพลังงานไปสู่ผู้บริโภคในห่วงโซ่อาหาร โดยเป็นอาหารธรรมชาติของปลา และสัตว์น้ำที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ (Wongrat, 1999) การกระจายของแพลงก์ตอนสัตว์ จะถูกควบคุมโดยทั้งปัจจัยทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ ความสำคัญของแพลงก์ตอนสัตว์ในระบบนิเวศ คือเป็นสิ่งมีชีวิตที่กินได้ทั้งตะกอน แพลงก์ตอนพืช และแพลงก์ตอนสัตว์ (Vilas *et al.,* 2008) ในขณะเดียวกันแพลงก์ตอนสัตว์เองเป็นอาหารของสัตว์น้ำหลายชนิด ดังนั้น แพลงก์ตอนสัตว์จึงเป็นผู้เชื่อมโยงระหว่างผู้ผลิต และผู้บริโภคลำดับสูงขึ้นไป (Turner, 2004)

1. แพลงก์ตอนสัตว์เป็นตัวเชื่อมโยงระหว่างผู้ผลิตปฐมภูมิ และผลผลิตทุติยภูมิทำให้เกิดการส่งผ่านพลังงานจากผู้บริโภคขั้นต้นไปสู่ผู้บริโภคระดับสูงขึ้นไป เห็นได้จากการที่แพลงก์ตอนสัตว์มีความหลากหลายในแง่ของชนิด ซึ่งแต่ละชนิดต่างก็มีพฤติกรรมการกินอาหารที่แตกต่างกันออกไป มีทั้งพวกกินพืช กินสัตว์ และกินซากอินทรีย์สาร ที่ล่องลอยอยู่ในมวลน้ำ ที่มันอาศัยอยู่เป็นอาหาร แพลงก์ตอนสัตว์ขนาดเล็ก เช่น *Tintninnopsis* spp. และ Nauplius จะกินแพลงก์ตอนพืชขนาดเล็กกลุ่มพิโค และนาโนแพลงก์ตอนเป็นอาหารหลัก แพลงก์ตอนสัตว์ที่มีขนาดใหญ่ เช่นโคพีพอด ลูกกุ้ง ลูกหอย จะกินไมโครแพลงก์ตอนพืช ส่วนลูกปลา หนอนธนู แมงกะพรุนจะกินพวกแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดเล็กเป็นอาหาร และแพลงก์ตอนสัตว์เหล่านี้ก็จะเป็นอาหารของสัตว์ที่อาศัยอยู่ตามพื้นท้องน้ำ และสัตว์น้ำขนาดใหญ่ต่อไป

2. แพลงก์ตอนสัตว์มีความสำคัญต่อผลผลิตการประมงโดยสัตว์น้ำที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจหลายชนิด เช่น กุ้ง หอย ปู และปลา มีช่วงระยะวัยอ่อนดำรงชีวิตเป็นแพลงก์ตอนสัตว์ และอาศัยอยู่ในน้ำ

การกินอาหารของปลา

วิมล เหมะจันทร (2540) ได้จำแนกปลาออกเป็นกลุ่มตามพฤติกรรมการกินและชนิดของอาหาร ดังนี้

1. แบ่งตามนิสัยการกิน (Feeding Habit)

1.1 ปลาล่าเหยื่อ (Predator) คือ ปลาที่กินเนื้อสัตว์เป็นอาหาร โดยใช้วิธีการล่าเหยื่อ ซึ่งสัตว์ที่เป็นเหยื่อจะมีความอ่อนแอกว่าปลาที่ล่าเหยื่อ ได้แก่ ปลาฉลาม ปลาช่อน เป็นต้น

1.2 ปลาแทะเล็ม (Grazer) คือ ปลาที่กัดกินแทะเล็มหรือตอด สามารถกินได้ทีละน้อย เป็นปลาที่อาศัยตามพื้นท้องน้ำหรือแนวหิน โยอาหารของปลาเหล่านี้ ได้แก่ สาหร่าย ตะไคร่น้ำ ปลาจำพวกนี้ ได้แก่ ปลานกแก้ว ปลาผีเสื้อ เป็นต้น

1.3 ปลากรองอาหารกิน (Strainer) คือ ปลาที่กรองอาหารโดยใช้ซี่เหงือก และคัดเลือกอาหารผ่านการกรองทางซี่เหงือก โดยอาหารของปลาเหล่านี้ ได้แก่ แพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ ปลาจำพวกนี้ ได้แก่ ปลาฉลาม ปลาทู ปลาหลังเขียว เป็นต้น

1.4 ปลาดูดกิน (Sucker) คือปลาที่ใช้ดูดหากินตามพื้นดิน โดยริมฝีปากจะพัฒนาไปเป็นปากสำหรับดูด ได้แก่ ปลาสเตอร์เจียน ปลาลูกผึ้ง ปลารากกล้วย และปลาทรงเครื่อง เป็นต้น

1.5 ปลาที่เป็นปรสิต (Parasite) คือ ปลาที่เกาะติดเจ้าบ้าน (Host) แล้วดูดกินของเหลว โดยใช้ฟันเจาะเป็นรู แล้วดูดสารอาหารจากร่างกายเหยื่อ เช่น ปลาแลมเพรย์

2. แบ่งตามชนิดอาหารที่กิน

2.1 ปลากินพืช (Herbivorous) คือ ปลาที่กินพืชเป็นอาหาร เช่น ปลาตะเพียน ปลานิล ปลากระบอก และปลาจีน เป็นต้น

2.2 ปลากินเนื้อ (Carnivorous) คือ ปลาที่กินสัตว์อื่นเป็นอาหาร เช่น ปลาสาก ปลาช่อนปลาชะโด และปลากระสง เป็นต้น

2.3 ปลากินทั้งพืชและสัตว์ (Omnivorous) คือ ปลาที่กินอาหารทุกชนิดทั้งพืช และสัตว์หรืออาจสลับกันแล้วแต่โอกาสและชนิดอาหารที่พบ

2.4 ปลากินซาก (Scarvenger) คือ ปลาที่กินเศษซากเน่าเปื่อยตามพื้นท้องน้ำเป็นอาหาร เช่น ปลาแฮ็ก (Hag Fish)

2.5 ปลากินแพลงก์ตอน คือ ปลาที่กรองกินแพลงก์ตอนเป็นอาหาร เช่น ปลาทู

2.6 ปลาที่เป็นปรสิต (Parasite) คือปลาที่เป็นปรสิต มีชีวิตโดยการดูดกินของเหลวจากสิ่งมีชีวิตอื่น เช่น ปลาแลมเพรย์

ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการกินอาหารของปลา

1. แหล่งอาหารธรรมชาติ เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการกินอาหารของปลา ทั้งนี้ ปริมาณอาหารที่มีอยู่ในธรรมชาติ เป็นปัจจัยในการกำหนดรูปแบบการเลือกกินอาหาร การแก่งแย่ง หรือการใช้อาหารร่วมกัน หากช่วงเวลาใดที่ปริมาณอาหารที่สามารถใช้ประโยชน์ได้ในธรรมชาติมีมาก ปลาจะสามารถปรับเปลี่ยนพฤติกรรม ไปกินอาหารที่หาได้ง่ายและมีปริมาณมากที่สุดในขณะนั้น โดยเฉพาะกลุ่มปลากินพืชในช่วงฤดูฝนที่มีปริมาณน้ำเพิ่มมากขึ้นในแหล่งน้ำ พืชน้ำและแพลงก์ตอนพืช ซึ่งเป็นอาหารหลักจะเจริญเติบโต ได้ดี และรวดเร็ว ส่งผลให้เกิดแนวโน้มในการแก่งแย่ง และการซ้อนทับของแหล่งอาหารของปลากินพืชสูงขึ้น ต่างจากฤดูแล้งที่ทรัพยากรอาหารในแหล่งน้ำลดลง ปลาจึงจำเป็นต้องปรับตัว โดยเปลี่ยนนิสัยการกินอาหารให้มีความจำเพาะมากขึ้น เพื่อความอยู่รอดในแหล่งน้ำ และสามารถอาศัยร่วมกับปลาชนิดอื่นได้ในช่วงเวลาดังกล่าว (Persson and Hansson, 1999)

2. ฤดูกาล เป็นปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการกินอาหารของปลา โดยการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลจะมีผลต่อชนิด และปริมาณอาหารในแหล่งน้ำ ปลาจะเปลี่ยนอาหารที่เคยกินอยู่เดิมเป็นอีกชนิดหนึ่งที่มีปริมาณมากและง่ายต่อการหาจากแหล่งน้ำมากกว่าความชอบอาหารที่ปลาเคยกิน (Piet *et al.*, 1999) ในฤดูฝนระดับน้ำแหล่งน้ำเพิ่มขึ้น ส่งผลต่อปริมาณ และจำนวนอาหาร และเพิ่มพื้นที่อาศัยตลอดจนขยายพื้นที่แหล่งอาหาร ซึ่งง่ายต่อการหาอาหารของปลาในแต่ละกลุ่ม Horppila *et al.* (2000) ดังนั้น องค์ประกอบของอาหารในกระเพาะปลาที่เปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลสะท้อนให้เห็นว่าแหล่งอาหารในธรรมชาติมีการเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาลได้เช่นกัน (Xie *et al.*, 2000)

3. ฤดูกาลสืบพันธุ์ ปลาบางชนิดมีพฤติกรรมการสืบพันธุ์และดูแลตัวอ่อนที่เป็นอุปสรรคต่อการกินอาหาร ดังนั้นในช่วงเวลาดังกล่าวปลาจะไม่กินอาหาร เช่นปลานิล ปลาหมอเทศ ปลาอมไข่ จะมีพฤติกรรมอมไข่ไว้ในปากเพื่อช่วยให้ไข่ฟักออกเป็นตัวอ่อน และปลาจะพ่นไข่เข้าออกอยู่ตลอดเวลาช่วงนี้แม่ปลาจึงไม่กินอาหาร (วิมล, 2540)

4. แสง โดยความเข้มของแสง และช่วงแสงในรอบวัน มีผลต่อการกินอาหารของปลาเช่นกัน โดยปลาแต่ละชนิดมีช่วงเวลาในการหาอาหารแตกต่างกัน เช่น ปลาช่อน ปลาหมอ มักหากินในเวลากลางวัน ส่วนปลาซีกเดียว มักหากินในเวลากลางคืน เป็นต้น (วิมล, 2540)

5. ปัจจัยอื่น ๆ เช่น สภาวะน้ำขึ้น น้ำลง ความเค็ม ความเป็นกรดเป็นด่าง กระแสน้ำ หรือสิ่งที่ทำให้ปลาตกใจ ก็มีส่วนร่วมต่ออัตราการกินอาหารของปลา (วิมล, 2540)

6. อวัยวะรับความรู้สึกต่าง ๆ เช่น หนวด ริมฝีปาก ตา จมูก ใช้ช่วยหาอาหารได้ดี โดยถ้าอวัยวะเหล่านี้ถูกตัดขาด จะทำให้ปลากินอาหารได้น้อยลง (วิมล, 2540)

7. ช่วงวงจรของชีวิต ในปลาที่มีอายุน้อย จะพบว่ามีอัตราการกินอาหารได้มากกว่าปลาที่โตเต็มวัยแล้ว แม้แต่เป็นชนิดเดียวกันก็ตาม นอกจากนี้ในปลาที่กำลังอยู่ในวัยเจริญพันธุ์ก็จะกินอาหารมากกว่าเมื่อเวลาวัยปกติ (วิมล, 2540)

จากเหตุผลดังกล่าว จึงทำให้วิธีการดำรงชีวิตของปลาที่แตกต่างกัน ปลาจึงต้องมีการปรับเปลี่ยนสรีระ และวิธีการหาอาหารตามสภาพแวดล้อมที่อาศัยอยู่ มีการพัฒนาระบบประสาทสัมผัสที่ดี เช่น การใช้จมูกในการรับกลิ่น การใช้สายตาในการรับรู้ถึงระดับความเข้มข้นของแสง และการมองเห็น การใช้เส้นข้างลำตัวในการรับแรงสั่นสะเทือน และแรงดันน้ำ การมีหนวดเพื่อรับสัมผัสเกี่ยวกับกลิ่น และรส เป็นต้น (วิมล, 2540)

การศึกษาองค์ประกอบของอาหารในกระเพาะอาหารของปลา

การศึกษาองค์ประกอบของอาหารในกระเพาะอาหารของปลา อาจใช้วิธีการผ่าตัดนำเอาอาหารออกมาจากท้องปลาตัวอย่างโดยตรงหรือการดูดออกมาจากปลาตัวอย่าง เนื่องจากไม่ต้องการฆ่าปลาดังกล่าว (Wootton, 1998) การศึกษาองค์ประกอบอาหารเชิงปริมาณมีหลายวิธีดังนี้

1. วิธีนับจำนวน (Numerical Method) เป็นการจำแนกชนิดของอาหารในกระเพาะแล้วนับจำนวนของอาหารแต่ละชนิดที่พบในกระเพาะอาหารของสัตว์น้ำแต่ละตัว ซึ่งการรายงานผลอาจอยู่ในรูปของค่าเฉลี่ย 5 จำนวนอาหารแต่ละกลุ่มที่พบในตัวอย่างกระเพาะทั้งหมด นอกจากนี้อาจจะเปรียบเทียบองค์ประกอบชนิด และปริมาณอาหารของแต่ละชนิดที่พบในกระเพาะอาหาร บางครั้งการนับจำนวนของอาหารเป็นไปได้ยาก เนื่องจากอาหารเกิดการย่อยขึ้นแล้วในกระเพาะหรือเกิดจากการบดเคี้ยวระหว่างการกินอาหาร ซึ่งการรายงานผลอาจจะเป็นการเปรียบเทียบสัดส่วนของอาหารแต่ละชนิด วิธีนี้เหมาะสำหรับปลาที่กินเนื้อเป็นอาหาร (Hynes, 1950; Hyslop, 1980)

2. วิธีหาความถี่ของการพบอาหารแต่ละชนิดในระบบย่อยอาหาร (Frequency of Occurrence Method) เป็นการจำแนกชนิดอาหารในกระเพาะ แล้วนับจำนวนกระเพาะที่พบอาหารแต่ละชนิดนั้น เปรียบเทียบกับจำนวนกระเพาะอาหารที่ทำการศึกษาทั้งหมดและคิดเป็นร้อยละ ซึ่ง

จะทำให้ทราบถึงการแก่งแย่งในการกินอาหารระหว่างสัตว์น้ำหลายชนิดที่อาศัยในประชาคมเดียวกัน และมีการบริโภคอาหารชนิดเดียวกันได้ (Williams, 1981)

3. วิธีหาปริมาตรและน้ำหนัก (The Volume and Weight Methods) เป็นการประเมินปริมาตรหรือน้ำหนักของอาหารแต่ละชนิดแล้วเปรียบเทียบกับปริมาตรของอาหารทั้งหมดของปลาแต่ละชนิด หาปริมาตรโดยการแทนที่น้ำ และหาน้ำหนักโดยการชั่ง ส่วนความสำคัญของอาหารแต่ละชนิดหาได้โดยการเทียบสัดส่วน (น้ำหนักหรือปริมาตร) ของอาหารชนิดหนึ่ง ๆ กับน้ำหนักหรือปริมาตรของสัดส่วนอาหาร ข้อจำกัดของวิธีนี้ คือ ไม่สะดวกในการชั่งน้ำหนักอาหารแต่ละชนิดในกรณีที่อาหารมีขนาดเล็ก เช่น แพลงก์ตอนพืช และแพลงก์ตอนสัตว์ ทำให้มีโอกาสผิดพลาดได้ง่าย (Hynes, 1950)

4. วิธีหาสัดส่วนของอาหารแต่ละชนิด (The Point Method) เป็นวิธีการศึกษาองค์ประกอบในกระเพาะอาหาร โดยศึกษาหาสัดส่วนของอาหารแต่ละชนิดที่ปรากฏโดยเทียบสัดส่วนชนิดของอาหารที่มีปริมาตรมากที่สุด และคิดเป็นร้อยละ ซึ่งวิธีนี้ ได้รับความนิยม เนื่องจากรวดเร็วและง่าย นอกจากนั้น ยังไม่มีผลกระทบต่อความถี่ของอาหารชิ้นเล็ก ๆ ที่พบในกระเพาะ แต่มีข้อจำกัดคือ อาจเกิดความผิดพลาด ซึ่งเกิดจากการพิจารณาของผู้วิจัยได้ และระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างนานเกินไป อาจมีผลทำให้ตัวอย่างเสียสภาพไปจากเดิม (Hynes, 1950)

5. วิธีหาปริมาตรอาหารทั้งหมด (Total Fullness Method) เป็นวิธีที่ใช้ศึกษาปริมาตรทั้งหมดขององค์ประกอบอาหารในกระเพาะอาหารหรือทางเดินอาหาร (Total Volume Method) โดยแบ่งระดับความเต็มของทางเดินอาหารหรือกระเพาะอาหาร (Fullness) ดังนี้ คือ 1,2,3,4 และ 5 ตามลำดับ ถ้าระดับของ 6 Fullness มาก ปริมาตรขององค์ประกอบอาหารในกระเพาะอาหารหรือทางเดินอาหารจะมาก ตามลำดับ วิธีนี้จะใช้วิธีการหาสัดส่วนของอาหารแต่ละชนิดมาประกอบพิจารณาด้วย (Hynes, 1950)

ประโยชน์และความสำคัญของการศึกษาองค์ประกอบของอาหารในกระเพาะอาหารของปลา

การวิเคราะห์องค์ประกอบของอาหารในทางเดินอาหารปลา ทำให้ทราบข้อมูลเกี่ยวกับแหล่งอาศัยของปลา โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่อยู่ในระบบนิเวศ และเป็นมาตรฐานในการศึกษานิเวศวิทยาของปลา (Hyslop, 1980) ความสัมพันธ์ของอาหารปลาที่กินมีส่วนช่วยในการกำหนดระดับประชากรปลา อัตราการเจริญเติบโต สภาวะของปลา และยังเป็นข้อมูลพื้นฐานในการกำหนดสถานภาพของปลาว่าเป็นผู้ล่าหรือผู้แก่งแย่ง เนื่องจากปลาหลายชนิดจะมีนิสัยการกินอาหารเปลี่ยนแปลงไป

ตามฤดูกาล และระยะต่าง ๆ ของวงจรชีวิต (Lagler, 1956) เมื่อปลาเจริญเติบโตขึ้น อาหารชนิดที่เคยเกิดประโยชน์สูงสุด อาจไม่ใช่อาจไม่ใช่อาหารที่ให้ประโยชน์สูงสุดอีกต่อไปแก่ปลา ซึ่งหมายความว่าปลาจะเปลี่ยนพฤติกรรม การกินอาหารให้สอดคล้องกับอายุ และขนาดที่เปลี่ยนไปด้วย ดังนั้น การศึกษานิเวศวิทยาการกินอาหารของปลาจึงช่วยให้เข้าใจถึงพฤติกรรมการดำรงชีวิตของปลาแต่ละชนิดให้อยู่รอดในสภาพธรรมชาติ Gerking (1994) และ Mondal *et al.* (2005) กล่าวว่า การเพาะเลี้ยงพันธ์ปลา เป็นความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับปัจจัยทางนิเวศวิทยา ที่มีผลทั้งทางตรงและทางอ้อมกับการกินอาหารของปลาได้ในปริมาณน้อยหรือมากจากแหล่งน้ำ ทั้งนี้ความรู้เกี่ยวกับชนิดอาหารและนิสัยการกินอาหารของปลาทำให้เกิดความเข้าใจในการเพาะเลี้ยงพันธ์ปลาแต่ละชนิดเพื่อผลผลิตสูงสุด เนื่องจากปลากินอาหารที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโต และปราศจากการแก่งแย่งอาหารระหว่างกัน ดังนั้น ความรู้เกี่ยวกับอาหาร และนิสัยการกินอาหารของปลาจะช่วยในการคัดเลือกชนิดพันธ์ปลาที่จะนำมาเพาะเลี้ยง จะช่วยตรวจสอบเอกลักษณ์ของสภาพแวดล้อม และยังบ่งชี้ถึงการบริหารจัดการเกี่ยวกับการประมงอย่างถูกต้องต่อไปในอนาคต นอกจากนี้ ยังบอกถึงความสัมพันธ์อย่างเฉพาะเจาะจง ระหว่างปลากับแหล่งน้ำ รวมทั้งบอกถึงความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำอีกด้วย Dadzie (2007) กล่าวว่า การศึกษาอาหารและนิสัยการกินอาหารของปลา สามารถใช้ตรวจสอบความสัมพันธ์ของลำดับขั้นการกินอาหารขั้นสูง (Higher Trophic Level) ในระบบนิเวศได้ นอกจากนั้น Paloheimo andIckie (1970) ยังได้รายงานว่าข้อมูลเกี่ยวกับอาหารที่ปลากินทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพนั้น สามารถนำมาใช้ในการประมาณผลผลิตของประชากรปลา

วิจัยที่เกี่ยวข้อง

ถมรัตน์ และคณะ (2550) ศึกษาคุณภาพน้ำของสระน้ำบางแหล่งบริเวณงานพืชสวนโลกเฉลิมพระเกียรติ ได้แก่ สระขนาดใหญ่ คือบึงราชพฤกษ์ และสระขนาดเล็กบริเวณสวนนานาชาติ ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2549 – เดือนมกราคม 2550 พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 32 Species ใน 5 Divisions แพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นที่พบในบึงราชพฤกษ์ ได้แก่ *Oscillatoria* spp., *Microcystis aeruginosa Kützing*, *Cylindrospermopsis raciborskii* (Wolosz)., *Trachelomonas* spp. และ *Aulacoseira granulate* (Ehrenberg) Ralfs ส่วนสระขนาดเล็กพบแพลงก์ตอนพืชชนิดเด่น คือ *Aulacoseira* spp., *Cyclotella* sp., *Coelastrum* spp. และ *Oscillatoria* spp. เมื่อจัดคุณภาพน้ำตาม AARL-PP Score พบว่าบึงราชพฤกษ์มีคุณภาพน้ำต่ำมีสารอาหารมาก (Eutrophic Status) ส่วนสระน้ำขนาดเล็กมีคุณภาพน้ำปานกลางถึงต่ำมีสารอาหารปานกลางถึงมาก (Mesotrophic – Eutrophic Status)

สิริพร และปริญญา (2558) ศึกษาการใช้แพลงก์ตอนพืชเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำในห้วยสำราญ จังหวัดศรีสะเกษ ในช่วงเดือน ธันวาคม 2556 ถึงเดือนสิงหาคม 2557 ตามช่วงการเปลี่ยนแปลงฤดูกาลในช่วงฤดูหนาว (ธันวาคม 2556 และกุมภาพันธ์ 2557) ฤดูร้อน (เมษายน และพฤษภาคม 2557) และฤดูฝน (มิถุนายนและสิงหาคม 2557) พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 5 ดิวิชั่น 104 ชนิด ดิวิชั่นที่พบมากที่สุด คือคลอโรไฟตา ส่วนที่พบน้อยที่สุด คือดิวิชั่นไพโรไฟตา โดยพบจำนวนชนิดสูงที่สุดในฤดูร้อน 72 ชนิด รองลงมา คือฤดูหนาว 44 ชนิด และฤดูฝน 33 ชนิด ส่วนปริมาณพบว่าฤดูร้อน มีปริมาณแพลงก์ตอนพืชสูงสุด 18,212 เซลล์ต่อลิตร แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับฤดูหนาว ($p>0.05$) ซึ่งมีปริมาณ 17,686 เซลล์ต่อลิตร และในฤดูฝนมีปริมาณแพลงก์ตอนพืชรวมน้อยที่สุด 5,265 เซลล์ต่อลิตร สำหรับคุณภาพน้ำเมื่อเปรียบเทียบทั้ง 3 ฤดูกาล พบว่าความโปร่งแสง (48-52 เซนติเมตร) ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (4.7-5.7 มิลลิกรัมต่อลิตร) และค่าบีโอดี (5.3-5.6 มิลลิกรัมต่อลิตร) มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แต่อุณหภูมิ (26.5-31.5 องศาเซลเซียส) พีเอช (6.7-7.0) ไนเตรท (1.08-6.2 มิลลิกรัมต่อลิตร) และฟอสเฟต (0.30-0.46 มิลลิกรัมต่อลิตร) มีค่าแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) ทั้งนี้ จำนวนชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนพืชมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกับความโปร่งแสงคือ เมื่อมีความโปร่งแสงมากขึ้นจะมีจำนวนชนิด และปริมาณของแพลงก์ตอนพืชมากขึ้นตามไปด้วย ส่วนบริเวณที่มีความขุ่นของน้ำสูงจะส่งผลทำให้จำนวนแพลงก์ตอนพืชลดลงตามไปด้วย แพลงก์ตอนพืชชนิดเด่น 3 ลำดับแรก คือ *Closterium* sp. รองลงมาคือ *Ceratium furcoides* (Levander) Langhans และ *Navicula* sp. ซึ่งมีคะแนน AARL-PP score เท่ากับ 5.0 จัดได้ว่าห้วยสำราญอยู่ในระดับสารอาหารปานกลาง มีคุณภาพน้ำปานกลาง โดย *Closterium* sp. มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับค่าบีโอดี *C. furcoides* (Levander) Langhans มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความโปร่งแสง พีเอช และออกซิเจนละลายน้ำ และ *Navicula* sp. มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความโปร่งแสง และมีความสัมพันธ์เชิงลบกับปริมาณฟอสเฟต อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) จากคุณภาพน้ำสามารถสรุปได้ว่าคุณภาพน้ำห้วยสำราญอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ประเภทที่ 3

ปฏิพัทธ์ และคณะ (2560) ศึกษาความหลากหลายชนิดของแพลงก์ตอนพืชและความสัมพันธ์ต่อคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำแม่ถาง จังหวัดแพร่ พบว่า พบแพลงก์ตอนพืช 32 ชนิด มีชนิดเด่น ได้แก่ *Pseudanabaena* sp.(19.97%) *Cylindrospermopsis* sp. (18.30%) และ *Oscillatoria* sp. (16.27%) ตามลำดับ ค่าดัชนีความหลากหลาย และค่าดัชนีความสม่ำเสมอของแพลงก์ตอนพืชมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.1 และ 0.69 ตามลำดับ จากผลการวิเคราะห์ CA และ PCA พบว่าแพลงก์ตอนพืชแต่ละชนิดมีการแพร่กระจายตามช่วงเดือนที่แตกต่างกัน ส่วนคุณภาพน้ำแต่ละปัจจัยพบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

สุพัฒน์ (2561) ศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของแพลงก์ตอน และความสัมพันธ์กับธาตุอาหารในแหล่งน้ำบริเวณพื้นที่ปกปักพันธุกรรมพืชภายใต้โครงการ อพ.สธ. เขื่อนจุฬาภรณ์ จังหวัดชัยภูมิ ครอบคลุมฤดูหนาว ร้อนและฝน ช่วงเดือนธันวาคม 2559 ถึงเดือนกันยายน 2560 พบแพลงก์ตอนพืช 32 สกุล มีชนิด *Lepocinclis* sp. (26.5%), *Euglena* sp. (22.6%) และ *Oscillatoria* sp. (9.4%) เป็นชนิดเด่น ค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชเฉลี่ย 1.3 และพบว่า แอมโมเนียรวม (1.22 มิลลิกรัมต่อลิตร) ไนไตรท์ (0.09 มิลลิกรัมต่อลิตร) และฟอสฟอรัสที่ละลายน้ำ (0.29 มิลลิกรัมต่อลิตร) เป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อปริมาณของแพลงก์ตอนในบริเวณพื้นที่ปกปักพันธุกรรมพืชอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) จึงสรุปได้ว่าปริมาณธาตุอาหารในแหล่งน้ำส่งผลต่อความหลากชนิดของแพลงก์ตอน ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำและการแพร่กระจายของแพลงก์ตอน เพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากรนิเวศทางน้ำต่อไปได้

เตือนตรา และคณะ (2562) ทำการศึกษาแพลงก์ตอนสัตว์เป็นดัชนีชีวภาพในการชี้วัดคุณภาพน้ำในคลองป่าพะยอมโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยคุณภาพน้ำกับแพลงก์ตอนสัตว์ด้วยการ วิเคราะห์ Canonical Correspondenec Analysis (CCA) การเก็บข้อมูลคุณภาพน้ำและตัวอย่าง แพลงก์ตอนสัตว์ในระบบนิเวศน์คลองป่าพะยอมระยะทาง 33 กิโลเมตร ระหว่างเดือนพฤษภาคม 2559 – มกราคม 2560 พบว่า มีจำนวนแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบ 17 Taxa จาก 3 ไฟลัม คือ ไฟลัมแอนนีลิดา ไฟลัมโรติเฟอราและไฟลัมอาร์โทรโพดา โรติเฟอร์ถูกใช้เป็นองค์ประกอบหลักของสังคมแพลงก์ตอนสัตว์ในการประเมินคุณภาพน้ำ ผลจากการวิเคราะห์ด้วย CCA พบว่า คุณภาพน้ำมีอิทธิพลต่อความชุกชุมและการกระจายของแพลงก์ตอนสัตว์โดยปริมาณแอมโมเนีย ไนไตร์ ฟอสเฟต BOD และปริมาณออกซิเจนละลายน้ำจะมีอิทธิพลต่อโรติเฟอร์ใน สกุล *Philodina* sp, *Filinia* sp. และ *Branchiomus* sp. ส่วนค่าการนำไฟฟ้าและปริมาณของแข็งละลายน้ำจะมีอิทธิพลต่อโรติเฟอร์ในสกุล *Euchlanis* sp., *Lacane* sp. และ *Polyathra* sp.

Prasertsin *et al.* (2017) ศึกษาคุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมีและชีวภาพในพื้นที่ชุ่มน้ำหนองหลวง จังหวัดเชียงราย เพื่อการจัดการอย่างยั่งยืนทำการศึกษาระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ.2554 ถึงเดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ.2555 พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 5 ดิวิชั่น 42 จีนัส 183 ชนิด ส่วนใหญ่เป็นแพลงก์ตอนพืชในดิวิชั่น Euglenophyta 47 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ดิวิชั่น Chlorophyta 35 เปอร์เซ็นต์ ดิวิชั่น Crrysophyta 9 เปอร์เซ็นต์ ดิวิชั่น Cyanophyta 8 เปอร์เซ็นต์และดิวิชั่น Cryptophyta 1 เปอร์เซ็นต์ แพลงก์ตอนพืชชนิดเด่น ได้แก่ *Euglena* sp., *Thechelomonas* sp.1 และ *Phacus curvicauda* ตามลำดับ เมื่อพิจารณาแพลงก์ตอนพืชที่สามารถนำมาใช้วัดคุณภาพน้ำได้โดยใช้ AARL-PP Score พบว่าส่วนใหญ่น้ำในพื้นที่ชุ่มน้ำ หนองหลวงมีค่าเฉลี่ยของแพลงก์ตอนพืชเท่ากับ 6.10 ซึ่งระดับสารอาหารเป็นแบบสารอาหารปานกลางถึงสูง ผลของคุณภาพน้ำอยู่ในระดับ

คุณภาพน้ำดีปานกลางถึงไม่ดี หากพิจารณาคุณภาพน้ำตามมาตรฐานน้ำในแหล่งน้ำผิวดินของ (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2537) สามารถจัดเป็นแหล่งน้ำประเภทที่ 3

พิมพ์วิภา และชุติมา (2554)ได้ศึกษาองค์ประกอบชองอาหารในทางเดินอาหารของปลาวงศ์ปลาตะเพียนบางชนิด ได้แก่ ปลาตะเพียนขาว (*Barbodes honionotus*) ปลากระแห (*Puntius schwanefeldi Bleeker*) และปลากระมัง (*Puntioplites proctozysron*) จากอ่างเก็บน้ำห้วยป่าแดง จังหวัดเพชรบูรณ์ ในฤดูร้อน (พฤษภาคม – มิถุนายน 2553) และฤดูฝน (กรกฎาคม – กันยายน 2553) โดยซื้อตัวอย่างปลาจากชาวบ้านที่จับปลา พบว่า ปลาทั้ง 3 ชนิดกินอาหารคล้ายคลึง ได้แก่ ตัวอ่อนแมลงน้ำชิ้นส่วนแมลง โคพีพอด คลาโดเซอรา ออสตราคอด และชิ้นส่วนพืช เป็นองค์ประกอบหลัก แต่ร้อยละปริมาณอาหารที่พบแตกต่างกัน โดยพบว่า กินตัวอ่อนแมลงน้ำสองปีก วงศ์ Chironomidae เป็นอาหารหลักมากที่สุด ค่าร้อยละจำนวนตัว ฯ Onomidae ที่ปลาตะเพียนขาวกินในฤดูร้อนและฤดูฝนเท่ากับร้อยละ 37.29 และ 35.50 ส่วนปลากระแหกิน ร้อยละ 63.25 และ 53.47 สำหรับปลากระมัง กินร้อยละ 51.18 และ 27.41 ตามลำดับ ผลการศึกษาทำให้ทราบว่า ปลาทั้ง 3 ชนิดนี้ เป็นปลากินทั้งพืชและสัตว์ แต่กินอาหารกลุ่มสัตว์มากกว่าพืช

ผกามาศ และอภินันท์ (2556) ได้ศึกษาอาหารธรรมชาติในระบบทางเดินอาหารของปลาพลวง *Neolissochilus stracheyi* ในแม่น้ำว้า จังหวัดน่าน พบว่า องค์ประกอบหลักที่พบในกระเพาะอาหารของปลาพลวง ประกอบด้วยชิ้นส่วนของพืช ร้อยละ 73.36 สาหร่าย ร้อยละ 15.41 ปรสิต ร้อยละ 5.94 และชิ้นส่วนแมลง ร้อยละ 4.43 และองค์ประกอบหลักของอาหารที่พบในลำไส้ประกอบด้วยชิ้นส่วนของพืช ร้อยละ 69.36 ปรสิต ร้อยละ 12.90 สาหร่าย ร้อยละ 10.09 และชิ้นส่วนแมลง ร้อยละ 6.90 โดยเมื่อจำแนกขนาดปลาแล้ว พบว่า ในระบบทางเดินอาหารของปลาพลวงขนาดเล็ก จะพบกลุ่มสาหร่ายมากสุด ปลาขนาดกลางพบกลุ่มแมลงมากสุด พบกลุ่มปรสิตในปลาทุกขนาด โดยพบปรสิตในลำไส้มากกว่ากระเพาะอาหาร ในฤดูกาลที่พบแมลง และสาหร่ายมากสุด คือ ฤดูหนาว ส่วนปรสิตพบมากในฤดูฝน เป็นกลุ่มปลากินพืช (Herbivorous) ทั้งเพศผู้และเพศเมียมีนิสัยการกินอาหารที่ไม่แตกต่างกัน

สุประวัติ (2556) ศึกษาองค์ประกอบในทางเดินอาหารปลาต้นน้ำในลำธารห้วยเขย่ง และห้วยปากคอก อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี พบปลาทั้งหมด 25 ชนิด ซึ่งพบปลาในวงศ์ Cyprinidae มีความหลากชนิด และชุกชุมมากที่สุด และศึกษาองค์ประกอบของอาหารในกระเพาะอาหารปลา 10 ชนิดด้วยวิธีคำนวณร้อยละ ปริมาณและความถี่ของอาหารในแต่ละกลุ่ม พบว่า อาหารกลุ่มเด่นของปลาส่วนใหญ่ คือ แมลงน้ำ จากการศึกษา แบ่งปลาออกเป็น 2 กลุ่มจากการกิน ได้แก่ กลุ่มปลาที่กินสัตว์หน้าดินเป็นอาหาร และกลุ่มที่กินเศษซากอินทรีย์เป็นอาหาร แมลงน้ำที่เป็นกลุ่มเด่นที่พบในทางเดินอาหาร ได้แก่ ตัวอ่อน แมลงชีปะขาว มวนน้ำ ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำ และด้วงน้ำ

Wakil *et al.* (2014) ศึกษาองค์ประกอบอาหารในกระเพาะปลาดุกแอฟริกา *Clarias gariepinus* และปลานิล *Oreochromis niloticus* ใน Lake Alau – Eastern Nigeria พบว่า อาหารที่พบในกระเพาะปลาดุกแอฟริกัน ได้แก่ พืชน้ำ แพลงก์ตอนพืช และแพลงก์ตอนสัตว์ ส่วนอาหารที่พบในกระเพาะปลานิล ได้แก่ พืชน้ำ และสัตว์ชนิดอื่น รวมถึงแพลงก์ตอนและอินทรีย์สาร แพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นที่พบ ได้แก่ *Chlorella, Volvox, Scenedesmus, Pediastrum* และ *Spirogyra* ส่วนแพลงก์ตอนสัตว์ชนิดเด่นที่พบ ได้แก่ *Daphnia* และ *Moina*

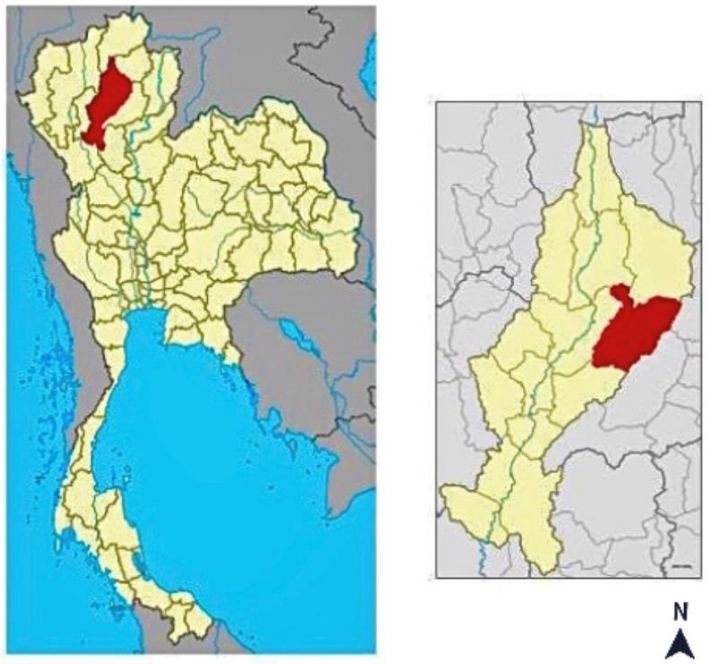
บทที่ 3
วิธีดำเนินงานวิจัย

พื้นที่ศึกษาและการกำหนดจุดเก็บตัวอย่าง

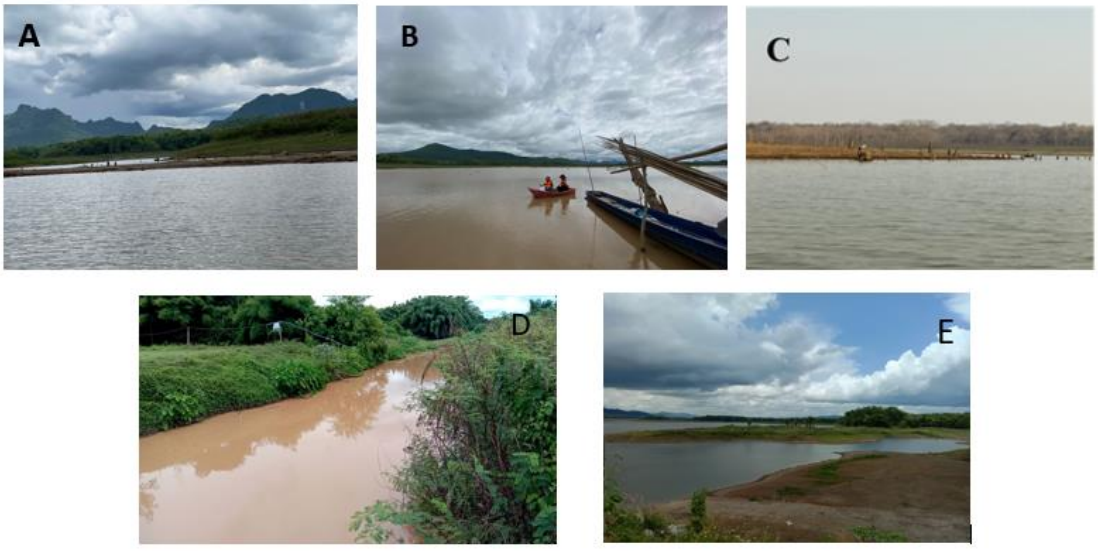
การดำเนินการเก็บคุณภาพน้ำ แพลงก์ตอน ในอ่างเก็บน้ำแม่จาง กฟผ.แม่เมาะ จังหวัดลำปาง ได้ทำการกำหนดพื้นที่ศึกษาและจุดเก็บตัวอย่าง ดังนี้

1. การกำหนดจุดเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนและคุณภาพน้ำ

การศึกษาคุณภาพน้ำบริเวณพื้นที่อ่างเก็บน้ำแม่จาง ตำบลนาสัก อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง พิกัดศึกษา ละติจูด 18º 20´ 08.68´´ เหนือ และลองติจูด 99º 48´ 58.71´´ ตะวันออก โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำ 5 จุด ได้แก่ จุดในบริเวณอ่างเก็บน้ำ (Middle Zone) จำนวน 3 จุด จุดทางน้ำเข้า (Upper Zone) จำนวน 1 จุด และจุดทางน้ำออก (Lower Zone) จำนวน 1 จุด และพื้นที่เก็บตัวอย่าง ดังภาพ 3 และจุดเก็บตัวอย่างดังภาพที่ 4



ภาพที่ 3 พื้นที่เก็บตัวอย่าง ในบริเวณอ่างเก็บน้ำแม่จาง ตำบลนาสัก อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง



ภาพที่ 4 จุดเก็บตัวอย่าง (A: หน้าสันเขื่อน B: บ้านนาสัก และ C: บ้านสบจาง จุดในบริเวณอ่างเก็บน้ำ (Middle Zone) D:จุดทางน้ำเข้า (Upper Zone) และ E:จุดทางน้ำออก (Lower Zone) อ่างเก็บน้ำแม่จาง ตำบลนาสัก อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง

การเก็บตัวอย่าง

1. การเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืช

เก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชบริเวณอ่างเก็บน้ำแม่จาง 5 จุด ได้แก่ จุดหน้าสันเขื่อน จุดบ้านนาสัก จุดบ้านสบจาง จุดทางน้ำเข้าและจุดทางน้ำออก โดยการเก็บน้ำจากระดับประมาณ 0.5 เมตรเหนือพื้นท้องน้ำ (bottom) มาถึงผิวน้ำ (surface) ปริมาตร 10 ลิตร ด้วยการกรองผ่านถุงกรองแพลงก์ตอน (Plankton net) (ดังภาพ 5) นำน้ำตัวอย่างที่ได้เก็บใส่ขวดพลาสติกขนาด 120 มิลลิลิตร และเก็บรักษาด้วยน้ำยาลูกอล ทำการจำแนกกลุ่มของแพลงก์ตอนพืชในห้องปฏิบัติการผ่านกล้องกำลังขยายต่ำ แพลงก์ตอนที่ต้องการนำมาทำสไลด์ถาวรโดยหยดกลีเซอร์ลีน ในสไลด์หลุมวางตัวอย่าง ใช้เข็มปักแมลงขนาด 100 ไมครอน จัดตัวอย่างให้อยู่กึ่งกลางหลุมปิดด้วยแผ่นปิดสไลด์ น้ำยาทาเล็บมาทาเชื่อมขอบแผ่น ปิดสไลด์กับสไลด์ เพื่อกันไม่ให้สไลด์แห้ง จำแนกชนิดผ่านกล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 4, 10, 40 และ 100 เท่า ใช้เอกสารอ้างอิงได้แก่ Prescott (1964); จงกล (2560); ยุวดี (2550); ลัดดา (2542) และศิริเพ็ญ (2537) (ดังภาพที่ 6)

2. การเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนสัตว์

เก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนสัตว์ เพื่อนำมาจำแนกชนิด โดยการเก็บน้ำจากระดับประมาณ 0.5 เมตรเหนือพื้นท้องน้ำ (bottom) มาถึงผิวน้ำ (surface) ปริมาตร 10 ลิตร เก็บรักษาด้วยสารละลายฟอร์มาลินที่ความเข้มข้น 4% ทำการจำแนกชนิดของแพลงก์ตอนสัตว์ ในห้องปฏิบัติการ ใช้กล้องกำลังขยายต่ำ แพลงก์ตอนสัตว์ที่ต้องการนำมาทำสไลด์ถาวร โดยหยดกลีเซอร์ลีนในสไลด์หลุมวางตัวอย่าง ใช้เข็มปักแมลงขนาด 100 ไมครอนจัดตัวอย่างให้อยู่กึ่งกลางหลุมปิดด้วยแผ่นปิดสไลด์ น้ำยาทาเล็บ หรือ depex มาทาเชื่อมขอบแผ่นปิดสไลด์กับสไลด์ เพื่อกันไม่ให้สไลด์แห้ง ทำการจำแนกชนิดผ่านกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 4, 10, 40 และ 100 เท่า หนังสือที่ใช้ประกอบการจำแนกชนิด ได้แก่ ลัดดา (2542) และจงกล (2560)

ภาพที่ 5 การกรองน้ำผ่านถุงกรองแพลงก์ตอน (Plankton net)

ภาพที่ 6 ศึกษาองค์ประกอบชนิด และปริมาณของแพลงก์ตอนพืช และแพลงก์ตอนสัตว์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์

3. การเก็บตัวอย่างน้ำ

ทำการเก็บตัวอย่างน้ำที่ระดับความลึก 0.5 เมตร โดยใช้ขวดเก็บตัวอย่างน้ำ บันทึกข้อมูลคุณภาพน้ำบางประการในภาคสนาม ได้แก่ ความเป็นกรดด่างด้วย pH อุณหภูมิ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำวัดด้วย DO Meter (ดังภาพ 7) และเก็บตัวอย่างน้ำบางส่วนมาวิเคราะห์หา ปริมาณของแข็งละลายน้ำความเป็นด่าง DO BOD แอมโมเนีย ไนไตรท์-ไนโตรเจน ไนเตรท-ไนโตรเจน ฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส และคลอโรฟิลล์ เอ ภายในห้องปฏิบัติการ โดยวิธีการเก็บตัวอย่าง และการวิเคราะห์จะเป็นไปตามวิธีมาตรฐาน สำหรับการวิเคราะห์น้ำ และน้ำเสีย (APHA *et al.*, 2012) (ดังภาพที่ 8)

ภาพที่ 7 การเก็บตัวอย่างน้ำ

ภาพที่ 8 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

การศึกษาภาคสนาม

1. การศึกษาความหลากหลายของสัตว์น้ำโดยทำการเก็บรวบรวมตัวอย่างปลาที่จับได้โดยใช้ตาข่ายดักปลาขนาดตาต่าง ๆ ซึ่งมีขนาดตาข่าย 2, 3, 4, 5.5, 7 และ 9 เซนติเมตร ทำการศึกษาเก็บตัวอย่างปลาใน อ่างเก็บน้ำแม่จาง กฟผ. แม่เมาะ จังหวัดลำปาง โดยทำการเก็บตัวอย่างปลาทุกเดือน เดือนละ 1 ครั้ง เป็นเวลา 12 เดือน (ดังภาพที่ 9)

ภาพที่ 9 การเก็บรวบรวมตัวอย่างปลาที่จับได้โดยใช้ตาข่ายดักปลาขนาดตาต่าง ๆ

2. ทำการชั่งน้ำหนัก วัดความยาวตัวอย่างปลา โดยทำการวัดความยาวเหยียด (total length, TL) มีหน่วยเป็นเซนติเมตร และชั่งน้ำหนักมีหน่วยเป็นกรัม ทำการบันทึกข้อมูลของปลา (ดังภาพที่ 10)

ภาพที่ 10 การวัดความยาวเหยียด (total length, TL)
มีหน่วยเป็นเซนติเมตร และชั่งน้ำหนักมีหน่วยเป็นกรัม

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำเป็นไปตามมาตรฐานการวิเคราะห์คุณภาพน้ำที่กำหนดไว้ใน Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater ของ APHA *et al.* (2012) ดัง ตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ดัชนีคุณภาพน้ำและวิธีการวิเคราะห์

ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	วิธีวิเคราะห์
1.อุณหภูมิน้ำ	องศาเซลเซียส	Temperature
2.ความนำไฟฟ้า	ไมโครซีเมนส์/ซม.	Conductivity Meter
3.ความโปร่งแสง	ซม./ม.	Secchi Disc
4.ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	-	pH Meter
5.ค่าความเป็นด่าง	มก./ล.	Potentiometric titration
6.ออกซิเจนละลายน้ำ	มก./ล.	DO Meter
7.Biochemical Oxygen Demand (BOD)	มก./ล.	Azide Modification ที่อุณหภูมิ 20°C เป็นเวลา 5 วัน
8.แอมโมเนีย-ไนโตรเจน	มก./ล.	Phenate method
9.ไนไตรท์-ไนโตรเจน	มก./ล.	Colorimetric method
10.ไนเตรท-ไนโตรเจน	มก./ล.	ไฮดราซีน
11.ฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส	มก./ล.	Stannous Chloride
12.ปริมาณของแข็งแขวนลอย	มก./ล.	ระเหยแหงที่อุณหภูมิ 103- 105 องศาเซลเซียส ในเวลา 1 ชั่วโมง

ศึกษาองค์ประกอบ และสัดส่วนอาหารในกระเพาะอาหาร

ทำการศึกษาองค์ประกอบและสัดส่วนอาหารในกระเพาะอาหาร (Stomach Content) โดยใช้วิธีประมาณค่าด้วยสายตาจากปริมาณอาหารในกระเพาะอาหารที่พบ (Subjective Rethods) ดัดแปลง มาจากวิธีของ Hyslop (1980) โดยนำตัวอย่างปลามาผ่าเปิดช่องท้อง แล้วตัดทางเดินอาหารบริเวณส่วนต้นของหลอดอาหารและลำไส้ส่วนที่ติดรูก้น (Anus) เพื่อนำมาวัดความยาวทางเดินอาหาร หลังจากนั้นนำอาหารที่อยู่ในกระเพาะอาหารออกมาเกลี่ยลงในจานแก้ว (Petri-Dish) แล้ว

นำมาตรวจสอบชนิดของอาหารด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยายต่ำ (Dissecting Microscope) จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากการประมาณค่ามาคำนวณ เป็นร้อยละของปริมาณอาหารทั้งหมด โดยใช้เกณฑ์ในการจำแนกของ อาหารที่พบเป็น 8 กลุ่ม ดังนี้

1. ปลา หมายถึง ปลาทั้งตัว รวมถึงชิ้นส่วนของกระดูก เกล็ด และก้างปลา
2. หอย หมายถึง หอยฝาเดียว และหอยสองฝา อาจเป็นทั้งตัวหรือเปลือก
3. กุ้ง หมายถึง กุ้งทั้งตัว เปลือกกุ้ง หัวตลอดจนถึงรยางค์ที่ใช้ในการว่ายน้ำ
4. แมลง หมายถึง แมลงบก แมลงน้ำทั้งตัวรวมไปถึงเศษขา ปีก หัว และรยางค์
5. แพลงก์ตอนสัตว์ หมายถึง สัตว์ในกลุ่มโรติเฟอร์ (Rotifer) โคติพอด (Copepod) และไรน้ำ (Water Flea)
6. แพลงก์ตอนพืช หมายถึง สาหร่ายสีเขียว ไดอะตอม และแพลงก์ตอนพืชกลุ่มอื่น ๆ
7. พืช หมายถึง ชิ้นส่วนต่าง ๆ ของพืช ซึ่งรวมถึงใบ ดอก ลำต้น ราก
8. เศษซากที่ไม่สามารถจำแนกได้ หมายถึง เศษอาหารที่ผ่านการย่อยและไม่สามารถจำแนกกลุ่มได้

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การประเมินคุณภาพน้ำด้วยวิธี AARL – PP Score (Applied Algal Research Laboratory-Phytoplankton Score) ประกอบด้วยคะแนนจาก 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เป็นคะแนนคุณภาพน้ำตามสถานะสารอาหาร (Trophic Status) และคุณภาพน้ำทั่วไป ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 6 ระดับ คือ (1) ดี:สารอาหารต่ำ (2) ดีถึงปานกลาง:สารอาหารต่ำถึงปานกลาง (3) ปานกลาง:สารอาหารปานกลาง (4) ปานกลางถึงไม่ดี:สารอาหารปานกลางถึงสูง (5) ไม่ดี:สารอาหารสูง (6) ไม่ดีมาก:สารอาหารสูงมาก โดยใช้คะแนน 1-10 แบ่งออกเป็นระดับย่อย ๆ 6 ระดับ ส่วนที่ 2 คือ คะแนนของแพลงก์ตอนพืชที่จะนำมาใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำ ซึ่งเป็นแพลงก์ตอนพืชสกุลเด่นที่เจริญอย่างมากในแหล่งน้ำที่มีคุณภาพต่าง ๆ กัน กำหนดคะแนนในช่วง 1-10 โดยคะแนนน้อยแสดงถึงสกุลที่บ่งชี้คุณภาพน้ำดี คะแนนปานกลางบ่งชี้คุณภาพน้ำปานกลาง และคะแนนมากบ่งชี้คุณภาพน้ำไม่ดี (ยุวดี, 2549)

2. นำข้อมูลปริมาณแพลงก์ตอนพืชทุกชนิดที่พบ มาหาดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ โดยใช้ Microsoft Excel คำนวณตามวิธีการของ Shannon-Weiner Diversity Index จากสูตร ดังนี้

$$H' = -\sum_{i=1}^{s} (n_i/n) \ln (n_i/n)$$ (Shannon and Weaver, 1963)

เมื่อ H' = ดัชนีความหลากหลาย

S = จำนวนชนิดของแพลงก์ตอน

N = จำนวนแพลงก์ตอนทั้งหมด

n_i = จำนวนแพลงก์ตอนแต่ละชนิด

3. เป็นดัชนีที่ใช้บอกสัดส่วนจำนวนในแต่ละชนิดที่พบ คำนวณโดยใช้อัตราส่วนระหว่างดัชนีความหลากหลายที่พบกับความหลากหลายสูงสุดที่เป็นไปได้ มีวิธีการคำนวณ Magurran (2007 อ้างใน สราวุธ และคณะ, 2555) ดังนี้

$$J' = H'/\ln(S)$$

เมื่อ J' คือ Evenness index

H' คือค่าShannon – Weiner index

และ S คือจำนวนชนิดที่พบในพื้นที่ศึกษา

4. นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ทางสถิติ Multi Variate Statistical Package (MVSP) โดยสร้างกลุ่มเพื่อจัดกลุ่มที่มีความคล้ายคลึงกันแบบ Cluster Analysis เพื่อจัดกลุ่มที่มีความคล้ายคลึงของปัจจัยทางกายภาพ-เคมี และแพลงก์ตอนพืชแพลงก์ตอนสัตว์ทั้ง 5 จุดการศึกษา โดยทำการจัดกลุ่มแบบ Principal Component Analysis (PCA) เพื่อวิเคราะห์รูปแบบแนวโน้มความสัมพันธ์ของปัจจัยทางกายภาพ-เคมีและแพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ โดยทำการจัดกลุ่มด้วยวิธี Un Weighted Pair-Group Method With Arithmetic Average (UPGMA) ซึ่งใช้ค่า Similarity Data Log(e) Transformed ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ระยะเวลาในการวิจัยและสถานที่ดำเนินงาน

ระยะเวลาในการวิจัย 1 ปี ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2564 – มีนาคม 2565 สถานที่ดำเนินการทดลองโดยใช้ อ่างเก็บน้ำแม่จาง กฟผ.แม่เมาะ จังหวัดลำปาง

บทที่ 4
ผลการทดลอง

ผลการศึกษาประชากรแพลงก์ตอน และความสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำ ในอ่างเก็บน้ำแม่จาง กฟผ.แม่เมาะ จังหวัดลำปาง

จากการศึกษาพลวัตประชากรแพลงก์ตอน และความสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำแม่จาง กฟผ.แม่เมาะ จังหวัดลำปาง ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2564 – มีนาคม 2565 โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำ 5 จุด ได้แก่ จุดในบริเวณอ่างเก็บน้ำ (Middle Zone) จำนวน 3 จุด จุดทางน้ำเข้า (Upper Zone) จำนวน 1 จุด และจุดทางน้ำออก (Lower Zone) จำนวน 1 จุด ได้ทำการหาชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบในบริเวณอ่างเก็บน้ำแม่จาง รวมถึงการตรวจสอบคุณภาพน้ำเบื้องต้น แบ่งออกเป็นปัจจัยทางกายภาพ เคมีและชีวภาพ ได้แก่ อุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิน้ำ ค่าความโปร่งแสง ค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณของแข็ง ความเป็นกรด-ด่าง(pH) ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ BOD แอมโมเนีย ไนโตรเจน ไนไตรท์ ไนเตรท ไนโตรเจน ฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส คลอโรฟิลด์-เอ และศึกษาองค์ประกอบชนิด ความถี่ และปริมาณของอาหารในกระเพาะของสัตว์น้ำเศรษฐกิจ ได้ผลการวิจัยดังนี้

ชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนพืชที่พบในอ่างเก็บน้ำแม่จาง กฟผ.แม่เมาะ จังหวัดลำปาง ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2564 – มีนาคม 2565

จากการศึกษาชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนพืช (เซลล์ต่อลิตร) ที่พบในอ่างเก็บน้ำแม่จาง กฟผ.แม่เมาะ จังหวัดลำปาง ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2564 – มีนาคม 2565 ได้ผลการศึกษา ดังนี้

จากการศึกษาชนิดแพลงก์ตอนพืชทั้งหมดในอ่างเก็บน้ำแม่จาง พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 7 Divisions ได้แก่ Division Cyanophyta (5 สกุล 16 ชนิด) รองลงมา คือ Division Chlorophyta (8 สกุล 18 ชนิด) Bacillariophyta (4 สกุล 9 ชนิด) Euglenophyta (1 สกุล 7 ชนิด) Pyrrhophyta (2 สกุล 4 ชนิด) Chrysophyta (3 สกุล 3 ชนิด) และ Cryptophyta (1 สกุล 1 ชนิด) ตามลำดับ

แพลงก์ตอนพืชกลุ่มที่พบในปริมาณที่มากที่สุดในอ่างเก็บน้ำแม่จาง ได้แก่ Division Cyanophyta โดยมีปริมาณเซลล์เฉลี่ยในรอบปีเท่ากับ 102,003±39,253 เซลล์ต่อลิตร รองลงมาได้แก่ แพลงก์ตอนพืชใน Division Pyrrhophyta, Chlorophyta, Euglenophyta, Bacillariophyta, Cryptophyta และ Chrysophyta โดยมีปริมาณเฉลี่ยเท่ากับ 100,991±25,745, 90,664±45,051, 63,403±17,333, 30,556±11,461, 14,340±4,061 และ 6,050±2,022

เซลล์ต่อลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4) , (ภาพที่ 11) แพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นที่พบตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษาในอ่างเก็บน้ำแม่จาง กฟผ.แม่เมาะ จังหวัดลำปาง คือ *Peridiniopsis* sp., *Peridinium* sp., *Trachelomonas volvocina* ตามลำดับ (ภาพที่ 12) (ภาพที่ 13) เมื่อพิจารณาองค์ประกอบชนิดและความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชรายเดือน โดยพิจารณาเปรียบเทียบตามฤดูกาล พบว่าชนิดและปริมาณที่พบมากที่สุด ในทุกฤดูกาลที่ทำการศึกษา (ตารางที่ 4) เนื่องจากเดือนสิงหาคม-กันยายน 2564 ทาง กฟผ.แม่เมาะ จังหวัดลำปางมีมาตรการป้องกันการแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 อย่างเคร่งครัดจึงทำให้ไม่มีตัวอย่างการเก็บข้อมูล

ตารางที่ 4 ชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนพืช (เซลล์ต่อลิตร) ในอ่างเก็บน้ำแม่จาง ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2564 ถึงเดือนมีนาคม 2565

	แม่จาง													
	เดือน												Total (Cell No./L)	Mean±SD
	กุมภาพันธ์ 2564	มีนาคม 2564	เมษายน 2564	พฤษภาคม 2564	มิถุนายน 2564	กรกฎาคม 2564	ตุลาคม 2564	พฤศจิกายน 2564	ธันวาคม 2564	มกราคม 2565	กุมภาพันธ์ 2565	มีนาคม 2565		
.Division Cyanophyta														
Aphanocapsa sp.	32,083	19,375	17,083	5,250	750	1,000	1,250	2,250	4,000	16,000	23,000	28,500	150,542	12,545±3,322
Chroococcus minutus	3,750	938	833	2,000	1,500	500	3,250	5,250	4,500	9,250	20,000	27,750	79,521	6,627±2,476
Cyanosarcina sp.	-	1,563	417	250	-	-	-	-	3,500	8,750	16,000	24,750	55,229	4,602±2,312
Chroococcidiopsis sp.			8,333	2,750	250	2,000	1,250	5,500	12,250	14,500	24,000	31,000	101,833	10,183±3,288
Microcystis aeruginosa	833	625	19,583	1,500	2,250	2,000	1,500	7,000	5,000	19,250	23,000	28,250	110,792	9,233±2,948
Merismopedia punctata	1,667	49,688	417	-	1,000	1,500	2,500	2,000	4,500	11,000	19,750	24,250	118,271	9,856±4,299
Coelomoron pusillum	2,500	-	26,250	1,500	1,000	-	-	-	-	-	-	750	32,000	2,667±2,156
Dolichospermum sp.	417	14,063	833	-	2,750	-	-	-	-	-	-	3,000	21,063	1,755±1,162
Cylindrospermopsis philippinennsis	32,083	-	1,667	3,500	1,250	1,500	7,000	4,000	25,000	33,750	43,250	49,750	202,750	16,896±5,363
Cylindrospermopsis raciborskii	-	-	-	-	-	-	6,000	3,250	43,500	48,250	48,750	55,000	204,750	17,063±6,840
Oscillatoria tenuis	-	-	12,083	750	-	-	-	-	-	2,250	6,000	7,750	28,833	2,403±1,163
Oscillatoria simplicissima	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	313±252
Pseudanabaena galeata	-	-	-	3,000	-	-	750	-	-	-	-	-	3,750	1,576±680
Pseudanabaena mucicola	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	385±247
Limnothrix planctonica	-	-	7,917	-	1,750	3,750	1,000	2,250	-	-	-	2,250	18,917	4,799±2,211
Synechococcus sp.	-	1,875	2,500	-	-	-	250	-	-	-	-	-	4,625	1,101±533
Total (Cell No./L)	20,833	-	2,500	-	-	-	-	-	-	3,750	14,250	16,250	57,583	102,003±39,253

ตารางที่ 4 (ต่อ)

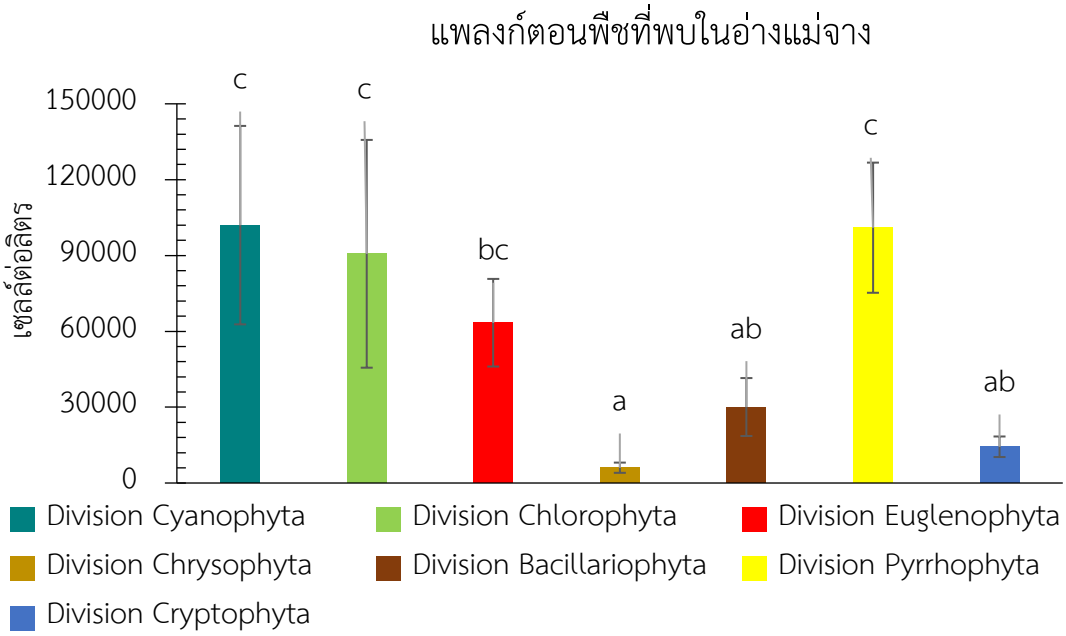
	แม่จาง													
	เดือน												Total (Cell No./L)	Mean±SD
	กุมภาพันธ์ 2564	มีนาคม **2564**	เมษายน 2564	พฤษภาคม 2564	มิถุนายน **2564**	กรกฎาคม 2564	ตุลาคม **2564**	พฤศจิกายน **2564**	ธันวาคม **2564**	มกราคม **2565**	กุมภาพันธ์ **2565**	มีนาคม **2565**		
Division Chlorophyta														
Carteria sp.	833	1,563	27,917	-	-	-	250	-	-	2,000	3,250	4,250	40,063	3,339±2,272
Didymocystis sp.	-	5,313	4,583	-	-	3,000	3,250	3,500	5,500	8,500	12,500	16,000	62,146	5,179±1,441
Eudorina sp.	3,750	1,250	49,583	-	-	1,750	750	16,500	5,250	10,250	20,500	32,000	141,583	11,799±4,486
Ankistrodesmus falcatus	2,083	-	2,917	500	-	-	-	-	-	-	-	-	5,500	458±283
Coelastrum microsporum	2,500	1,250	5,000	-	127,750	-	-	250	250	2,250	3,500	5,000	147,750	12,313±10,508
Monoraphidium arcuatum	1,667	1,563	833	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,063	339±185
Monoraphidium contortum	33,750	9,375	2,500	-	1,750	1,250	4,000	1,750	12,750	19,250	26,750	29,000	142,125	11,844±3,550
Pediastrum biwae	5,417	2,813	12,083	-	-	-	1,000	1,500	2,750	10,750	11,500	11,750	59,563	4,964±1,468
Pediastrum simplex	2,917	7,813	134,583	-	250	-	750	2,500	4,000	7,500	11,000	12,500	183,813	15,318±10,913
Pediastrum duplex	417	-	1,667	-	250	-	750	-	250	500	750	2,250	6,833	569±206
Pediastrum sp.		-	5,833	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,833	530±530
Tetraedron mimnimum	417	2,500	833	500	-	2,500	-	-	3,000	6,750	7,500	6,750	30,750	2,563±831
Scenedesmus acuminatus	-	313	417	-	-	-	-	250	-	-	-	-	979	82±44
Scenedesmus incrassatulus	-	1,563	2,917	5,000	1,500	250	-	-	-	3,500	10,250	13,750	38,729	3,227±1,290
Scenedesmus quadricauda	-	625	5,833	-	-	-	-	-	-	4,500	9,500	13,500	33,958	2,830±1,323
Golenkinia sp.	2,917	-	7,500	-	-	-	2,000	4,250	4,000	3,750	4,500	5,750	34,667	2,889±728
Staurastrum smithii	-	3,125	51,667	2,000	250	-	1,500	750	6,500	12,250	18,250	23,000	119,292	9,941±4,400
Staurastrum longbrachiatum	4,583	625	4,583	-	250	2,000	2,000	750	750	4,250	5,500	4,500	29,792	2,483±592
Total (Cell No./L)	61,250	39,688	321,250	8,000	132,000	10,750	16,250	32,000	45,000	96,000	145,250	180,000	1,087,438	90,664±45,050

ตารางที่ 4 (ต่อ)

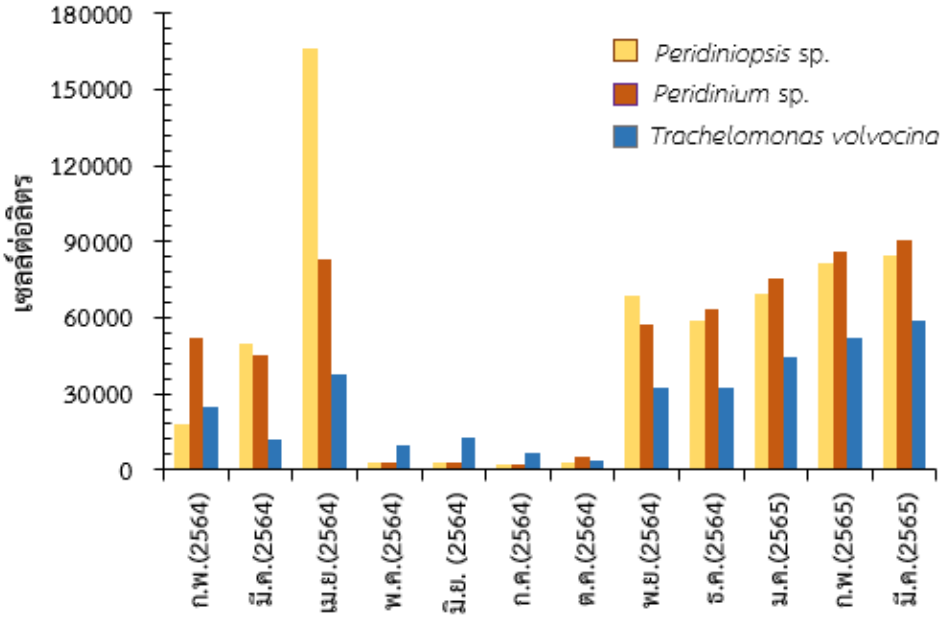
	แม่จาง													
	เดือน												Total (Cell No./L)	Mean±SD
	กุมภาพันธ์ 2564	มีนาคม 2564	เมษายน 2564	พฤษภาคม 2564	มิถุนายน 2564	กรกฎาคม 2564	ตุลาคม 2564	พฤศจิกายน 2564	ธันวาคม 2564	มกราคม 2565	กุมภาพันธ์ 2565	มีนาคม 2565		
Division Euglenophyta														
Euglena anabaena	1,250	9,063	35,000	-	37,000	1,500	1,500	4,750	7,250	13,750	22,250	26,500	159,813	13,318±3,907
Phacus orbicularis	-	-	18,750	-	2,500	1,250	1,000	20,750	9,000	20,000	23,250	26,750	123,250	10,271±3,092
Phacus longicauda	833	1,250	2,083	-	5,000	-	500	3,500	4,500	20,000	22,750	28,250	88,667	7,389±2,919
Strombomonas sp.	417	-	417	250	-	250	-	750	-	-	-	-	2,083	174±71
Trachelomonas lefevrei	-	1,875	5,417	-	7,750	-	-	750	750	2,250	11,000	15,250	45,042	3,753±1,466
Trachelomonas volvocina	25,000	11,563	37,917	10,000	12,500	6,750	3,750	32,250	32,000	44,250	51,750	58,750	326,479	27,207±5,352
Trachelomonas sp.	-	-	6,250	1,250	-	-	-	1,000	750	1,250	2,250	2,750	15,500	1,292±525
Total (Cell No./L)	27,500	23,750	105,833	11,500	64,750	9,750	6,750	63,750	54,250	101,500	133,250	158,250	760,833	63,403±17,333
Division Chrysophyta														
Centritractus belanophorus	1,667	938	3,750	-	-	-	1,250	-	1,250	2,750	3,750	4,250	19,604	1,634±465
Dinobryon divergens	9,167	-	-	-	-	-	750	3,250	2,500	5,000	6,500	8,750	35,917	2,993±1,021
Isthmochloron gracile	-	1,250	4,583	-	-	-	-	250	500	2,500	3,250	4,750	17,083	1,424±536
Total (Cell No./L)	10,833	2,188	8,333	-	-	-	2,000	3,500	4,250	10,250	13,500	17,750	72,604	6,050±2,022
Division Bacillariophyta														
Nitzschia palea	5,417	10,000	3,750	2,250	750	250	-	-	3,500	5,750	6,250	9,250	47,167	3,931±1,006
Nitzschia sp.	-	-	833	3,000	12,000	-	2,000	3,750	3,000	5,500	7,000	17,000	54,083	4,507±1,521
Aulacoseira granulata	5,833	5,000	20,417	-	-	-	1,500	2,250	3,500	5,250	6,000	14,000	63,750	5,313±1,776
Craticula cuspidate	2,083	-	8,750	1,250	8,000	1,750	3,000	-	-	-	-	5,250	30,083	2,507±916

ตารางที่ 4 (ต่อ)

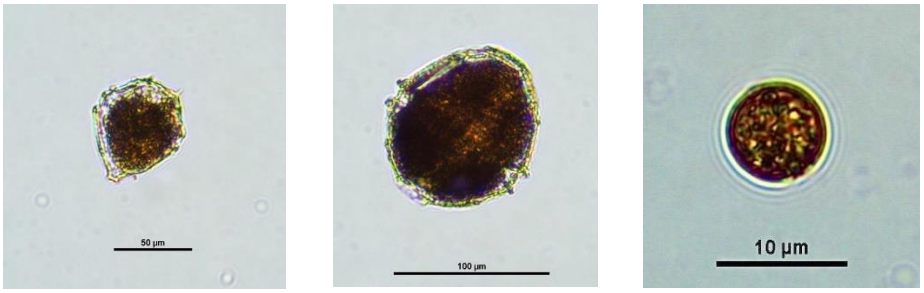
	แม่จาง												Total (Cell No./L)	Mean±SD
	เดือน													
	กุมภาพันธ์ 2564	มีนาคม 2564	เมษายน 2564	พฤษภาคม 2564	มิถุนายน 2564	กรกฎาคม 2564	ตุลาคม 2564	พฤศจิกายน 2564	ธันวาคม 2564	มกราคม 2565	กุมภาพันธ์ 2565	มีนาคม 2565		
Navicula sp.	2,083	-	27,917	-	-	250	-	-	-	-	-	-	30,250	2,521±2,315
Gyrosigma scalproides	-	2,188	4,583	2,250	250	-	-	-	1,500	5,500	8,000	9,750	34,021	2,835±977
Gomphonema sp.	1,250	4,688	2,083	-	-	-	250	750	1,750	5,500	6,250	9,250	31,771	2,648±880
Navicula viridula	2,083	2,188	833	3,000	2,250	250	1,500	2,500	5,500	10,000	11,250	19,250	60,604	5,050±1,637
Rhopalodiac sp.	-	2,188	5,000	-	1,000	-	750	-	-	-	-	-	8,938	745±433
Total (Cell No./L)	18,750	26,250	74,167	11,750	24,250	2,500	9,000	9,250	18,750	37,500	44,750	83,750	360,667	30,056±11,461
Division Pyrrhophyta														
Ceratium furcoides	2,083	1,875	1,250	-	-	-	-	750	3,500	6,500	9,000	13,000	37,958	3,163±1,214
Ceratium sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,750	2,750	229±229
Peridinium sp.	51,667	45,000	82,917	2,500	3,000	2,250	5,000	57,000	63,000	75,250	86,250	90,500	564,333	47,028±1,0145
Peridiniopsis sp.	17,917	49,688	166,250	3,000	2,500	2,250	3,000	68,250	58,750	69,250	81,750	84,250	606,854	50,571±14,157
Total (Cell No./L)	71,667	96,563	250,417	5,500	5,500	4,500	8,000	126,000	125,250	151,000	177,000	190,500	1,211,896	100,991±25,745
Division Cryptophyta														
Cryptomonas sp.	-	-	14,583	3,500	16,250	4,250	750	17,000	13,000	24,750	35,500	42,500	172,083	14,340±4,061
Total (Cell No./L)	-	-	14,583	3,500	16,250	4,250	750	17,000	13,000	24,750	35,500	42,500	172,083	14,340±4,061



ภาพที่ 11 ปริมาณแพลงก์ตอนพืชเฉลี่ยในแต่ละดิวิชั่น (เซลล์ต่อลิตร) ในอ่างเก็บน้ำแม่จางตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2564 ถึงเดือนมีนาคม 2565



ภาพที่ 12 ชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนพืชที่เป็นชนิดเด่น (เซลล์ต่อลิตร) ในอ่างเก็บน้ำแม่จาง ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2564 ถึง เดือนมีนาคม 2565



Peridinopsis sp. *Peridinium* sp. *Trachelomonas volvocina*

ภาพที่ 13 แพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นที่พบในอ่างเก็บน้ำแม่จาง
เดือนกุมภาพันธ์ 2564 – มีนาคม 2565

ชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบในอ่างเก็บน้ำแม่จาง กฟผ.แม่เมาะ จังหวัดลำปาง ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2564 – มีนาคม 2565

จากการศึกษาชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ (เซลล์ต่อลิตร) ที่พบในอ่างเก็บน้ำแม่จาง ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2564 – มีนาคม 2565 ได้ผลการศึกษา ดังนี้

จากการศึกษาชนิดแพลงก์ตอนสัตว์ทั้งหมดในอ่างเก็บน้ำแม่จาง พบแพลงก์ตอนสัตว์ทั้งหมด 3 ไฟลัม คือ Phylum Rotifera (C. Monogononta) (19 สกุล), Phylum Arthropoda (sb. Cladocera 2 สกุล, sb. Copepoda 5 สกุล) และ Phylum Protozoa (9 สกุล) โดยพบทั้งหมด 35 สกุล ตามลำดับ

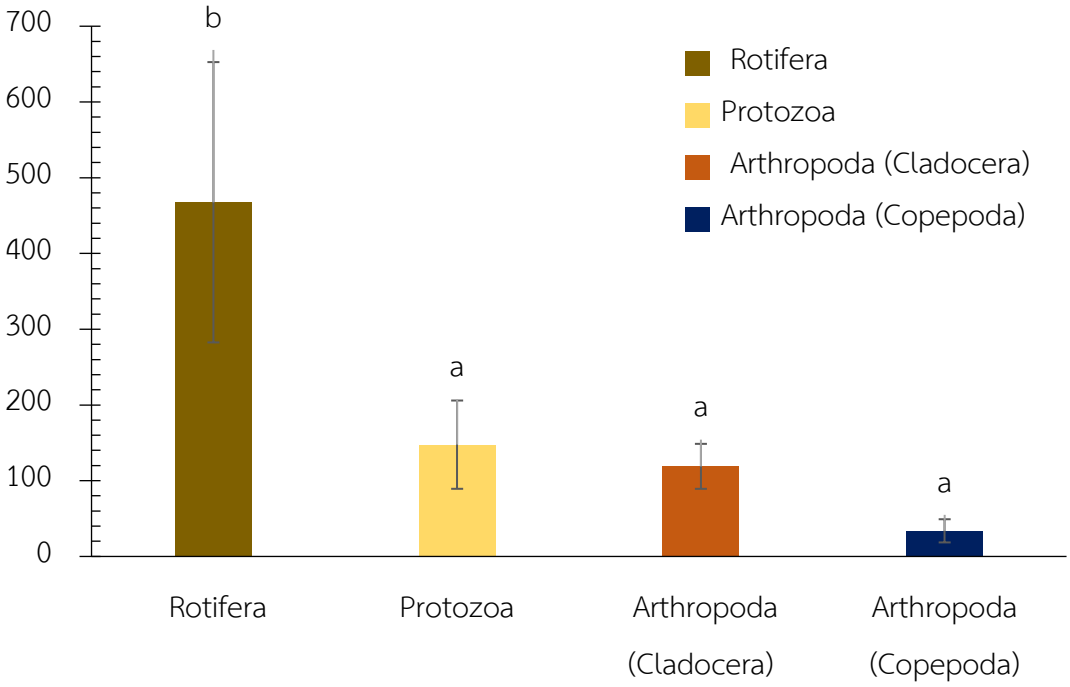
แพลงก์ตอนสัตว์ที่พบในปริมาณมากที่สุดในอ่างเก็บน้ำแม่จาง ได้แก่ Phylum Rotifera (C. Monogononta) โดยมีปริมาณเซลล์เฉลี่ยเท่ากับ 468±185 เซลล์ต่อลิตร รองลงมาได้แก่ Phylum Protozoa, Phylum Arthropoda (sb. Cladocera), Phylum Arthropoda (sb. Copepoda) โดยมีปริมาณเซลล์เฉลี่ยเท่ากับ 148±58, 119±30 และ 34±15 เซลล์ต่อลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 5) และ (ภาพที่ 14) ในส่วนของแนวโน้มของปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ชนิดเด่น (เซลล์ต่อลิตร) ในอ่างเก็บน้ำแม่จาง ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2564 ถึงเดือนมีนาคม 2565 นั้นพบว่า *Polyarthra* sp.และ *Tintinnopsis* sp. มีปริมาณ (เซลล์ต่อลิตร) ที่ เพิ่มมากขึ้นในเดือนมีนาคม และเริ่มลดลงในเดือนมิถุนายน ตามลำดับ ส่วน Nauplius larva พบว่ามีปริมาณ (เซลล์ต่อลิตร) ที่ค่อนข้างคงที่ในเดือนกุมภาพันธ์-พฤษภาคม 2564 แต่ลดปริมาณลงมากในเดือนมิถุนายน - กรกฎาคม 2564 ตามลำดับ ในช่วงครึ่งปีหลัง ตุลาคม 2564 – มีนาคม 2565 ปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์กลับมาอยู่ในเกณฑ์ปกติ ดังแสดงใน (ภาพที่ 15) (ภาพที่ 16)

ตารางที่ 5 ชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ **(Cell No./L)** ในอ่างเก็บน้ำแม่จาง กฟผ.แม่เมาะ จังหวัดลำปาง ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2564 ถึงเดือนมีนาคม 2565

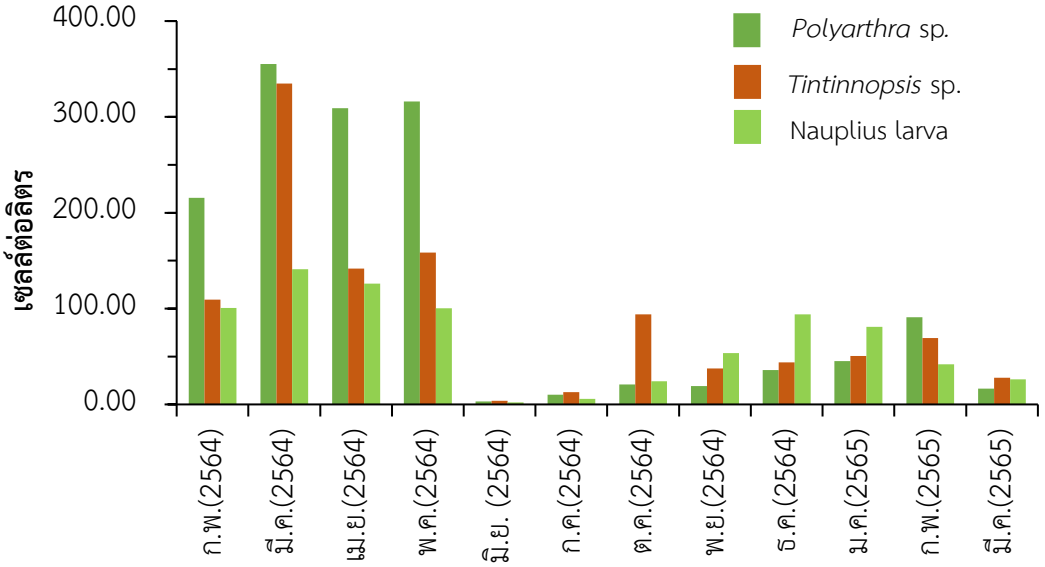
	เดือน												Total (Cell No./L)	Mean± SD
	กุมภาพันธ์ 2564	มีนาคม 2564	เมษายน 2564	พฤษภาคม 2564	มิถุนายน 2564	กรกฎาคม 2564	ตุลาคม 2564	พฤศจิกายน 2564	ธันวาคม 2564	มกราคม 2565	กุมภาพันธ์ 2565	มีนาคม 2565		
Phylum Rotifera (C. Monogononta)														
Brachionus angularis sp.	64	50	51	69	2	0	0	32	15	12	13	6	315	26±7
Brachionus quadridentatus sp.	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	0	61	5±3
Brachionus forficula sp.	16	50	19	18	0	4	4	0	0	9	0	0	120	10±4
Brachionus caudatus sp.	0	0	0	0	0	0	0	4	0	9	11	4	29	2±1
B. falcatus sp.	0	0	0	0	0	4	3	29	0	18	0	12	65	5±3
Brachionus calyciflorus sp.	0	68	0	0	0	0	0	0	19	0	22	0	109	9±6
Filinia sp.	0	25	28	53	2	7	0	40	0	0	22	13	190	16±5
Hexarthra sp.	40	36	40	43	0	12	18	149	0	0	12	17	366	31±12
Polyarthra sp.	216	355	309	316	3	10	21	19	36	45	91	17	1,437	120±40
Lecane sp.	16	25	25	20	0	0	10	107	0	0	0	0	204	17±9
Testudinella sp.	143	54	143	118	0	3	0	28	0	0	0	30	518	43±17
Asplanchna sp.	48	50	41	56	0	0	0	204	8	0	0	0	407	34±17
Keratella valga sp.	31	95	36	80	0	4	6	36	7	9	11	12	325	27±9
Keratella cochlearis sp.	204	149	153	188	0	4	3	0	17	23	45	0	786	66±24
Trichocerca sp.	24	107	25	69	0	4	6	24	11	12	24	11	318	26±9
Anuraeopsis sp.	0	0	0	0	8	8	15	35	10	7	24	0	106	9±3
Lepadella sp.	0	0	0	0	0	0	3	109	0	0	14	21	147	12±9
Monommata sp.	0	0	0	0	0	0	0	75	0	0	0	19	95	8±6
Keratella tropica sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	12	1±1
Total (Cell No./L)	835	1063	870	1031	14	58	89	890	124	144	332	162	5611	468±185

ตารางที่ 5

	เดือน												Total (Cell No./L)	Mean± SD
	กุมภาพันธ์ 2564	มีนาคม 2564	เมษายน 2564	พฤษภาคม 2564	มิถุนายน 2564	กรกฎาคม 2564	ตุลาคม 2564	พฤศจิกายน 2564	ธันวาคม 2564	มกราคม 2565	กุมภาพันธ์ 2565	มีนาคม 2565		
Phylum Arthropoda (Sb. Copepoda)														
Cyclopoida sp.	20	51	20	34	0	6	4	0	8	12	12	33	200	17±5
Copepodid larva	57	57	24	52	0	5	3	49	22	25	22	22	338	28±6
Nauplius larva	101	141	126	100	2	6	24	54	94	81	42	26	796	66±14
Calanoida sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	16	1±1
Diaphanosoma sp.	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	33	41	77	6±4
Total (Cell No./L)	177	250	169	186	2	20	31	103	124	118	108	139	1428	119±30
Phylum Arthropoda (Sb. Cladocera)														
Bosminopsis sp.	0	53	138	141	0	4	0	0	6	6	26	29	**403**	35±15
Vorticella sp.	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	**3**	0±0
Total (Cell No./L)	0	53	138	141	0	4	3	0	6	6	26	29	406	34±15
Phylum Protozoa														
Coleps sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	19	2±2
Difflugia sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	28	2±2
Vorticella sp.	0	0	0	42	0	0	0	0	0	8	0	0	50	4±4
Tintinnopsis sp.	109	335	142	159	4	13	94	37	44	51	69	28	1084	90±26
Chilophrya sp.	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	17	26	2±2
Holophrya sp.	0	0	0	0	0	99	0	0	0	0	35	11	145	12±8
Stenosemella sp.	0	0	0	0	0	6	0	34	0	0	41	0	81	7±4
Centropyxis sp.	0	0	0	0	0	21	9	51	30	27	35	63	236	20±6
Acanthospheara sp.	0	0	0	0	0	10	0	0	36	31	0	26	102	9±4
Total (Cell No./L)	109	335	142	201	4	157	103	122	110	116	180	191	1771	148±58



ภาพที่ 14 ไฟลัมและปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ (เซลล์ต่อลิตร)
ในอ่างเก็บน้ำแม่จาง ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2564 ถึงเดือนมีนาคม 2565



ภาพที่ 15 ชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ที่เป็นชนิดเด่น (เซลล์ต่อลิตร)
ในอ่างเก็บน้ำแม่จางตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2564 ถึง เดือนมีนาคม 2565

Polyarthra sp. *Tintinnopsis* sp. Nauplius larva

ภาพที่ 16 แพลงก์ตอนสัตว์ชนิดเด่นที่พบในอ่างเก็บน้ำแม่จาง
เดือนกุมภาพันธ์ 2564 – มีนาคม 2565

ดัชนีความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืช และแพลงก์ตอนสัตว์

ค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ (Shannon-Weaver index) การใช้ความหลากหลายทางชีวภาพของแพลงก์ตอนพืช และแพลงก์ตอนสัตว์ในอ่างเก็บน้ำแม่จางในแต่ละเดือน โดยใช้ดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ ตั้งแต่เดือน กุมภาพันธ์ 2564-มีนาคม 2565 พบว่า ดัชนีความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชช่วงมกราคม-มีนาคม 2565 มีค่าดัชนีความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชเพิ่มขึ้นแสดงให้เห็นว่ามีการแพร่กระจายความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชมากที่สุด และแพลงก์ตอนพืชที่พบเป็นแพลงก์ตอนพืชกลุ่ม Division Pyrrhophyta และ Division Euglenophyta ซึ่ง แพลงก์ตอนพืชกลุ่มนี้เป็นแพลงก์ตอนพืชกลุ่มเด่นที่พบการแพร่กระจายเป็นส่วนใหญ่ในอ่างเก็บน้ำแม่จาง กฟผ.แม่เมาะ จังหวัดลำปาง (ตารางที่ 6)

ดัชนีความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์ พบว่า ช่วง มีนาคม-พฤษภาคม 2564 มีค่าดัชนีความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์มากที่สุด ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามีการแพร่กระจายความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์มากที่สุด กลุ่มแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบเป็นแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่ม Phylum Rotiferra และ Phylum Arthropoda ซึ่ง แพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มนี้เป็นแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มเด่นที่พบการแพร่กระจายเป็นส่วนใหญ่ในอ่างเก็บน้ำแม่จาง กฟผ.แม่เมาะ จังหวัดลำปาง กล่าวได้ว่าหากปริมาณแพลงก์ตอนพืชเพิ่มมากขึ้น ปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์จะมีมากขึ้น ซึ่งมีแนวโน้มสัมพันธ์กันกับค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ ดังนั้น ปัจจัยสิ่งแวดล้อม ทั้งปัจจัยทางกายภาพ และชีวภาพในแต่ละพื้นที่ ซึ่งมีผลไปควบคุมการกระจายตัวของสิ่งมีชีวิตให้มีชนิด และปริมาณที่ต่างกัน (ตารางที่ 7)

ค่าดัชนีความสม่ำเสมอ (Evenness index) ของแพลงก์ตอนพืช และแพลงก์ตอนสัตว์ เป็นค่าที่บอกถึงการแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิต โดยคำนึงถึงปริมาณของสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กในแต่ละชนิดที่พบตามเดือนที่สำรวจต่าง ๆ ค่าความสม่ำเสมอในการกระจายจำนวนจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0-1 ถ้าการกระจายของจำนวนประชากรในสังคมนั้นมีค่าความสม่ำเสมอเข้าใกล้ 1 มาก หรือเท่ากับ 1 แสดงว่า

เดือนที่สำรวจนั้นประกอบด้วยแพลงก์ตอนพืช และแพลงก์ตอนสัตว์ชนิดต่าง ๆ ที่มีปริมาณใกล้เคียงกัน และมีการกระจายที่เหมือนกัน (Sheldon, 1969) จากตารางที่ 6 พบว่า ค่าดัชนีความสม่ำเสมอของแพลงก์ตอนพืชมีค่าระหว่าง 0.14-0.20 และค่าดัชนีความสม่ำเสมอของแพลงก์ตอนสัตว์มีค่าระหว่าง 0.29-0.73 จากการหาค่าดัชนีความสม่ำเสมอของแพลงก์ตอนพืช และแพลงก์ตอนสัตว์ สรุปได้ว่าดัชนีความสม่ำเสมอจะมีค่าสูงเมื่อมีการกระจายพันธุ์อย่างสม่ำเสมอ แต่ละชนิดมีค่าใกล้เคียงกัน และดัชนีจะมีค่าต่ำเมื่อมีการกระจายที่ไม่สม่ำเสมอ ระดับของค่าดัชนีความสม่ำเสมอ สามารถใช้เป็นข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างและความสมบูรณ์ของระบบนิเวศ และการได้รับอิทธิพลจากปัจจัยทางนิเวศวิทยาต่าง ๆ รวมถึงการแข่งขัน การล่า และรวมทั้งสภาวะสิ่งแวดล้อม

ตารางที่ 6 ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืช และจำนวนของแพลงก์ตอนพืชที่พบในอ่างเก็บน้ำแม่จาง กฟผ.แม่เมาะ จังหวัดลำปาง

เดือน	ดัชนีความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืช	Evenness	จำนวนเซลล์ของแพลงก์ตอนพืช (เซลล์ต่อลิตร)
กุมภาพันธ์ 2564	0.17	0.17	289,583
มีนาคม 2564	0.16	0.17	277,188
เมษายน 2564	0.31	0.16	879,167
พฤษภาคม 2564	0.05	0.20	60,750
มิถุนายน 2564	0.15	0.18	255,250
กรกฎาคม 2564	0.04	0.20	44,000
ตุลาคม 2564	0.06	0.20	68,500
พฤศจิกายน 2564	0.17	0.17	285,000
ธันวาคม 2564	0.19	0.17	362,750
มกราคม 2565	0.26	0.16	587,750
กุมภาพันธ์ 2565	0.29	0.16	787,250
มีนาคม 2565	0.32	0.14	972,000

ตารางที่ 7 ความหลากหลายของ แพลงก์ตอนสัตว์ และจำนวนของแพลงก์ตอนสัตว์ ที่พบในอ่างเก็บน้ำแม่จาง กฟผ.แม่เมาะ จังหวัดลำปาง

เดือน	ดัชนีความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์	Evenness	จำนวนเซลล์ของแพลงก์ตอนสัตว์ (เซลล์ต่อลิตร)
กุมภาพันธ์ 2564	0.26	0.31	1,122
มีนาคม 2564	0.31	0.29	1,700
เมษายน 2564	0.28	0.30	1,320
พฤษภาคม 2564	0.30	0.30	1,559
มิถุนายน 2564	0.01	0.73	20
กรกฎาคม 2564	0.09	0.40	239
ตุลาคม 2564	0.09	0.40	226
พฤศจิกายน 2564	0.26	0.31	1,115
ธันวาคม 2564	0.13	0.37	364
มกราคม 2565	0.13	0.37	384
กุมภาพันธ์ 2565	0.19	0.34	646
มีนาคม 2565	0.16	0.35	521

คุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำแม่จาง กฟผ.แม่เมาะ จังหวัดลำปาง ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2564 – มีนาคม 2565

การศึกษาคุณภาพน้ำบริเวณพื้นที่อ่างเก็บน้ำแม่จาง ตำบลนาสัก อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง พิกัดศึกษา ละติจูด 18° 20´ 08.68´´ เหนือ และลองติจูด 99° 48´ 58.71´´ ตะวันออก โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำ 3 จุด ได้แก่ จุดในบริเวณอ่างเก็บน้ำ (Middle Zone) จุดทางน้ำเข้า (Upper Zone) และจุดทางน้ำออก (Lower Zone) ดังภาพที่ 4 คุณภาพน้ำบริเวณพื้นที่อ่างเก็บน้ำแม่จาง ในเดือนกุมภาพันธ์ 2564 – มีนาคม 2565 โดยมีค่าดังนี้ (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 คุณภาพน้ำบางประการในอ่างเก็บน้ำแม่จาง กฟผ.แม่เมาะ จังหวัดลำปาง ในเดือน กุมภาพันธ์ 2564 – มีนาคม 2565

เดือน	Temp. อากาศ (°C)	Temp. น้ำ (°C)	ความโปร่งแสง (เซนติเมตร)	ของแข็งแขวนลอย (มิลลิกรัม/ลิตร)	EC (µS/cm)	pH	ความเป็นด่าง (มิลลิกรัม/ลิตร)	DO (มิลลิกรัม/ลิตร)	BOD (มิลลิกรัม/ลิตร)	NH_3-N (มิลลิกรัม/ลิตร)	NO_2^--N (มิลลิกรัม/ลิตร)	NO_3^--N (มิลลิกรัม/ลิตร)	PO_4^{3-}-N (มิลลิกรัม/ลิตร)	Chlorophyll-A (µg/L)
กุมภาพันธ์ 2564	27	25.3	65	0.008±0.007^{a}	214.4	8.52	117.11±3.0^{bc}	6.69±1.14^{b}	3.3±1.24^{a}	0.359±0.035^{ab}	0.012±0.002^{b}	0.005±0.003^{a}	0.091±0.006^{ab}	3.97±2.47^{a}
มีนาคม 2564	36.1	33.0	34	0.015±0.004^{a}	231.4	8.42	123.11±1.0^{c}	6.1±0.35^{b}	5.9±0.08^{bcd}	0.079±0.028^{a}	0.002±0.00^{a}	0.005±0.001^{a}	0.024±0.003^{a}	4.85±1.86^{a}
เมษายน 2564	30.3	29.0	52	0.012±0.000^{a}	203.6	6.00	113.89±2.8^{bc}	6.0±0.53^{ab}	5.2±0.18^{bc}	0.573±0.020^{b}	0.003±0.001^{a}	0.002±0.000^{a}	0.082±0.018^{ab}	3.13±1.83^{a}
พฤษภาคม 2564	29.7	29.7	22	0.039±0.015^{a}	117.2	7.69	110.89±4.6^{bc}	4.6±1.45^{ab}	7.1±0.72^{d}	0.440±0.078^{c}	0.004±0.003^{ab}	0.103±0.034 ^{a}	0.215±0.071^{ab}	4.72±2.22^{a}
มิถุนายน 2564	35.3	32.7	20	0.025±0.015^{a}	236.7	8.55	101.67±8.1^{b}	6.6±1.45^{b}	6.1±0.78^{bcd}	0.288±0.086^{ab}	0.005±0.003^{ab}	0.093±0.087^{a}	0.071±0.019^{ab}	17.45±7.72^{a}
กรกฎาคม 2564	29.3	29.4	21	0.043±0.011^{a}	465.5	7.37	80.33±19.6 ^{a}	6.6±0.21^{b}	5.4±0.50^{bcd}	0.308±0.073^{ab}	0.010±0.005^{ab}	0.242±0.097^{a}	0.051±0.010^{a}	1.50±0.40^{a}
ตุลาคม 2564	31.3	29.1	73	0.011±0.004^{a}	457.7	8.07	104.56±0.5^{bc}	6.2±0.06^{b}	5.4±0.50^{bcd}	0.320±0.086^{ab}	0.004±0.001^{ab}	0.225±0.092^{b}	0.053±0.012^{a}	4.10±1.08^{a}
พฤศจิกายน 2564	30.7	28.5	61	0.012±0.007^{a}	474.5	7.84	114.33±1.5^{bc}	5.2±0.23^{ab}	5.0±0.07^{b}	0.307±0.035^{ab}	0.004±0.000^{ab}	0.034±0.007^{b}	0.044±0.011^{a}	5.60±2.38^{a}
ธันวาคม 2564	29.0	23.9	65	0.007±0.002^{a}	456.6	7.37	115.56±1.6^{bc}	5.3±0.38^{ab}	7.0±0.67^{cd}	0.350±0.031^{ab}	0.004±0.000^{ab}	0.033±0.013^{a}	0.047±0.007^{a}	3.83±1.18^{a}
มกราคม 2565	30.7	25.7	47	0.005±0.004^{a}	362.8	8.00	117.78±1.6^{bc}	3.6±1.22^{a}	6.5±0.42^{bcd}	0.301±0.068^{ab}	0.001±0.000^{a}	0.022±0.012^{a}	0.169±0.023^{b}	5.95±0.74^{a}
กุมภาพันธ์ 2565	28.3	29.4	18	0.029±0.016^{a}	452.0	8.19	104.67±6.4^{bc}	5.3±0.57^{ab}	3.2±0.72^{a}	0.378±0.136^{ab}	0.002±0.001^{a}	0.067±0.022^{a}	0.146±0.012^{ab}	1.59±0.69^{a}
มีนาคม 2565	31.7	34.7	20	0.030±0.014^{a}	383.9	7.24	115.78±4.1^{bc}	5.0±1.02^{ab}	5.2±0.85^{bc}	0.442±0.164^{ab}	0.012±0.008^{b}	0.051±0.022^{a}	0.096±0.006^{ab}	6.71±3.25^{b}
เฉลี่ย	30.8	29.2	41.5	0.020±0.008	338.0	7.8	110.0±4.6	5.6±0.7	5..4±0.6	0.345±0.070	0.005±0.002	0.074±0.032	0.091±0.016	5.3±2.2
จุดทางน้ำเข้า	29.5	27.0	21.7	343.5±929.9	349.7	7.7	101.8±24.7	6.1±1.2	5.1±1.8	0.589±0.586	0.006±0.004	0.133±0.151	0.119±0.112	7.1±12.1
จุดทางน้ำออก	30.6	28.5	33.3	7.5±7.6	337.9	7.9	111.3±6.6	6.5±1.8	5.1±1.9	0.494±0.551	0.004±0.002	0.048±0.041	0.081±0.044	11.9±14.9
ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำ (กรมควบคุมมลพิษ)	-	23-32	-	-	-	5-7	-	>6	<5	<0.5	<0.1	<5	<0.6	-

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย±SD ภายในแถวที่มีตัวภาษาอังกฤษต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

คุณสมบัติทางกายภาพ

1. อุณหภูมิอากาศ

ผลการวิเคราะห์อุณหภูมิอากาศบริเวณอ่างเก็บน้ำแม่จาง จุด 1-3 อยู่ในช่วง 25.0-38.0 องศาเซลเซียส มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ (30.8±1.9) จุดทางน้ำเข้าอยู่ในช่วง 25-35 องศาเซลเซียส มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ (29.5±2.8) และจุดทางน้ำออกอยู่ในช่วง 29-34 องศาเซลเซียส มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ (30.6±0.2) (ไม่มีตัวอย่างทางน้ำเข้า และทางน้ำออกในบางเดือน เนื่องจากน้ำแห้ง) โดยมีค่าต่ำสุดอยู่บริเวณจุด 3 ในเดือนกุมภาพันธ์ 2564 เท่ากับ 25 องศาเซลเซียส และมีค่าสูงสุดอยู่บริเวณจุด 2 ในเดือนมีนาคม 2564 เท่ากับ 38 องศาเซลเซียส ผลวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ พบว่าอุณหภูมิอากาศไม่มีความแตกต่างกันระหว่างพื้นที่ศึกษา และเดือนที่ศึกษาอย่างมีนัยสำคัญ

2. อุณหภูมิน้ำ

ผลการวิเคราะห์อุณหภูมิน้ำบริเวณอ่างเก็บน้ำแม่จาง จุด 1-3 อยู่ในช่วง 22.5-39.9 องศาเซลเซียส มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ (29.2±2.1) จุดทางน้ำเข้า อยู่ในช่วง 23.3-29.9 องศาเซลเซียส มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ (27.0±2.0) และจุดทางน้ำออกอยู่ในช่วง 25.3-31.5 องศาเซลเซียสมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ (28.5±2.3) (ไม่มีตัวอย่างทางน้ำเข้า และทางน้ำออกในบางเดือน เนื่องจากน้ำแห้ง) โดยมีค่าต่ำสุดอยู่บริเวณจุด 2 ในเดือนธันวาคม 2564 เท่ากับ 22.5 องศาเซลเซียส และมีค่าสูงสุดอยู่บริเวณจุด 1 ในเดือนมีนาคม 2564 เท่ากับ 39.9 องศาเซลเซียส ผลวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ พบว่าอุณหภูมิน้ำไม่มีความแตกต่างกันระหว่างพื้นที่ศึกษา และเดือนที่ศึกษาอย่างมีนัยสำคัญ

3. ความโปร่งแสง (Transparency)

ผลการวิเคราะห์ค่าความโปร่งแสง บริเวณอ่างเก็บน้ำแม่จาง จุด 1-3 อยู่ในช่วง 6.5-95.0 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ (41.5±15.3) จุดทางน้ำเข้า อยู่ในช่วง 5-45 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ (21.7±13.5) และจุดทางน้ำออก อยู่ในช่วง 10-55 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ (33.3±15.9) (ไม่มีตัวอย่างทางน้ำเข้า และทางน้ำออกในบางเดือน เนื่องจากน้ำแห้ง) บริเวณน้ำที่มีความโปร่งแสงน้อยที่สุดอยู่บริเวณจุดทางน้ำเข้า ในเดือนมิถุนายน 2564 มีค่าเท่ากับ 5 เซนติเมตร ส่วนบริเวณที่มีค่าความโปร่งแสงมากที่สุด คือบริเวณจุด 1 ในเดือนกุมภาพันธ์และเมษายน 2564 มีค่าเท่ากับ 95 เซนติเมตร ผลวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ พบว่า ความโปร่งแสงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างพื้นที่ศึกษา และเดือนศึกษา เนื่องจากบางเดือน พื้นที่ทำการศึกษาฝนตก ทำให้มีการชะล้างหน้าดินลงแหล่งน้ำ ทำให้แหล่งน้ำมีตะกอนดินมาก

4. ความลึก

ผลการวิเคราะห์ค่าความลึกบริเวณอ่างเก็บน้ำแม่จาง จุด 1-3 อยู่ในช่วง 0.4 -4.5 เมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ (2.2±0.8) จุดทางน้ำเข้า อยู่ในช่วง 0.2-0.6 เมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ (0.5±0.1) และจุดทางน้ำออก อยู่ในช่วง 0.4-0.6 เมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ (5.0±0.1) (ไม่มีตัวอย่างทางน้ำเข้า และทางน้ำออกในบางเดือน เนื่องจากน้ำแห้ง) บริเวณน้ำที่มีความลึกน้อยที่สุดอยู่บริเวณจุดทางน้ำเข้า ในเดือนมีนาคม 2565 มีค่าเท่ากับ 0.2 เมตร ส่วนบริเวณที่มีค่าความลึกมากที่สุด คือบริเวณจุด 3 ในเดือนเมษายน 2564 มีค่าเท่ากับ 5 เมตร ผลวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ พบว่า ความลึกไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างพื้นที่ศึกษา และเดือนศึกษา

5. สภาพการนำไฟฟ้า

ผลการวิเคราะห์สภาพการนำไฟฟ้าของน้ำบริเวณอ่างเก็บน้ำแม่จาง จุด 1-3 อยู่ในช่วง 117.5-489.1 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ (338.0±19.8) จุดทางน้ำเข้าอยู่ในช่วง 111.5-521.0 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ (349.7±135.8) และจุดทางน้ำออก อยู่ในช่วง 117.5-560.8 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ (337.9±127.9) (ไม่มีตัวอย่างทางน้ำเข้า และทางน้ำออกในบางเดือน เนื่องจากน้ำแห้ง) บริเวณน้ำที่มีค่าสภาพการนำไฟฟ้าน้อยที่สุดอยู่บริเวณจุดทางน้ำเข้า ในเดือนพฤษภาคม 2564 มีค่าเท่ากับ 111.5 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร ส่วนบริเวณที่มีค่าสภาพการนำไฟฟ้ามากที่สุด คือบริเวณจุดทางน้ำออก ในเดือนกรกฎาคม 2564 มีค่าเท่ากับ 560.8 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร ผลวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ พบว่า สภาพการนำไฟฟ้าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างพื้นที่ศึกษา และเดือนศึกษา เนื่องจากบางเดือนที่ทำการศึกษามีค่าสภาพการนำไฟฟ้าที่สูง แสดงว่ามีปริมาณสารที่ละลายในน้ำมาก (APHA *et al.,* 2012) โดยค่าการนำไฟฟ้านี้จะใช้ในการคาดคะเนผลประจุไฟฟ้าต่าง ๆ ที่มีผลต่อสมดุลทางเคมี และผลทางกายภาพที่มีต่อพืช และสัตว์ (ธงชัย และวิบูลย์ลักษณ์, 2540)

6. ปริมาณของแข็งแขวนลอย

ผลการวิเคราะห์ปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมดบริเวณอ่างเก็บน้ำแม่จาง จุด 1-3 อยู่ในช่วง 1.67-56.00 ไมโครกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ (19.6±8.2) จุดทางน้ำเข้า อยู่ในช่วง 3.33-2,984 ไมโครกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ (343.5±929.9) (มีฝนตกน้ำกัดเซาะตลิ่ง ทำให้น้ำขุ่นมาก) และจุดทางน้ำออก อยู่ในช่วง 1.33-21.00 ไมโครกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ (7.5±7.6) (ไม่มีตัวอย่างทางน้ำเข้า และทางน้ำออกในบางเดือน เนื่องจากน้ำแห้ง) โดยมีค่าต่ำสุดอยู่บริเวณจุดทางน้ำออก ในเดือนพฤศจิกายน 2564 เท่ากับ 1.33 ไมโครกรัมต่อลิตร และมีค่าสูงสุดอยู่บริเวณจุดทางน้ำเข้า ในเดือนกรกฎาคม 2564 เท่ากับ 2,984.00 ไมโครกรัมต่อลิตร ผลวิเคราะห์ความแตกต่างทาง

สถิติพบว่าปริมาณของแข็งแขวนลอยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างพื้นที่ศึกษา และเดือนที่ศึกษา

คุณสมบัติทางเคมี

7. ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen)

ผลการวิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำบริเวณอ่างเก็บน้ำแม่จาง จุด 1-3 อยู่ในช่วง 2.36-8.26 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ (5.6±0.7) จุดทางน้ำเข้า อยู่ในช่วง 3.55-7.49 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ (6.1±1.2) และจุดทางน้ำออก อยู่ในช่วง 2.68-8.68 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ (6.5±1.8) (ไม่มีตัวอย่างทางน้ำเข้า และทางน้ำออกในบางเดือน เนื่องจากน้ำแห้ง) โดยมีค่าต่ำสุดอยู่ที่จุด 2 ในเดือนมกราคม 2565 เท่ากับ 2.36 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าสูงสุดอยู่บริเวณจุดทางน้ำออก ในเดือนพฤศจิกายน 2564 เท่ากับ 8.68 มิลลิกรัมต่อลิตร ผลวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ พบว่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างพื้นที่ศึกษา และเดือนที่ศึกษา

8. ปริมาณออกซิเจนที่ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (Biochemical Oxygen Demand: BOD)

ผลการวิเคราะห์ค่า BOD บริเวณอ่างเก็บน้ำแม่จาง จุด 1-3 อยู่ในช่วง 2.2-7.8 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ (5.4±0.6) จุดทางน้ำเข้า อยู่ในช่วง 3.0-8.2 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ (5.1±1.8) และจุดทางน้ำออกอยู่ในช่วง 1.1-7.5 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ (5.1±1.9) (ไม่มีตัวอย่างทางน้ำเข้า และทางน้ำออกในบางเดือน เนื่องจากน้ำแห้ง) โดยมีค่าต่ำสุดอยู่ที่จุดทางน้ำออกในเดือนกุมภาพันธ์ 2565 เท่ากับ 1.1 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าสูงสุดอยู่บริเวณจุดทางน้ำเข้าในเดือนธันวาคม 2564 เท่ากับ 8.2 มิลลิกรัมต่อลิตร ผลวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ พบว่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างพื้นที่ศึกษา และเดือนที่ศึกษา

9. ความเป็นกรด-ด่าง (pH)

ผลการวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่าง (pH) บริเวณอ่างเก็บน้ำแม่จาง จุด 1-3 อยู่ในช่วง 5.97-8.82 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ (7.8±0.3) จุดทางน้ำเข้า อยู่ในช่วง 7.12-8.45 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ (7.7±0.5) และจุดทางน้ำออก อยู่ในช่วง 7.3-8.23 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ (7.9±0.4) (ไม่มีตัวอย่างทางน้ำเข้า และทางน้ำออกในบางเดือน เนื่องจากน้ำแห้ง) โดยมีค่าต่ำสุดอยู่ที่จุด 1 ในเดือนเมษายน 2564 เท่ากับ 5.97 และมีค่าสูงสุดอยู่บริเวณจุด 1 ในเดือนมิถุนายน 2564 เท่ากับ 8.82 ผลวิเคราะห์ความแตกต่างทาง

สถิติ พบว่าค่าความกรด-ด่าง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างพื้นที่ศึกษา และเดือนที่ศึกษา

10. ค่าความเป็นด่าง

ผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นด่างของน้ำบริเวณอ่างเก็บน้ำแม่จาง จุด 1-3 อยู่ในช่วง 68.67-124.00 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ (110.0±4.6) จุดทางน้ำเข้า อยู่ในช่วง 65.00-127.67 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ (101.8±24.7) และจุดทางน้ำออก อยู่ในช่วง 100.67-123.67 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ (111.3±6.6) (ไม่มีตัวอย่างทางน้ำเข้า และทางน้ำออกในบางเดือน เนื่องจากน้ำแห้ง) โดยมีค่าต่ำสุดอยู่ที่จุดทางน้ำเข้า ในเดือนมิถุนายน 2564 เท่ากับ 65.00 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าสูงสุดอยู่บริเวณจุดทางน้ำเข้า ในเดือนพฤศจิกายน 2564 เท่ากับ 127.67 มิลลิกรัมต่อลิตร ผลวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ พบว่าค่าความเป็นด่าง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างพื้นที่ศึกษา และเดือนที่ศึกษา

11. คลอโรฟิลล์ เอ

ผลการวิเคราะห์ค่าคลอโรฟิลล์ เอ ของน้ำบริเวณอ่างเก็บน้ำแม่จาง จุด 1-3 อยู่ในช่วง 1.06-25.65 ไมโครกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ (5.3±2.2) จุดทางน้ำเข้า อยู่ในช่วง 0.79-41.25 ไมโครกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ (7.1±12.1) และจุดทางน้ำออก อยู่ในช่วง 0.93-44.69 ไมโครกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ (11.9±14.9) (ไม่มีตัวอย่างทางน้ำเข้า และทางน้ำออกในบางเดือน เนื่องจากน้ำแห้ง) โดยมีค่าต่ำสุดอยู่ที่จุดทางน้ำเข้า ในเดือนตุลาคม 2564 เท่ากับ 0.79 ไมโครกรัมต่อลิตร และมีค่าสูงสุดอยู่บริเวณจุดทางน้ำออก ในเดือนมิถุนายน 2564เท่ากับ 44.69 ไมโครกรัมต่อลิตร ผลวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ พบว่าคลอโรฟิลล์ เอ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างพื้นที่ศึกษา และเดือนที่ศึกษา

12. ฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส

ผลการวิเคราะห์ปริมาณฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส ของน้ำบริเวณอ่างเก็บน้ำแม่จาง จุด 1-3 อยู่ในช่วง 0.02-0.24 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ (0.09±0.02) จุดทางน้ำเข้า อยู่ในช่วง 0.02-0.41 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ (0.12±0.11) และจุดทางน้ำออก อยู่ในช่วง 0.03-0.13 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ (0.08±0.04) (ไม่มีตัวอย่างทางน้ำเข้า และทางน้ำออกในบางเดือน เนื่องจากน้ำแห้ง) โดยมีค่าต่ำสุดอยู่ที่จุดทางน้ำเข้า ในเดือนมีนาคม 2564 เท่ากับ 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าสูงสุดอยู่บริเวณจุดทางน้ำเข้า ในเดือนพฤษภาคม 2564 เท่ากับ 0.41 มิลลิกรัมต่อลิตร

ผลวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ พบว่าฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างพื้นที่ศึกษา และเดือนที่ศึกษา

13. แอมโมเนีย ไนโตรเจน (Ammonia nitrogen)

ผลการวิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนของน้ำบริเวณอ่างเก็บน้ำแม่จาง จุด 1-3 อยู่ในช่วง 0.05-0.62 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ (0.35±0.07) จุดทางน้ำเข้า อยู่ในช่วง 0.13-2.19 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ (0.59±0.59) และจุดทางน้ำออก อยู่ในช่วง 0.05-1.93 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ (0.49±0.55) (ไม่มีตัวอย่างทางน้ำเข้า และทางน้ำออกในบางเดือน เนื่องจากน้ำแห้ง) โดยมีค่าต่ำสุดอยู่ที่จุด 3 ในเดือนมีนาคม 2564 เท่ากับ 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าสูงสุดอยู่บริเวณจุดทางน้ำเข้า ในเดือนพฤษภาคม 2564 เท่ากับ 2.19 มิลลิกรัมต่อลิตร ผลวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ พบว่าแอมโมเนีย ไนโตรเจน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างพื้นที่ศึกษา และเดือนที่ศึกษา

14. ไนไตรท์ ไนโตรเจน (Nitrite nitrogen)

ผลการวิเคราะห์ค่าไนไตรท์-ไนโตรเจนของน้ำบริเวณอ่างเก็บน้ำแม่จางจุด 1-3 อยู่ในช่วง 0.001-0.017 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ (0.005±0.002) จุดทางน้ำเข้า อยู่ในช่วง 0.001-0.014 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ (0.006±0.004) และจุดทางน้ำออก อยู่ในช่วง 0.001-0.008 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ (0.004±0.002) (ไม่มีตัวอย่างทางน้ำเข้า และทางน้ำออกในบางเดือน เนื่องจากน้ำแห้ง) โดยมีค่าต่ำสุดอยู่ที่จุด 1-3 จุดทางน้ำเข้าและจุดทางน้ำออก ในเดือนมกราคม 2565 เท่ากับ 0.001 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าสูงสุดอยู่บริเวณจุด 2 ในเดือนมีนาคม 2565 เท่ากับ 0.017 มิลลิกรัมต่อลิตร ผลวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ พบว่าไนไตรท์ ไนโตรเจน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างพื้นที่ศึกษา และเดือนที่ศึกษา

15. ไนเตรท ไนโตรเจน (Nitrate nitrogen)

ผลการวิเคราะห์ค่าไนเตรท-ไนโตรเจนของน้ำบริเวณอ่างเก็บน้ำแม่จางจุด 1-3 อยู่ในช่วง 0.002-0.303 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ (0.074±0.032) จุดทางน้ำเข้า อยู่ในช่วง 0.006-0.500 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ (0.133±0.151) และจุดทางน้ำออก อยู่ในช่วง 0.011-0.128 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ (0.048±0.041) (ไม่มีตัวอย่างทางน้ำเข้า และทางน้ำออกในบางเดือน เนื่องจากน้ำแห้ง) โดยมีค่าต่ำสุดอยู่ที่จุด 1-3 ในเดือนเมษายน 2564 เท่ากับ 0.002 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าสูงสุดอยู่บริเวณจุดทางน้ำเข้า ในเดือนมิถุนายน 2564 เท่ากับ 0.500 มิลลิกรัมต่อ

ลิตร ผลวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ พบว่าไนเตรท ไนโตรเจน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างพื้นที่ศึกษา และเดือนที่ศึกษา

นอกจากการศึกษาคุณสมบัติของน้ำทางกายภาพ และเคมีบางประการแล้ว ยังได้มีการประเมินระดับคุณภาพโดยใช้แพลงก์ตอนพืชชนิดเด่น 3 ชนิดเป็นดัชนีบ่งชี้แล้ว AARL-PP-Score ได้เท่ากับ 6.6 (ดังตารางที่ 9) ดังนั้นค่าคะแนนที่ได้อยู่ในช่วง 5.6-7.5 จัดอยู่ในระดับสารอาหารปานกลางถึงไม่ดี คุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำแม่จางมีคุณภาพน้ำปานกลางถึงไม่ดี ทั้งนี้เมื่อใช้แพลงก์ตอนพืชชนิดเด่น 3 ชนิดที่เป็นดัชนีบ่งชี้ประเมินร่วมกับการใช้ปัจจัยทางกายภาพและเคมี จะพบว่าคุณภาพน้ำในอ่างเก็บแม่จางมีคุณภาพน้ำปานกลาง

ตารางที่ 9 คะแนน AARL-PP Score ของแพลงก์ตอนพืชในอ่างเก็บน้ำแม่จาง กฟผ.แม่เมาะ จังหวัดลำปาง

ลำดับ	แพลงก์ตอนพืชชนิดเด่น	คะแนน	ค่าเฉลี่ยคะแนน AARL-PP Score
1	*Peridiniopsis* sp.	6	
2	*Peridinium* sp.	6	AARL-PP Score = $\frac{6+6+8}{3}$ = 6.6
3	*Trachelomonas volvocina*	8	

ศึกษาองค์ประกอบชนิด ความถี่ และปริมาณของอาหารในกระเพาะของสัตว์น้ำเศรษฐกิจที่พบในอ่างเก็บน้ำแม่จาง กฟผ.แม่เมาะ จังหวัดลำปาง ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2564 – มีนาคม 2565

การเก็บตัวอย่างในอ่างเก็บน้ำแม่จางในช่วงเวลา กุมภาพันธ์ 2564 - มีนาคม 2565 เป็นจำนวน 12 ครั้ง ในการเก็บตัวอย่าง สามารถจำแนกชนิดของปลาที่พบในอ่างเก็บน้ำแม่จาง พบว่าเดือนกุมภาพันธ์ 2564 พบ 14 ชนิด, มีนาคม 2564 พบ 13 ชนิด, เมษายน 2564 พบ 12 ชนิด, พฤษภาคม พบ 13 ชนิด, มิถุนายน 2564 พบ 11 ชนิด, กรกฎาคม 2564 พบ 9 ชนิด, ตุลาคม 2564 พบ 8 ชนิด, พฤศจิกายน 2564 พบ 7 ชนิด, ธันวาคม 2564 พบ 13 ชนิด, มกราคม 2565 พบ 7 ชนิด, กุมภาพันธ์ 2565 พบ 13 ชนิด, มีนาคม 2565 พบ 9 ชนิด ซึ่งรายละเอียดปลาที่พบในแต่ละครั้งที่เก็บตัวอย่าง (ดังตารางที่ 10)

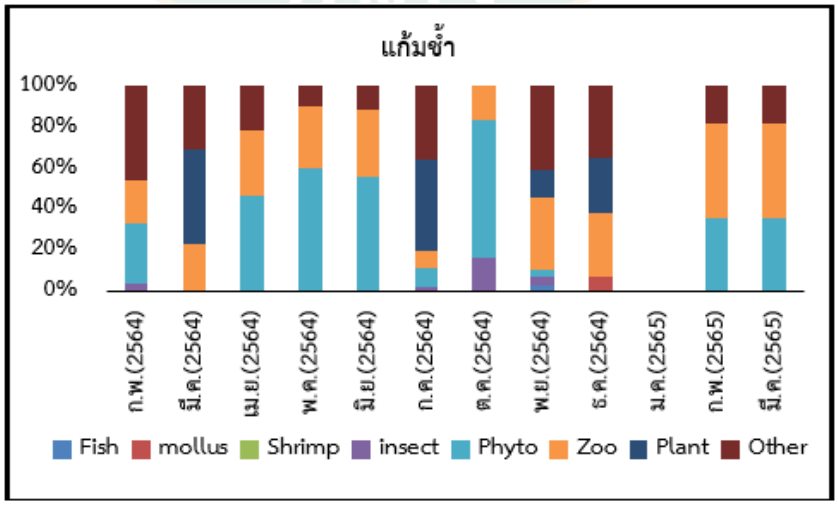
ตารางที่ 10 ข้อมูลชนิดของปลาที่พบในอ่างเก็บน้ำแม่จาง กฟผ.แม่เมาะ จังหวัดลำปาง ในรอบเดือนกุมภาพันธ์ 2564 – มีนาคม 2565

ชนิดปลาที่พบ	เดือน											
	กุมภาพันธ์ 2564	มีนาคม 2564	เมษายน 2564	พฤษภาคม 2564	มิถุนายน 2564	กรกฎาคม 2564	ตุลาคม 2564	พฤศจิกายน 2564	ธันวาคม 2564	มกราคม 2565	กุมภาพันธ์ 2565	มีนาคม 2565
แก้มช้ำ	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓
ไส้ตันตาแดง	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓			✓
กระสูบขีด	✓											✓
กะทุงเหว	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓		✓	✓
กะมัง	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ช่า	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ตะเพียน	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ตะเพียนขาว	✓											✓
นวลจันทร์เทศ	✓											✓
นิล	✓	✓		✓	✓	✓			✓	✓	✓	
ยี่สกเทศ	✓	✓							✓			
สลาด	✓									✓	✓	
หนามหลัง	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
หมอช้างเหยียบ	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓		✓	
แป้นแก้ว		✓	✓	✓	✓		✓					
ชิวควายแถบดำ		✓	✓									
นวลจันทร์		✓	✓	✓					✓	✓		
บู่		✓		✓							✓	
บ้า			✓						✓			
แป้นแก้ว		✓	✓	✓	✓		✓					

จากตารางที่ 10 ผู้วิจัยจึงเลือกชนิดปลาที่พบบ่อยในการเก็บตัวอย่างทั้ง 12 ครั้ง โดยเลือกปลาเพื่อนำมาศึกษา จำนวน 4 ชนิด คือ ปลาแก้มช้ำ ปลาซ่า ปลาตะเพียน และปลาหนามหลัง เพื่อศึกษาองค์ประกอบ และสัดส่วนอาหารในกระเพาะอาหารของปลาทั้ง 4 ชนิด ดังมีรายละเอียดดังนี้

1. ปลาแก้มช้ำ

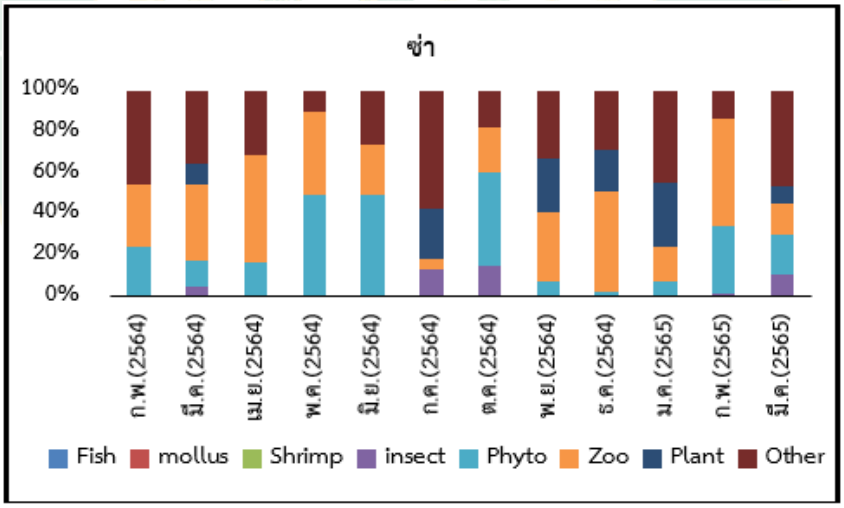
จากการศึกษาองค์ประกอบของอาหาร และสัดส่วนของอาหารในกระเพาะอาหารของปลาแก้มช้ำ พบว่า ในครั้งที่ 1 (เดือนกุมภาพันธ์ 2564) ภายในกระเพาะอาหาร พบ ปลา แมลง แพลงก์ตอนสัตว์ แพลงก์ตอนพืช และอื่น ๆ ที่ไม่สามารถจำแนกได้ ในครั้งที่ 2 (เดือนมีนาคม 2564) ภายในกระเพาะอาหาร พบ แพลงก์ตอนพืช พืช และอื่น ๆ ที่ไม่สามารถจำแนกได้ ส่วนในครั้งที่ 3 (เดือนเมษายน 2564) - ครั้งที่ 5 (เดือนมิถุนายน 2564) ภายในกระเพาะอาหาร พบ แพลงก์ตอนสัตว์ แพลงก์ตอนพืช และอื่น ๆ ที่ไม่สามารถจำแนกได้ ครั้งที่ 6 (เดือนกรกฎาคม 2564) พบว่าภายในกระเพาะอาหาร พบ แมลง หอย พืช และอื่น ๆ ที่ไม่สามารถจำแนกได้ ครั้งที่ 7 (เดือนตุลาคม 2564) ภายในกระเพาะอาหาร พบ แมลง แพลงก์ตอนสัตว์ แพลงก์ตอนพืช และอื่น ๆ ที่ไม่สามารถจำแนกได้ ครั้งที่ 8 (เดือนพฤศจิกายน 2564) ภายในกระเพาะอาหาร พบ ปลา แมลง พืชแพลงก์ตอนสัตว์ แพลงก์ตอนพืช และอื่น ๆ ที่ไม่สามารถจำแนกได้ ครั้งที่ 9 (เดือนธันวาคม 2564) ภายในกระเพาะอาหาร พบ หอย พืช แพลงก์ตอนพืช และอื่น ๆ ที่ไม่สามารถจำแนกได้ ครั้งที่ 11 (เดือนกุมภาพันธ์ 2565) ภายในกระเพาะอาหาร พบ หอย แมลง พืช แพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ และ อื่น ๆ ที่ไม่สามารถจำแนกได้ ครั้งที่ 12 (เดือนมีนาคม 2565) ภายในกระเพาะอาหาร พบ แพลงก์ตอนสัตว์ แพลงก์ตอนพืช และอื่น ๆ ที่ไม่สามารถจำแนกได้ ส่วนครั้งที่ 10 (เดือนมกราคม 2565) ไม่พบปลาแก้มช้ำจากการสำรวจ ซึ่งจากการเก็บตัวอย่างทั้ง 12 ครั้ง พบว่า ปลาแก้มช้ำมีอาหารที่กินซ้ำ ๆ กัน คือ แพลงก์ตอนพืช และ แพลงก์ตอนสัตว์ เป็นหลัก ดังภาพที่ 17



ภาพที่ 17 สัดส่วนของอาหารในกระเพาะอาหารของปลาแก้มช้ำ ในการเก็บตัวอย่าง 12 ครั้ง

2. ปลาซ่า

จากการศึกษาองค์ประกอบของอาหาร และสัดส่วนของอาหารในกระเพาะอาหารของปลาซ่า พบว่า ในครั้งที่ 1 (เดือนกุมภาพันธ์ 2564) ภายในกระเพาะอาหาร พบแพลงก์ตอนสัตว์ แพลงก์ตอนพืช และอื่น ๆ ที่ไม่สามารถจำแนกได้ ครั้งที่ 2 (เดือนมีนาคม 2564) ภายในกระเพาะอาหาร พบ แมลง แพลงก์ตอนสัตว์ แพลงก์ตอนพืช พืช และอื่น ๆ ที่ไม่สามารถจำแนกได้ ในครั้งที่ 3 (เดือนเมษายน 2564) - ครั้งที่ 6 (เดือนกรกฎาคม 2564) ภายในกระเพาะอาหาร พบ แพลงก์ตอนสัตว์ แพลงก์ตอนพืช และอื่น ๆ ที่ไม่สามารถจำแนกได้ ครั้งที่ 7 (เดือนตุลาคม 2564) ภายในกระเพาะอาหาร พบ แมลง แพลงก์ตอนสัตว์ แพลงก์ตอนพืช พืช และอื่น ๆ ที่ไม่สามารถจำแนกได้ ครั้งที่ 8 (เดือนพฤศจิกายน 2564) – ครั้งที่ 10 (เดือนมกราคม 2565) ภายในกระเพาะอาหาร พบ แพลงก์ตอนสัตว์ แพลงก์ตอนพืช พืช และอื่น ๆ ที่ไม่สามารถจำแนกได้ ครั้งที่ 11 (เดือนกุมภาพันธ์ 2565) ภายในกระเพาะอาหาร พบ แพลงก์ตอนสัตว์ แพลงก์ตอนพืช และอื่น ๆ ที่ไม่สามารถจำแนกได้ ครั้งที่ 12 (เดือนมีนาคม 2565) ภายในกระเพาะอาหาร พบ แมลง แพลงก์ตอนสัตว์ แพลงก์ตอนพืช และอื่น ๆ ที่ไม่สามารถจำแนกได้ผลจากการศึกษาพบว่า ในกระเพาะอาหารของปลาซ่า พบว่า มีการกินแพลงก์ตอนพืช และ แพลงก์ตอนสัตว์ เป็นหลัก ดังภาพที่ 18

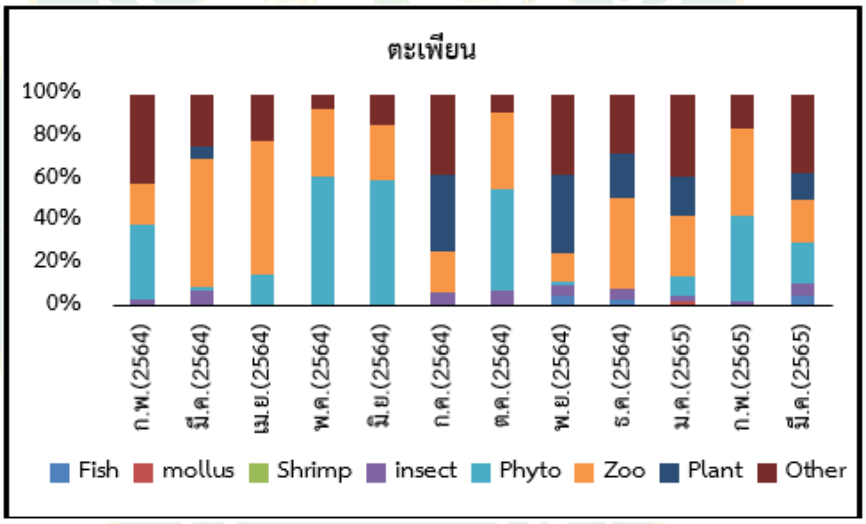


ภาพที่ 18 สัดส่วนของอาหารในกระเพาะอาหารของปลาซ่า ในการเก็บตัวอย่าง 12 ครั้ง

3. ปลาตะเพียน

จากการศึกษาองค์ประกอบของอาหาร และสัดส่วนของอาหารในกระเพาะอาหารของปลาตะเพียน พบว่า ในครั้งที่ 1 (เดือนกุมภาพันธ์ 2564) ภายในกระเพาะอาหาร พบ แมลง แพลงก์ตอนสัตว์ แพลงก์ตอนพืช และอื่น ๆ ที่ไม่สามารถจำแนกได้ ครั้งที่ 2 (เดือนมีนาคม 2564) ภายในกระเพาะอาหาร พบ แมลง แพลงก์ตอนสัตว์ แพลงก์ตอนพืช พืช และอื่น ๆ ที่ไม่สามารถจำแนกได้

ในครั้งที่ 3 (เดือนเมษายน 2564) - ครั้งที่ 6 (เดือนกรกฎาคม 2564) ภายในกระเพาะอาหาร พบ แพลงก์ตอนสัตว์ แพลงก์ตอนพืช และอื่น ๆ ที่ไม่สามารถจำแนกได้ ครั้งที่ 7 (เดือนตุลาคม 2564) ภายในกระเพาะอาหาร พบ แมลง แพลงก์ตอนสัตว์ แพลงก์ตอนพืช และอื่น ๆ ที่ไม่สามารถจำแนกได้ ครั้งที่ 8 (เดือนพฤศจิกายน 2564) ภายในกระเพาะอาหาร พบ ปลา แมลง แพลงก์ตอนสัตว์ แพลงก์ตอนพืช พืช และอื่น ๆ ที่ไม่สามารถจำแนกได้ ครั้งที่ 9 (เดือนธันวาคม 2564) ภายในกระเพาะอาหาร พบ ปลา แมลง แพลงก์ตอนพืช พืช และอื่น ๆ ที่ไม่สามารถจำแนกได้ ครั้งที่ 10 (เดือนมกราคม 2565) ภายในกระเพาะอาหาร พบ หอย แมลง แพลงก์ตอนสัตว์ แพลงก์ตอนพืช พืช และอื่น ๆ ที่ไม่สามารถจำแนกได้ ครั้งที่ 11 (เดือนกุมภาพันธ์ 2565) – ครั้งที่ 12 (เดือนมีนาคม 2565) ภายในกระเพาะอาหาร พบ แมลง แพลงก์ตอนสัตว์ แพลงก์ตอนพืช และอื่น ๆ ที่ไม่สามารถจำแนกได้ ผลจากการศึกษาพบว่า ในกระเพาะอาหารของปลาตะเพียน พบว่า มีการกินแพลงก์ตอนพืช และแพลงก์ตอนสัตว์ เป็นหลัก ดังภาพที่ 19

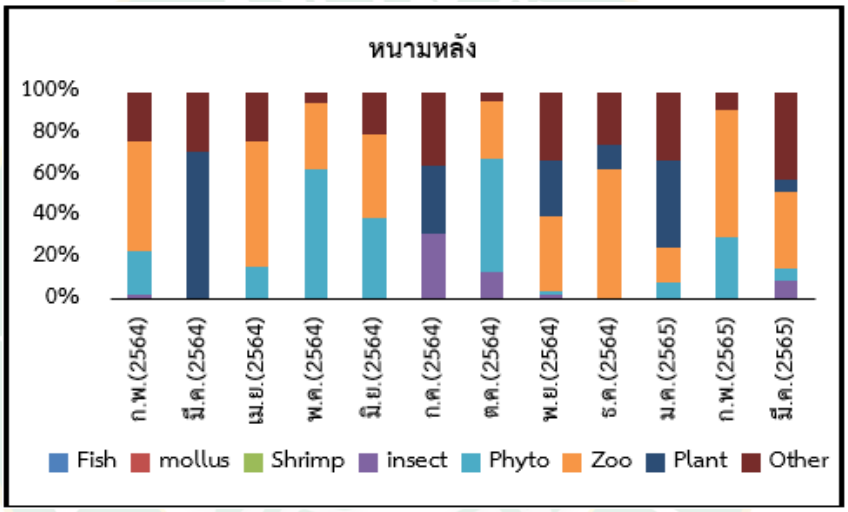


ภาพที่ 19 สัดส่วนของอาหารในกระเพาะอาหารของปลาตะเพียน ในการเก็บตัวอย่าง 12 ครั้ง

4. ปลาหนามหลัง

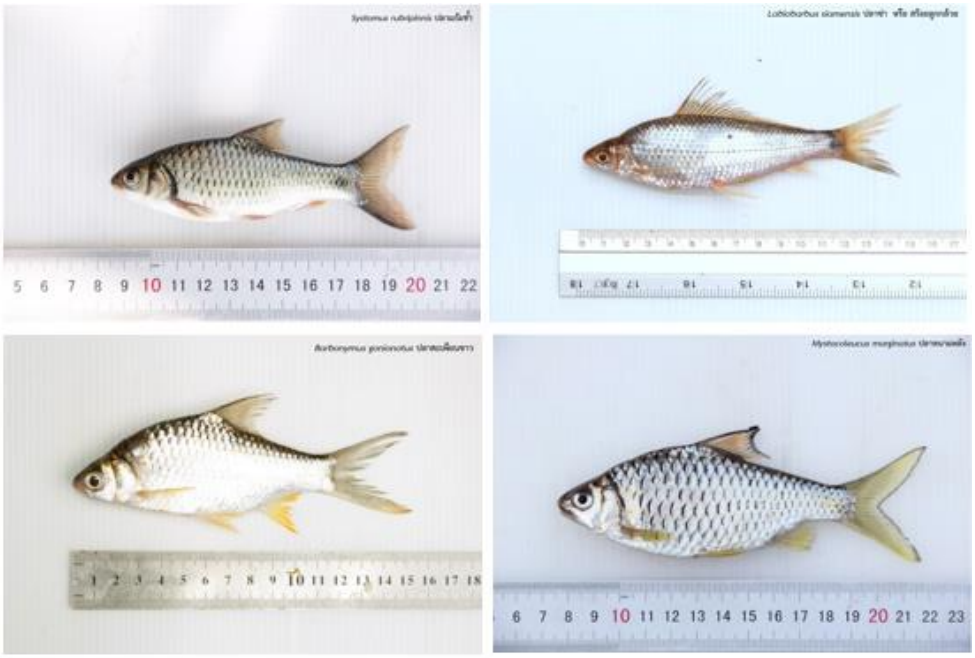
จากการศึกษาองค์ประกอบของอาหาร และสัดส่วนของอาหารในกระเพาะอาหารของปลาหนามหลัง พบว่า ในครั้งที่ 1 (เดือนกุมภาพันธ์ 2564) ภายในกระเพาะอาหาร พบ แมลงแพลงก์ตอนสัตว์ แพลงก์ตอนพืช และอื่น ๆ ที่ไม่สามารถจำแนกได้ ครั้งที่ 2 (เดือนมีนาคม 2564) ภายในกระเพาะอาหาร พบ พืช และอื่น ๆ ที่ไม่สามารถจำแนกได้ ในครั้งที่ 3 (เดือนเมษายน 2564) ภายในกระเพาะอาหาร พบ แพลงก์ตอนสัตว์ แพลงก์ตอนพืช และอื่น ๆ ที่ไม่สามารถจำแนกได้ ครั้งที่ 4 (เดือนพฤษภาคม 2564)ภายในกระเพาะอาหาร พบ แพลงก์ตอนพืช และอื่น ๆ ที่ไม่สามารถจำแนกได้ ครั้งที่ 5 (เดือนมิถุนายน 2564) และครั้งที่ 6 (เดือนกรกฎาคม 2564) ภายในกระเพาะอาหาร พบ

แพลงก์ตอนสัตว์ แพลงก์ตอนพืช และอื่น ๆ ที่ไม่สามารถจำแนกได้ ครั้งที่ 7 (เดือนตุลาคม 2564) – ครั้งที่ 8 (เดือนพฤศจิกายน 2564) ภายในกระเพาะอาหาร พบ แมลง แพลงก์ตอนสัตว์ แพลงก์ตอนพืช และอื่นๆ ที่ไม่สามารถจำแนกได้ ครั้งที่ 9 (เดือนธันวาคม 2564) ภายในกระเพาะอาหาร พบ แมลง แพลงก์ตอนสัตว์ แพลงก์ตอนพืช พืช และอื่น ๆ ที่ไม่สามารถจำแนกได้ ครั้งที่ 10 (เดือนมกราคม 2565) ภายในกระเพาะอาหาร พบแพลงก์ตอนสัตว์ แพลงก์ตอนพืช พืช และอื่น ๆ ที่ไม่สามารถจำแนกได้ ครั้งที่ 11 (เดือนกุมภาพันธ์ 2565) ครั้งที่ 12 (เดือนมีนาคม 2565) ภายในกระเพาะอาหาร พบ แพลงก์ตอนสัตว์ แพลงก์ตอนพืช และอื่น ๆ ที่ไม่สามารถจำแนกได้ ผลจากการศึกษาพบว่า ในกระเพาะอาหารของปลาหนามหลัง พบว่า ปลาหนามหลัง มีการกินแพลงก์ตอนพืช และ แพลงก์ตอนสัตว์ เป็นหลัก ดังภาพที่ 20



ภาพที่ 20 สัดส่วนของอาหารในกระเพาะอาหารของปลาหนามหลัง ในการเก็บตัวอย่าง 12 ครั้ง

การจำแนกนิสัยการกินของปลามีวิธีการจำแนกโดยการใช้สัดส่วนของความยาวลำตัวต่อความยาวลำไส้ โดยพบว่า ปลากินเนื้อ จะมีสัดส่วนน้อยกว่า 0.6 ปลากินเนื้อและพืช มีสัดส่วนใกล้เคียง 1 ส่วนปลากินพืช มีสัดส่วนมากกว่า 1.7 (ศิริลักษณ์ และกรทิพย์, 2555) ซึ่งจากวิธีการจำแนกที่กล่าวมา สามารถนำมาใช้ในการแบ่งกลุ่มของปลาทั้ง 4 ชนิดที่นำมายกตัวอย่าง คือ ปลาแก้มช้ำ ปลาซ่า ปลาตะเพียน และปลาหนามหลัง (ดังภาพที่ 21)



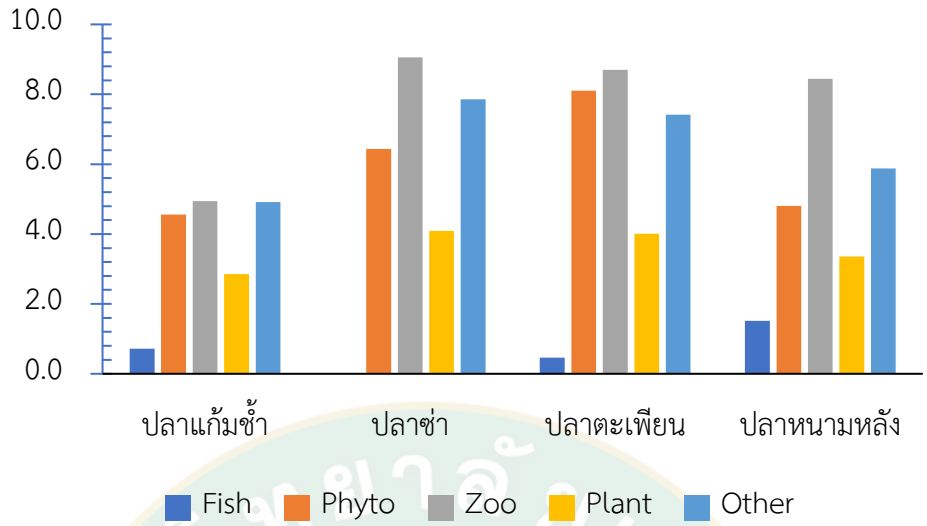
ภาพที่ 21 ปลาทั้ง 4 ชนิดที่นำมายกตัวอย่าง คือ ปลาแก้มช้ำ ปลาซ่า ปลาตะเพียน และปลาหนามหลัง

เมื่อนำข้อมูลความยาวของลำตัว และ ความยาวของลำไส้ ในปลาแต่ละชนิด สามารถนำมาหาสัดส่วนของความยาวลำตัว:ความยาวลำไส้ ดังตารางที่ 11 ซึ่งสามารถจำแนกกลุ่มของปลาได้ 3 กลุ่ม คือ ปลาที่กินเนื้อ คือ ปลาในกลุ่มของปลาซ่า เพราะมีสัดส่วนของ ลำตัว: ลำไส้ เท่ากับ 0.6 ในส่วนของปลาแก้มช้ำ เป็นปลาในกลุ่มที่กินเนื้อและพืช เพราะมีสัดส่วนของ ลำตัว:ลำไส้ 1.3 และสุดท้าย ปลากินพืช คือ ปลาตะเพียน และปลาหนามหลัง มีสัดส่วนของลำตัว: ลำไส้ เท่ากับ 2.5 และ 2.8 ซึ่งเป็นสัดส่วนที่มากกว่า 1.7 จึงจำแนกเป็นปลากินพืช ร้อยละของสัดส่วนอาหารที่พบในกระเพาะอาหาร และลำไส้ของปลา 4 ชนิด โดยแบ่งตามขนาดความยาว (ดังภาพที่ 22)

ตารางที่ 11 สัดส่วนของความยาวลำตัวของปลา กับ ความยาวลำไส้ ของปลา 4 ชนิด

ชนิดปลา	ความยาวปลา (เซนติเมตร)	ความยาวลำไส้ (เซนติเมตร)	ความยาวลำตัว: ความยาวลำไส้
ปลาแก้มช้ำ	13	10	1.3
ปลาตะเพียน	15	6	2.5
ปลาหนามหลัง	11	4	2.8
ปลาหมอช้างเหยียบ	8	2.5	3.2

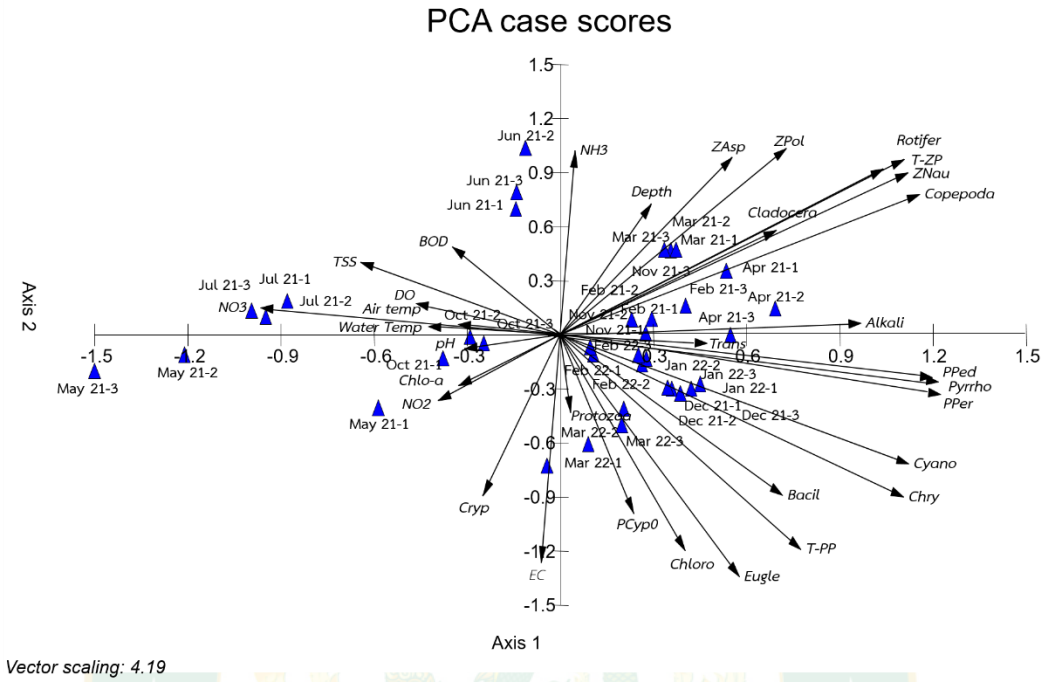
หมายเหตุ: ค่าที่ได้จากการคำนวณจากตัวอย่างปลาที่เก็บได้ในการทดลอง



ภาพที่ 22 ร้อยละของสัดส่วนอาหารที่พบในกระเพาะอาหาร และลำไส้ของปลา 4 ชนิด

จากภาพที่ 22 พบว่าร้อยละสัดส่วนอาหารที่พบในกระเพาะอาหาร และลำไส้ของปลา 4 ชนิด ได้แก่ ปลาแก้มช้ำ ประกอบด้วย ปลาร้อยละ 0.7, แพลงก์ตอนพืชร้อยละ 4.6, แพลงก์ตอนสัตว์ร้อยละ 4.9, พืชร้อยละ 2.9, อื่น ๆ ร้อยละ 4.9 ปลาซ่า ประกอบด้วย ปลาร้อยละ 0.0, แพลงก์ตอนพืชร้อยละ 6.4, แพลงก์ตอนสัตว์ร้อยละ 9.1, พืชร้อยละ 4.1, อื่น ๆ ร้อยละ 7.9 ปลาตะเพียน ประกอบด้วย ปลาร้อยละ 0.5, แพลงก์ตอนพืชร้อยละ 8.1, แพลงก์ตอนสัตว์ร้อยละ 8.7, พืชร้อยละ 4.0, อื่น ๆ ร้อยละ 7.4 และปลาหนามหลังประกอบด้วย ปลาร้อยละ 1.5, แพลงก์ตอนพืชร้อยละ 4.8, แพลงก์ตอนสัตว์ร้อยละ 8.4, พืชร้อยละ 3.4, อื่น ๆ ร้อยละ 5.9 เมื่อนำปลาแต่ละชนิดมาแบ่งความยาวลำตัว:ความยาวลำไส้ พบว่าปลาทั้ง 4 ชนิดมีสัดส่วนของกลุ่มแพลงก์ตอนสัตว์มากที่สุด นอกจากนี้อาหารที่ปลาเลือกกินขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของอาหารธรรมชาติชนิดเด่นในแต่ละแหล่งน้ำ (วิภารัตน์ และคณะ, 2556)

ความสัมพันธ์ระหว่างชนิดและแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ และปัจจัยคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำแม่จาง

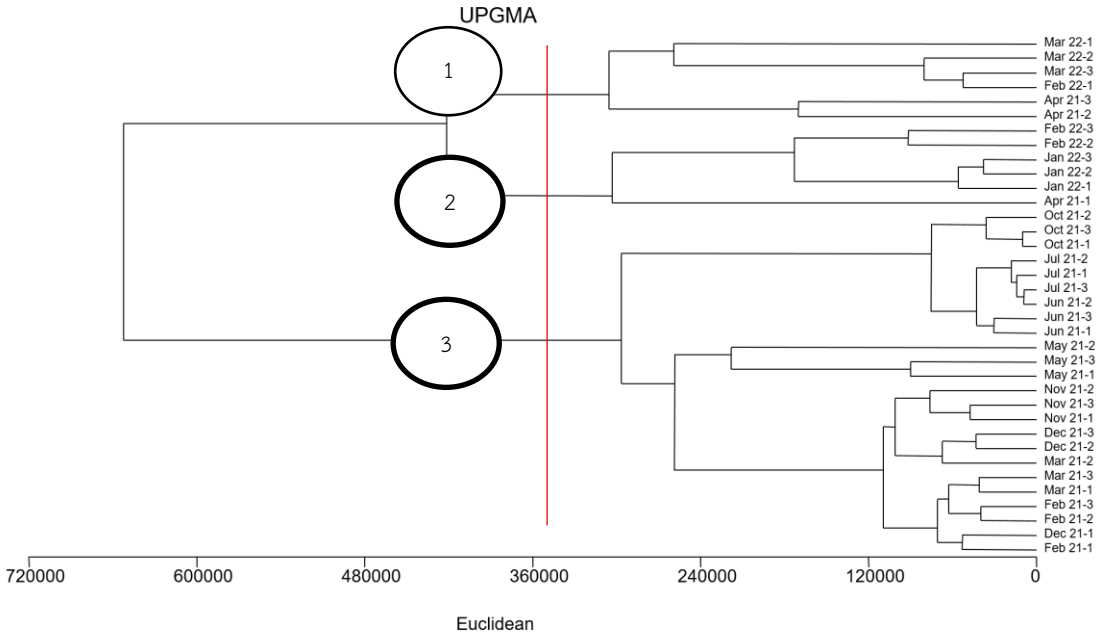


ภาพที่ 23 Principal component analysis scatter plot ระหว่างชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ชนิดเด่น และปัจจัยคุณภาพน้ำ ในอ่างเก็บน้ำแม่จาง ระหว่างเดือน ก.พ. 64 ถึง มี.ค. 65

Cyano = Cyanophyta ,Chloro = Chlorophyta ,Eugle = Euglenophyta ,Bacil = Bacillariophyta , Pyrrho = Pyrrhophyta ,Chry = Chrysophyta ,Cryp = Cryptophyta ,PCyp = *Cylindrospermopsis philippinennsis*, PPed = *Peridiniopsis* sp. ,PPer = *Peridinium* sp. ,T-PP = Total PP , Zol = *Polyarthra* ,ZNau = Nauplius larva , ZAsp = *Asplanchna* , T-ZP =Total ZP

จากภาพที่ 23 เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ และปัจจัยคุณภาพน้ำ กราฟ Principal component analysis scatter plot พบว่าชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบในอ่างเก็บน้ำ พบว่าแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่ม *Cladocera*, *Copepoda* และ Rotifera ชนิดเด่นมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณแพลงก์ตอนพืชรวมทั้งหมด หากปริมาณแพลงก์ตอนพืชเพิ่มมากขึ้น ปริมาณ *Cladocera, Copepoda* และ Rotifera จะมีมากขึ้น จากกราฟพบว่าหากแพลงก์ตอนสัตว์เพิ่มมากขึ้น อาจมีการกินแพลงก์ตอนพืชเพิ่มมากขึ้นทำให้

ปริมาณแพลงก์ตอนพืชลดลง ส่งผลให้ความโปร่งแสงเพิ่มมากขึ้น น้ำมีความใสเพิ่มขึ้น (ค่าโปร่งแสงสูง) ปริมาณแพลงก์ตอนพืชมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณสารอาหารที่เพิ่มมากขึ้น (NH_3-N, NO_2^--N และ PO_4^{3-}-P) ซึ่งไปในทิศทางเดียวกันสามารถกล่าวได้ว่าคุณภาพน้ำบริเวณที่ศึกษาไม่เป็นอันตรายต่อชนิด และปริมาณของแพลงก์ตอนพืช รวมถึงระบบนิเวศวิทยา และระบบห่วงโซ่อาหาร ซึ่งบริเวณอ่างเก็บน้ำแม่จางมีที่รองรับน้ำเสียจากชุมชนที่ผ่านการบำบัดแล้ว ไม่ก่อให้เกิดปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อม ไม่ส่งผลกระทบต่อกำลังผลิตเบื้องต้นของแหล่งน้ำ ระบบห่วงโซ่อาหาร และระบบนิเวศ เนื่องจากมีธาตุอาหารที่มีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโต และการสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืช ส่งผลให้บริเวณอ่างเก็บน้ำแม่จางมีธาตุอาหารที่เพียงพอต่อสัตว์น้ำ



ภาพที่ 24 UPGMA Cluster analysis ระหว่างชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์และปัจจัยคุณภาพน้ำ ในอ่างเก็บน้ำแม่จาง ระหว่างเดือน ก.พ. 64 ถึง มี.ค. 65

จากผลการวิเคราะห์การจัดกลุ่ม Cluster analysis (ภาพที่ 24) ซึ่งแสดงถึงการจัดกลุ่มของแพลงก์ตอนพืช และแพลงก์ตอนสัตว์พบว่าแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบในอ่างเก็บน้ำแม่จาง จากภาพที่ 23 สามารถแบ่งกลุ่ม cluster analysis ออกได้เป็น 3 กลุ่ม ซึ่งในกลุ่มที่ 1 ได้แก่ ฤดูร้อน ประกอบไปด้วย Mar22-1, Mar22-2, Mar22-3, Feb22-1, Apr21-3 และ Apr21-2 กลุ่มที่ 2 ได้แก่ ฤดูหนาว ประกอบไปด้วย Feb22-3, Feb22-2, Jan22-3, Jan22-2, Jan22-1 และ Apr21-1 และกลุ่มที่ 3 ฤดูฝน ประกอบไปด้วย Oct21-2, Oct21-3, Oct21-1, Jul21-2,Jul21-1, Jul21-3, Jun21-2, Jun21-3, Jun21-1, May21-2, May21-3, May21-1, Nov21-2, Nov21.-3, Nov21-1,

Dec21-3, Dec21-2, Mar21-2, Mar21-3, Mar21-1, Feb21-3, Feb21-2, Dec21-1 และ Feb21-1 จากกราฟพบว่าปริมาณแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์และปัจจัยคุณภาพน้ำ ในอ่างเก็บน้ำแม่จาง โดยพบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 7 ดิวิชั่น 58 ชนิด แพลงก์ตอนสัตว์ทั้งหมด 3 ไฟลัม 35 ชนิด จากผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของแพลงก์ตอนพืชในอ่างเก็บน้ำแม่จาง กฟผ.แม่เมาะ จังหวัดลำปาง พบว่าแพลงก์ตอนพืชในปริมาณเซลล์ต่อลิตรมากที่สุดในช่วงหน้าหนาว (มกราคม 2565 – มีนาคม 2565) และแพลงก์ตอนสัตว์พบในปริมาณมากในช่วงหน้าร้อน (มีนาคม 2564 – พฤษภาคม 2564)

จากการศึกษาในครั้งนี้ส่วนใหญ่จะพบแพลงก์ตอนพืชหลากหลายมากในช่วงคุณภาพน้ำที่เป็นกลางถึงด่าง (ความเป็นกรด-ด่าง 6.0-8.9) โดยพบแพลงก์ตอนพืชกลุ่มสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินมากที่สุด ความเป็นกรด-ด่าง เป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเติบโตของแพลงก์ตอนพืชกลุ่มสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน โดยค่าความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำที่เหมาะสมจะอยู่ในช่วงเป็นกลางถึงเป็นด่าง (Fogg, 1956) ถ้าค่าความเป็นกรด-ด่าง ต่ำกว่า 6.0 การเติบโตของแพลงก์ตอนพืชกลุ่มนี้จะลดลง (Round, 1973) และจะไม่พบเลยถ้าค่าความป็นกรด-ด่างน้อยกว่า 4.0 หรือ 5.0 (Bold and Wynne, 1978) ซึ่งโดยทั่วไปสภาพน้ำที่เป็นกรด อัตราการย่อยสลายลดลง ทำให้ลดปริมาณสารอาหารในน้ำที่จะเป็นประโยชน์ต่อพืช (Grahn *et al*., 1974) ในกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์วัตถุสูญเสียไปเนื่องจากการย่อยสลาย 23 และ 31% ตามลำดับ (Leuven and Wolfs, 1988) ส่งผลให้ความหลากหลายและมวลชีวภาพรวมของแพลงก์ตอนพืชลดน้อยลงมาก

ปัจจัยทางสภาวะแวดล้อมในช่วงฤดูร้อน ฤดูหนาว และฤดูฝน ในอ่างเก็บน้ำแม่จาง กฟผ. แม่เมาะ จังหวัดลำปางสรุปได้ดังนี้

- อุณหภูมิมีค่าสูงสุดในฤดูร้อน และมีค่าต่ำสุดในฤดูหนาว โดยอุณหภูมิน้ำจะแตกต่างกันไปตามสภาพภูมิประเทศ ตามลักษณะอากาศในแต่ละท้องที่ และแต่ฤดูกาล (Ruttner, 1975) ในฤดูร้อนอุณหภูมิมีค่าสูงสุดเนื่องจากอากาศร้อนมีแดดจัด

- ความเป็นกรด-ด่าง ส่วนใหญ่มีค่าสูงสุดในฤดูร้อน และมีค่าต่ำสุดในช่วงฤดูฝน ค่าการเปลี่ยนแปลงของความเป็นกรด-ด่างในแหล่งน้ำจะขึ้นอยู่กับก๊าซที่ละลายอยู่ในน้ำ เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ และแอมโมเนีย นอกจากนั้นยังเกี่ยวข้องกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในดิน และกรดอินทรีย์ที่ได้จากกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ในดินของจุลินทรีย์ ซึ่งมีส่วนช่วยให้ระดับค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำลดลง (Deffeyes, 1965) การสังเคราะห์แสง และการหายใจของพืชสีเขียวในน้ำ ทำให้ระดับของคาร์บอนไดออกไซด์ของน้ำในแหล่งน้ำเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา มีผลทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำสูงขึ้นในตอนกลางวัน และลดต่ำในตอนกลางคืน (เปี่ยมศักดิ์, 2534) จากมาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดินได้กำหนดค่าความเป็นกรด-

ด่างอยู่ระหว่าง 5.0-9.0 สำหรับแหล่งน้ำทุกประเภท (สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2534)

- คุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำแม่จาง กฟผ.แม่เมาะ จังหวัดลำปางส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน คุณภาพน้ำประเภทสารอาหารมีค่าเฉลี่ยโดยรวมในฤดูฝนสูงกว่าฤดูร้อน และฤดูหนาว ตามลำดับ

บทที่ 5
วิจารณ์ผลการทดลอง

ชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนพืชที่พบในอ่างเก็บน้ำแม่จาง กฟผ.แม่เมาะ จังหวัดลำปาง ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2564 – มีนาคม 2565

จากการศึกษาชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนพืช (เซลล์ต่อลิตร) ที่พบในแม่จาง ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2564 – มีนาคม 2565 พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 7 Divisions โดยชนิดแพลงก์ตอนพืชในอ่างเก็บน้ำแม่จาง สามารถจำแนกได้ 25 สกุล 58 ชนิด ได้แก่ Division Chlorophyta (8 สกุล 18 ชนิด) รองลงมา คือ Division Cyanophyta (5 สกุล 16 ชนิด) Bacillariophyta (4 สกุล 9 ชนิด) Chrysophyta (3 สกุล 3 ชนิด) Pyrrhophyta (2 สกุล 4 ชนิด) Euglenophyta (1 สกุล 7 ชนิด) และ Cryptophyta (1 สกุล 1 ชนิด) ตามลำดับ

แพลงก์ตอนพืชกลุ่มที่พบในปริมาณที่มากที่สุดในอ่างเก็บน้ำแม่จาง ได้แก่ Division Cyanophyta โดยมีปริมาณเซลล์เฉลี่ยเท่ากับ 102,003±39,253 Cell No./L รองลงมาได้แก่ แพลงก์ตอนพืชใน Division Pyrrhophyta, Chlorophyta, Euglenophyta, Bacillariophyta, Cryptophyta และ Chysophyta โดยมีปริมาณเซลล์เฉลี่ยต่อลิตรเท่ากับ 100,991±25,745, 90,664±45,051, 63,403±17,333, 30,556±11,461, 14,340±4,061 และ 6,050±2,022 เซลล์ต่อลิตร ตามลำดับ

จากผลการประเมินระดับคุณภาพโดยใช้แพลงก์ตอนพืชเป็นดัชนีบ่งชี้ (ยุวดี และคณะ, 2550) พบว่าในช่วงครึ่งปีแรก (6 เดือน) พบแพลงก์กลุ่มไดโนแฟลกเจลเลต (Division Pyrrhophyta) เช่น *Peridinium* sp. 241,604 เซลล์ต่อลิตรและ *Peridiniopsis* sp. 187,333 เซลล์ต่อลิตร และแพลงก์ตอนพืชกลุ่มสาหร่ายสีเขียว (Division Chlorophyta) เช่น *Monoraphidium contortum* 48,625 เซลล์ต่อลิตร มีปริมาณมากที่สุดในแหล่งน้ำ ซึ่งบ่งบอกได้ว่าคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำแม่จางในช่วง (ก.พ. –ก.ค. 2564) มีคุณภาพน้ำปานกลาง (ยุวดี และคณะ 2550) ในช่วงครึ่งปีหลัง (ต.ค.2564- มี.ค. 2565) พบแพลงก์ตอนพืชกลุ่มไดโนแฟลกเจลเลต (Division Pyrrhophyta) เพิ่มมากขึ้นในอ่างเก็บน้ำ แพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นที่พบได้แก่ *Peridinium* sp. 377,000 เซลล์ต่อลิตร, *Peridiniopsis* sp. 365,250 เซลล์ต่อลิตร และแพลงก์ตอนพืชกลุ่มยูกลีนอยด์ (Division Euglenophyta) เช่น *Trachelomonas volvocina* 222,750 เซลล์ต่อลิตรตามลำดับ เมื่อประเมินระดับคุณภาพโดยใช้แพลงก์ตอนพืชชนิดเด่น 3 ชนิดเป็นดัชนีบ่งชี้แล้ว AARL-PP-Score ได้เท่ากับ 6.6 ดังนั้นค่าคะแนนที่ได้อยู่ในช่วง 5.6-7.5 จัดอยู่ในระดับสารอาหารปานกลางถึงไม่ดี คุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำแม่จางมีคุณภาพน้ำปานกลางถึงไม่ดี ทั้งนี้เมื่อใช้แพลงก์ตอนพืชชนิดเด่น 3 ชนิดที่เป็นดัชนีบ่งชี้ประเมินร่วมกับการใช้ปัจจัยทางกายภาพและเคมี จะพบว่าคุณภาพน้ำในอ่างเก็บแม่จางมีคุณภาพน้ำปานกลาง

ในแหล่งน้ำขนาดใหญ่จะมีแพลงก์ตอนหลายชนิดที่อาศัยและเจริญอยู่ได้ ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะทางกายภาพ เคมี และชีวภาพของแหล่งน้ำ จึงมีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงชนิดของแพลงก์ตอนพืช (ยุวดี, 2549) เช่นเดียวกันกับอ่างเก็บน้ำแม่จาง ที่มีปริมาณน้ำมาก ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเพิ่มหรือลดลงของจำนวนชนิดของแพลงก์ตอน ปัจจัยที่สำคัญคือ น้ำจะมีการเปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณน้ำที่ไหลจากต้นน้ำ และปริมาณน้ำฝนแต่ละฤดูกาล (อัจฉราภรณ์ และคณะ, 2546) ซึ่งปัจจุบัน กฟผ.ได้สร้างอ่างเก็บน้ำแม่จางกั้นลำน้ำในบริเวณตอนใต้ของบ้านสบหลวง ตำบลนาสักห่างจากโรงไฟฟ้าแม่เมาะไปในทางทิศตะวันออกประมาณ 9 กิโลเมตร ซึ่ง กฟผ.ได้นำน้ำมาใช้ในกิจกรรมของโรงไฟฟ้า ทำให้ลักษณะทางกายภาพ เคมี และชีวภาพจุดเก็บตัวอย่างแต่ละฤดูกาลมีสภาพน้ำที่แตกต่างกัน อันมีผลทำให้ปริมาณแพลงก์ตอนพืชเปลี่ยนแปลง แพลงก์ตอน ตอนที่พบในอ่างเก็บน้ำแม่จาง จังหวัดลำปาง ช่วงฤดูฝน (มิถุนายน) ฤดูร้อน (เดือนกุมภาพันธ์) ชนิดและปริมาณที่พบมากที่สุดในทุกฤดูที่ทำการศึกษา

ชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบในอ่างเก็บน้ำแม่จาง กฟผ.แม่เมาะ จังหวัดลำปาง ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2564 – มีนาคม 2565

จากการศึกษาชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ (เซลล์ต่อลิตร) ที่พบในอ่างเก็บน้ำแม่จางพบแพลงก์ตอนสัตว์ทั้งหมด 3 ไฟลัม คือ Phylum Rotifera (C. Monogononta) Phylum Arthropoda (sb. Cladocera, sb. Copepoda) และ Phylum Protozoa โดยพบทั้งหมด 35 สกุล แพลงก์ตอนสัตว์ที่พบในปริมาณมากที่สุด ได้แก่ Phylum Rotifera (C. *Monogononta*) โดยมีปริมาณเฉลี่ยเท่ากับ 468±185 เซลล์ต่อลิตร รองลงมา ได้แก่ Phylum Protozoa , Phylum Arthropoda (Cladocera) และ Phylum Arthropoda (Copepoda) โดยมีปริมาณเซลล์เฉลี่ยเท่ากับ 148±58 , 119±30 และ 34±15 เซลล์ต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งแพลงก์ตอนที่เป็นชนิดเด่น 3 ลำดับแรก คือ Phylum Rotifera (C. Monogononta) *Polyarthra* sp., (Phylum Protozoa) *Tintinnopsis* sp. และ (Phylum Arthropoda) Nauplius larva มีปริมาณเฉลี่ยเท่ากับ 120±40 , 90±26 และ 66±14 เซลล์ต่อลิตร ตามลำดับ ในส่วนของแนวโน้มของปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ชนิดเด่น นั้นพบว่าในช่วงครึ่งปีแรก *Polyarthra* sp. และ *Tintinnopsis* sp. มีปริมาณ เซลล์ต่อลิตร ที่เพิ่มมากขึ้นในเดือนมีนาคม 2564 และเริ่มลดลงในเดือนมิถุนายน 2564 ตามลำดับ ส่วน Nauplius larva พบว่ามีปริมาณ เซลล์ต่อลิตร ที่ค่อนข้างคงที่ในเดือนกุมภาพันธ์-พฤษภาคม 2564 แต่ลดปริมาณลงมากในเดือนมิถุนายน - กรกฎาคม 2564 ตามลำดับ ในช่วงครึ่งปีหลัง ตุลาคม 2564 – มีนาคม 2565 ปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์กลับมาอยู่ในเกณฑ์ปกติ

ทั้งนี้ปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ชนิดเด่น เซลล์ต่อลิตร ในอ่างเก็บน้ำแม่จาง ที่ลดปริมาณลงโดยเฉพาะในช่วงเดือนพฤษภาคม-ตุลาคม อาจเนื่องมาจากปริมาณน้ำในอ่างที่ลดลงทำให้สัตว์น้ำโดยเฉพาะปลา มีโอกาสได้กินแพลงก์ตอนสัตว์เหล่านี้เป็นอาหารมากขึ้น ประกอบกับหน่วยงานของกรมประมง (ลำปาง) ได้มีมาตรการห้ามจับปลาในฤดูวางไข่ในพื้นที่บริเวณอ่างเก็บน้ำแม่จาง จึงอาจ

ส่งผลทำให้สัตว์น้ำมีโอกาสได้กินอาหารที่มีอยู่ตามธรรมชาติ โดยเฉพาะแพลงก์ตอนสัตว์ เพิ่มมากขึ้น อย่างไรก็ตามก็เป็นที่น่าสังเกตว่า ตัวอย่างน้ำที่เก็บมาจากอ่างเก็บน้ำแม่จางในช่วงเดือนมิถุนายน-กรกฎาคม มีตะกอนดินติดมากับตัวอย่างน้ำค่อนข้างมาก อาจเนื่องมาจากเป็นช่วงฤดูฝน โดยที่น้ำฝนจะชะล้างเอาดินตะกอนโดยรอบอ่างลงมาสู่แหล่งน้ำในอ่างทำให้น้ำมีความขุ่นหรือมีสารแขวนลอยอยู่ในน้ำค่อนข้างมาก จึงอาจส่งผลทำให้มีปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ค่อนข้างน้อย

ค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ (Shannon-Weaver index)

ค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ (Shannon-Weaver index) การใช้ความหลากหลายทางชีวภาพ ของแพลงก์ตอนพืช และแพลงก์ตอนสัตว์ในอ่างเก็บน้ำแม่จางในแต่ละเดือน โดยใช้ดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ ตั้งแต่เดือน กุมภาพันธ์ 2564-มีนาคม 2565 พบว่า ดัชนีความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืช ช่วงมกราคม-มีนาคม 2565 มีค่าดัชนีความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชเพิ่มขึ้นแสดงให้เห็นว่ามีการแพร่กระจายความหลากชนิดของแพลงก์ตอนพืชดีที่สุด ดัชนีความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์ พบว่า ช่วง มีนาคม-พฤษภาคม 2564 มีค่าดัชนีความหลากชนิดของแพลงก์ตอนสัตว์มากที่สุด ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามีการแพร่กระจายความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ดีที่สุด กล่าวได้ว่าหากปริมาณแพลงก์ตอนพืชเพิ่มมากขึ้น ปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์จะมีมากขึ้น ซึ่งมีแนวโน้มสัมพันธ์กันกับค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ ดังนั้น ปัจจัยสิ่งแวดล้อมทั้งปัจจัยทางกายภาพ และชีวภาพในแต่ละพื้นที่ ซึ่งมีผลไปควบคุมการกระจายตัวของสิ่งมีชีวิตให้มีชนิดและปริมาณที่ต่างกัน

ทั้งนี้ปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ชนิดเด่น ในอ่างเก็บน้ำแม่จาง ที่ลดปริมาณลงโดยเฉพาะในช่วงเดือนมิถุนายน อาจเนื่องมาจากบริเวณที่ทำการศึกษามีความเปลี่ยนแปลงทางด้านกายภาพ เคมีภาพ และชีวภาพค่อนข้างมาก ทำให้เกิดการแปรปรวนของข้อมูลสูง ปัจจัยสำคัญคือ น้ำจะมีการเปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณน้ำที่ไหลมาจากต้นน้ำ และปริมาณน้ำฝนแต่ละฤดูกาล ทำให้สัตว์น้ำโดยเฉพาะปลามีโอกาสได้กินแพลงก์ตอนสัตว์เหล่านี้เป็นอาหารมากขึ้น ประกอบกับหน่วยงานของกรมประมง (ลำปาง) ได้มีมาตรการห้ามจับปลาในฤดูวางไข่ในพื้นที่บริเวณอ่างเก็บน้ำแม่จาง จึงอาจส่งผลทำให้สัตว์น้ำมีโอกาสได้กินอาหารที่มีอยู่ตามธรรมชาติ โดยเฉพาะแพลงก์ตอนสัตว์ เพิ่มมากขึ้น อย่างไรก็ตามก็เป็นที่น่าสังเกตว่า ตัวอย่างน้ำที่เก็บมาในช่วงเดือนมิถุนายน-กรกฎาคม มีตะกอนดินติดมากับตัวอย่างน้ำค่อนข้างมาก อาจเนื่องมาจากเป็นช่วงฤดูฝน โดยที่น้ำฝนจะชะล้างเอาดินตะกอนโดยรอบอ่างลงมาสู่แหล่งน้ำในอ่างทำให้น้ำมีความขุ่นหรือมีสารแขวนลอยอยู่ในน้ำค่อนข้างมาก จึงอาจส่งผลทำให้มีปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ค่อนข้างน้อย

ค่าดัชนีความสม่ำเสมอของแพลงก์ตอนพืชมีค่าระหว่าง 0.14-0.20 พบว่า เดือนตุลาคม 2564 มีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.20 และเดือนมีนาคม 2565 มีค่าน้อยสุดเท่ากับ 0.14 และค่าดัชนีความสม่ำเสมอของแพลงก์ตอนสัตว์มีค่าระหว่าง 0.29-0.73 พบว่า เดือนมีมิถุนายน 2564 มีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.73 และเดือนมีนาคม 2564 มีค่าน้อยสุดเท่ากับ 0.29

ค่าดัชนีความสม่ำเสมอของแพลงก์ตอนพืช และแพลงก์ตอนสัตว์ เป็นค่าที่บอกถึงการแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิต โดยคำนึงถึงปริมาณของสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กในแต่ละชนิดที่พบตามเดือนที่สำรวจต่าง ๆ ค่าความสม่ำเสมอในการกระจายจำนวนจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0-1 ถ้าการกระจายของจำนวนประชากรในสังคมนั้นมีค่าความสม่ำเสมอเข้าใกล้ 1 มาก หรือเท่ากับ 1 แสดงว่าเดือนที่สำรวจนั้นประกอบด้วยแพลงก์ตอนพืช และแพลงก์ตอนสัตว์ชนิดต่าง ๆ ที่มีปริมาณใกล้เคียงกัน และมีการกระจายที่หมือนกัน (Sheldon, 1969)

คุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำแม่จาง ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2564 – มีนาคม 2565

จากผลการศึกษาคุณภาพน้ำ ชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ในอ่างเก็บน้ำแม่จาง ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2564 ถึงเดือนมีนาคม 2565 พบว่าคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำแม่จางมีคุณภาพน้ำปานกลาง อยู่ในเกณฑ์เหมาะสมสำหรับสิ่งมีชีวิต โดยมีค่าอุณหภูมิอากาศอยู่ระหว่าง 27-36.1 องศาเซลเซียส อุณหภูมิน้ำ 23.9-34.7 องศาเซลเซียส ซึ่งมีค่าการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาขึ้นอยู่กับอุณหภูมิอากาศ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นมากจนเกินช่วงที่สาหร่ายทนได้จะส่งผลให้อัตราการสังเคราะห์แสง และการเจริญเติบโตลดลง และตายในที่สุด แต่อุณหภูมิที่ต่ำกว่าช่วงวอุณหภูมิที่เหมาะสมจะมีผลให้การเติบโตของสาหร่ายลดลงแต่ไม่ทำให้สาหร่ายตาย สาหร่ายที่เจริญเติบโตในน้ำจืดเกือบทุกชนิด เจริญเติบโตได้ดีที่ระดับอุณหภูมิ 15-25 องศาเซลเซียส (West, 2005) แต่ก็มีสาหร่ายบางชนิดเจริญได้ดีในที่มีความเข้มข้นของแสงมาก และอุณหภูมิสูงกว่าปกติ เจริญได้ดีในที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส (Boney, 1975) สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินบางชนิดสามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิมากกว่า 35 องศาเซลเซียส (Welch, 1952) และอุณหภูมิมีผลต่อการเพิ่มหรือลดอัตราการเจริญเติบโต และการขยายพันธ์ของสาหร่าย (Smith, 1950) ยังส่งผลต่อการแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิตโดยเฉพาะมีผลต่อความสามารถในการดำเนินชีวิตของสิ่งมีชีวิต และปัจจัยสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของแพลงก์ตอนพืช (สมสุข, 2528) และอุณหภูมิน้ำยังเป็นตัวแปรสำคัญในการเปลี่ยนแปลงปัจจัยอื่น ๆ โดยทั่วไปอุณหภูมิของน้ำจะแปรตามอุณหภูมิของอากาศ ซึ่งขึ้นอยู่กับฤดูกาล ระดับความสูง ภูมิประเทศ (สุรีย์พร และอนุวัติ, 2550) พบว่าการเปลี่ยนแปลงฤดูกาลมีผลต่อความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ จะพบอย่างหนาแน่นในฤดูฝน ซึ่งเป็นช่วงที่มีปริมาณอาหารสูง ในขณะที่ช่วงฤดูร้อนปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์จะมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากอุณหภูมิน้ำสูงขึ้น มีแสงแดดจัด แพลงก์ตอนพืชซึ่งเป็นอาหารของแพลงก์ตอนสัตว์เพิ่มมากขึ้น

ระดับ pH อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม มีค่าอยู่ในช่วง 6.00-8.52 เนื่องจากค่า pH มีผลต่อสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศโดยเฉพาะแพลงก์ตอนพืช ซึ่งเป็นผู้ผลิตในระดับต้น ๆ ของห่วงโซ่อาหารที่จะต้องมีการดำรงชีวิตในระดับความเป็นกรด-ด่างที่แตกต่างกัน โดยในแหล่งน้ำที่มีสภาพความเป็นกลาง การกระจายชนิดแพลงก์ตอนจะไม่แตกต่างกัน แต่ถ้าเป็นกรดหรือด่างสูงจะทำให้ชนิดของแพลงก์ตอนพืชกระจายค่อนข้างอิสระ (Palmer, 1977)

ค่าความโปร่งแสง มีค่าอยู่ในช่วง 18-73 เซนติเมตร ค่าของแข็งแขวนลอย มีค่าอยู่ในช่วง 0.005±0.004-0.043±0.011 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่า EC มีค่าอยู่ในช่วง 117.2-474.5 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร ค่าความเป็นด่าง มีค่าอยู่ในช่วง 80.33±19.6-123.11±1.0

ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา มีค่าอยู่ระหว่าง 3.6±1.22-6.69±1.14 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยทั่วไปความเข้มข้นของออกซิเจนที่ละลายในน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตคือ 5-7 มิลลิกรัมต่อลิตร และถ้าออกซิเจนที่ละลายน้ำต่ำกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร จะเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ ออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำมาจากการซึมอิสระจากบรรยากาศหรือมาจากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชน้ำ และสาหร่าย (นันทนา, 2544) ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ มีผลต่อการกระจายการดำรงชีวิต และการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในน้ำ โดยปริมาณออกซิเจนที่ละลายในแหล่งน้ำจะเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล ถ้าแหล่งน้ำมีปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำลดลง ส่งผลให้ปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ลดลงด้วย (อะแอเซ๊าะ, 2549) และค่า BOD มีค่าอยู่ในช่วง 3.2±0.72-7.1±0.72 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าคลอโรฟิลล์ เอ มีค่าอยู่ระหว่าง 1.50±0.40-17.45±7.72 µg/L

การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยพบว่าแหล่งน้ำมีปริมาณสารอาหารไนโตรเจน อยู่ในค่าไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าแอมโมเนีย 0.079±0.028-0.573±0.020 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่พบว่าปริมาณสารอาหารแอมโมเนีย ไนโตรเจนมีค่าสูงในเดือนเมษายน เท่ากับ 0.573±0.020 มิลลิกรัมต่อลิตร เนื่องมาจาก ปริมาณธาตุอาหาร รวมไปถึงมนุษย์มีอิทธิพลอย่างยิ่งต่อระบบนิเวศทางน้ำ จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้คุณสมบัติของน้ำเปลี่ยนแปลงไป คือทำให้มีการปนเปื้อนและส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ หรือทำให้น้ำมีธาตุอาหารของพืชสูงขึ้น จึงทำให้องค์ประกอบและชนิดของแพลงก์ตอนเปลี่ยนไปจากเดิมได้ (ลัดดา วงค์รัตน์, 2542) ปริมาณน้ำไหลมาจากต้นน้ำ และปริมาณน้ำฝนแต่ละฤดูกาล ซึ่งมีการชะล้างสารอาหารเข้าสู่อ่างเก็บน้ำเพิ่มมากขึ้น แต่หลังจากนั้นค่าก็กลับมาอยู่ในเกณฑ์ปกติ

ค่าฟอสเฟต ฟอสฟอรัสมีค่าอยู่ระหว่าง 0.024±0.003-0.215±0.071 มิลลิกรัมต่อลิตร หากในแหล่งน้ำมีปริมาณของฟอสเฟต ฟอสฟอรัสในปริมาณมาก ส่งผลให้พืชน้ำมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว จึงทำให้ขาดออกซิเจนในเวลากลางคืน หรือหากมีการตายหรือเน่าสลายของพืชน้ำในเวลาเดียวกันอย่างรวดเร็ว ทำให้แหล่งน้ำเกิดสภาพที่ขาดออกซิเจนอย่างรุนแรง (นฤมล, 2550) ซึ่งฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่สำคัญสำหรับสิ่งมีชีวิต เนื่องจากเป็นธาตุที่จำเป็นต่อกระบวนการเมตาบอลิซึมใน

สิ่งมีชีวิต ดังนั้นจึงเป็นธาตุที่มีความสำคัญมากในระบบนิเวศ โดยฟอสเฟต ฟอสฟอรัสเมื่อละลายน้ำจะอยู่ในรูปของออร์โธฟอสเฟต ซึ่งถูกนำไปใช้อย่างรวดเร็วโดยสิ่งมีชีวิตในน้ำ ดังนั้นออร์โธฟอสเฟตจึงมีปริมาณต่ำในน้ำจืด (นันทนา, 2544) ในแหล่งน้ำมักได้ฟอสเฟตจากน้ำทิ้ง จากบ้านเรือน จากผงซักฟอกในรูป Polyphosphate ในระบบน้ำประปา มักมีการเติมสารฟอสเฟตเพื่อป้องกันการตกตะกอน $CaCO_3$ สำหรับแพลงลก์ตอนพืชพบว่าแหล่งน้ำที่มีปริมาณฟอสฟอรัสสูงมักพบแพลงก์ตอนพืชกลุ่ม Cyanophyceae หรือสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ที่ตรึงไนโตรเจนได้เจริญเป็นชนิดเด่น (Stevenson *et al*., 1996) แต่ถ้าแหล่งน้ำมีฟอสเฟตมากเกินไปจะทำให้เกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชั่น โดยเฉพาะถ้าในน้ำนั้นมีปริมาณไนเตรทมาก ทำให้สาหร่าย และพืชน้ำเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว และทำให้เกิดสภาวะขาดออกซิเจนในแหล่งน้ำ (ผกาวรรณ, 2534) ดังนั้น ปริมาณออกซิเจนละลายในอ่างเก็บน้ำ มีค่าสูง (ไม่ต่ำกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร) ซึ่งเพียงพอและเหมาะสมสำหรับการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ (นันทนา, 2544)

ค่าไนเตรท ไนโตรเจน มีค่าอยู่ระหว่าง 0.002±0.000-0.242±0.097 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งไนเตรทเป็นธาตุอาหารที่สำคัญอย่างนึงของแพลงก์ตอนพืช โดยแพลงก์ตอนพืชสามารถใช้ไนโตรเจนทั้งรูปของอนินทรีย์และสารอินทรีย์ รวมทั้งสามารถตึงไนโรเจนจากบรรยากาศ ได้แก่ แพลงก์ตอนพืชกลุ่มสีเขียวแกมน้ำเงิน แพลงก์ตอนจะใช้อนินทรีย์ไนโตรเจนในรูปต่าง ๆ เช่น แอมโมเนียม (NH_4^+) แอมโมเนีย (NH_3) ไนไตรท์ (NO_2^-) และไนเตรท (NO_3^-) และสารประกอบอินทรีย์ไนโตรเจน ได้แก่ยูเรีย ส่วนใหญ่แพลงก์ตอนจะใช้ยูเรีย แอมโมเนียมอิออน และไนเตรท เป็นแหล่งไนโตรเจนในการเจริญเติบโต ส่วนไนไตรท์จะมีความเป็นพิษเมื่อมีความเข้มข้นสูง โดยแอมโมเนียมอิออนจะถูกดึงมาใช้ก่อนไนเตรท และไนเตรทจะถูกรีดิวซ์ลงมาเป็นแอมโมเนียมอิออนก่อนนำมาใช้ภายในเซลล์

คุณภาพน้ำของอ่างเก็บน้ำแม่จาง โดยใช้ AARL-PP Score

จากการศึกษาคุณภาพน้ำโดยใช้ AARL-PP Score ในอ่างเก็บน้ำ พบว่า มีคะแนน AARL-PP Score ได้เท่ากับ 6.6 ดังนั้นค่าคะแนนที่ได้อยู่ในช่วง 5.6-7.5 บ่งบอกได้ว่ามีคุณภาพน้ำอยู่ในระดับปานกลางถึงไม่ดี (Meso-Eutrophic condition) ถึง ไม่ดี (Eutrophic condition) ทั้งนี้เมื่อใช้แพลงก์ตอนพืชชนิดเด่น 3 ชนิดที่เป็นดัชนีบ่งชี้ประเมินร่วมกับปัจจัยทางกายภาพ และเคมี จะพบว่าคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำมีคุณภาพปานกลาง ซึ่งมีความแตกต่างกัน 1 ระดับ เกิดจากแพลงก์ตอนพืชนั้นมีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างช้ากว่าคุณภาพน้ำทางกายภาพ และทางเคมี ที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้อย่างรวดเร็ว เช่น เมื่อฝนตกทำให้มีการชะล้างธาตุอาหารต่าง ๆ จากบนบกมาสู่แหล่งน้ำในปริมาณมาก ทำให้คุณภาพน้ำแย่ลงในทันที แต่แพลงก์ตอนพืชจะค่อยเปลี่ยนแปลงอย่างช้า ๆ คือคุณภาพน้ำแย่ลง แพลงก์ตอนที่จำเพาะต่อคุณภาพน้ำดีจะค่อย ๆ หายไป และแพลงก์ตอนที่จำเพาะต่อคุณภาพ

น้ำถ้าไม่ดีก็จะเริ่มเพิ่มจำนวนมากขึ้น เมื่อคุณภาพน้ำดีขึ้น แพลงก์ตอนพืชจำเพาะต่อคุณภาพน้ำไม่ดีก็จะค่อย ๆ หายไป แพลงก์ตอนที่จำเพาะต่อคุณภาพน้ำดีจะค่อย ๆ กลับมา (ภณัฐญา และคณะ, 2559) และจะเห็นแนวโน้มว่าในช่วงที่มีฝนตก ค่าคะแนน AARL-PP Score มีแนวโน้มที่จะสูงขึ้น ซึ่งตรงข้ามกับ AARL-PP Score ที่จะมีค่าคะแนนต่ำลง ซึ่งอาจจะมีแพลงก์ตอนพืชที่พัดมากับน้ำที่เป็นกลุ่มที่เป็นคะแนนต่ำเข้ามาทำให้คะแนนในช่วงเวลาที่มีฝนตกมีค่าต่ำลง และค่อย ๆ สูงขึ้น และสามารถทำให้ผลมีความแตกต่างกันอยู่ 1 ระดับได้

ศึกษาองค์ประกอบชนิด ความถี่ และปริมาณของอาหารในกระเพาะของสัตว์น้ำเศรษฐกิจที่พบในอ่างเก็บน้ำแม่จาง ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2564 – มีนาคม 2565

จากการเก็บตัวอย่างทั้ง 12 ครั้ง พบว่า ปลาที่พบจำนวนชำมากที่สุด มี 4 ชนิด คือ ปลาแก้มช้ำ ปลาซ่า ปลาตะเพียน และปลาหนามหลัง ซึ่งพบว่าแต่ละชนิดมีการกินอาหาร ดังนี้ ปลาแก้มช้ำ ปลาซ่า และปลาตะเพียน กินแพลงก์ตอนพืช และแพลงก์ตอนสัตว์ เป็นหลัก เมื่อจำแนกโดยใช้สัดส่วนของลำตัว: ลำไส้ พบว่า ปลาที่กินเนื้อ คือ ปลาในกลุ่มของปลาซ่า เพราะมีสัดส่วนของลำตัว:ลำไส้ เท่ากับ 0.6 ในส่วนของปลาแก้มช้ำ เป็นปลาในกลุ่มที่กินเนื้อและพืช เพราะมีสัดส่วนของลำตัว:ลำไส้ 1.3 และสุดท้าย ปลากินพืช คือ ปลาตะเพียน และปลาหนามหลัง มีสัดส่วนของลำตัว: ลำไส้ เท่ากับ 2.5 และ2.8.

องค์ประกอบชนิด ความถี่ และปริมาณของอาหารในกระเพาะของสัตว์น้ำเศรษฐกิจที่พบ ชนิดของปลาที่พบ ซึ่งรายละเอียดชนิดปลาที่พบในแต่ละครั้งที่เก็บตัวอย่าง การจำแนกนิสัยการกินของปลา มีวิธีการจำแนกโดยการใช้สัดส่วนของความยาวลำตัว ต่อ ความยาวลำไส้ โดยพบว่า ปลากินพืช มีสัดส่วนมากกว่า 1.7 (ศิริลักษณ์ และกรทิพย์, 2555) ซึ่งจากวิธีการจำแนกที่กล่าวมา สามารถนำมาใช้ในการแบ่งกลุ่มของปลาทั้ง 4 ชนิด คือ ปลาแก้มช้ำ ปลาตะเพียน ปลาหนามหลัง และปลาหมอช้างเหยียบ เมื่อนำข้อมูลความยาวของลำตัว และความยาวของลำไส้ ในปลาแต่ละชนิด สามารถนำมาหาสัดส่วนของความยาวลำตัวต่อความยาวลำไส้ (ตารางที่ 9) พบว่า ปลาแก้มช้ำ ปลาตะเพียน และ ปลาซ่ากินแพลงก์ตอนพืช และ แพลงก์ตอนสัตว์ เป็นหลัก ส่วนปลาหนามหลัง กินแพลงก์ตอนสัตว์ มากกว่า แพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนพืช ซึ่งหมายถึงพืช และสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่ล่องลอยอยู่ในแหล่งน้ำ พบได้ทั่วทุกที่ สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กเหล่านี้มีบทบาทสำคัญที่สุดในระบบนิเวศแหล่งน้ำ เพราะเป็นผู้ผลิตเบื้องต้นของห่วงโซ่อาหาร และเป็นต้นกำเนิดของการถ่ายทอดพลังงานไปสู่ผู้บริโภคในห่วงโซ่อาหาร โดยเป็นอาหารธรรมชาติของปลา และสัตว์น้ำที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ (Wongrat, 1999) ดังนั้น พืช และสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งในการเป็นตัวบ่งชี้ความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำนั้น ๆ การกระจายของแพลงก์ตอนสัตว์ จะถูกควบคุมโดยทั้งปัจจัยทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ ความสำคัญของแพลงก์ตอนสัตว์ในระบบนิเวศ คือเป็นสิ่งมีชีวิตที่กินได้ทั้งตะกอน

แพลงก์ตอนพืช และแพลงก์ตอนสัตว์ (Vilas *et al.,* 2008) ในขณะเดียวกัน แพลงก์ตอนสัตว์เองเป็นอาหารของสัตว์น้ำหลายชนิด ดังนั้น แพลงก์ตอนสัตว์จึงเป็นผู้เชื่อมโยงระหว่างผู้ผลิต และผู้บริโภคลำดับสูงขึ้นไป (Turner, 2004)

บทที่ 6
สรุปผลการทดลอง

การศึกษาพลวัตประชากรแพลงก์ตอนและความสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำแม่จาง กฟผ.แม่เมาะ จังหวัดลำปาง นั้นพบว่าแพลงก์ตอนพืชกลุ่มที่พบในปริมาณที่มากที่สุดในอ่างเก็บน้ำแม่จาง กฟผ.แม่เมาะ จังหวัดลำปาง ได้แก่ Division Cyanophyta จากที่พบทั้งหมด 7 Divisions ได้แก่ Chlorophyta Euglenophyta Bacillariophyta, Pyrrhophyta, Chrysophyta และ Cryptophyta แพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นที่พบ ได้แก่ *Peridiniopsis* sp., *Peridinium* sp. และ *Trachelomonas volvocina*

ชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบในปริมาณมากที่สุดในอ่างเก็บน้ำแม่จาง กฟผ.แม่เมาะ จังหวัดลำปาง ได้แก่ Phylum Rotifera (C. Monogononta) จากที่พบทั้งหมด 3 Phylum ได้แก่ Phylum Arthropoda (sb. Cladocera, sb. Copepoda) และ Phylum Protozoa แพลงก์ตอนสัตว์ชนิดเด่นที่พบ คือ *Polyarthra* sp.*, Tintinnopsis* sp. และ Nauplius larva

ดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ (Shannon-Weaver index) ของแพลงก์ตอนพืช และแพลงก์ตอนสัตว์ในแต่ละเดือน พบว่าดัชนีความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชช่วงมกราคม – มีนาคม 2565 มีค่าอยู่ในช่วง 0.26-0.32 และค่าดัชนีความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์ พบว่าช่วง มีนาคม – พฤษภาคม 2564 มีค่าอยู่ในช่วง 0.28-0.31

ค่าดัชนีความสม่ำเสมอของแพลงก์ตอนพืชมีค่าระหว่าง 0.14-0.20 พบว่า เดือนตุลาคม 2564 มีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.20 และเดือนมีนาคม 2565 มีค่าน้อยสุดเท่ากับ 0.14 และค่าดัชนีความสม่ำเสมอของแพลงก์ตอนสัตว์มีค่าระหว่าง 0.29-0.73 พบว่า เดือนมีมิถุนายน 2564 มีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.73 และเดือนมีนาคม 2564 มีค่าน้อยสุดเท่ากับ 0.29

คุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำแม่จาง กฟผ.แม่เมาะ จังหวัดลำปาง มีคุณภาพน้ำปานกลางอยู่ในเกณฑ์เหมาะสมสำหรับสิ่งมีชีวิตและการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยมีค่าคุณภาพน้ำทางเคมีและกายภาพ ที่ทำการตรวจวัด อุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิน้ำ ความโปร่งแสง ความลึก สภาพการนำไฟฟ้า ปริมาณของแข็งแขวนลอย ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ปริมาณออกซิเจนที่ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ค่าความเป็นด่าง คลอโรฟิลล์ เอ ฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส แอมโมเนีย ไนโตรเจน ไนไตรท์ ไนโตรเจน ไนเตรท ไนโตรเจน มีค่าอยู่ในช่วงเท่ากับ 25.0-38.0 องศาเซลเซียส (30.8±1.9) , 22.5-39.9 องศาเซลเซียส (29.2±2.1) , 6.5-95.0เซนติเมตร (41.5±15.3) , 0.4 -4.5 เมตร (2.2±0.8) , 117.5-489.1 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร (338.0±19.8), 1.67-56.00 ไมโครกรัมต่อลิตร (19.6±8.2) , 2.36-8.26 มิลลิกรัมต่อลิตร (5.6±0.7) , 2.2-7.8

มิลลิกรัมต่อลิตร (5.4±0.6) , 5.97-8.82 (7.8±0.3) , 68.67-124.00 มิลลิกรัมต่อลิตร (110.0±4.6) , 1.06-25.65 ไมโครกรัมต่อลิตร (5.3±2.2) , 0.02-0.24 มิลลิกรัมต่อลิตร (0.09±0.02) , 0.05-0.62 มิลลิกรัมต่อลิตร (0.35±0.07) , 0.001-0.017 มิลลิกรัมต่อลิตร (0.005±0.002) , 0.002-0.303 มิลลิกรัมต่อลิตร (0.074±0.032) ตามลำดับ ซึ่งเพียงพอและเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ

จากผลการประเมินระดับคุณภาพน้ำโดยใช้แพลงก์ตอนพืชเป็นดัชนีบ่งชี้ พบว่าในช่วง 6 เดือนแรก (กุมภาพันธ์ – กรกฎาคม 2564) พบแพลงก์ตอนพืชกลุ่มสาหร่ายไดโนแฟลกเจลเลต และกลุ่มสาหร่ายสีเขียว ซึ่งคุณภาพน้ำจัดอยู่ในระดับปานกลางถึงไม่ดี ในช่วง 6 เดือนหลัง (ตุลาคม 2564 – มีนาคม 2565) พบแพลงก์ตอนพืชกลุ่มไดโนแฟลกเจลเลต และกลุ่มสาหร่ายยูกลีนอยด์เพิ่มมากขึ้นในแหล่งน้ำ เมื่อประเมินระดับคุณภาพน้ำโดยใช้แพลงก์ตอนพืชชนิดเด่น 3 ชนิด ได้แก่ *Peridiniopsis* sp., *Peridinium* sp. และ *Trachelomonas volvocina* เป็นดัชนีบ่งชี้แล้ว AARL-PP Score ได้เท่ากับ 6.6 ดังนั้นค่าคะแนนที่ได้อยู่ในช่วง 5.6-7.5 จัดอยู่ในระดับสารอาหารปานกลางถึงไม่ดี ทั้งนี้เมื่อใช้แพลงก์ตอนพืชชนิดเด่น 3 ชนิดเป็นดัชนีบ่งชี้ ประเมินร่วมกับปัจจัยทางกายภาพ และเคมี จะพบว่าคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำแม่จางมีคุณภาพน้ำปานกลาง

องค์ประกอบชนิดอาหารในกระเพาะของปลาพบว่า ในอ่างเก็บน้ำแม่จาง กฟผ.แม่เมาะ จังหวัดลำปาง พบปลาทั้งหมด 14 ชนิด จากการศึกษาองค์ประกอบของอาหาร และสัดส่วนของอาหารในกระเพาะอาหารของปลา พบว่า ปลาซ่า มีสัดส่วนเท่ากับ 0.6 เป็นปลาที่กินเนื้อ ปลาแก้มช้ำ มีสัดส่วนเท่ากับ 1.3 เป็นปลากินเนื้อและพืช ปลาตะเพียน และปลาหนามหลัง มีสัดส่วนเท่ากับ 2.5 และ 2.8 เป็นปลากินพืช ดังนั้น แพลงก์ตอนพืช และแพลงก์ตอนสัตว์มีคุณสมบัติต่อกำลังผลิตเบื้องต้นของสัตว์น้ำ

เมื่อประเมินความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำกับแพลงก์ตอนพืช และแพลงก์ตอนสัตว์ในอ่างเก็บน้ำแม่จาง กฟผ.แม่เมาะ จังหวัดลำปาง พบว่าชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนพืช ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น ฤดูกาล สภาพภูมิประเทศ และปริมาณธาตุอาหาร รวมไปถึงมนุษย์ ซึ่งมีอิทธิพลบางอย่างต่อระบบนิเวศน์ทางน้ำ จากการศึกษานี้แพลงก์ตอนพืชมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับแพลงก์ตอนสัตว์ หากปริมาณแพลงก์ตอนพืชเพิ่มมากขึ้น ปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์จะมีมากขึ้น พบว่าคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำแม่จาง กฟผ.แม่เมาะ จังหวัดลำปาง ไม่ส่งผลกระทบต่อกำลังผลิตเบื้องต้นของแหล่งน้ำ

ข้อเสนอแนะ

1. การวิจัยในลักษณะนี้ควรมีการดำเนินต่อไปเพื่อสามารถนำข้อมูลมาเปรียบเทียบกับผลการศึกษาในอดีต เพราะจะทำให้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงของสภาพสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ เพื่อที่จะได้นำไปเป็นข้อมูลในการจัดการระบบนิเวศในแหล่งน้ำ

2. การศึกษาชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนเป็นเพียงปัจจัยหนึ่งเท่านั้นที่จะบ่งบอกถึงสภาพแหล่งน้ำ และข้อมูลแหล่งอาหารของสัตว์น้ำ ดังนั้นควรมีการศึกษาถึงชนิด และปริมาณของแหล่งอาหาร สัตว์น้ำต่าง ๆ และระบบนิเวศของแหล่งน้ำ เพื่อที่จะใช้เป็นข้อมูลที่สามารถบ่งบอกสถานภาพของอ่างเก็บน้ำได้อย่างสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

3. การให้ความรู้กับประชาชนในชุมชนที่อยู่อาศัยบริเวณอ่างเก็บน้ำ พื้นที่ทำการเกษตร การเลี้ยงปลา หรือจากกิจกรรมในชีวิตประจำวันก่อนเข้าสู่พื้นที่ เพื่อลดการปนเปื้อนสารต่าง ๆ ลงสู่แหล่งน้ำ เช่น การส่งเสริมให้มีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ อีกทั้งควรส่งเสริมการปลูกพืชคลุมดิน เพื่อลดการพังทลาย ของหน้าดิน นอกจากนี้ควรให้ข้อมูลถึงการเดินทางเข้า-ออกพื้นที่ เพื่อลดการรบกวนสมดุลของระบบนิเวศ

บรรณานุกรม

กรมควบคุมมลพิษ. 2546. **คู่มือแนวทางการจัดการกากตะกอนจาก ระบบบำบัดน้ำเสีย โครงการจัดทำหลักเกณฑ์และแนวทางการจัดการกาก ตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสีย**. กรุงเทพฯ: กรมควบคุมมลพิษ.

กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม. 2534. **โครงการศึกษาและวิจัยคุณภาพน้ำในแม่น้ำสายหลัก**. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ.

เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน. 2539. **เอกสารประกอบการสอนวิชาหลักการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ**. เชียงใหม่: ภาควิชาเทคโนโลยีการประมง คณะผลิตกรรมการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีเกษตรแม่โจ้.

คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2537. **ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับ** 8 **พ.ศ. 2537**. กรุงเทพฯ: กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม.

จงกล พรมยะ. 2560. **แพลงก์ตอนวิทยา**. เชียงใหม่: คณะเทคโนโลยีการประมง และทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

ชนินทร์ แสงรุ่งเรือง. 2551. **คุณภาพน้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงชายฝั่ง**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.fishries.go.th/cs-trat/Bule/m.html (1 มิถุนายน 2562).

ชลินดา อริยเดช. 2539. **สหสัมพันธ์ของสารอาหารบางชนิดและการกระจายของแพลงก์ตอนพืชในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่กวง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ณรงค์ ณ เชียงใหม่. 2525. **มลพิษสิ่งแวดล้อม**. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

เตือนตรา ราหม่าน, ปวีณา แก้วอุบล, ณัฐธยาน์ ฟาน เบม, ปรียาลักษณ์ โคหนองบัว, กาญจนา อ่อซ้าย และ ต่วนนูรฮัน กูบาหา. 2562. การเฝ้าระวังคุณภาพน้ำโดยใช้แพลงก์ตอนสัตว์เป็นดัชนีชีวภาพ. **แก่นเกษตร**, 47(6), 1213-1226.

ถมรัตน์ ชัชวาลย์ และคณะ. 2550. การศึกษาคุณภาพน้ำของสระน้ำบางแหล่งบริเวณงานพืชสวน โลกเฉลิมพระเกียรติ. ใน **การประชุมวิชาการสาหร่ายและแพลงก์ตอนแห่งชาติครั้งที่ 3**. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

ทัศพรพรรณ ทองดีเลิศ. 2559. **แพลงก์ตอนสัตว์**. กรุงเทพฯ: สำนักจัดการคุณภาพน้ำ
กรมควบคุมมลพิษ.

ธงชัย พรรณสวัสดิ์ และ วิบูลย์ลักษณ์ วิสุทธิศักดิ์. 2540. **คู่มือวิเคราะห์น้ำเสีย**. กรุงเทพฯ: สมาคมวิศวกร สิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย.

นฤมล อัศวเกศมณี. 2550. **การเลี้ยงปลาน้ำจืด**. สงขลา: คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.

นันทนา คชเสนี. 2544. **คู่มือปฏิบัติการนิเวศวิทยาน้ำจืด**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บัญญัติ สุขศรีงาม. 2532. **จุลชีววิทยา**. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒบางแสน.

บุสยา ปล้องอ่อน, จินตนา สและน้อย, ชัชรี แก้วสุรลิขิต, ไพลิน จิตรชุ่ม และ Takashi Yoshikawa. 2559. การแพร่กระจายของแพลงก์ตอนพืช และคุณภาพน้ำในพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งบริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**, 24(4), 588-598.

ปฏิพัทธ์ สันป่าเป้า, สุพัฒน์ พลซา, ปิยวัฒน์ ปองผดุง และ วิทยา ทาวงศ์. 2560. ความหลากหลายชนิดของแพลงก์ตอนพืชและความสัมพันธ์ต่อคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำแม่ถาง จังหวัดแพร่. **แก่นเกษตร**, 45(4), 663-674.

ปรัชญา ชะอุ่มผล. 2539. **ความสัมพันธ์ระหว่างแพลงก์ตอนพืชและสารอาหารบางชนิดในอ่างเก็บน้ำห้วยตึงเฒ่า เชียงใหม่**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต. 2534. **แหล่งน้ำกับปัญหามลภาวะ**. พิมพ์ครั้งที่ 4 ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

_____. 2538. **แหล่งน้ำกับปัญหามลพิษ**. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ผกามาศ ผลดี และ อภินันท์ สุวรรณรักษ์. 2556. อาหารธรรมชาติในระบบทางเดินอาหารของปลาพลวง (Neolissochilus stracheyi (Day, 1871) ในแม่น้ำว้า จังหวัดน่าน. **วารสารวิจัย เทคโนโลยีการประมง**, 7(1), 39-50.

ผกาวรรณ จุฬามนี. 2534. **ผลกระทบการพัฒนาพื้นที่ลุ่มน้ำต่อศักยภาพการเพาะเลี้ยงสัตว์ในอ่างเก็บน้ำบริเวณศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พงศ์เชฏฐ์ พิชิตกุล. ม.ป.ป. **การวิเคราะห์น้ำ**. กรุงเทพฯ: ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พิมพ์วิภา ปานไกร และ ชุติมา หาญจวณิช. 2554. องค์ประกอบของอาหารในทางเดินอาหารของปลาวงศ์ ปลาตะเพียนบางชนิดจากอ่างเก็บน้ำห้วยป่าแดง จังหวัดเพชรบูรณ์. น. 673- 684. ใน **การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 12**. 28 มกราคม 2554 ณ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ภณัฐญา สุขตลอด, รักษวิชช์ ปรัสพันธ์, สุดา รักชาติ, ธัญญามาศ เพชรพูล, ปิยนุช เกิดสมบัติ และ สุรศักดิ์ ละลอกน้ำ. 2559. การใช้สาหร่ายเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำในคลองแสนแสบ. **วารสาร**

หน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้, 7(1), 14-27.

ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และ จารุวรรณ สมศิริ. 2528. **คุณสมบัติของน้ำและวิธีวิเคราะห์สำหรับการวิจัยทางการประมง**. กรุงเทพฯ: ฝ่ายวิจัยสิ่งแวดล้อมสัตว์น้ำ สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ กรมประมง.

ยุวดี พีรพรพิศาล. 2549. **สาหร่ายวิทยา**. เชียงใหม่: ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

_____. 2550. **โลกของสาหร่าย. การประชุมเชิงปฏิบัติการเรื่องสาหร่ายน้ำจืด : อนุกรมวิธาน การเพาะเลี้ยงสาหร่ายและการนำไปใช้ประโยชน์**. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

โรงไฟฟ้าแม่เมาะ. 2552. **คุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำและคลองส่งน้ำเขื่อนแม่จางอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน 1 ต.ค. 2552**. ลำปาง: โรงไฟฟ้าแม่เมาะ.

ลัดดา วงศ์รัตน์. 2523. **แพลงก์ตอนวิทยาเบื้องต้น**. กรุงเทพฯ: คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

_____. 2542. **แพลงก์ตอนพืช**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

_____. 2543. **แพลงก์ตอนสัตว์**. กรุงเทพฯ: คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

_____. 2544. **แพลงก์ตอนพืช**. กรุงเทพฯ: คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ลานทอง ธิติสุทธิ. 2549. **ความหลากหลายการกระจายในแนวดิ่งและนิเวศวิทยาเชิงประชากรของแพลงก์ตอนเพื่อการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำดอยเต่า จังหวัดเชียงใหม่**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

วิจิตร รัตนพาณี, สายสุนีย์ เหลี่ยวเรืองรัตน์ และ เสาวนีย์ รัตนพาณี. 2533. **การศึกษาและการวิเคราะห์คุณภาพของน้ำจากแหล่งน้ำแม่ปิง**. เชียงใหม่: รายงานการวิจัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

วิภารัตน์ ทองงอก, มณฑรพ กากแก้ว, อุไรวรรณ กว้างขวาง, มานพ เหล็มปาน และ เอกราช รุ่งรังษี. 2556. นิสัยการกินอาหารของปลาบางชนิดในแม่น้ำบางปะกงและแม่น้ำปราจีนบุรี. ใน **เอกสารวิชาการฉบับที่ 20/2556**. กรุงเทพฯ: กรมประมง.

วิมล เหมะจันทร. 2540. **ชีววิทยาปลา**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิสุทธิ์ ใบไม้. 2548. **ความหลากหลายทางชีวภาพ วัฒนธรรมและสังคมไทย**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชวนพิมพ์.

ศิริเพ็ญ ตรัยไชยาพร. 2537. **สาหร่ายวิทยาประยุกต์**. เชียงใหม่: ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ศิริลักษณ์ ช่วยพนัง. 2541. **แพลงก์ตอนสัตว์ในบริเวณป่าชายเลน อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง โดยเน้นกุ้ง และปูวัยอ่อน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศิริลักษณ์ วลัญช์เพียร และ กรทิพย์ กันนิการ์. 2555. ชีววิทยาบางประการของปลาหมอเทศ (*Oreochromis mossambicus*) ในกว๊านพะเยา. **วารสารนเรศวรพะเยา**, 5(3), 290-295.

สมสุข มัจฉาชีพ. 2528. **นิเวศวิทยา**. ชลบุรี: ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน.

สราวุธ คลอวุฒิมันตร์, พัชนี วิชิตพันธุ์ และ ประภา โซ๊ะสลาม. 2555. **ปฏิบัติการนิเวศวิทยา. คณะศิลปะศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สะอุดี มะประสิทธิ์, วิชิต เรืองแป้น, อับดุลนาเซร์ ฮายีสาเมาะ, สมพงศ์ เ พ็ชรบริสุทธิ์ & อัญชลี พงศ์เกษตร. 2554. ความสัมพันธ์ระหว่างความโปร่งแสงกับออกซิเจนละลายน้ำของแม่น้ำปัตตานีที่ไหลผ่านเทศบาลนครยะลา. ใน **เอกสารประกอบการประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติครั้งที่ 10**. กรุงเทพฯ: สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย.

สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2534. **การประชุมคณะกรรมการสิ่งแวดล้อม เรื่องการใช้ที่ดิน ครั้งที่ 4/2534 วัน ที่ 10 กันยายน 2534 (No. 137066)**. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อม. (เอกสารอัดสำเนา).

สิริพร ยศแสน และ ปริญญา มูลสิน. 2558. การใช้แพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นในการบ่งชี้คุณภาพน้ำในห้วยสำราญ จังหวัดศรีสะเกษ. **วารสารวิจัยและพัฒนา มจธ.**, 38(3), 295-309.

สุประวัติ ไมตรีแพน. 2556. **องค์ประกอบของอาหารในกระเพาะอาหารของปลาบางชนิด ลำธารต้นน้ำ อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุพัฒน์ พลซา. 2561. ความหลากหลายทางชีวภาพของแพลงก์ตอนและความสัมพันธ์กับธาตุอาหารในแหล่งน้ำบริเวณพื้นที่ปกปักพันธุกรรมพืช ภายใต้โครงการ อพ.สธ. เขื่อนจุฬาภรณ์จังหวัดชัยภูมิ. **วิทยาศาสตร์เกษตร**, 49(3), 78-84.

สุภาพร สุกสีเหลือง. 2538. **การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ**. กรุงเทพฯ: บริษัท พิมพ์ดี จำกัด.

สุรินทร์ มัจฉาชีพ และ สมสุข มัจฉาชีพ. 2539. **สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ**. กรุงเทพฯ: แพร่พิทยา.

สุรีย์พร ธรรมิกพงษ์, อนุวัติ คูณแก้ว และ พวงผกา แก้วกรม. 2550. **ความชุกชุมและความหลากหลายของแพลงก์ตอนในแม่น้ำป่าสัก อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์**. เพชรบูรณ์: งานวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.

โสภณา บุญญาภิวัฒน์. 2525. **ความชุกชุมของแพงก์ตอนพืชในบริเวณอ่าวไทยตอนกลางปี 2520-2522. เอกสารวิชาการฉบับที่ 9/2525**. กรุงเทพฯ: กองสำรวจแหล่งประมง.

อะแอเซ๊าะ โต๊ะมุสอ. 2549. **องค์ประกอบชนิดและความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ในคลองสะกอมและบริเวณแนวชายฝั่งของหาดสะกอม จังหวัดสงขลา**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์, อิชฌิกา ศิวายพราหมณ์, ไทยถาวร เลิศวิทยาประสิทธิ, ชลธยา ทรงธูป และ ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์. 2546. การจำแนกชนิดสัณฐานวิทยา และนิเวศวิทยาของแพลงก์ตอนพืชที่เป็นตัวการให้เกิดปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสี และแพลงก์ตอนพืชที่สร้างสารชีวพิษในประเทศไทย. ใน **การตรวจเฝ้าระวังปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีในประเทศไทย**. กรุงเทพฯ กรมควบคุมมลพิษกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม.

APHA, AWWA & WPCF. 2012. **Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water**. 22nd ed. Washington DC: American Public Health Association.

Bilous, O., Barinova, S. & Klochenko, P. 2012. Phytoplankton communities in ecological assessment of the Southern Bug River upper reaches (Ukraine). **Ecohydrology & Hydrobiology**, 12(3), 211-230.

Bold, H. C. & Wynne, M. J. 1978. **Introduction to the Algae Structure and Reproduction**. 2nd ed. New Jersey: Prentice Hall.

Boney, A. D. 1975. **Phytoplankton**. Southampton: The Camelot Press Ltd.

Boyd, C. E. & Tucker, C. S. 1998. Ecology of aquaculture ponds. **Pond aquaculture water quality management**, 8-86.

Dadzie, S. 2007. Food and feeding habits of the black pomfret, Parastromateus niger (Carangidae) in the Kuwaiti waters of the Arabian Gulf. **Cybium**, 31(1), 77-84.

Darley, W. 1982. **Algal Biology: A Physiological Approach**. U.K.: Blackwell Scientific Publications.

Deffeyes, K. S. 1965. Carbonate equilibria: A graphic and algebraic approach 1. **Limnology and Oceanography**, 10(3), 412-426.

Eminson, D. & Moss, B. 1980. The composition and ecology of periphyton communities in freshwaters. **British Phycological Journal**, 15(4), 429-446.

Fogg, G. E. 1956. The comparative physiology and biochemistry of the blue-green algae. **Bacteriological Reviews**, 20(3), 148-165.

Gerking, S. D. 1994. **Feeding Ecology of Fish**. New york: Academic Press.

Goldman, C. R. & Horne, A. J. 1983. **Limnology**. New York: McGraw-Hill.

Grahn, O., Hultberg, H. & Landner, L. 1974. Oligotrophication-a self-accelerating

process in lakes subjected to excessive supply of acid substances. **Ambio (Norway)**, 3.

Hobson, L. A. 1966. Some influences of the Columbia River effluent on marine phytoplankton during january 1961. **Limnology and Oceanography**, 11(2), 223-234.

Horppila, J., Ruuhijärvi, J., Rask, M., Karppinen, C., Nyberg, K. & Olin, M. 2000. Seasonal changes in the diets and relative abundances of perch and roach in the littoral and pelagic zones of a large lake. **Journal of Fish Biology**, 56(1), 51-72.

Hynes, H. B. N. 1950. The Food of Fresh-Water Sticklebacks (Gasterosteus aculeatus and Pygosteus pungitius), with a Review of Methods Used in Studies of the Food of Fishes. **Journal of Animal Ecology**, 19(1), 36-58.

Hyslop, E. J. 1980. Stomach contents analysis—a review of methods and their application. **Journal of Fish Biology**, 17(4), 411-429.

Lagler, K. F. 1956. **Freshwater Fishery Biology**. Dubugue: William C. Brown.

Lawson, T. B. 1995. **Fundamentals of Aquaculture Engineering**. New York: Chapman & Hall.

Leuven, R. S. E. W. & Wolfs, W. J. 1988. Effects of water acidification on the decomposition of Juncus bulbosus L. **Aquatic Botany**, 31(1), 57-81.

Mondal, N. C., Saxena, V. K. & Singh, V. S. 2005. Impact of pollution due to tanneries on groundwater regime. **Current Science**, 88(12), 1988-1994.

Palmer, C. 1977. **Algae and Water Pollution**. Ohio: Municipal Environmental Research Laboratory Office of Research and Development, Cincinnati.

Paloheimo, J. E. & Ickie, L. M. 1970. Production and food supply. Marine Food Chains. **Oliver and Boyd, Edinburgh**, 499-527.

Parks, P. 1976. **Underwater Life: The World You Never See**. London, UK.: Rand McNally.

Patrick, R. 1977. Ecology of freshwater diatoms and diatom communities. **The biology of diatoms**, 13, 284-332.

Persson, A. & Hansson, L.-A. 1999. Diet shift in fish following competitive release. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, 56(1), 70-78.

Piet, G. J., PetJ, S., Guruge, W. A. H. P., Vijverberg, J. & Van Densen, W. L. T. 1999. Resource partitioning along three niche dimensions in a size-structured tropical fish assemblage. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, 56(7), 1241-1254.

Prasertsin, T., Waiyaka, P., Kornochalert, S. & Pukumpuang, W. 2017. Water Quality Analysis of Mountain Water Supply at Nanglac Nai Village, Nanglac Subdistrict, Muang District, Chiang Rai Province. **Kasalongkham Research Journal**, 11(3), 101-113.

Prescott, G. W. 1964. **How to Know Fresh-water Algae.** Towa: Brow Company Publishers, W.M.C.

Radmer, R. J. 1996. Algal Diversity and Commercial Algal Products: New and valuable products from diverse algae may soon increase the already large market for algal products. **BioScience**, 46(4), 263-270.

Reynolds, C. S. 1984. **The Ecology of Freshwater Phytoplankton**. Cambridge: Cambridge University Press.

Rott, E. 1981. A Contribution to the Algal Flora From Highland Lakes in the Ecuadorian Andes. **Ber natmed Ver**, 68, 13-29.

Round, J. M. 1973. Plasma Calcium, Magnesium, Phosphorus, and Alkaline Phosphatase Levels in Normal British Schoolchildren. **British Medical Journal**, 3(5872), 137-140.

Sawyer, C. N. & McCarty, P. L. 1967. **Chemistry for Sanitary Engineers**. New York: McGraw-Hill.

Shannon, C. E. & Weaver, W. 1963. **The Mathematical Theory of Communication**. Urbana: University of Illinois Press.

Sheldon, A. L. 1969. Equitability Indices: Dependence on the Species Count. **Ecology**, 50(3), 466-467.

Smith, G. M. 1950. **The fresh water algae of the United States**. 2nd ed. New York: McGraw- Hill.

Stevenson, R. J., Bothwell, M. L., Lowe, R. L. & Thorp, J. H. 1996. **Algal Ecology: Freshwater Benthic Ecosystem**. Cambridge: Academic press.

Turner, J. T. 2004. The importance of small planktonic copepods and their roles in

pelagic marine food webs. **Zoological Studies**, 43(2), 255-266.

Vilas, C., Drake, P. & Fockedey, N. 2008. Feeding preferences of estuarine mysids Neomysis integer and Rhopalophthalmus tartessicus in a temperate estuary (Guadalquivir Estuary, SW Spain). **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, 77(3), 345-356.

Wakil, U. B., Haruna, A., Mohammed, G. A., Ndirmbita, W. L., Yachilla, B.-K. M. & Kumai, M. U. 2014. Examinations of the Stomach Contents of Two Fish Species (Clarias Gariepinus and Oreochromis Niloticus) in Lake Alau, North – Eastern Nigeria. **Agriculture, Forestry and Fisheries**, 3(5), 405.

Welch, P. S. 1952. **Limnology**. New York: : Mc Graw Hill.

West, J. A. 2005. Long-Term Macroalgal Culture Maintenance. **Algal Culturing Techniques**, 157-163.

Wetzel, R. G. 2001. **Limnology: Lake and River Ecosystems**. 3rd ed. San diego: Academic Press.

Whitton, B. A. 1975. Algae. pp. 81-105. In B. A. Whitton (Ed.), **Rier ecology**. Berke-ley, California, USA: University of California Press.

Williams, M. J. 1981. Methods for analysis of natural diet in portunid crabs (Crustacea:Decapoda:Portunidae). **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, 52(1), 103-113.

Wongrat, L. 1999. **Phytoplankton**. Bangkok: Kasetsart University Press.

Wootton, R. J. 1998. **Ecology of Teleost Fishes**. Chapman and Hall.

Xie, S., Cui, Y., Zhang, T. & Li, Z. 2000. Seasonal patterns in feeding ecology of three small fishes in the Biandantang Lake, China. **Journal of Fish Biology**, 57(4), 867-880.

Zhong, S. & Mucci, A. 1989. Calcite and aragonite precipitation from seawater solutions of various salinities: Precipitation rates and overgrowth compositions. **Chemical Geology**, 78(3), 283-299.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ภาพที่ใช้ในการวิจัย

ภาพผนวกที่ 1 สำรวจพื้นที่ และทำการศึกษาพื้นที่ก่อนทำการเก็บตัวอย่าง

ภาพผนวกที่ 2 การเก็บตัวอย่างน้ำ แพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ และตัวอย่างปลา

ภาพผนวกที่ 3 การนำตัวอย่างน้ำ แพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ และตัวอย่างปลา มาวิเคราะห์ภายในห้องปฏิบัติการ

ภาคผนวก ข

ผลงานวิจัยที่เผยแพร่

ผลงานวิจัยที่เผยแพร่

พรพฤติกร รัตนไพบูลย์, สุดาพร ตงศิริ, เทพพิทักษ์ บุญทา, จงกล พรมยะ และอุดมลักษณ์ สมพงษ์. (2566, 1-3 มีนาคม). พลวัตประชากรแพลงก์ตอนและความสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำแม่จาง กฟผ.แม่เมาะ จังหวัดลำปาง. **รายงานสืบเนื่องการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 61**, กรุงเทพมหานคร, ประเทศไทย.

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล ว่าที่ร้อยตรีหญิง พรพฤติกร รัตนไพบูลย์

เกิดเมื่อ 11 มีนาคม 2540

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2559 ประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชา คอมพิวเตอร์ธุรกิจ
วิทยาลัยสารพัดช่างเพชรบูรณ์

พ.ศ. 2561 ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชา เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ
วิทยาลัยประมงติณสูลานนท์

พ.ศ. 2563 ปริญญาตรี วิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ) สาขาวิชาการประมง
คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ
มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่