



รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการวิจัยเรื่อง ความแปรปรวนของปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่มี
ผลต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายเตา และสาหร่ายลอนในแหล่ง
น้ำธรรมชาติของจังหวัดเพชรบูรณ์

The variation of environmental factors affect to the
growing of *Spirogyra spp.* and *Nostochopsis spp.* in
natural resources of Phetchabun province.

นายพิพัฒน์ ชนาเทพาพร และนางสาวณัฐรินทร์ ศิริรัตนันท์

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ประเภทงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2556

พ.ศ. 2557

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาความแปรปรวนของปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายเตา และสาหร่ายลอนในแหล่งน้ำธรรมชาติของจังหวัดเพชรบูรณ์ ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประเภทงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2556 การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลงได้ด้วยดีเนื่องจากการได้รับความช่วยเหลือจากผู้ร่วมวิจัยเป็นอย่างดี ขอขอบคุณนางสาวบุปผา จงพัฒน์ นักวิทยาศาสตร์ระดับ 6 ประจำหลักสูตรวิทยาศาสตร์การประมง สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังเป็นอย่างยิ่งที่ให้คำแนะนำ และความช่วยเหลือในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในห้องปฏิบัติการ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุกท่านที่ไม่ได้เอ่ยนามไว้ ณ ที่นี้ที่ให้ความร่วมมือ สนับสนุน และช่วยเหลืองานวิจัยบรรลุผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์ และขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ที่สนับสนุนงบประมาณวิจัยในครั้งนี้

นายพิพัฒน์ ชนาเทพพร และ
นางสาวณัฐรินทร์ ศิริรัตนันท์
ผู้วิจัย

ชื่อโครงการ ความแปรปรวนของปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายเตา และสาหร่ายลอนในแหล่งน้ำธรรมชาติของจังหวัดเพชรบูรณ์

ชื่อผู้วิจัย นายพิพัฒน์ ชนาเทพาพร¹
นางสาวณัฐรินทร์ ศิริรัตนันท์²

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยประเภทงบประมาณแผ่นดิน ประจำปี 2556 จำนวนเงิน 180,478 บาท
ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ ตุลาคม 2555 ถึง กันยายน 2556

บทคัดย่อ

ความแปรปรวนของปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายเตา และสาหร่ายลอนในแหล่งน้ำธรรมชาติของจังหวัดเพชรบูรณ์ ทำการศึกษาในแหล่งน้ำ 3 แห่ง ได้แก่ บ่อดินธรรมชาติ (แหล่งน้ำที่ 1) คลองธรรมชาติ (แหล่งน้ำที่ 2) และ ลำธารธรรมชาติฝายกั้นน้ำ (แหล่งน้ำที่ 3) ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2555 ถึง กันยายน 2556 โดยเก็บสาหร่ายตัวอย่างเพื่อหาน้ำหนักแห้ง น้ำตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณแอมโมเนีย ไนโตรเจน ไนเตรต และฟอสฟอรัสที่ละลายในน้ำ รวมถึงวัดอุณหภูมิของน้ำ ความลึกของน้ำ และความโปร่งใสของน้ำ ผลการศึกษาพบว่า สาหร่ายเตามีการปรากฏในเดือนพฤศจิกายน ธันวาคม มกราคม และกุมภาพันธ์ และปรากฏอีกครั้งในเดือนมิถุนายน การปรากฏของสาหร่ายเตามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณแอมโมเนียที่ละลายในน้ำเพิ่มขึ้น ส่วนสาหร่ายลอนไม่พบในการศึกษาครั้งนี้ แหล่งน้ำที่ 1 พบสาหร่ายเตาปริมาณมากในเดือนมกราคม เท่ากับ 0.78 ± 0.16 g dry weight/0.1 m² แหล่งน้ำที่ 2 พบสาหร่ายเตาปริมาณมากในเดือนมิถุนายนเท่ากับ 0.73 ± 0.23 g dry weight/0.1 m² และแหล่งน้ำที่ 3 พบสาหร่ายเตาปริมาณมากในเดือนกุมภาพันธ์เท่ากับ 3.98 ± 0.00 g dry weight/0.1 m² ซึ่งมีปริมาณแอมโมเนีย ไนโตรเจน ไนเตรต และฟอสฟอรัสที่ละลายในน้ำอยู่ระหว่าง 0.32 ถึง 0.75 mg/l 0.0006 ถึง 0.015 mg/l 0.048 ถึง 0.095 mg/l และ 0.002 ถึง 0.011 mg/l ตามลำดับ อุณหภูมิของน้ำอยู่ระหว่าง 27 ถึง 30.5 °C ความลึกของน้ำอยู่ระหว่าง 7.3 ถึง 39 cm และน้ำค่อนข้างใส

¹ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

² วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การประมง) คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

Project Title The variation of environmental factors affect to the growing of *Spirogyra spp.* and *Nostochopsis spp.* in natural resources of Phetchabun province.

Researches Mr. Piphat Chanartaeparporn¹

Miss. Nuttarin Sirirustananun²

This research scholarship was supported by government budget 2013 about 180,478 baht. The research period was 1 year from October 2012 to September 2013.

Abstract

The variation of environmental factors affect to growing of *Spirogyra spp.* and *Nostochopsis spp.* in natural resources of Phetchabun province were studied by algae sampling for dry weight analysis and water sampling for water quality analysis including the estimation of water temperature, water depth and water transparency form October 2012 to September 2013. The studied areas were 3 areas that consisted natural pond (first studied area), natural canal (second studied area) and natural stream with small concrete dam (third studied area). Results of the study found that *Spirogyra spp.* appeared in November, December, January, February and it would present again in June. Its appearance gradually increased follow up ammonia-nitrogen increasing. *Nostochopsis spp.* was missing from this study. The numerous *Spirogyra spp.* was found in January (0.78 ± 0.16 g dry weight/ 0.1m^2), June (0.73 ± 0.23 g dry weight/ 0.1m^2) and February (3.98 ± 0.00 g dry weight/ 0.1m^2) in the first, second and third studied area respectively. Between these months, the ammonia, nitrite, nitrate and soluble reactive phosphate ranged from 0.32 to 0.75 mg/l, 0.0006 to 0.015 mg/l, 0.048 to 0.095 mg/l and 0.002 to 0.011 mg/l respectively. The water temperature ranged from 27 to 30.5 °C. The water bodies mostly cleared and water depth ranged from 7.3 to 39 cm.

¹ Master of Science (Agriculture) Faculty of Agriculture Technology, Phetchabun Rajabhat University

² Master of Science (Fisheries Science) Faculty of Agriculture Technology, Phetchabun Rajabhat University

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	
ความสำคัญ และที่มาของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
ขอบเขตการวิจัย	2
วิธีการดำเนินการวิจัยโดยสรุป	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
ชนิดของสาหร่าย	4
ความสำคัญของสาหร่าย	5
ความต้องการสารอาหารของสาหร่าย	8
สาหร่ายกับปริมาณสารอาหารในแหล่งน้ำ	9
สาหร่ายเตาหรือเทาน้ำ	10
สาหร่ายลอนหรือไข่น้ำ	12
ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายเตา และสาหร่ายลอน	13
บทที่ 3 วิธีการศึกษาวิจัย	
ในภาคสนาม	14
ในห้องปฏิบัติการ	14
การวิเคราะห์ข้อมูลสถิติ	15

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัย	
การปรากฏของสาหร่ายเตาในแหล่งน้ำ	18
ปริมาณสารอาหารที่ละลายในน้ำ	19
ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมอื่นๆ	22
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	
สรุปผล	24
อภิปรายผล	25
ข้อเสนอแนะ	27
บรรณานุกรม	28
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก. ข้อมูลการทดลอง	31
ภาคผนวก ข. ภาพถ่ายการดำเนินการต่างๆ	40
ประวัตินักวิจัย และคณะ	41

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
5.1 การปรากฏของสาหร่ายเตาในแหล่งน้ำธรรมชาติทั้ง 3 แหล่ง	24

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	สาหร่ายเตาหรือเทาน้ำ	10
2.2	สคาลาริฟอร์มจูเกชัน (scalariform conjugation) ของ <i>Spirogyra spp.</i>	11
2.3	สาหร่ายลอนในสภาพธรรมชาติ	13
4.1	สาหร่ายเตาสดที่ขายในตลาดท้องถิ่น	16
4.2	สาหร่ายเตาที่นำมาปรุงอาหารพร้อมรับประทาน	16
4.3	บ่อดินธรรมชาติ (แหล่งน้ำที่ 1)	17
4.4	คลองธรรมชาติ (แหล่งน้ำที่ 2)	17
4.5	ลำธารธรรมชาติฝายกั้นน้ำ (แหล่งน้ำที่ 3)	18
4.6	การปรากฏของสาหร่ายเตาในแหล่งน้ำทั้ง 3 แหล่ง	18
4.7	ปริมาณแอมโมเนียที่ละลายในน้ำของแหล่งน้ำทั้ง 3 แหล่ง	19
4.8	ปริมาณไนโตรเจนที่ละลายในน้ำของแหล่งน้ำทั้ง 3 แหล่ง	20
4.9	ปริมาณไนเตรทที่ละลายในน้ำของแหล่งน้ำทั้ง 3 แหล่ง	21
4.10	ปริมาณฟอสฟอรัสที่ละลายในน้ำของแหล่งน้ำทั้ง 3 แหล่ง	21
4.11	อุณหภูมิของน้ำของแหล่งน้ำทั้ง 3 แหล่ง	22
4.12	ระดับความลึกของน้ำของแหล่งน้ำทั้ง 3 แหล่ง	23
4.13	ความโปร่งแสงของน้ำของแหล่งน้ำทั้ง 3 แหล่ง	23

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญ และที่มาของปัญหา

สาหร่ายขนาดใหญ่ (macro-algae หรือ seaweed) และสาหร่ายขนาดเล็ก (microalgae) รวมถึงแพลงก์ตอนพืช (phytoplankton) ล้วนเป็นผู้ผลิตขั้นต้น (primary productivity) ที่สำคัญของแหล่งน้ำ ผลผลิตเบื้องต้นหรือพลังงานที่ได้รับจากการสังเคราะห์แสงของสาหร่ายจะถูกถ่ายทอดไปยังสัตว์น้ำขนาดเล็ก จนถึงขนาดใหญ่ผ่านทางสายใยอาหาร เมื่อมนุษย์บริโภคสัตว์น้ำก็จะได้รับสารอาหาร และพลังงานที่ถ่ายทอดมาจากสาหร่ายด้วยเช่นกัน

นอกจากนั้นมนุษย์ยังนิยมบริโภคสาหร่ายโดยตรงจากการนำมาปรุงอาหารตามภูมิปัญญาท้องถิ่น (อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์, 2544) และความนิยมในการบริโภคสาหร่ายมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเนื่องจากรสชาติดี มีคุณค่าทางโภชนาการสูง และเป็นอาหารเพื่อสุขภาพซึ่งคนส่วนใหญ่ได้เล็งเห็นถึงความสำคัญมากขึ้นสาหร่ายน้ำจืดขนาดใหญ่ที่สามารถนำมาทำเป็นอาหารมี 3 ชนิด ได้แก่ สาหร่ายเตา (*Spirogyra spp.*) สาหร่ายไก่อ (*Cladophora spp.*) และสาหร่ายลอน (*Nostochopsis spp.*) ในภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยนิยมบริโภคสาหร่ายเตา หรือเทาน้ำ ส่วนสาหร่ายไกองิยบริโภคโดยชาวบ้าน 2 พื้นที่ที่อำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย และชาวบ้านที่อยู่แถบลำน้ำน่าน จังหวัดน่าน (ยุวดี พิรพรพิศาล, 2551 ; ยุวดี พิรพรพิศาล, ม.ป.ป.) และในจังหวัดเพชรบูรณ์นั้นยังคงพบว่ามีมีการบริโภคสาหร่ายเตา และสาหร่ายลอน โดยเฉพาะในพื้นที่ชนบทซึ่งมีขายอยู่ตามท้องตลาดทั่วไป ประสิทธิภาพของสาหร่ายน้ำจืดขนาดใหญ่นอกจากการนำมาทำเป็นอาหาร สาหร่ายบางชนิดยังสามารถนำมาใช้เป็นตัวยา เช่น สาหร่ายลอน หรือไขหิน ดอกหิน ที่นำมาเป็นยาแก้ร้อนใน และมีสรรพคุณในการรักษาระบบกระเพาะอาหาร และลำไส้ (ยุวดี พิรพรพิศาล, 2551 ; เอกพงศ์ มุสิกะเจริญ, 2554) ภูมิปัญญาจีนมีความเชื่อว่า การบริโภคสาหร่ายลอนช่วยรักษาโรคเกาต์ มะเร็ง ตาบอดในเวลากลางคืน แผลไฟไหม้น้ำร้อนลวก ตลอดจนการเจ็บป่วยต่างๆ และภูมิปัญญาญี่ปุ่นพบว่าการบริโภคสาหร่ายลอนช่วยลดคอเลสเตอรอล และป้องกันการเกิดมะเร็งลำไส้ (เอกพงศ์ มุสิกะเจริญ, 2554)

ลักษณะทางกายภาพของแหล่งน้ำ และปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมมีผลต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายเป็นอย่างยิ่ง ปัจจัยที่สำคัญคือ ความขุ่นของน้ำ ความเร็วของกระแส น้ำ สิ่งยึดเกาะที่พื้นท้องน้ำ รวมถึงปริมาณสารอาหารในน้ำ และแสง (ยุวดี พิรพรพิศาล, ม.ป.ป.) สาหร่ายลอนเจริญเติบโตได้ดีในฤดูหนาวและฤดูร้อน ส่วนในฤดูฝนสาหร่ายเหล่านี้ไม่สามารถเจริญเติบโตได้เนื่องจากน้ำขุ่น และ

กระแสน้ำไหลแรง ยกเว้นสาหร่ายเตาหรือเหาน้ำที่พบได้ในฤดูฝน ผลผลิตของสาหร่ายลอนสามารถเก็บเกี่ยวได้ประมาณ 3-5 เดือนต่อปี โดยเริ่มพบสาหร่ายในเดือนพฤศจิกายนของทุกปี และปริมาณสาหร่ายจะเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ในเดือนมกราคมถึงกุมภาพันธ์ หลังจากนั้นปริมาณลดลงเมื่อเข้าสู่ฤดูฝนในเดือนพฤษภาคม (ชรินทร์ อุดเมืองคำ, 2552 ; ยุวดี พิรพรพิศาล, ม.ป.ป.)

จากความจำกัดดังกล่าวมีผลทำให้ปริมาณสาหร่ายที่เก็บเกี่ยวได้จากแหล่งน้ำธรรมชาติไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภค นอกจากนั้นสภาพปัญหาของสารพิษตกค้างในแหล่งน้ำธรรมชาติอาจมีผลทำให้สาหร่ายน้ำจืดเหล่านี้ไม่ปลอดภัยต่อการนำมาบริโภค ดังนั้นกรรมวิธีในการพัฒนาการเลี้ยงสาหร่ายน้ำจืดบนบกโดยการเลียนแบบสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติอาจเป็นแนวปฏิบัติหนึ่งเพื่อการเพิ่มผลผลิตของสาหร่ายให้เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภคอย่างปลอดภัยและเพื่อประโยชน์ในด้านอื่นๆ เช่น ใช้เป็นอาหารสัตว์ ใช้ในการบำบัดน้ำเสีย เป็นต้น อย่างไรก็ตามข้อมูลพื้นฐานที่เป็นประโยชน์ต่อการนำมาประยุกต์ใช้ในแนวปฏิบัติดังกล่าวนี้ยังคงขาดแคลน ซึ่งการศึกษาถึงความแปรปรวนของปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายเตา และสาหร่ายลอน เป็นประเด็นสำคัญอันหนึ่งที่จะสามารถนำผลที่ได้มาประยุกต์ใช้ในการจัดการระบบเลี้ยงสาหร่ายน้ำจืดให้มีการเจริญเติบโตมากที่สุด

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความแปรปรวนของปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายเตา และสาหร่ายลอนในแหล่งน้ำธรรมชาติของจังหวัดเพชรบูรณ์
2. เพื่อศึกษาถึงปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายเตา และสาหร่ายลอน

ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยเป็นการศึกษาถึงความแปรปรวนของปัจจัยพื้นฐานทางด้านสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ความโปร่งใสของน้ำ ระดับความลึกของน้ำ ปริมาณสารอาหารในน้ำ อุณหภูมิของน้ำที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายเตา และสาหร่ายลอนในแหล่งน้ำธรรมชาติของจังหวัดเพชรบูรณ์ ซึ่งทำการศึกษาเป็นระยะเวลา 12 เดือน จากการเก็บข้อมูลภาคสนาม และเก็บน้ำตัวอย่าง สาหร่ายตัวอย่างเดือนละ 1 ครั้ง จาก 3 จุดสถานีต่อแหล่งน้ำ 1 แหล่ง โดยสาหร่ายแต่ละชนิดจะทำการสำรวจจาก 3 แหล่งน้ำธรรมชาติ

วิธีการดำเนินการวิจัยโดยสรุป

ทำการศึกษาอยู่ที่ตำบลท่าแดง อำเภอหนองไผ่ จังหวัดเพชรบูรณ์ เก็บน้ำตัวอย่าง และสาหร่ายตัวอย่างเป็นระยะเวลา 12 เดือน พร้อมทั้งเก็บข้อมูลความโปร่งใสของน้ำ (water transparency), ระดับความลึกของน้ำ (water depth), อุณหภูมิของน้ำ (water temperature) และเก็บน้ำตัวอย่างเพื่อนำมาวิเคราะห์คุณภาพน้ำหาปริมาณแอมโมเนียที่ละลายในน้ำด้วยวิธี

Koroleff's indophenol blue method, ปริมาณไนไตรท์ที่ละลายในน้ำด้วยวิธี diazotization, ปริมาณไนเตรทที่ละลายในน้ำด้วยวิธี cadmium reduction method, ปริมาณฟอสฟอรัสที่ละลายในน้ำด้วยวิธี ascorbic acid method เก็บสาหร่ายตัวอย่างเพื่อนำมาวิเคราะห์หามวลชีวภาพของสาหร่ายโดยนำมาล้างให้สะอาด ผึ่งให้แห้งพอหมาด แล้วอบให้แห้งด้วยตู้อบลมร้อน (hot air oven) ที่อุณหภูมิ 60°C เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง ข้อมูลที่รวบรวมได้ทั้งหมดนำมาวิเคราะห์ถึงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแอมโมเนีย ไนไตรท์ ไนเตรท และฟอสฟอรัสที่ละลายในน้ำกับการปรากฏของสาหร่ายเตา และสาหร่ายลอน รวมถึงวิเคราะห์ถึงความสัมพันธ์กับปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมอื่นๆ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. การเผยแพร่ข้อมูลในวารสารระดับชาติหรือระดับนานาชาติ
2. ได้รับข้อมูลพื้นฐานที่เป็นประโยชน์ต่อการนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาระบบการเลี้ยงสาหร่ายเตา และสาหร่ายลอนบนบก
3. หน่วยงานทั้งภาครัฐ และเอกชนได้ใช้ข้อมูลจากงานวิจัยเพื่อประโยชน์ในด้านต่างๆ

บทที่ 2

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สาหร่าย (algae) คือพืชชั้นต่ำ ส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในน้ำทั้งน้ำจืด และน้ำเค็ม บางชนิดพบอยู่ในดินในทรายตามชายหาด บนก้อนหินชื้นๆ หรือแม้แต่ในบ่อน้ำร้อน สาหร่ายมีรงควัตถุ 3 ชนิด คือ คลอโรฟิลล์(chlorophyll) แคโรทีนอยด์ (carotenoid) และไฟโคบิลิน (phycobilin) ซึ่งรงควัตถุเหล่านี้กระจายอยู่ในไซโทพลาสซึม (cytoplasm) ขนาดของสาหร่ายมีตั้งแต่ขนาดเล็กมาก ประกอบด้วยเซลล์เดียวซึ่งไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าต้องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์จนถึงขนาดใหญ่ ยาวประกอบด้วยเซลล์จำนวนมากอาจมีลักษณะเป็นเส้นสาย (filament) หรือมีลักษณะคล้ายพืชชั้นสูง โดยมีส่วนคล้ายราก ลำต้น และใบ รวมเรียกโครงสร้างที่ไม่แท้จริงนี้ว่า ทัลลัส (thallus)

ชนิดของสาหร่าย

สาหร่ายถูกจัดจำแนกได้ตามชนิดของรงควัตถุ (pigments) และในบางชนิดที่มีลักษณะพิเศษสามารถจำแนกได้โดยอาหารที่ถูกเก็บสะสมไว้ในเซลล์ ความแตกต่างของรงควัตถุ (pigments) ใช้ประเมินได้ถึงการแพร่กระจายของที่อยู่อาศัยในชนิดที่มีความเฉพาะเจาะจง สาหร่ายสามารถปรับตัวได้ในสภาพแวดล้อมที่หลากหลาย โดยทั่วไปจะพบได้ในน้ำ ทั้งน้ำจืด และน้ำเค็ม บางชนิดสามารถพบได้ในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิต เช่น หิมะ น้ำแข็ง หรือแม้แต่ในน้ำพุร้อน

สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (blue green algae, BGA)

สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินหรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า “ไซยาโนแบคทีเรีย” (cyanobacteria) ซึ่งเป็นชื่อเรียกพื้นฐานที่สุดของสาหร่ายกลุ่มนี้ ยกตัวอย่างสาหร่ายในกลุ่มนี้เช่น *Nostoc* และ *Colothrix* สาหร่ายเหล่านี้มีสีเขียวแกมน้ำเงิน ดำรงชีวิตแบบเซลล์เดี่ยว (single-celled) หรืออยู่รวมกันเป็นกลุ่ม(colony) ภายในเซลล์ประกอบด้วยคลอโรฟิลล์ เอ บี และ ไฟโคบิลิน (phycobilin) สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินเป็นโพรคาริโอติก(prokaryotic) เซลล์เหมือนกับแบคทีเรีย ดังนั้นจึงถึงพิจารณาให้อยู่ระหว่างแบคทีเรียและพืช ชื่อเรียก “ไซยาโนแบคทีเรีย” (cyanobacteria) จึงเป็นอีกชื่อหนึ่งของสาหร่ายกลุ่มนี้เนื่องจากสาหร่ายกลุ่มนี้ไม่มีออร์แกเนลล์เฉพาะภายในเซลล์กระบวนการสังเคราะห์แสงจึงเกิดขึ้นโดยตรงผ่านไซโทพลาสซึม (cytoplasm)

สาหร่ายสีเขียว (green algae)

สาหร่ายสีเขียวจัดอยู่ในไฟลัมคลอโรไฟตา (chlorophyta) ภายในเซลล์ประกอบด้วยคลอโรฟิลล์เอ บี แคโรทีนอยด์ (carotenoid) และแซนโทฟิลล์ (xanthophyll) อาหารหลักที่ถูกเก็บสะสมไว้ในเซลล์ของสาหร่ายกลุ่มนี้ คือ แป้ง (starch) ยกตัวอย่างสาหร่ายสีเขียวเช่น *Ulva*, *Codium*, และ *Caulerpa* ในปัจจุบันสาหร่ายกลุ่มนี้ถูกจัดจำแนกไว้มีประมาณ 7,000 ชนิด เป็นทั้งเซลล์เดี่ยว (unicellular) และหลายเซลล์ (multicellular) ส่วนใหญ่เป็นสาหร่ายน้ำจืดมีส่วน้อยพบ

ได้ในน้ำทะเล

สาหร่ายสีแดง (red algae)

สาหร่ายสีแดงอยู่ในไฟลัมโรโดไฟตา (rhodophyta) ภายในเซลล์ประกอบด้วยคลอโรฟิลล์เอ ดี แครโรทีนอยด์ แซนโทฟิลล์ และไฟโคบิลิน อาหารที่เก็บสะสมไว้ในเซลล์คือ แป้ง ซึ่งเรียกว่า ฟลอริเดียนสตาร์ช (floridean starch) เป็นโมเลกุลแป้งชนิดหนึ่งที่มีแขนงมากกว่าโมเลกุลของอะไมโลแพคติน (amylopectin) ตัวอย่างของสาหร่ายสีแดง เช่น *Chondrus* และ *Gelidiella* ส่วนใหญ่สาหร่ายสีแดงเป็นสาหร่ายน้ำเค็มที่ถูกจัดจำแนกไว้มีประมาณ 6,500 ชนิด และอีกประมาณ 200 ชนิดพบในน้ำจืด แสงจากรังสีแสงไฟโคบิลินช่วยในการเก็บเกี่ยวผลผลิตสาหร่ายในบริเวณที่น้ำมากลึก สาหร่ายสีแดงบางชนิดพบได้ในพื้นที่ท้องทะเลที่ไม่มีสิ่งมีชีวิตที่สามารถสังเคราะห์แสงชนิดอื่นปรับตัวอยู่ได้

สาหร่ายสีน้ำตาล (Brown algae)

สาหร่ายสีน้ำตาลอยู่ชั้น paeophyceae ภายในเซลล์ประกอบด้วยคลอโรฟิลล์เอ ซี และ ฟูโคแซนทิน (fucoxanthin) อาหารที่ถูกเก็บสะสมไว้ในเซลล์ คือ พอลลิเมอร์ของคาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อนที่เรียกว่า ลามินาริน (laminarin) ลามินาริน และมาโครซิสทีส (macrocystis) เป็นตัวอย่างชนิดของสาหร่ายในกลุ่มสาหร่ายสีน้ำตาล ส่วนมากสาหร่ายกลุ่มนี้ปรับตัวได้ดีในน้ำทะเลคล้ายคลึงกับสาหร่ายสีแดง สาหร่ายสีน้ำตาลเป็นสาหร่ายที่มีความซับซ้อนมากที่สุดซึ่งในบางชนิดสามารถปรับตัวอาศัยอยู่ได้ในทะเล และมหาสมุทรที่มีความลึกมาก สาหร่ายสีน้ำตาลขนาดใหญ่ (giant kelp) พบได้ที่พื้นที่ท้องทะเลอยู่ในลำดับ laminarales และเป็นสาหร่ายชนิดเดียวที่มีเนื้อของสาหร่ายแตกต่างจากสาหร่ายสีน้ำตาลชนิดอื่น

สาหร่ายมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม ดังนั้นจึงถูกใช้เป็นตัวชี้วัดทางชีวภาพต่อการประเมินการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม ยกตัวอย่างเช่น สาหร่ายน้ำจืด *Euglena* และ *Chlorella* ถูกใช้ในการชี้วัดระดับมลภาวะทางน้ำ (Sandhyarani, 2011)

ความสำคัญของสาหร่าย

สาหร่ายมีความสำคัญต่อมนุษยชาติในด้านต่างๆ ทั้งด้านสิ่งแวดล้อม และการนำมาใช้ประโยชน์ด้านอื่นๆ ดังนี้

ด้านระบบนิเวศแหล่งน้ำ

สาหร่ายดำรงชีวิตด้วยการสังเคราะห์แสงหรือสังเคราะห์อาหารด้วยตัวเอง กระบวนการดังกล่าวจะได้ออกซิเจนซึ่งมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นๆ ในแหล่งน้ำ และมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำอย่างยิ่ง นอกจากนั้นสาหร่ายยังเป็นผู้ผลิตขั้นต้น (Primary productivity) ในแหล่งน้ำจึงเป็นอาหารของสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นๆ เป็นอาหารของแพลงก์ตอนสัตว์ ลูกกุ้ง ลูกปลา และสัตว์น้ำอื่นๆ ซึ่งเท่ากับว่าเป็นสิ่งมีชีวิตในลำดับแรกของห่วงโซ่อาหารในแหล่งน้ำ

ด้านลดก๊าซเรือนกระจก

ในกระบวนการสังเคราะห์แสง สาหร่ายจะใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำเป็นวัตถุดิบซึ่งก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นก๊าซเรือนกระจกที่มีผลให้อุณหภูมิของโลกร้อนขึ้น ในกรณีนี้สาหร่ายจึง

เป็นสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่งที่ช่วยบรรเทาปรากฏการณ์โลกร้อนเช่นเดียวกับพืชทั่วไป (ยูวดี พิรพรพิศาล, 2556)

ด้านอาหาร

1. ใช้เป็นอาหารมนุษย์

มนุษย์รู้จักนำสาหร่ายมาใช้ประโยชน์เป็นเวลานานกว่า 400 ปี ส่วนใหญ่นำมาใช้ประกอบอาหารประเทศที่นิยมบริโภคสาหร่าย ได้แก่ ญี่ปุ่น จีน เกาหลี ฟิลิปปินส์ อินโดนีเซีย ไทย อินเดีย ออสเตรเลียนิวซีแลนด์ เป็นต้น ชาวจีน ญี่ปุ่น ใช้สาหร่ายสีน้ำตาล (*laminaria*) และสาหร่ายสีแดง (*porphyra*) หรือที่เรียกว่า จี๋ฉ่าย มาทำอาหารพวกแกงจืด ญี่ปุ่นผสม *Chlorella sp.* ลงในชา ชุป น้ำผลไม้ บะหมี่ และไอศกรีม สาหร่ายที่สามารถใช้เป็นอาหารได้มีมากกว่า 100 ชนิด (นวรรตน์ เหล่าขวลิตกุล, 2554) สำหรับประเทศไทยสาหร่ายน้ำจืดขนาดใหญ่ที่สามารถนำมาทำเป็นอาหารได้มี 3 ชนิด คือ สาหร่ายเตาหรือเต้าน้ำ สาหร่ายโก และสาหร่ายลอนหรือไข่หิน ดอกหิน หรือองลอน (ยูวดี พิรพรพิศาล, ม.ป.ป.) คุณค่าทางโภชนาการของสาหร่ายทั้ง 3 ชนิด มีโปรตีนอยู่ในระดับสูงใกล้เคียงกับปลาน้ำจืด มีวิตามินหลายชนิดโดยเฉพาะวิตามินบี มีเกลือแร่ที่สำคัญหลายตัว โดยเฉพาะแคลเซียมในสาหร่ายลอน และซีลีเนียมในสาหร่ายโกซึ่งเป็นสารป้องกันการเกิดอนุมูลอิสระ ในสาหร่ายเตาพบสารต้านอนุมูลอิสระสูงสุด รองลงมา คือ สาหร่ายโก และสาหร่ายลอนตามลำดับ สาหร่ายโกที่ควรนำมาใช้ประโยชน์มี 2 จินส์ คือ *Cladophora spp.* และ *Microspora spp.* ส่วนสาหร่ายลอนมีเพียง 1 จินส์ คือ *Nostochopsis spp.* (ยูวดี พิรพรพิศาล, 2551)

2. ใช้เป็นอาหารสัตว์

สาหร่ายสามารถนำไปเลี้ยงสัตว์กระเพาะเดี่ยว เช่น หมู และสัตว์ปีกได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ยังเป็นอาหารที่จำเป็นอย่างยิ่งต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำวัยอ่อนที่กินพืชเป็นอาหาร เช่น ปลา กุ้ง และแพลงตอนสัตว์ เช่น ไรแดง ไรน้ำเค็ม ในประเทศญี่ปุ่นใช้สาหร่ายเกลียวทองเลี้ยงปลาไหล ปลาเทร้า กุ้ง ปลาการ์ฟลี เป็นต้น (ไพรมะ ยงมานิตชัย, 2546)

ด้านอุตสาหกรรม

สาหร่ายทั้งขนาดเล็ก และขนาดใหญ่มีความสำคัญทางด้านอุตสาหกรรมหลายประเภท ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. วุ้น (Agar)

ได้มาจากการสกัดสาหร่ายสีแดง เช่น *Gelidium spp.* และ *Gracilaria spp.* วุ้นใช้ประกอบอาหารจำพวกขนมหวานหรือใช้ทำอาหารเลี้ยงเชื้อในห้องปฏิบัติการ ใช้เป็นสารที่ทำให้เกิดความหนืด และข้นในพวกแยม ลูกอม ไอศกรีม เนย มายองเนส กันสนิมในอาหารกระป๋อง ผสมเบียร์ และไวน์ให้มีสีใส ใช้ในอุตสาหกรรมเวชภัณฑ์ เช่น ยาระบาย แคปซูลยา ใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง เช่น ครีม โลชั่น น้ำมันใส่ผม ใช้ย้อมเส้นด้ายให้ทอ่ายขึ้น เคลือบกระดาษ เคลือบฟิล์ม ทำกาวหมึกพิมพ์ เป็นต้น

2. คาร์ราจีนิ (carrageenin)

ได้มาจากการสกัดสาหร่ายสีแดงเช่นเดียวกัน มีคุณสมบัติคล้ายวุ้น แต่ต้องใช้ความเข้มข้นมากกว่า การใช้ประโยชน์เช่นเดียวกับวุ้น

3. อัลจิ้นหรืออัลจิ้นเนต (align or alginate)

ได้มาจากการสกัดสาหร่ายสีน้ำตาลบางชนิด เช่น *Laminaria spp.*, *Macrocystis spp.*, *Ascophyllum spp.* และ *Fucus spp.* เป็นต้น สารดังกล่าวเป็นสารที่ทำให้เกิดความเหนียวใช้ในอุตสาหกรรมที่ต้องการให้เกิดความคงรูปหรือความเหนียว เช่น ใสในอาหาร เครื่องสำอาง เวชภัณฑ์ สี ทาบ้าน และอื่นๆ

4. ไดอะโตไมท์หรือไดอะโตมาเซียสเอิร์ธ (diatomite หรือ diatomaceous earth)

ได้มาจากไดอะตอมที่ตายแล้วมาทับถมกันกลายเป็นซากเหลือของผนังเซลล์ซึ่งเป็นซิลิกาที่ไม่ละลาย เกิดในสมัยเทอเทียรี (Tertiary) และควอเทอนารี (Quaternary) นำมาใช้เป็นเครื่องกรองในโรงงานอุตสาหกรรม ฉนวนกันความร้อนในอุปกรณ์ไฟฟ้า ใช้เป็นผงขัดเงาโลหะต่างๆ หรือ ส่วนประกอบของยาสีฟัน ในภาคเหนือมีมากที่อำเภอเกาะคา จังหวัดลำปาง

ด้านการใช้เป็นพลังงานชีวภาพ

สาหร่ายขนาดเล็กที่ดำรงชีวิตแบบแฟลกเจลเลตที่มีคุณสมบัติที่มีกรดไขมันสูงถึงประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง ในบางชนิดสูงถึง 60-70 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง จึงมีการศึกษาวิจัยเพื่อนำมาใช้เป็นพลังงานทดแทนแกไขปัญหาการลดลงอย่างรวดเร็วของพลังงานจากน้ำมัน และถ่านหินในทุกภูมิภาคของโลกซึ่งสาหร่ายขนาดเล็กนับว่าเป็นความหวังอย่างสูงของมนุษย์ที่จะใช้เป็นพลังงานชีวภาพอย่างมีประสิทธิภาพต่อไปในอนาคต

ด้านเกษตรกรรม

สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินบางชนิดสามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศแล้วเปลี่ยนมาเป็นแอมโมเนียซึ่งสามารถใช้สาหร่ายเหล่านั้นใส่ลงแทนปุ๋ยในนาข้าวหรือแหล่งเกษตรกรรมอื่นๆ ได้ ทำให้ได้ปุ๋ยชีวภาพซึ่งช่วยให้ผลผลิตดีขึ้น และลดต้นทุนการผลิต สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน เช่น *Nostoc azollae* (= *Anabaena azollae*) อาศัยอยู่ในใบของแห่นางเจิ้งจึงใช้แห่นางเจิ้งเป็นปุ๋ยพืชสดในนาข้าวได้เช่นกัน

ด้านการแพทย์

สาหร่ายหลายชนิดสามารถใช้เป็นยารักษาโรคได้ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ยาสมุนไพร

ในประเทศจีนตอนใต้มีการใช้สาหร่ายสีแดง *Digenia simplex* เป็นยาถ่ายพยาธิ และรักษาโรคตาขโมย ใช้โซเดียมมอลานินารินซัลเฟต และฟิวคอยดินที่สกัดจากสาหร่ายสีน้ำตาลเป็นยาให้เลือดแห้งตัว ใช้สาหร่ายสีน้ำตาลพวก *Sargassum spp.* รักษาโรคคอกอก ใช้สาหร่ายสีแดง *Chondrus crispus* (Iris moss) รักษาโรคท้องร่วง โรคทางเดินปัสสาวะ และลำไส้อักเสบ ในประเทศญี่ปุ่นมีการสกัดสารจากสาหร่าย *Spirulina spp.* มารักษาโรคเมะเร็งบางชนิด ประชาชนแถวลุ่มน้ำนานใช้สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน *Nostochopsis spp.* หรือที่เรียกว่า ลอน หรือ “ไขหิน” แก้ก้อนใน

2. ยาปฏิชีวนะ

สาหร่ายบางชนิดสามารถสร้างสารต้านการเจริญของแบคทีเรียทั้งแกรมบวก และแกรมลบ เช่น สาร Chlorellin จากสาหร่าย *Chlorella spp.* นอกจากนั้นยังมีสาหร่ายสีแดง สาหร่ายสีน้ำตาล และไดอะตอมบางชนิดที่สามารถสร้างสารปฏิชีวนะได้ ปัจจุบันมีการศึกษาสารสำคัญในสาหร่าย

หลายชนิดทั้งสาหร่ายน้ำจืด และสาหร่ายน้ำเค็มเพื่อนำมาพัฒนาเป็นตัวยารักษาโรค เช่น โรคเรื้อรังที่เกิดจากไวรัส โรคแผลในกระเพาะอาหาร ลดความดันโลหิต เบาหวาน และมะเร็ง เป็นต้น

ด้านบำบัดน้ำเสีย

ในกระบวนการบำบัดน้ำเสียนั้น สารอินทรีย์ที่มากับน้ำเสียจะถูกจุลินทรีย์ย่อยสลายเป็นสารอินทรีย์ เช่น ฟอสเฟต ไนเตรท แอมโมเนีย และอื่นๆ สาหร่ายสามารถใช้สารอินทรีย์เหล่านี้ในกระบวนการเมตาบอลิซึมทำให้ในน้ำเสียนั้นมีปริมาณสารอินทรีย์ และสารอินทรีย์ลดลง พร้อมกันนั้นแหล่งน้ำจะมีออกซิเจนเพิ่มขึ้นจากกระบวนการสังเคราะห์แสงของสาหร่าย คุณภาพน้ำจะดีขึ้น ดังนั้นสาหร่ายจึงเป็นสิ่งมีชีวิตตามธรรมชาติที่ช่วยในการบำบัดน้ำเสียทั้งน้ำเสียจากชุมชน และโรงงานอุตสาหกรรม

ด้านการใช้เป็นสิ่งมีชีวิตติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำ

เนื่องจากสาหร่ายหลายชนิดสามารถเจริญเติบโตในแหล่งน้ำที่มีคุณภาพต่างกัน ตัวอย่างเช่น *Euglena spp.* และ *Oscillatoria spp.* สามารถเจริญได้ในน้ำที่มีสารอินทรีย์สูงหรือน้ำที่มีคุณภาพไม่ดี ในขณะที่สาหร่ายสีเขียวกลุ่มเดสมีดส์ เช่น *Cosmarium spp.* หรือ *Staurastrum spp.* เจริญในน้ำที่มีสารอาหารน้อยหรือน้ำที่มีคุณภาพดี ซึ่งนำไปสู่การใช้สาหร่ายเป็นสิ่งมีชีวิตที่ใช้ติดตามตรวจสอบภาวะแวดล้อมทางน้ำได้อีกทางหนึ่งนอกจากการตรวจสอบคุณภาพน้ำทางกายภาพ และทางเคมีอย่างที่เราคุ้นเคยอยู่แล้ว

การใช้ไดอะตอมเป็นหลักฐานนิติเวชศาสตร์

การใช้ไดอะตอมในเนื้อเยื่อต่างๆ โดยเฉพาะเนื้อเยื่อปอดของศพที่จมน้ำเป็นอีกวิธีการหนึ่งในงานนิติเวชศาสตร์ทำให้สามารถทราบได้ว่าศพเสียชีวิตจากการจมน้ำตายถ้าพบไดอะตอมในเนื้อเยื่อปอดจำนวนมาก ส่วนกรณีที่เสียชีวิตมาก่อนถูกทิ้งลงในแหล่งน้ำจะไม่พบไดอะตอมเลย

ด้านการผลิตสารที่มีประโยชน์ต่อวงการอุตสาหกรรมหลายชนิด

ปัจจุบันได้มีการศึกษาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่ายมากขึ้น เช่น เอนไซม์หลายชนิด และบางชนิดมีความเป็นไปได้สูงในการนำไปใช้ในกระบวนการอุตสาหกรรม สารโพลิเมอร์ และรงควัตถุ สาหร่ายบางชนิดมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงสามารถนำไปใช้ในวงการอุตสาหกรรมด้านอาหาร เครื่องสำอาง และเวชภัณฑ์ต่างๆ (ยุวดี พิรพรพิศาล, 2556)

ความต้องการสารอาหารของสาหร่าย

ธาตุอาหารที่สาหร่ายต้องการในการเจริญเติบโตคล้ายกับพืชชั้นสูง แต่ธาตุอาหารบางตัวมีความต้องการแตกต่างจากพืชโดยทั่วไป ธาตุอาหารที่จำเป็นต้องการปริมาณมาก (macronutrient elements) เช่น คาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และซิลิเคอร์ ธาตุอาหารที่จำเป็นต้องการปริมาณน้อย (micronutrient elements) เช่น เหล็ก คลอไรด์ แมงกานีส โบรอน ทองแดง โมลิบดีนัม และสังกะสี

สาหร่ายบางชนิดต้องการธาตุอาหารที่แตกต่างกันออกไปจากที่กล่าวมา เช่น พวกไดอะตอมต้องการซิลิกาสำหรับสร้างฟอสซิล สาหร่ายบางชนิดใน Division Chrysophyta ที่มีสเกลเป็นซิลิกา

ต้องการซิลิกาเหมือนกัน บางชนิดสเกลเป็นหินปูนก็ต้องการแคลเซียมมากกว่าชนิดอื่นๆ สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน เช่น *Anabaena*, *Anacystis*, *Nostoc* ต้องการโซเดียมในการเจริญเติบโต นอกจากนี้สาหร่ายยังต้องการสารอินทรีย์ชนิดต่างๆ ในการเจริญเติบโต เช่น วิตามินบี 12 วิตามินบี 1 และไบโอติน สาหร่ายแต่ละชนิดอาจต้องการวิตามินดังกล่าวทุกชนิดหรือต้องการเพียงชนิดใดชนิดหนึ่งก็ได้ วิตามินบี 12 เป็นวิตามินที่สาหร่ายต้องการชัดเจนมาก ไม่ว่าจะเป็นสาหร่ายใน Division Chlorophyta, Chrysophyta, Cryptophyta หรือ Euglenophyta ล้วนแต่ต้องการวิตามินบี 12 ทั้งสิ้น สาหร่ายที่พบวิตามินบี 12 มากกว่าสาหร่ายชนิดอื่นคือ *Euglena* และ *Phormidium* และพบว่า *Chlorella* และสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินบางชนิดสามารถสังเคราะห์วิตามินบี 12 ได้ จึงคาดว่าสาหร่าย และแบคทีเรียอาจเป็นแหล่งสร้างวิตามินบี 12 ที่สำคัญในแหล่งน้ำธรรมชาติได้ วิตามินบี 1 เป็นส่วนประกอบของโคเอนไซม์สำหรับเอนไซม์คาร์บอกซีเลส (carboxylase) สำหรับไบโอตินเป็นวิตามินที่สาหร่ายต้องการน้อยกว่า 2 ชนิดแรก

การที่จะทราบว่าสาหร่ายใช้ธาตุอาหารชนิดใดในการสังเคราะห์แสง และกระบวนการต่างๆ ในการดำรงชีวิตอาจจะใช้หลายวิธีร่วมกัน เช่น การวิเคราะห์หาปริมาณธาตุต่างๆ ในแหล่งน้ำที่สาหร่ายเจริญเติบโตหรือนำสาหร่ายชนิดนั้นมาวิเคราะห์ดูส่วนประกอบทางเคมีซึ่งทั้ง 2 วิธีนี้อาจมีข้อผิดพลาดอยู่บ้างเพราะสาหร่ายบางชนิดสามารถสะสมธาตุอาหารบางอย่างไว้ในเซลล์เกินความจำเป็น ดังนั้นอาจใช้วิธีที่ 3 ร่วมด้วย โดยการนำสาหร่ายมาเพาะเลี้ยงในธาตุอาหารชนิดต่างๆ ในปริมาณแตกต่างกัน แล้วดูว่าสาหร่ายเจริญเติบโตได้ดีในธาตุอาหารประเภทใด ปริมาณธาตุอาหารเท่าใด ข้อมูลที่ได้จะทำให้พอสรุปได้ว่าสาหร่ายต้องการธาตุอาหารประเภทใด ปริมาณมากน้อยเพียงใด (ยูวดี พิรพรพิศาล, 2549)

สาหร่ายกับปริมาณสารอาหารในแหล่งน้ำ

สาหร่ายแต่ละชนิดมีแหล่งที่อยู่อาศัย และช่วงของความทน (range of tolerance) ต่อสภาพแวดล้อมไม่เหมือนกัน ดังนั้นในแหล่งน้ำต่างกันจึงมีชนิดของสาหร่ายไม่เหมือนกัน โดยทั่วไปสามารถแบ่งแหล่งน้ำตามความมากน้อยของสารอาหาร (trophic level) ออกเป็น 3 ระดับ คือ แหล่งน้ำที่มีสารอาหารน้อย (oligotrophic) น้ำจะมีคุณภาพดี แหล่งน้ำที่มีสารอาหารปานกลาง (mesotrophic) น้ำมีคุณภาพปานกลาง และแหล่งน้ำที่มีสารอาหารมาก (eutrophic) น้ำมีคุณภาพไม่ดี ในแหล่งน้ำแต่ละสภาพจะมีสาหร่ายที่อยู่ในรูปของแพลงก์ตอนพืชแตกต่างกัน ดังนี้

ในแหล่งน้ำที่มีสารอาหารน้อย (คุณภาพน้ำดี) จะพบสาหร่ายสีเขียวประเภทเดสมิดส์ ได้แก่ *Staurostrum*, *Staurodesmus*, *Cosmarium* และ *Closterium* เป็นต้น ในแหล่งน้ำที่มีสารอาหารปานกลางจะพบสาหร่ายไดโนแฟลเจลเลต เช่น *Peridinium*, *Gymnodinium* และ *Ceratium* เป็นต้น ส่วนแหล่งน้ำที่มีสารอาหารมากมักจะพบสาหร่ายน้อยประเภท แต่ละประเภทมีจำนวนมาก

บางครั้งอาจพบสาหร่ายเพียงชนิดเดียวแต่มีปริมาณมากก็เป็นได้ มักพบสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน *Oscillatoria* และ *Phormidium* สาหร่ายยูกลีโนยด์ เช่น *Euglena*, *Phacus* และ *Trachelomonas* (ยุวดี พิรพรพิศาล, 2549)

สาหร่ายเตาหรือเหาน้ำ

สาหร่ายเตาหรือเหาน้ำจัดอยู่ใน Division Chlorophyta, Class Chlorophyceae, Order Zygnematales, Family Zygnemataceae, Genus Spirogyra, Specie *Spirogyra spp.* สาหร่ายชนิดนี้เป็นที่รู้จักกันดีที่สุดใน Division Chlorophyta ด้วยกัน มักเกิดรวมกันเป็นกลุ่ม อาจอยู่กันบ่อกับก้อนดิน ก้อนหิน หรืออาจจะลอยอยู่บริเวณผิวน้ำ จินัสนี้มีประมาณ 290 ชนิด แต่ละชนิดมีความแตกต่างกันตามขนาด และรูปร่างของเซลล์ จำนวนของคลอโรพลาสต์ การสืบพันธุ์ ขนาด และสีของไซโกต (ยุวดี พิรพรพิศาล, 2549)

ลักษณะของสาหร่ายชนิดนี้จะเป็นเส้นสายคล้ายเส้นผมไม่แตกแขนง เมื่อจับรู้สึกลื่นมือเนื่องจากมีเมือกหุ้ม มีสีเขียว (ภาพที่ 2.1) เซลล์รูปทรงกระบอกยาวซึ่งมีขนาดตั้งแต่ความยาวเท่าความกว้างจนกระทั่งความยาวมากกว่าความกว้างหลายเท่า (ยุวดี พิรพรพิศาล, 2549; นวรัตน์ เหล่าขวลิตกุล, 2554)



ภาพที่ 2.1 สาหร่ายเตาหรือเหาน้ำ (Japan international research center for agricultural sciences, 2010)

ผนังเซลล์มี 3 ชั้น ชั้นใน และชั้นกลางเป็นเซลลูโลส ส่วนชั้นนอกเป็นเพคโตส (pectose) ภายในเซลล์มีแวคิวโอลตรงกลางอันใหญ่ มีนิวเคลียสแขวนลอยอยู่โดยมีสายไซโทพลาสซึม (cytoplasmic strand) เชื่อมโยง และยึดไว้กับผนังเซลล์ คลอโรพลาสต์อาจมีตั้งแต่ 1 อันหรือหลายๆอัน ขึ้นอยู่กับอายุ และชนิดมีลักษณะเป็นเส้นขาดจากปลายเซลล์ข้างหนึ่งไปยังอีกข้างหนึ่ง บนสายคลอโรพลาสต์มี

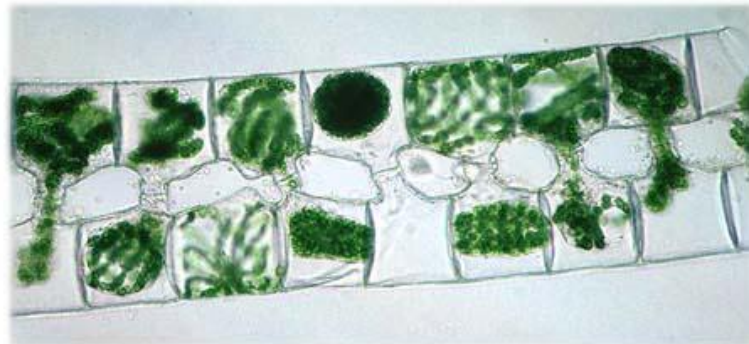
ไพรีนอยด์เรียงเป็นแถวตลอดสาย ผนังเซลล์ด้านขวางจะเชื่อมโยง โดยมีความกว้างระหว่างเซลล์ต่อเซลล์ มองดูเป็นรูปตัว “H”

การสืบพันธุ์ของสาหร่าย *Spirogyra* spp.

การสืบพันธุ์มีทั้งแบบอาศัยเพศโดยการขาดออกเป็นท่อน และการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศโดยการรวมกันของแกมีทซึ่งจะเคลื่อนที่ผ่านท่อคอนจูเกชัน มี 2 แบบ คือ สคาลาริฟอร์มคอนจูเกชัน (scalariform conjugation) และแลเทอรัลคอนจูเกชัน (lateral conjugation) หรือเทอมินัลคอนจูเกชัน (terminal conjugation) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. สคาลาริฟอร์มคอนจูเกชัน

วิธีการนี้เป็นการผสมต่างสายหรือต่างทลัส โดยที่เซลล์ทุกเซลล์ในสายจะสร้างแกมีทเพศเดียวตลอดสายหรือสร้างแกมีททั้ง 2 เพศในสายเดียวกัน แกมีทแต่ละแกมีทเกิดจากโปรโตพลาสต์ในแต่ละเซลล์นั่นเอง เมื่อถึงระยะเวลาผสมพันธุ์ *Spirogyra* 2 สายจะอยู่ใกล้กันแบบคู่ขนาน แล้วปล่อยเมือกออกมาหุ้มสายทั้งสองไว้ต่อมาผนังเซลล์ด้านที่อยู่ใกล้กันจะโป่งออกมา แล้วยื่นมาแตะกัน ในที่สุดก็เชื่อมกันเป็นหลอดหรือเป็นท่อเรียกท่อดังกล่าวว่า ท่อคอนจูเกชัน ขณะเดียวกันนั้นโปรโตพลาสต์ซึ่งเปลี่ยนเป็นแกมีทของเซลล์จะหดรวมกันเป็นก้อน โปรโตพลาสต์ซึ่งเป็นแกมีทเพศผู้จะเคลื่อนที่ผ่านท่อคอนจูเกชันไปรวมกับโปรโตพลาสต์ของแกมีทเพศเมียกลายเป็นไซโกตต่อไป (ภาพที่ 2.2)



ภาพที่ 2.2 สคาลาริฟอร์มคอนจูเกชัน (scalariform conjugation) ของ *Spirogyra* spp. (Parmentier, 1999)

2. แลเทอรัลคอนจูเกชันหรือเทอมินัลคอนจูเกชัน

วิธีการนี้เกิดในสายหรือทลัสเดียวกัน เมื่อถึงระยะเวลาผสมพันธุ์ ผนังเซลล์ที่กั้นระหว่างเซลล์ 2 เซลล์ ซึ่งแต่ละเซลล์จะทำหน้าที่เป็นแกมีทจะขาดออกเป็นรูเล็กๆ ส่วนผนังเซลล์ที่เชื่อมต่อยกขึ้นระหว่างเซลล์ทั้งสองจะโป่งออกเป็นโปรโตพลาสต์ที่ทำหน้าที่เป็นแกมีทเพศผู้ซึ่งจะเคลื่อนที่ผ่าน

ช่องทางนี้มารวมกับโปรโตพลาสต์ที่ทำหน้าที่เป็นแกมมาเพคเตมียกลายเป็นไซโกตต่อไป

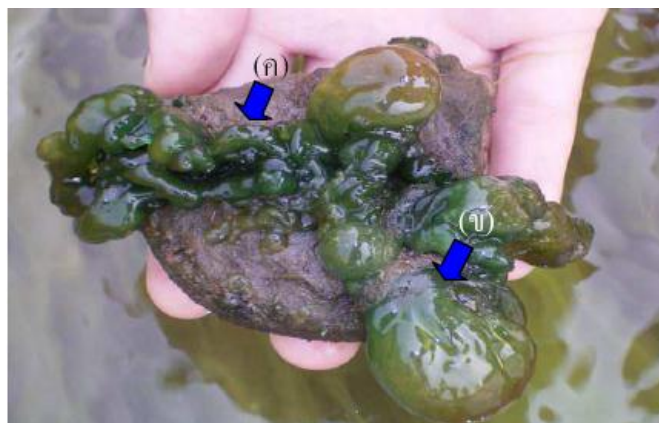
ไซโกตซึ่งเกิดจากทั้ง 2 วิธีการนี้จะมีการพัฒนาต่อไปเป็นไซโกตสปอร์โดยผนังเซลล์หนาขึ้น และจะพักตัวระยะเวลาหนึ่ง ต่อมาแบ่งนิวเคลียสแบบไมโอซิส 4 นิวเคลียส จะสลายไป 3 นิวเคลียส เหลือเพียง 1 นิวเคลียส ซึ่งจะงอกเป็นทลีสใหม่ต่อไป (ยุวดี พิรพรพิศาล, 2549)

คุณค่าทางโภชนาการของสาหร่ายเตาหรือเต้าน้ำ

จากการศึกษาของยุวดี พิรพรพิศาล (2551) พบว่าสาหร่ายเตา สาหร่ายลอน และสาหร่ายไก่อ มีคุณค่าทางโภชนาการที่ดีมาก มีปริมาณโปรตีนใกล้เคียงกับปลาน้ำจืด อีกทั้งมีวิตามินหลายชนิด โดยเฉพาะวิตามินบี มีเกลือแร่หลายชนิด เช่น แคลเซียม โซเดียม โพแทสเซียม เป็นต้น และจากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของสาหร่ายเตาที่แปลงปลูกจังหวัดแพร่พบว่ามีไขมัน 5.21 โปรตีน 18.65 โยอาหาร 7.66 เถ้า 11.78 และคาร์โบไฮเดรต 56.31 กรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้งของสาหร่าย และ พรรณพิมล สุริยะพรหมชัย (2556) รายงานว่า สาหร่ายเตาถ้าคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้งประกอบด้วยโปรตีน 18.63 ถึง 23.76% ไขมัน 2.86 ถึง 5.21% คาร์โบไฮเดรต 53.98 ถึง 56.31% เส้นใย 6.24 ถึง 7.66% และเถ้า 11.78% และประกอบด้วยธาตุหลักสูงถึง 33.85% เทียบเท่าผักกูดที่ให้ธาตุหลัก 36.30% ทั้งยังมีสารต้านอนุมูลอิสระสูงเมื่อเทียบกับสาหร่ายน้ำจืดชนิดอื่นๆ สารต้านอนุมูลอิสระ (IC50) ในสาหร่ายเตามี 1.06 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร

สาหร่ายลอนหรือไซหิน

สาหร่ายลอนหรือไซหินจัดอยู่ใน Division Cyanophyta, Order Stigonematales, Family Nostochopsaceae, Genus *Nostochopsis*, Specie *Nostochopsis spp.* เป็นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ทลีสมีลักษณะเป็นก้อนเมือก (ภาพที่ 2.3) ภายในมีเส้นสายจำนวนมากฝังอยู่ เส้นสายตรงหรือโค้งงอ แตกแขนงแบบแท่งจริงแต่ไม่เป็นระเบียบ บางแขนงสั้น บางแขนงยาว เมื่อยังอ่อนอยู่จะเป็นก้อนตัน เมื่อโตขึ้นตรงกลางจะกลวง แขนงสั้นๆ ประกอบด้วยเซลล์ 2-3 เซลล์ ภายในเซลล์ประกอบด้วยรูปร่างคล้ายถังเปียร์ สาหร่ายเหล่านี้มักขึ้นอยู่บนก้อนหินในที่อากาศเย็น และมีน้ำไหลผ่าน พบมากทางภาคเหนือของไทย (ยุวดี พิรพรพิศาล, 2549; นวรัตน์ เหล่าชวลิตกุล, 2554) จากผลการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของสาหร่ายไซหินจากแหล่งน้ำต่างๆในประเทศไทย พบว่า สาหร่ายปริมาณ 100 กรัมประกอบด้วยโปรตีน 20.26-43.53% ไขมัน 0.00-1.56% โยอาหาร 2.70-43.00% วิตามินต่างๆ ได้แก่วิตามินเอ บี1 บี2 แร่ธาตุ เช่น แคลเซียมซึ่งมีสูงมากในสาหร่ายลอน (ยุวดี พิรพรพิศาล, 2551) และประกอบด้วยกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกาย เช่น เมไทโอนีน ไลซีน โพรลีน ซีรีน ไทโรซีน อะลานีน นอกจากนั้นไม่พบจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค และไม่มีการปนเปื้อนของโลหะหนักที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ (เอกพงศ์ มุสิกะเจริญ, 2554)



ภาพที่ 2.3 สาหร่ายลอนในสภาพธรรมชาติ (ข) *Nostochopsis lobatus* Wood em Guitler, (ค) *N. hansgrig* Schmidle (ยูวดี พีรพรพิศาล, 2551)

ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายเตา และสาหร่ายลอน

ลักษณะทางกายภาพของแหล่งน้ำมีผลต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายมากที่สุดคือ ความขุ่นใสของน้ำ ความเร็วของกระแสน้ำ และสิ่งยึดเกาะที่พื้นท้องน้ำ สาหร่ายลอนพบได้ในฤดูหนาว และฤดูร้อนตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงเมษายน ส่วนในฤดูฝนการไหลของน้ำแรง และมีความขุ่นสูง สาหร่ายไม่สามารถเจริญเติบโตได้ ยกเว้นสาหร่ายเตาที่ยังสามารถพบได้บ้าง (ยูวดี พีรพรพิศาล, ม.ป.ป. ; ยูวดี พีรพรพิศาล, 2551) สาหร่ายลอนจะเจริญในน้ำไหลมีความเร็วของน้ำ 2-3 เมตร/วินาที น้ำใส ค่าความขุ่นของน้ำไม่เกิน 20 NTU อุณหภูมิ 20-27°C pH 7-8 น้ำมีสารอาหาร (ไนเตรท แอมโมเนีย และ soluble reactive phosphorus) น้อยถึงปานกลางจึงพบในน้ำที่มีคุณภาพดีถึงปานกลาง และเจริญจากสิ่งยึดเกาะที่เป็นก้อนหินอาจจะเป็นก้อนหินขนาดใหญ่ (bed rock) หรือขนาดเล็ก (cobble)

ส่วนสาหร่ายเตาจากการศึกษาในแปลงนาปลูก บ้านนาคูหา จังหวัดแพร่ สาหร่ายชนิดนี้เจริญในคุณภาพน้ำอยู่ในระดับดีถึงปานกลางจนกระทั่งเสียเล็กน้อย น้ำใส ค่าความขุ่นของน้ำไม่เกิน 10 NTU อุณหภูมิ 15-27°C pH 6-7.8 และเจริญได้ดีในบริเวณพื้นที่ท้องน้ำที่เป็นดิน น้ำนิ่งหรือไหลเอื่อย (ยูวดี พีรพรพิศาล, 2551) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Hainz, Wöber and Schagerl (2009) จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสาหร่ายเตา *Spirogyra* กับสภาพแวดล้อมในยุโรปกลางพบว่า สาหร่ายเตาจะถูกพบในน้ำที่มีค่า pH ระหว่าง 6.2-9.1 ค่าความเป็นด่างของน้ำ (Total alkalinity) 0.6-7.9 มิลลิเอควิวาเลนต์ต่อลิตร ปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำระหว่าง 1-2,240 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 34 ไมโครกรัมต่อลิตร ซึ่งบ่งชี้ถึงคุณภาพน้ำระดับปานกลางจนถึงเสียเล็กน้อย (meso-eutrophic condition)

บทที่ 3

วิธีการศึกษาวิจัย

ในภาคสนาม

1. สอบถามชาวบ้านรวมถึงผู้ขายตามตลาดในท้องถิ่นถึงแหล่งที่เก็บสาหร่ายหรือแหล่งน้ำที่พบสาหร่ายเตา และสาหร่ายลอน
2. ออกสำรวจแหล่งน้ำที่เหมาะสมต่อการเก็บข้อมูลภาคสนามจำนวน 3 แหล่งน้ำ ต่อการเก็บข้อมูลของสาหร่าย 1 ชนิด
3. ในแต่ละแหล่งน้ำกำหนดจุดเก็บตัวอย่างจำนวน 3 จุด พารามิเตอร์ดังนี้
 - 3.1 อุณหภูมิของน้ำ (water temperature) โดยการใช้เทอร์โมมิเตอร์ (thermometer)
 - 3.2 ความโปร่งใสของน้ำ (water transparency) โดยการใช้ secchi disk
 - 3.3 ความลึกของน้ำ (water depth) โดยการใช้วิธีวัดความลึก
 - 3.4 เก็บสาหร่ายตัวอย่างเพื่อการวิเคราะห์มวลชีวภาพของสาหร่าย โดยใช้ quadrat ขนาด 27*27 cm. ในการกำหนดขนาดพื้นที่การเก็บสาหร่ายตัวอย่าง
 - 3.5 เก็บน้ำตัวอย่างใส่ขวดเก็บน้ำตัวอย่างขนาด 500 ml เพื่อการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

ในห้องปฏิบัติการ

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ (สมชาย หวังวิบูลย์กิจ, 2552)

1. วิเคราะห์หาปริมาณแอมโมเนียที่ละลายในน้ำด้วยวิธี Koroleff's indophenol blue method
2. วิเคราะห์หาปริมาณไนไตรท์ที่ละลายในน้ำด้วยวิธี diazotization
3. วิเคราะห์หาปริมาณไนเตรทที่ละลายในน้ำด้วยวิธี cadmium reduction method
4. วิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัสที่ละลายในน้ำด้วยวิธี ascorbic acid method

การวิเคราะห์มวลชีวภาพของสาหร่าย

1. นำสาหร่ายตัวอย่างมาล้างน้ำให้สะอาด ผึ่งไว้ให้แห้งพอหมาด และชั่งน้ำหนักสดของสาหร่าย
2. นำสาหร่ายที่ทราบน้ำหนักสดไปอบให้แห้งด้วยตู้อบลมร้อน (hot air oven) ที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และทำให้เย็นในโถดูดความชื้น (desiccator)
3. ชั่งน้ำหนักแห้งของสาหร่ายตัวอย่างด้วยเครื่องชั่งดิจิตอลทศนิยม 2 ตำแหน่ง

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้ทั้งหมดจะทำการวิเคราะห์ และบรรยายถึงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ แอมโมเนีย ไนโตรท์ ไนเตรท และฟอสฟอรัสที่ละลายในน้ำกับการปรากฏของสาหร่ายเตา และสาหร่าย ลอนในแหล่งน้ำธรรมชาติ พร้อมทั้งวิเคราะห์ถึงปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม ได้แก่ อุณหภูมิของน้ำ ความโปร่งใส ของน้ำ และความลึกของน้ำที่มีผลต่อการปรากฏของสาหร่ายเตา และสาหร่ายลอน

บทที่ 4

ผลการวิจัย

จากการสำรวจตลาดท้องถิ่น และสอบถามชาวบ้านรวมถึงผู้ขายถึงแหล่งที่มาของสาหร่าย พบว่า ไม่พบสาหร่ายลอนในแหล่งน้ำ และในตลาดท้องถิ่น พบเพียงสาหร่ายเตาซึ่งเป็นถิ่นนิยมบริโภค โดยมีขายทั้งในรูปแบบสาหร่ายสด (ภาพที่ 4.1) และสาหร่ายปรุงพร้อมรับประทาน (4.2)



ภาพที่ 4.1 สาหร่ายเตาสดที่ขายในตลาดท้องถิ่น



ภาพที่ 4.2 สาหร่ายเตาที่นำมาปรุงอาหารพร้อมรับประทาน

การศึกษาความแปรปรวนของปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของสาหร่าย
เตาศึกษาจากแหล่งน้ำ 3 แหล่ง ได้แก่ บ่อดินธรรมชาติ (แหล่งน้ำที่ 1) (ภาพที่ 4.3) คลองธรรมชาติ
(แหล่งน้ำที่ 2) (ภาพที่ 4.4) และลำธารธรรมชาติฝายกั้นน้ำ (แหล่งน้ำที่ 3) (ภาพที่ 4.5)



ภาพที่ 4.3 บ่อดินธรรมชาติ (แหล่งน้ำที่ 1)



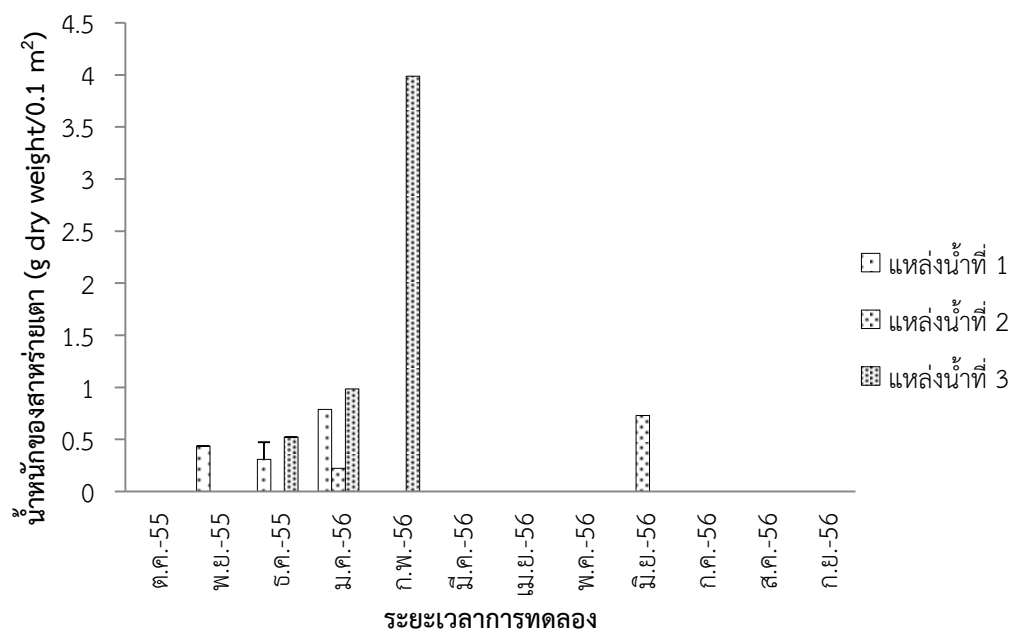
ภาพที่ 4.4 คลองธรรมชาติ (แหล่งน้ำที่ 2)



ภาพที่ 4.5 ลำธารธรรมชาติฝายกั้นน้ำ (แหล่งน้ำที่ 3)

การปรากฏของสาหร่ายเตาในแหล่งน้ำ

การปรากฏของสาหร่ายเตาในแหล่งน้ำทั้ง 3 แหล่ง พบในเดือน พฤศจิกายน ธันวาคม มกราคม และกุมภาพันธ์ และพบอีกครั้งในเดือนมิถุนายน (ภาพที่ 4.6) เดือนมกราคมพบสาหร่ายเตาพร้อมกันทั้ง 3 แหล่งน้ำ



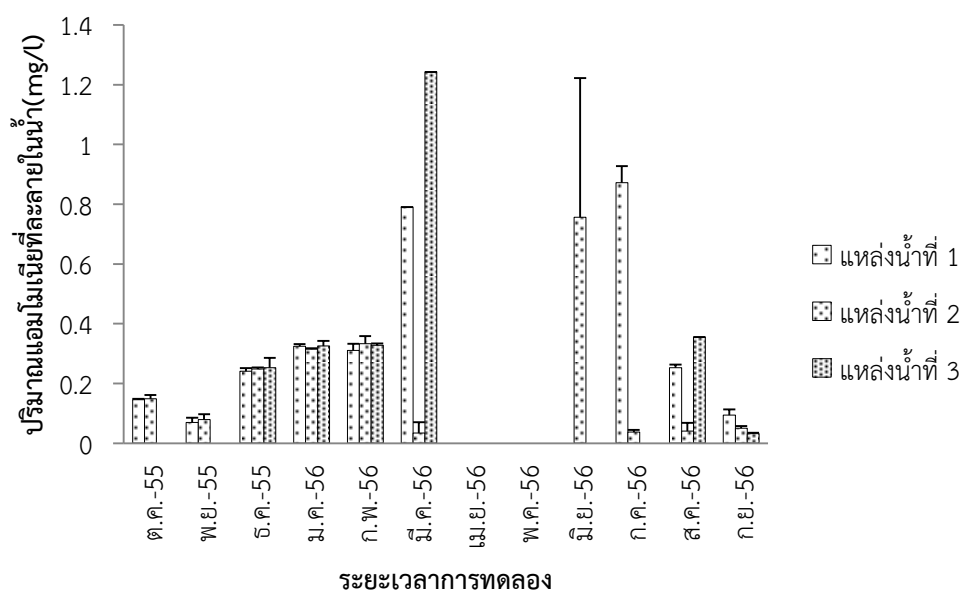
ภาพที่ 4.6 การปรากฏของสาหร่ายเตาในแหล่งน้ำทั้ง 3 แหล่ง

แหล่งน้ำที่ 1 พบสาหร่ายเตาในเดือนพฤศจิกายน ธันวาคม และมกราคม มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 0.43 ± 0.22 0.31 ± 0.00 และ 0.78 ± 0.16 g dry weight/0.1 m² ตามลำดับ เดือนมกราคมพบสาหร่ายในปริมาณที่หนาแน่นมากกว่าเดือนอื่นๆ แหล่งน้ำที่ 2 พบสาหร่ายเตาในเดือนมกราคม และมิถุนายน มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 0.22 ± 0.00 และ 0.73 ± 0.23 g dry weight/0.1 m² ตามลำดับ แหล่งน้ำที่ 3 พบสาหร่ายเตาในเดือนธันวาคม มกราคม และกุมภาพันธ์ มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 0.52 ± 0.39 0.98 ± 0.10 และ 3.98 ± 0.00 g dry weight/0.1 m² ตามลำดับ เดือนกุมภาพันธ์พบสาหร่ายในปริมาณที่หนาแน่นมากกว่าเดือนอื่นๆ (ภาพที่ 4.6)

ปริมาณสารอาหารที่ละลายในน้ำ

ปริมาณแอมโมเนียที่ละลายในน้ำ

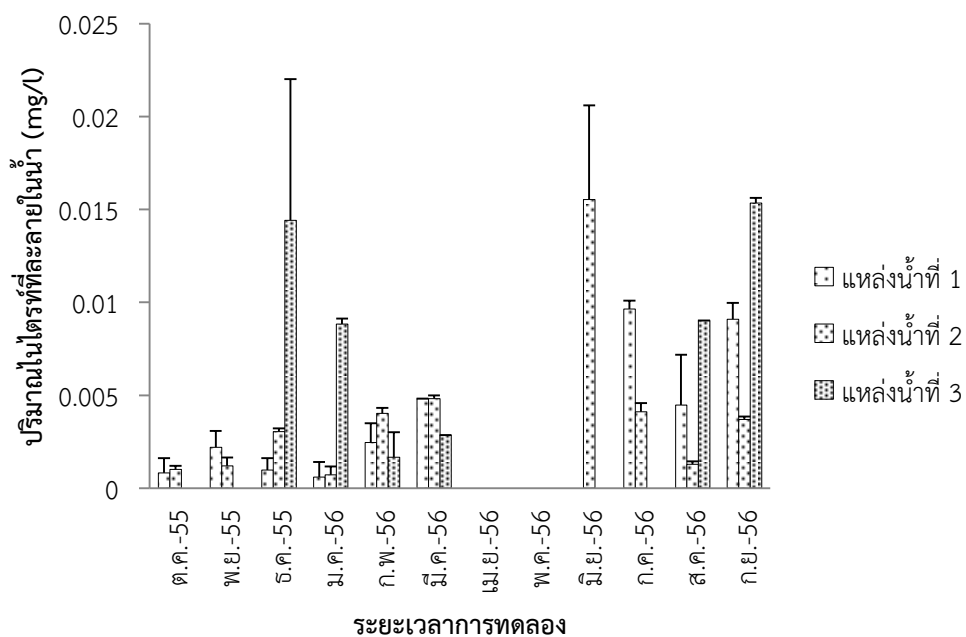
แหล่งน้ำที่ 1 พบสาหร่ายเตาในเดือนพฤศจิกายน ธันวาคม และมกราคม ซึ่งมีปริมาณแอมโมเนียที่ละลายในน้ำเฉลี่ยเท่ากับ 0.07 ± 0.01 0.24 ± 0.01 และ 0.32 ± 0.007 mg/l ตามลำดับ แหล่งน้ำที่ 2 พบสาหร่ายเตาในเดือนมกราคม และมิถุนายน มีปริมาณแอมโมเนียที่ละลายในน้ำเฉลี่ยเท่ากับ 0.31 ± 0.002 และ 0.75 ± 0.46 mg/l ตามลำดับ สำหรับแหล่งน้ำที่ 3 พบสาหร่ายเตาในเดือนธันวาคม มกราคม และกุมภาพันธ์ ซึ่งมีปริมาณแอมโมเนียที่ละลายในน้ำเฉลี่ยเท่ากับ 0.25 ± 0.03 0.32 ± 0.01 และ 0.32 ± 0.006 mg/l ตามลำดับ ความแปรปรวนของปริมาณแอมโมเนียที่ละลายในน้ำของแหล่งน้ำทั้ง 3 แหล่ง พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนสูงในช่วงก่อนฤดูน้ำแล้ง และสูงอีกครั้งในช่วงแรกของฤดูน้ำหลาก หลังจากนั้นปริมาณแอมโมเนียที่ละลายในน้ำจะค่อยๆ ลดลง (ภาพที่ 4.7)



ภาพที่ 4.7 ปริมาณแอมโมเนียที่ละลายในน้ำของแหล่งน้ำทั้ง 3 แหล่ง

ปริมาณไนโตรที่ละลายในน้ำ

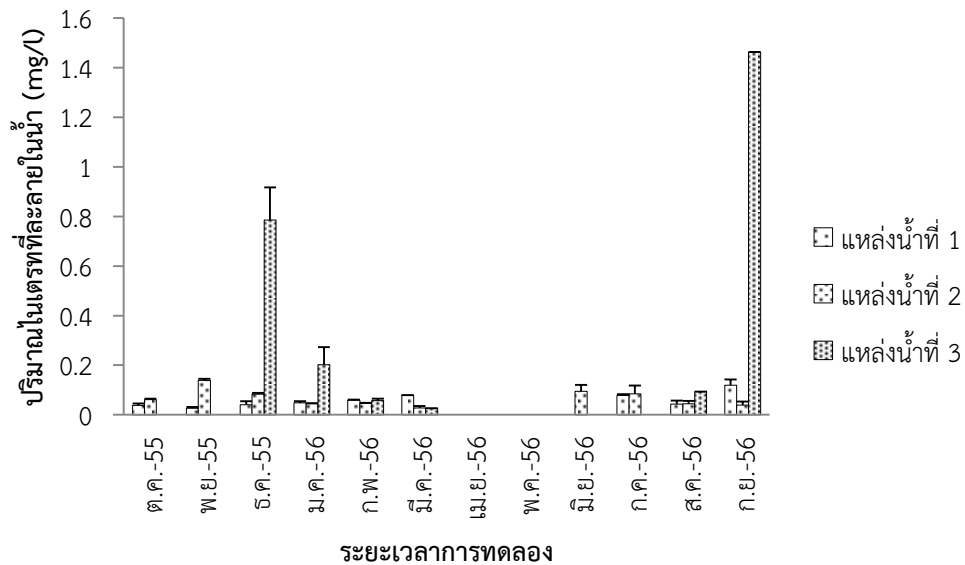
แหล่งน้ำที่ 1 พบสาหร่ายเตาในเดือนพฤศจิกายน ธันวาคม และมกราคม ซึ่งมีปริมาณไนโตรที่ละลายในน้ำเฉลี่ยเท่ากับ 0.0022 ± 0.0008 0.00097 ± 0.0006 และ 0.00060 ± 0.0007 mg/l ตามลำดับ แหล่งน้ำที่ 2 พบสาหร่ายเตาในเดือนมกราคม และมิถุนายน มีปริมาณไนโตรที่ละลายในน้ำเฉลี่ยเท่ากับ 0.00071 ± 0.00045 และ 0.015 ± 0.005 mg/l ตามลำดับ แหล่งน้ำที่ 3 พบสาหร่ายเตาในเดือนธันวาคม มกราคม และกุมภาพันธ์ มีปริมาณไนโตรที่ละลายในน้ำเฉลี่ยเท่ากับ 0.014 ± 0.007 0.0088 ± 0.0002 และ 0.0017 ± 0.0013 mg/l (ภาพที่ 4.8)



ภาพที่ 4.8 ปริมาณไนโตรที่ละลายในน้ำของแหล่งน้ำทั้ง 3 แหล่ง

ปริมาณไนเตรทที่ละลายในน้ำ

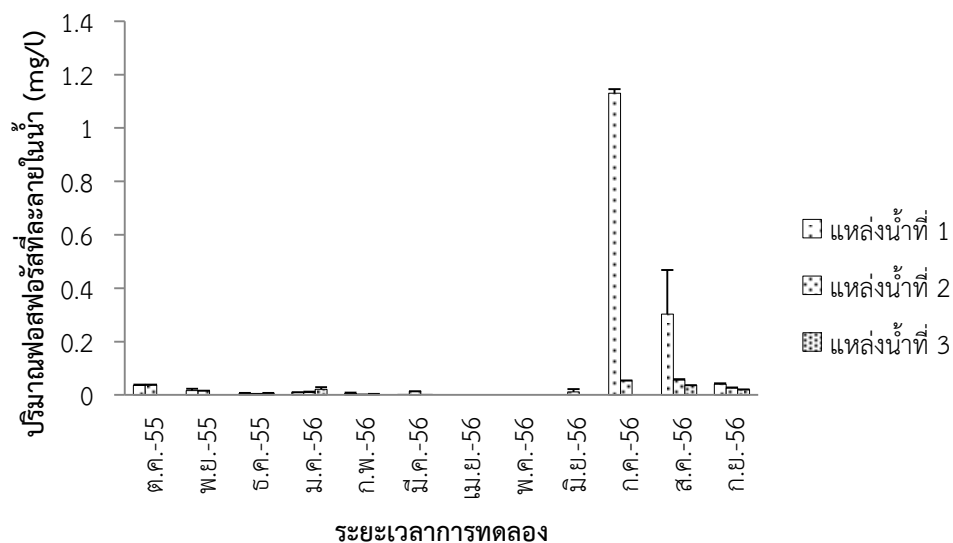
ปริมาณไนเตรทที่ละลายในน้ำเฉลี่ยของแหล่งน้ำที่ 3 มีแนวโน้มสูงกว่าแหล่งน้ำอื่นๆ แหล่งน้ำที่ 1 พบสาหร่ายเตาในเดือนพฤศจิกายน ธันวาคม และมกราคม ซึ่งมีปริมาณไนเตรทที่ละลายในน้ำเฉลี่ยเท่ากับ 0.026 ± 0.005 0.041 ± 0.013 และ 0.048 ± 0.006 mg/l ตามลำดับ แหล่งน้ำที่ 2 พบสาหร่ายในเดือนมกราคม และมิถุนายน ปริมาณไนเตรทที่ละลายในน้ำเฉลี่ยเท่ากับ 0.044 ± 0.002 และ 0.095 ± 0.025 mg/l ตามลำดับ สำหรับแหล่งน้ำที่ 3 พบสาหร่ายเตาในเดือนธันวาคม มกราคม และกุมภาพันธ์ ซึ่งมีปริมาณไนเตรทที่ละลายในน้ำเฉลี่ยเท่ากับ 0.78 ± 0.13 0.20 ± 0.07 และ 0.056 ± 0.008 mg/l ตามลำดับ (ภาพที่ 4.9)



ภาพที่ 4.9 ปริมาณไนเตรทที่ละลายในน้ำของแหล่งน้ำทั้ง 3 แหล่ง

ปริมาณฟอสฟอรัสที่ละลายในน้ำ

แหล่งน้ำที่ 1 มีปริมาณฟอสฟอรัสที่ละลายในน้ำเฉลี่ยเท่ากับ 0.015 ± 0.007 0.005 ± 0.002 และ 0.010 ± 0.00 mg/L ในเดือนที่พบสาหร่าย พืชจิกายน ธันวาคม และมกราคม ตามลำดับ แหล่งน้ำที่ 2 พบสาหร่ายเตาในเดือนมกราคม และมิถุนายน ซึ่งมีปริมาณฟอสฟอรัสที่ละลายในน้ำเฉลี่ยเท่ากับ 0.009 ± 0.002 และ 0.011 ± 0.010 mg/L ตามลำดับ สำหรับแหล่งน้ำที่ 3 พบสาหร่ายในเดือน ธันวาคม มกราคม และกุมภาพันธ์ ซึ่งมีปริมาณฟอสฟอรัสที่ละลายในน้ำเฉลี่ยเท่ากับ 0.005 ± 0.002 0.021 ± 0.008 และ 0.002 ± 0.001 mg/L ตามลำดับ ในช่วงแรกของฤดูน้ำหลากแหล่งน้ำที่ 1 มีปริมาณฟอสฟอรัสที่ละลายในน้ำเฉลี่ยสูงกว่าแหล่งน้ำอื่นๆ (ภาพที่ 4.10)

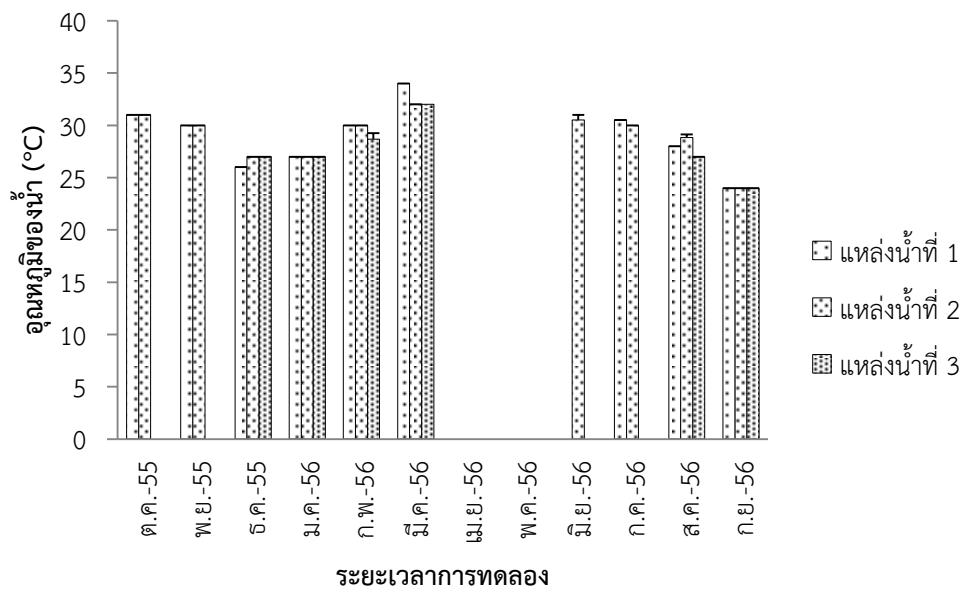


ภาพที่ 4.10 ปริมาณฟอสฟอรัสที่ละลายในน้ำของแหล่งน้ำทั้ง 3 แหล่ง

ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมอื่นๆ

อุณหภูมิของน้ำ

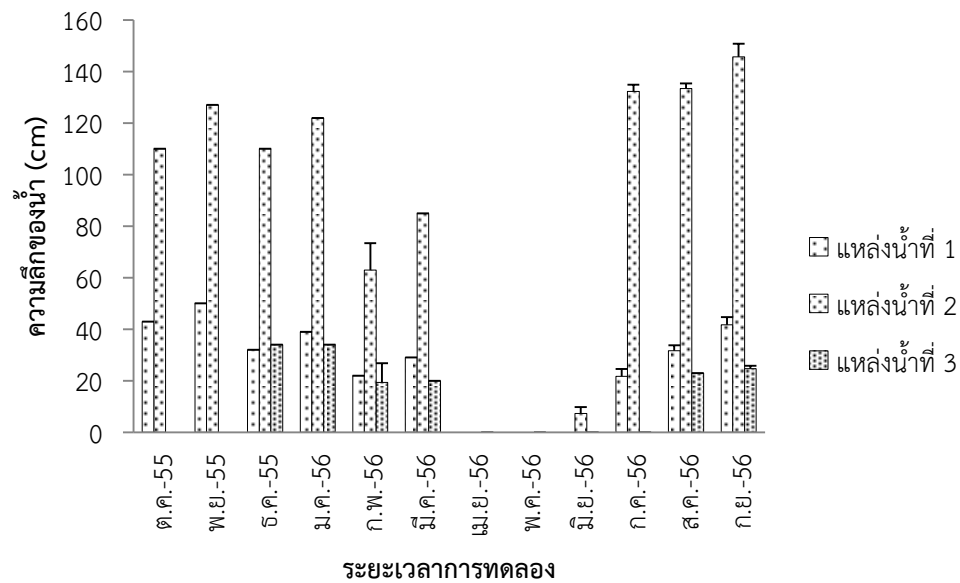
แหล่งน้ำที่ 1 พบสาหร่ายเตาในเดือนพฤศจิกายน ธันวาคม และมกราคม อุณหภูมิของน้ำเฉลี่ยเท่ากับ 30 ± 0.00 26 ± 0.00 และ 27 ± 0.00 °C ตามลำดับ แหล่งน้ำที่ 2 พบสาหร่ายเตาในเดือนมกราคม และมิถุนายน อุณหภูมิของน้ำเฉลี่ยเท่ากับ 27 ± 0.00 และ 30.5 ± 0.50 °C ตามลำดับ สำหรับแหล่งน้ำที่ 3 พบสาหร่ายเตาในเดือนธันวาคม มกราคม และกุมภาพันธ์ อุณหภูมิของน้ำเฉลี่ยเท่ากับ 27 ± 0.00 27 ± 0.00 และ 28.67 ± 0.57 °C ตามลำดับ (ภาพที่ 4.11)



ภาพที่ 4.11 อุณหภูมิของน้ำของแหล่งน้ำทั้ง 3 แหล่ง

ความลึกของน้ำ

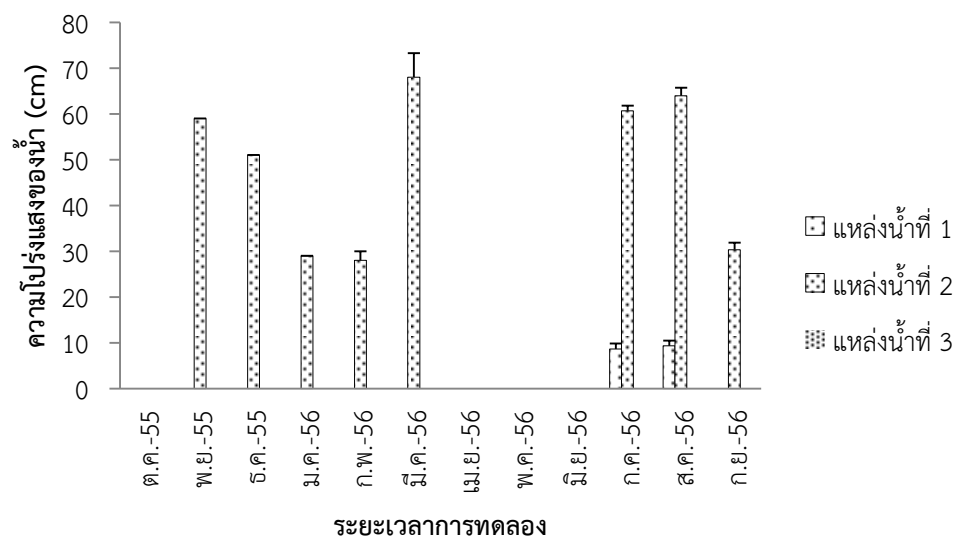
ในช่วงที่พบสาหร่ายเตา แหล่งน้ำที่ 1 มีระดับความลึกเฉลี่ยเท่ากับ 50 ± 0.00 32 ± 0.00 และ 39 ± 0.00 cm ในเดือนพฤศจิกายน ธันวาคม และมกราคม ตามลำดับ แหล่งน้ำที่สองมีระดับความลึกมากกว่าแหล่งน้ำอื่นๆ ระดับความลึกเฉลี่ยเท่ากับ 122 ± 0.00 และ 7.3 ± 2.52 cm ในเดือนมกราคม และมิถุนายน ตามลำดับ แหล่งน้ำที่ 3 มีระดับความลึกเฉลี่ยเท่ากับ 34 ± 0.00 34 ± 0.00 และ 19.33 ± 0.57 cm ในเดือนธันวาคม มกราคม และกุมภาพันธ์ ตามลำดับ (ภาพที่ 4.12)



ภาพที่ 4.12 ระดับความลึกของน้ำของแหล่งน้ำทั้ง 3 แหล่ง

ความโปร่งแสงของน้ำ

แหล่งน้ำที่ 1 และแหล่งน้ำที่ 3 เป็นแหล่งน้ำที่มีความตื้นเขิน และน้ำค่อนข้างใสจึงไม่สามารถวัดค่าความโปร่งแสงของน้ำได้ยกเว้นเดือนกรกฎาคม และสิงหาคม แหล่งน้ำที่ 1 สามารถวัดค่าความโปร่งแสงของน้ำได้ เนื่องจากเป็นช่วงหลังฤดูน้ำหลาก น้ำมีความขุ่นเพิ่มมากขึ้นทำให้สามารถวัดค่าความโปร่งแสงของน้ำได้ สำหรับแหล่งน้ำที่ 2 ในเดือนที่พบสาหร่ายเตา (มกราคม) ความโปร่งแสงของน้ำเฉลี่ยเท่ากับ 29 ± 0.00 cm ส่วนในเดือนมิถุนายนไม่สามารถวัดค่าความโปร่งแสงของน้ำได้เนื่องจากน้ำตื้นเขิน (ภาพที่ 4.13)



ภาพที่ 4.13 ความโปร่งแสงของน้ำของแหล่งน้ำทั้ง 3 แหล่ง

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผล

จากการศึกษาการปรากฏของสาหร่ายเตา และสาหร่ายลอนในแหล่งน้ำธรรมชาติเป็นระยะเวลา 12 เดือน ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2555 ถึง กันยายน 2556 พบว่า สาหร่ายเตามีการปรากฏในเดือนพฤศจิกายน ธันวาคม มกราคม และกุมภาพันธ์ และปรากฏอีกครั้งในเดือนมิถุนายน โดยเดือนมกราคมพบสาหร่ายเตาพร้อมกันทั้ง 3 แหล่งน้ำดังตารางที่ 5.1 ส่วนสาหร่ายลอนไม่พบในระหว่างการศึกษาครั้งนี้

ตารางที่ 5.1 การปรากฏของสาหร่ายเตาในแหล่งน้ำธรรมชาติทั้ง 3 แหล่ง

ระยะเวลาการทดลอง	แหล่งน้ำที่ 1 (บ่อดินธรรมชาติ)	แหล่งน้ำที่ 2 (คลองธรรมชาติ)	แหล่งน้ำที่ 3 (ลำธารธรรมชาติฝายกั้นน้ำ)
ตุลาคม 2555			
พฤศจิกายน 2555	+		
ธันวาคม 2555	+		+
มกราคม 2556	+*	+	+
กุมภาพันธ์ 2556			+*
มีนาคม 2556			
เมษายน 2556			
พฤษภาคม 2556			
มิถุนายน 2556		+*	
กรกฎาคม 2556			
สิงหาคม 2556			
กันยายน 2556			

หมายเหตุ + หมายถึง การปรากฏของสาหร่ายเตาในแหล่งน้ำ

*หมายถึง การพบสาหร่ายเตาในปริมาณมากในแหล่งน้ำนั้นๆ

ในแหล่งน้ำที่ 1 พบสาหร่ายเตาปริมาณมากในเดือนมกราคม (0.78 ± 0.16 g dry weight/0.1 m²) แหล่งน้ำที่ 2 พบสาหร่ายเตาปริมาณมากในเดือนมิถุนายน (0.73 ± 0.23 g dry weight/0.1 m²) และแหล่งน้ำที่ 3 พบสาหร่ายเตาปริมาณมากในเดือนกุมภาพันธ์ (3.98 ± 0.00 g dry weight/0.1 m²) ซึ่งช่วงเดือนดังกล่าวแหล่งน้ำมีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายเตา โดยปริมาณสารอาหารที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายประกอบด้วยปริมาณแอมโมเนียที่ละลายในน้ำ ปริมาณไนเตรทที่ละลายในน้ำ และปริมาณฟอสฟอรัสที่ละลายในน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 0.32 ถึง 0.75 mg/l 0.048 ถึง 0.095 mg/l และ 0.002 ถึง 0.011 mg/l ตามลำดับ นอกจากนี้อุณหภูมิของน้ำอยู่ระหว่าง 27 ถึง 30.5 °C ความลึกของน้ำอยู่ระหว่าง 7.3 ถึง 39 cm และน้ำค่อนข้างใส

อภิปรายผล

การศึกษาในครั้งนี้ไม่พบสาหร่ายลอนทั้งในท้องตลาด และในแหล่งน้ำธรรมชาติของจังหวัดเพชรบูรณ์ เนื่องจากอุณหภูมิของน้ำอาจไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายลอน โดยจากการศึกษาของยูดี พีรพรพิศาล (2551) พบว่าสาหร่ายลอนเจริญเติบโตในน้ำที่มีอุณหภูมิระหว่าง 20 ถึง 27 °C สำหรับสาหร่ายเตาพบในเดือนเดือนพฤศจิกายน ธันวาคม มกราคม และกุมภาพันธ์ และปรากฏอีกครั้งในเดือนมิถุนายน ซึ่งมีแนวโน้มสอดคล้องกับการศึกษาของพิมพ์พรณ ต้นสกุล และพวงนิธย์ แก้วสุรัตน์ (2530) จากการศึกษาชนิดของสาหร่ายน้ำจืดในบริเวณทะเลน้อย พบว่า ปริมาณสาหร่ายพบมากในฤดูร้อน และลดลงในฤดูฝน และพบปริมาณมากในเดือนมิถุนายน

ในเดือนเมษายน และพฤษภาคม เป็นฤดูน้ำแล้งจึงไม่พบข้อมูลปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมต่างๆ ในแหล่งน้ำทั้ง 3 แหล่ง แหล่งน้ำที่ 3 (ลำธารธรรมชาติฝายกั้นน้ำ) ได้รับผลกระทบจากฤดูน้ำแล้งยาวนานกว่าแหล่งน้ำอื่นๆ ตั้งแต่เดือนเมษายนถึงกรกฎาคม ส่วนแหล่งน้ำที่ 1 (บ่อดินธรรมชาติ) ได้รับผลกระทบจากฤดูน้ำแล้งตั้งแต่เดือนเมษายนถึงมิถุนายน การระเหยของน้ำก่อนถึงฤดูน้ำแล้งอาจมีผลทำให้ความเข้มข้นของปริมาณแอมโมเนียที่ละลายในน้ำสูงขึ้น โดยเฉพาะในแหล่งน้ำที่มีการระบายน้ำเข้าออกน้อย ได้แก่ แหล่งน้ำที่ 1 (บ่อดินธรรมชาติ) และแหล่งน้ำที่ 3 (ลำธารธรรมชาติฝายกั้นน้ำ) ในฤดูน้ำหลากแหล่งน้ำทั้ง 3 แหล่งมีปริมาณแอมโมเนียที่ละลายในน้ำเพิ่มขึ้นอีกครั้งในเดือนกรกฎาคม มิถุนายน และสิงหาคม ในแหล่งน้ำที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ (ภาพที่ 4.7) เนื่องจากในฤดูฝนเกิดการชะล้างหน้าดิน และการฟุ้งกระจายของดินตะกอนเข้าสู่มวลน้ำทำให้ปริมาณสารอินทรีย์ที่ละลายในน้ำเพิ่มขึ้น ปริมาณแอมโมเนียที่ละลายในน้ำจึงเพิ่มขึ้น

ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสเป็นสารอาหารที่สำคัญ และเป็นปัจจัยจำกัดต่อการเจริญเติบโตของพืชน้ำ และสาหร่าย (Shaw, Moore and Garnett, 2009; Minnesota pollution control agency, 2008; Lake whatcom management program, n.d.) ดังนั้นการปรากฏของสาหร่ายเตาจึงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณแอมโมเนียที่ละลายในน้ำเพิ่มขึ้นในช่วงก่อนฤดูน้ำแล้ง (ภาพที่ 4.6

และ 4.7) โดยสอดคล้องกับการศึกษาของ Dodds (1991) ซึ่งศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของสาหร่ายสีเขียว *Cladophora glomerata* โดยพบว่า ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนที่ละลายน้ำสูง และอัตราการไหลของน้ำต่ำมีความสัมพันธ์กับมวลชีวภาพของสาหร่ายที่เพิ่มขึ้น การศึกษาครั้งนี้ พบว่า ปริมาณแอมโมเนียที่ละลายในน้ำที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายเตาอยู่ระหว่าง 0.32 ถึง 0.75 mg/l เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ Horvatić, Perić and Popović (n.d.) ซึ่งประเมินถึงสารอาหารสำหรับการเจริญเติบโตของสาหร่ายสีเขียวน้ำจืด *Chlorella kessleri* ในทะเลสาบ Sakada พบว่า ปริมาณแอมโมเนียที่ละลายในน้ำมีค่าระหว่าง 0.0072 ถึง 0.028 mg/l ข้อมูลจากการทดลองครั้งนี้มีค่าสูงกว่าเนื่องจากสาหร่ายเตา *Spirogyra* sp. ชอบอาศัย และเจริญเติบโตในน้ำที่มีคุณภาพปานกลางถึงเสียเล็กน้อย (Hainz, Wöber and Schagerl, 2009; ยุวดี พิรพรพิศาล, 2551) สำหรับปริมาณฟอสฟอรัสที่ละลายในน้ำที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายเตาอยู่ระหว่าง 0.002 ถึง 0.011 mg/l มีสอดคล้องกับการศึกษาของ Hainz, Wöber and Schagerl (2009) ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสาหร่าย *Spirogyra* (Zygnematophyceae, Streptophyta) และสภาพแวดล้อมในยุโรปกลาง พบว่า สาหร่ายเตาเจริญเติบโตในน้ำที่มีปริมาณฟอสฟอรัสที่ละลายในน้ำระหว่าง 0.001 ถึง 2.24 mg/l และโดยทั่วไปแหล่งน้ำธรรมชาตินั้นจะมีปริมาณฟอสฟอรัสที่ละลายในน้ำน้อยกว่า 1 mg/l (Pitcairn and Hawkes, 1973)

สำหรับปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมอื่นๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายเตา อุณหภูมิของน้ำที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายเตา พบว่า อยู่ระหว่าง 27 ถึง 30.5 °C ซึ่งมีความคล้ายคลึงกับการศึกษาของ จันทรแก้ว อุทุมภา (2554) จากการศึกษาเปรียบเทียบผลผลิตที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเทาน้ำ *Spirogyra* sp. ที่ใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน โดยพบว่าอุณหภูมิของน้ำที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเทาน้ำ *Spirogyra* sp. มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 30.86 °C และจากรายงานของ พรรณพิมล สุริยะพรหมชัย (2556) พบว่า สาหร่ายเตาเจริญเติบโตได้ดีในน้ำอุ่นในเวลาที่ มีแสงแดดอ่อน ได้แก่ ช่วง 09.00 ถึง 10.00 น. และช่วงเย็น 16.00 ถึง 17.00 น. ส่วนความลึกของน้ำที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายเตานั้นอยู่ระหว่าง 7.3 ถึง 39 cm ซึ่งมีแนวโน้มสอดคล้องกับการศึกษาของ ศิราภรณ์ ชื่นบาล และฐปน ชื่นบาล (2553) ที่ศึกษาการเพาะเลี้ยงสาหร่ายที่มีประโยชน์ทางเศรษฐกิจจากน้ำเสียโรงงานผัก และผลไม้กระป๋อง พบว่า ระดับความลึกที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงสาหร่ายสีเขียว *Chlorella vulgaris* เท่ากับ 20 cm

ข้อเสนอแนะ

1. การเก็บข้อมูลภาคสนามมากกว่า 1 ครั้งต่อเดือน ตลอดจนการศึกษาถึงปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมอื่นๆ เพิ่มเติมจะทำให้การวิเคราะห์ข้อมูลมีความถูกต้องชัดเจนยิ่งขึ้น และมีประสิทธิภาพต่อการนำไปประยุกต์ใช้ต่อไป เช่น อัตราความเร็วของกระแสน้ำ ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำ และค่าความนำไฟฟ้าของน้ำ เป็นต้น
2. การศึกษาทดลองเลี้ยงสาหร่ายเตาในห้องปฏิบัติการด้วยการกำหนดปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่ละลายในน้ำที่มีต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายให้ชัดเจน (bioassay) รวมถึงการออกแบบระบบเลี้ยงสาหร่ายเตาที่เหมาะสมจะทำให้ได้ข้อมูลพื้นฐานพร้อมนำไปประยุกต์ใช้ต่อการเลี้ยงสาหร่ายเตาเชิงพาณิชย์ต่อไป

บรรณานุกรม

- จันทร์แก้ว อุทุมภา. 2554. การเปรียบเทียบผลผลิตที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเหาน้ำ *Spirogyra sp.* ในถุงพลาสติกที่ใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 10:25:20 ในอัตราส่วนที่ต่างกัน. การศึกษาอิสระ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย.
- ชรินทร์ อุดมืองคำ. 2552. การพัฒนาผลิตภัณฑ์แอลจีจากสาหร่ายไค. สารนิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- นวรรตน์ เหล่าขวลิตกุล. 2554. สาหร่ายที่รับประทานได้ [ออนไลน์]. ที่มา : http://www.tistr.or.th/t/publication/page_area_show_bc.asp?i1=64&i2=44.
- ไพบรมา ยงมานิตชัย. 2546. สาหร่ายกับสารที่น้ำรู้ [ออนไลน์]. ที่มา : <http://www.ku.ac.th/e-magazine/july46/agri/seaweed.html>.
- พิมพ์พรณ ต้นสกุล และพวงนิตย์ แก้วสุรัตน์. 2530. ชนิดของสาหร่ายน้ำจืดในบริเวณทะเลน้อย. วารสารสงขลานครินทร์. กรกฎาคม – กันยายน, 9(3) : 361-364.
- พรณพิมล สุริยะพรหมชัย. 2556. เตา...สาหร่ายน้ำจืดสารพัดประโยชน์. หนังสือพิมพ์กสิกรรม (วารสาร). พฤศจิกายน - ธันวาคม, 86(6) : 62-69.
- ยุวดี พิรพรพิศาล. ม.ป.ป. ศักยภาพของสาหร่ายน้ำจืดขนาดใหญ่. วารสารนานาชาติ. 8(2) : 20-21.
- _____. 2549. สาหร่ายวิทยา. พิมพ์ครั้งที่ 2. เชียงใหม่ : ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 546 หน้า.
- _____. 2551. บทความปริทรรศน์ : งานวิจัยสาหร่ายน้ำจืดที่กินได้ในภาคเหนือของประเทศไทย. วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง. 2(1) : 178-189.
- _____. 2556. สาหร่ายน้ำจืดในประเทศไทย. เชียงใหม่ : ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 434 หน้า.
- ศิริภรณ์ ชื่นบาล และธูปน ชื่นบาล. 2553. การเพาะเลี้ยงสาหร่ายที่มีประโยชน์ทางเศรษฐกิจจากน้ำเสียโรงงานฝัก และผลไม้กระป๋อง. รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- สมชาย หวังพิบูลย์กิจ. 2552. คุณภาพน้ำเพื่อการประมง (Water quality for fisheries). เอกสารประกอบการเรียนการสอนวิชาคุณภาพน้ำเพื่อการประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์. 2554. สาหร่ายน้ำจืดสำคัญ. วารสารนานาชาติ. 8(2) : 20-21.

- เอกพงศ์ มุสิกะเจริญ. 2554. **สาหร่ายไซ้หิน** [ออนไลน์]. ที่มา : http://www.ttc.most.go.th/online/techlist/techlist_display/asp?tid=208.
- Dodds, W.K. 1991. Factors associated with dominance of the filamentous green alga *Cladophora glomerata*. **Water Research**. 25(11) : 1325-1332.
- Hainz, R., Wóber, C. and Schagerl, M. 2009. The relationship between Spirogyra (Zygnematophyceae, Streptophyta) filament type groups and environmental condition in central Europe. *Aquatic Botany*. 91(3) : 173-180.
- Horvatić, J., Perić, V. and Popović, E. n.d. The assessment of nutrient availability for the growth of freshwater green algae *Chlorella kessleri* by bioassay (Lake Sakada, NP Kopački Rit). **36th International Conference : DANUBE.RIVER.LIFE**. 357-361.
- Japan international research center for agriculture science. 2010. **Local vegetables of Thailand** [Online]. Available : http://www.jircas.affrc.go.jp/project/value_addition/Vegetables/094.html.
- Lake Whatcom management program. n.d. **nutrients** [Online]. Available : lakewhat.com.wsu.edu/display.asp?ID=37
- Minnesota pollution control agency. 2008. Nutrients: phosphorus, nitrogen sources, impact on water quality-a general overview. **Water Quality/Impaired Waters#3.22 (May)**
- Parmentier, J. 1999. **Spirogyra** [Online]. Available : <http://www.microscopy-uk.org.uk/mag/indexmag.html?http://www.microscopy-uk.org.uk/mag/artjan99/gyra.html>
- Pitcairn, C.E.R. and Hawkes, H.A. 1973. The role of phosphorus in the growth of *Cladophora*. **Water Research**. 7(1-2) : 159-162.
- Sandhyarani, N. 2011. **Type of algae** [Online]. Available : <http://www.buzzle.com/articles/types-of-algae.html>.
- Shaw, G.R., Moore, D.P. and Garnett, C. 2009. Eutrophication and algae blooms. **Environmental and ecological chemistry Vol.II**. EOLSS Publishers Company Limited.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.
ข้อมูลการทดลอง

ตารางภาคผนวก ก. 1 น้ำหนักแห้งเฉลี่ยของสาหร่ายเตาที่พบในแหล่งน้ำธรรมชาติที่ 1, 2 และ 3
(g dry weight/0.1 m²)

เดือน	แหล่งน้ำที่ 1 (บ่อดินธรรมชาติ)	แหล่งน้ำที่ 2 (คลองธรรมชาติ)	แหล่งน้ำ 3 (ลำธารธรรมชาติฝายกั้นน้ำ)
ตุลาคม 2555	ab	ab	
พฤศจิกายน 2555	0.43 ± 0.22	ab	
ธันวาคม 2555	0.31 ± 0.00	ab	0.52 ± 0.39
มกราคม 2556	0.78 ± 0.16	0.22 ± 0.00	0.98 ± 0.10
กุมภาพันธ์ 2556	ab	ab	3.98 ± 0.00
มีนาคม 2556	ab	ab	ab
เมษายน 2556	nd	nd	nd
พฤษภาคม 2556	nd	nd	nd
มิถุนายน 2556	nd	0.73 ± 0.23	nd
กรกฎาคม 2556	ab	ab	nd
สิงหาคม 2556	ab	ab	ab
กันยายน 2556	ab	ab	ab

หมายเหตุ ab (absent) หมายถึง ไม่มีการปรากฏของสาหร่าย

nd (no data) หมายถึง ไม่มีข้อมูลเนื่องจากน้ำแห้ง

ตารางภาคผนวก ก. 2 ปริมาณแอมโมเนียที่ละลายในน้ำเฉลี่ยของแหล่งน้ำธรรมชาติที่ 1, 2 และ 3
(mg/l)

เดือน	แหล่งน้ำที่ 1 (บ่อดินธรรมชาติ)	แหล่งน้ำที่ 2 (คลองธรรมชาติ)	แหล่งน้ำ 3 (ลำธารธรรมชาติฝายกั้นน้ำ)
ตุลาคม 2555	0.14 ± 0.003	0.14 ± 0.01	
พฤศจิกายน 2555	0.07 ± 0.01	0.07 ± 0.01	
ธันวาคม 2555	0.24 ± 0.01	0.25 ± 0.005	0.25 ± 0.03
มกราคม 2556	0.32 ± 0.007	0.31 ± 0.002	0.32 ± 0.01
กุมภาพันธ์ 2556	0.31 ± 0.02	0.33 ± 0.02	0.32 ± 0.006
มีนาคม 2556	0.79 ± 0.00	0.03 ± 0.03	1.24 ± 0.00
เมษายน 2556	nd	nd	nd
พฤษภาคม 2556	nd	nd	nd
มิถุนายน 2556	nd	0.75 ± 0.46	nd
กรกฎาคม 2556	0.87 ± 0.05	0.03 ± 0.007	nd
สิงหาคม 2556	0.25 ± 0.01	0.04 ± 0.03	0.36 ± 0.00
กันยายน 2556	0.09 ± 0.02	0.05 ± 0.007	0.03 ± 0.003

หมายเหตุ nd (no data) หมายถึง ไม่มีข้อมูลเนื่องจากน้ำแห้ง

ตารางภาคผนวก ก. 3 ปริมาณไนไตรท์ที่ละลายในน้ำเฉลี่ยของแหล่งน้ำธรรมชาติที่ 1, 2 และ 3
(mg/l)

เดือน	แหล่งน้ำที่ 1 (บ่อดินธรรมชาติ)	แหล่งน้ำที่ 2 (คลองธรรมชาติ)	แหล่งน้ำ 3 (ลำธารธรรมชาติฝายกั้นน้ำ)
ตุลาคม 2555	0.00081 ± 0.0008	0.0010 ± 0.0002	
พฤศจิกายน 2555	0.0022 ± 0.0008	0.0012 ± 0.0004	
ธันวาคม 2555	0.00097 ± 0.0006	0.0030 ± 0.0002	0.014 ± 0.007
มกราคม 2556	0.00060 ± 0.007	0.00071 ± 0.0004	0.0088 ± 0.0002
กุมภาพันธ์ 2556	0.0024 ± 0.001	0.0040 ± 0.0002	0.0017 ± 0.001
มีนาคม 2556	0.0048 ± 0.00	0.0048 ± 0.0002	0.0028 ± 0.00
เมษายน 2556	nd	nd	nd
พฤษภาคม 2556	nd	nd	nd
มิถุนายน 2556	nd	0.015 ± 0.005	nd
กรกฎาคม 2556	0.0096 ± 0.0004	0.0041 ± 0.0004	nd
สิงหาคม 2556	0.0044 ± 0.0026	0.0012 ± 0.0001	0.0090 ± 0.00
กันยายน 2556	0.0091 ± 0.0008	0.0036 ± 0.0001	0.015 ± 0.0002

หมายเหตุ nd (no data) หมายถึง ไม่มีข้อมูลเนื่องจากน้ำแห้ง

ตารางภาคผนวก ก. 4 ปริมาณไนเตรทที่ละลายในน้ำเฉลี่ยของแหล่งน้ำธรรมชาติที่ 1, 2 และ 3
(mg/l)

เดือน	แหล่งน้ำที่ 1 (บ่อดินธรรมชาติ)	แหล่งน้ำที่ 2 (คลองธรรมชาติ)	แหล่งน้ำ 3 (ลำธารธรรมชาติฝายกั้นน้ำ)
ตุลาคม 2555	0.038 ± 0.007	0.061 ± 0.004	
พฤศจิกายน 2555	0.026 ± 0.005	0.13 ± 0.006	
ธันวาคม 2555	0.041 ± 0.013	0.083 ± 0.004	0.78 ± 0.13
มกราคม 2556	0.048 ± 0.006	0.044 ± 0.002	0.20 ± 0.07
กุมภาพันธ์ 2556	0.058 ± 0.002	0.045 ± 0.002	0.056 ± 0.008
มีนาคม 2556	0.079 ± 0.00	0.027 ± 0.007	0.026 ± 0.00
เมษายน 2556	nd	nd	nd
พฤษภาคม 2556	nd	nd	nd
มิถุนายน 2556	nd	0.095 ± 0.025	nd
กรกฎาคม 2556	0.078 ± 0.004	0.084 ± 0.033	nd
สิงหาคม 2556	0.043 ± 0.014	0.044 ± 0.011	0.093 ± 0.00
กันยายน 2556	0.12 ± 0.022	0.039 ± 0.013	1.46 ± 0.0013

หมายเหตุ nd (no data) หมายถึง ไม่มีข้อมูลเนื่องจากน้ำแห้ง

ตารางภาคผนวก ก. 5 ปริมาณฟอสฟอรัสที่ละลายในน้ำเฉลี่ยของแหล่งน้ำธรรมชาติที่ 1, 2 และ 3
(mg/l)

เดือน	แหล่งน้ำที่ 1 (บ่อดินธรรมชาติ)	แหล่งน้ำที่ 2 (คลองธรรมชาติ)	แหล่งน้ำ 3 (ลำธารธรรมชาติฝายกั้นน้ำ)
ตุลาคม 2555	0.035 ± 0.003	0.036 ± 0.002	
พฤศจิกายน 2555	0.015 ± 0.007	0.015 ± 0.001	
ธันวาคม 2555	0.005 ± 0.002	0.003 ± 0.001	0.005 ± 0.002
มกราคม 2556	0.010 ± 0.00	0.009 ± 0.002	0.021 ± 0.008
กุมภาพันธ์ 2556	0.005 ± 0.003	0.002 ± 0.00	0.002 ± 0.001
มีนาคม 2556	0.00 ± 0.00	0.013 ± 0.0003	0.00 ± 0.00
เมษายน 2556	nd	nd	nd
พฤษภาคม 2556	nd	nd	nd
มิถุนายน 2556	nd	0.011 ± 0.010	nd
กรกฎาคม 2556	1.129 ± 0.016	0.052 ± 0.002	nd
สิงหาคม 2556	0.30 ± 0.16	0.056 ± 0.003	0.036 ± 0.00
กันยายน 2556	0.039 ± 0.003	0.025 ± 0.002	0.019 ± 0.0009

หมายเหตุ nd (no data) หมายถึง ไม่มีข้อมูล

ตารางภาคผนวก ก. 6 อุณหภูมิของน้ำเฉลี่ยของแหล่งน้ำธรรมชาติที่ 1, 2 และ 3 (°C)

เดือน	แหล่งน้ำที่ 1 (บ่อดินธรรมชาติ)	แหล่งน้ำที่ 2 (คลองธรรมชาติ)	แหล่งน้ำ 3 (ลำธารธรรมชาติฝายกั้นน้ำ)
ตุลาคม 2555	31 ± 0.00	31 ± 0.00	
พฤศจิกายน 2555	30 ± 0.00	30 ± 0.00	
ธันวาคม 2555	26 ± 0.00	27 ± 0.00	27 ± 0.00
มกราคม 2556	27 ± 0.00	27 ± 0.00	27 ± 0.00
กุมภาพันธ์ 2556	30 ± 0.00	30 ± 0.00	28.67 ± 0.57
มีนาคม 2556	34 ± 0.00	32 ± 0.00	32 ± 0.00
เมษายน 2556	nd	nd	nd
พฤษภาคม 2556	nd	nd	nd
มิถุนายน 2556	nd	30.5 ± 0.5	nd
กรกฎาคม 2556	30.5 ± 0.00	30 ± 0.00	nd
สิงหาคม 2556	28 ± 0.00	28.83 ± 0.28	27 ± 0.00
กันยายน 2556	24 ± 0.00	24 ± 0.00	24 ± 0.00

หมายเหตุ nd (no data) หมายถึง ไม่มีข้อมูล

ตารางภาคผนวก ก. 7 ความลึกของน้ำเฉลี่ยของแหล่งน้ำธรรมชาติที่ 1, 2 และ 3 (°C)

เดือน	แหล่งน้ำที่ 1 (บ่อดินธรรมชาติ)	แหล่งน้ำที่ 2 (คลองธรรมชาติ)	แหล่งน้ำ 3 (ลำธารธรรมชาติฝายกั้นน้ำ)
ตุลาคม 2555	43 ± 0.00	110 ± 0.00	
พฤศจิกายน 2555	50 ± 0.00	127 ± 0.00	
ธันวาคม 2555	32 ± 0.00	110 ± 0.00	34 ± 0.00
มกราคม 2556	39 ± 0.00	122 ± 0.00	34 ± 0.00
กุมภาพันธ์ 2556	22 ± 0.00	63 ± 10.44	19.33 ± 0.57
มีนาคม 2556	29 ± 0.00	85 ± 0.00	20 ± 0.00
เมษายน 2556	nd	nd	nd
พฤษภาคม 2556	nd	nd	nd
มิถุนายน 2556	nd	7.3 ± 2.52	nd
กรกฎาคม 2556	21.67 ± 2.88	132.33 ± 2.51	nd
สิงหาคม 2556	31.67 ± 2.08	133.33 ± 2.08	23 ± 0.00
กันยายน 2556	41.67 ± 3.05	145.67 ± 5.13	24.67 ± 0.00

หมายเหตุ nd (no data) หมายถึง ไม่มีข้อมูล

ตารางภาคผนวก ก. 8 ความโปร่งแสงของน้ำเฉลี่ยของแหล่งน้ำธรรมชาติที่ 1, 2 และ 3 (°C)

เดือน	แหล่งน้ำที่ 1 (บ่อดินธรรมชาติ)	แหล่งน้ำที่ 2 (คลองธรรมชาติ)	แหล่งน้ำ 3 (ลำธารธรรมชาติฝายกั้นน้ำ)
ตุลาคม 2555	cd	cd	
พฤศจิกายน 2555	cd	59 ± 0.00	
ธันวาคม 2555	cd	51 ± 0.00	cd
มกราคม 2556	cd	29 ± 0.00	cd
กุมภาพันธ์ 2556	cd	28 ± 2.00	cd
มีนาคม 2556	cd	68 ± 5.29	cd
เมษายน 2556	nd	nd	nd
พฤษภาคม 2556	nd	nd	nd
มิถุนายน 2556	nd	cd	nd
กรกฎาคม 2556	21.67 ± 2.88	60.67 ± 1.15	nd
สิงหาคม 2556	31.67 ± 2.08	64 ± 1.73	cd
กันยายน 2556	41.67 ± 3.05	30.33 ± 1.52	cd

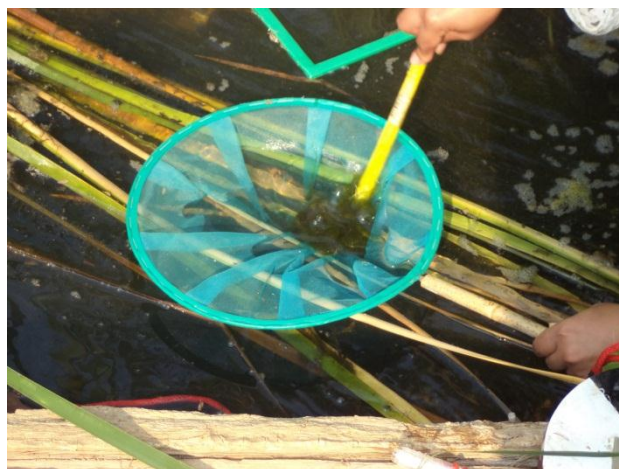
หมายเหตุ cd (could not detect) หมายถึง ไม่สามารถวัดข้อมูลได้

nd (no data) หมายถึง ไม่มีข้อมูล

ภาคผนวก ข.
ภาพถ่ายการดำเนินการต่างๆ



ภาพภาคผนวก ข. 1 การเก็บข้อมูลภาคสนาม



ภาพภาคผนวก ข. 1 (ต่อ) การเก็บข้อมูลภาคสนาม



ภาพภาคผนวก ข. 2 แหล่งน้ำธรรมชาติทั้ง 3 แหล่งในฤดูน้ำแล้ง



ภาพภาคผนวก ข. 3 สำหรับเตาสด และสำหรับเตาอบแห้ง



ภาพภาคผนวก ข. 4 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

ประวัตินักวิจัย และคณะ

หัวหน้าโครงการวิจัย

1. ชื่อ – นามสกุล (ภาษาไทย) นายพิพัฒน์ ชนาเทพาร
- ชื่อ – นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr. Piphat Chanartaeparporn
2. หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน 3 3098 00094 47 6
3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ข้าราชการ
4. หน่วยงาน และสถานที่อยู่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail)

คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ 67000 โทรศัพท์ 0-5671-7151 โทรสาร 0-5671-7151 Email : phatcha_v7@hotmail.com

5. ประวัติการศึกษา

- 5.1 วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ปี 2538
- 5.2 วิทยาศาสตรบัณฑิต (การประมง) มหาวิทยาลัยขอนแก่น ปี 2532

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญ (ต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

การวิจัยแบบมีส่วนร่วมกับท้องถิ่น

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายใน และภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย

7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : ชื่อแผนงานวิจัย

-

7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย

-

7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว : ชื่อผลงานวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และแหล่งทุน (อาจมากกว่า 1 เรื่อง)

1. ปัจจัยที่มีผลกระทบของ Pasture Based ต่อ metabolic Homeostasis ในระยะก่อนและหลังคลอดในโคนมของประเทศไทย (2551)

การเผยแพร่ : การประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 46 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
29 มกราคม-1 กุมภาพันธ์ 2551

แหล่งทุน : สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

2. การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของกลอย การอนุรักษ์ และการใช้ประโยชน์แบบยั่งยืนโดยการมีส่วนร่วมของชุมชนถ้ำน้ำบึง อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ (2548)

การเผยแพร่ : การประชุมทางวิชาการนเรศวรวิจัย ครั้งที่ 2 มหาวิทยาลัย
นเรศวร 28-29 กรกฎาคม 2549

แหล่งทุน : สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

3. โครงการวิจัยและพัฒนาการผลิตพืชผักปลอดภัยสารพิษ (2547) (10 โครงการย่อย)

การเผยแพร่ : รูปเล่ม สำนักวิทยบริการ

แหล่งทุน : สำนักวิจัยและบริการวิชาการ สถาบันราชภัฏเพชรบูรณ์

4. ผลของพันธุ์ต่อปริมาณน้ำนม ความสมบูรณ์ของร่างกาย และดัชนีการผสมเทียมในโคนม
ของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมในเขตจังหวัดเพชรบูรณ์ (2545)

การเผยแพร่ : วารสารราชภัฏเพชรบูรณ์สาร

แหล่งทุน : สำนักวิจัยและบริการวิชาการ สถาบันราชภัฏเพชรบูรณ์

5. ผลของระดับอุณหภูมิที่แตกต่างกันที่มีผลในการเก็บรักษาคุณภาพมะขามหวานพันธุ์
สีทอง พันธุ์ศรีชมภู และพันธุ์ประกายทอง (2544)

การเผยแพร่ : รูปเล่ม สำนักวิทยบริการ

แหล่งทุน : สำนักวิจัยและบริการวิชาการ สถาบันราชภัฏเพชรบูรณ์

6. การศึกษาประสิทธิภาพการผลิต และสภาพปัญหาการเลี้ยงโคนมของเกษตรกรผู้เลี้ยงโค
นม ในเขตจังหวัดเพชรบูรณ์ (2544)

การเผยแพร่ : รูปเล่ม สำนักวิทยบริการ

แหล่งทุน : สำนักวิจัยและบริการวิชาการ สถาบันราชภัฏเพชรบูรณ์

7. การศึกษาปัญหาและความต้องการของเกษตรกรผู้ปลูกมะขามหวาน (2543)

การเผยแพร่ : รูปเล่ม สำนักวิทยบริการ

แหล่งทุน : สำนักวิจัยและบริการวิชาการ สถาบันราชภัฏเพชรบูรณ์

8. การวัดประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของลูกปลาดุกวัยอ่อนต่อระดับโปรตีนในอาหารที่
แตกต่างกันในแต่ละฤดูกาลในจังหวัดเพชรบูรณ์ (2543)

การเผยแพร่ : รูปเล่ม สำนักวิทยบริการ

แหล่งทุน : สำนักวิจัยและบริการวิชาการ สถาบันราชภัฏเพชรบูรณ์

7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ : ชื่อข้อเสนอการวิจัย แหล่งทุน และสถานภาพในการทำวิจัยว่าได้ทำ
การวิจัยลุล่วงแล้วประมาณร้อยละเท่าใด

ผู้ร่วมโครงการวิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นางสาวณัฐรินทร์ ศิริรัตนันท์
ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Miss Nuttarin Sirirustananun
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 5 6701 00015 35 8
3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ (พนักงานมหาวิทยาลัยสายวิชาการ)
4. หน่วยงานและสถานที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail)

คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ 67000 โทรศัพท์ 0-5671-7151 มือถือ 089-0446739 e-mail : meet-max@hotmail.com

5. ประวัติการศึกษา

5.1 วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตรการประมง) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปี 2551

5.2 วิทยาศาสตรบัณฑิต (การประมง) เกียรตินิยมอันดับ 1 มหาวิทยาลัยนเรศวร วิทยาเขตสารสนเทศพะเยา ปี 2548

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย

7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : ชื่อแผนงานวิจัย

7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย

7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว : ชื่อผลงานวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ สถานภาพในการทำการวิจัยและแหล่งทุน (อาจมากกว่า 1 เรื่อง)

1. Energy budget of Thai abalone *Haliotis asinina* reared in a semiclosed recirculating land-based system (2010)

การเผยแพร่ : Journal of shellfish research

สถานภาพ : ผู้ร่วมวิจัย

แหล่งทุนจาก : สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

2. Dietary administration of a *Gracilaria tenuistipitata* extract enhance the immune response and resistance against *Vibrio alginolyticus* and white spot syndrome virus in the white shrimp *Litopenaeus vannamei* (2011)

การเผยแพร่ : fish&shellfish immunology Journal

สถานภาพ : ผู้ร่วมวิจัย

3. ความหลากหลายของปลาในอ่างเก็บน้ำห้วยป่าแดง ต.สะเตียง อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ ระหว่างเดือนมิถุนายน 2555 ถึง กันยายน 2555. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.

การเผยแพร่ : วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

สถานภาพ : หัวหน้าโครงการวิจัย

แหล่งทุน : ทุนสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประเภททั่วไป ประจำปีงบประมาณ 2555

7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ : ชื่อข้อเสนอการวิจัย แหล่งทุน และสถานภาพในการทำวิจัยว่าได้ทำการวิจัยลุล่วงแล้วประมาณร้อยละเท่าใด

1. ความแปรปรวนของปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายเตา และสาหร่ายลอนในแหล่งน้ำธรรมชาติของจังหวัดเพชรบูรณ์

แหล่งทุน : สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

สถานภาพ : ผู้ร่วมโครงการวิจัย (ทำการวิจัยลุล่วงแล้ว 100% และอยู่ในระหว่างการทำรายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ และการตีพิมพ์เผยแพร่)