

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

**ความสัมพันธ์ของไซยาโนแบคทีเรียกับการสะสมไมโครซิสทีนในเนื้อปลาอุก
ลูกผสม (*Clarias macrocephalus* x *C. gariepinus*) ที่เลี้ยงในบ่อดิน**

**RELATION BETWEEN CYANOBACTERIA AND MICROCYSTIN
ACCUMULATION IN EARTH POND CULTURED HYBRID CATFISH
(*Clarias macrocephalus* x *C. gariepinus*)**



T117070

นำดม ตั้งคำ

NAMTOM THANGKAM

ฉพ.

๕๕๖๓

๒๕๕๓

เลขหมู่

117070

เลขทะเบียน

๒๓ ส.ย. ๒๕๕๔

วันเดือนปี

b. 12332975
i.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การประมง

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. ๒๕๕๓

KMITL-2010-AG-M-081-068

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**RELATION BETWEEN CYANOBACTERIA AND MICROCYSTIN
ACCUMULATION IN EARTH POND CULTURED HYBRID CATFISH**

(Clarias macrocephalus x C. gariepinus)



**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN FISHERIES SCIENCE
FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

2010

KMITL-2010-AG-M-081-068

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2010

FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ความสัมพันธ์ของไซยาโนแบคทีเรียกับการสะสมไมโครซิสตินในเนื้อปลาอุกลูกผสม
(*Clarias macrocephalus* x *C.gariepinus*) ที่เลี้ยงในบ่อดิน
Relationship Between Cyanobacteria and Microcystin Accumulation in Earth
Pond Cultured Hybrid Catfish (*Clarias macrocephalus* x *C.gariepinus*)

นักศึกษา นายนำถม ตั้งคำ
รหัสประจำตัว 48065951
ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา วิทยาศาสตร์การประมง

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.สุนีรัตน์ เรืองสมบุรณ์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม รศ.ศักดิ์ชัย ชูโชติ รศ.ดร.วิเชียร ยงมานิตชัย

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
ผศ.ดร.ปวีณา	ทวิกิจการ	ปวีณา ทวิกิจการ
ดร.สรวิศ	เผ่าทองสุข	สรวิศ เผ่าทองสุข
รศ.ศักดิ์ชัย	ชูโชติ	ศักดิ์ชัย ชูโชติ
รศ.ดร.วิเชียร	ยงมานิตชัย	วิเชียร ยงมานิตชัย
รศ.ดร.สุนีรัตน์	เรืองสมบุรณ์	สุนีรัตน์ เรืองสมบุรณ์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
KING MONKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 22 ตุลาคม 2553 เวลา 09.00-12.00 น.
สถานที่สอบ ณ ห้องประชุม A 209 (ชั้น 2 อาคารเจ้าคุณทหาร)

คณบดีรับรองแล้ว



(รองศาสตราจารย์ศักดิ์ชัย ชูโชติ)

คณบดีคณะเทคโนโลยีการเกษตร

วันที่ 28 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์

ความสัมพันธ์ของไซยาโนแบคทีเรียกับการ
สะสมไมโครซิสทีนในเนื้อปลาตุ๊กตูกผสม
(*Clarias macrocephalus* x *C. gariepinus*) ที่
เลี้ยงในบ่อดิน

นักศึกษา

นาย นำถม ตั้งคำ

รหัสประจำตัว

48056951

ปริญญา

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา

วิทยาศาสตร์การประมง

พ.ศ.

2553

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

รศ.ดร. สุนิรัตน์ เรืองสมบูรณ์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

รศ. ศักดิ์ชัย ชูโชติ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

รศ.ดร. วิเชียร ยงมานิตชัย

บทคัดย่อ

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำกับไซยาโนแบคทีเรีย ความสัมพันธ์ของไซยาโนแบคทีเรียต่อไมโครซิสทีนในน้ำ ในแพลงก์ตอนและในเนื้อปลาตุ๊ก และความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำกับไมโครซิสทีน ในบ่อเลี้ยงปลาตุ๊กผสม (*Clarias macrocephalus* x *C. gariepinus*) ในเขตลาดกระบัง จำนวน 3 บ่อ โดยทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ชนิด ปริมาณแพลงก์ตอน และปริมาณไมโครซิสทีนในเซลล์แพลงก์ตอน, น้ำตัวอย่าง และเนื้อปลาตุ๊ก ตั้งแต่เริ่มเลี้ยงจนกระทั่งสิ้นสุดการเพาะเลี้ยง

พบว่า ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง, ความกระด้าง, ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ, ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี, ไนโตรเจน, ไนเตรท และ ออร์โทฟอสเฟต มีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ส่วนคุณภาพน้ำที่ไม่เหมาะสม คือ อุณหภูมิ, ความโปร่งแสง, สารแขวนลอย, ความเป็นด่าง, แอมโมเนีย, ความนำไฟฟ้า และคลอโรฟิลล์ เอ โดยมีค่าในช่วง 25.0 – 40.1 องศาเซลเซียส, 4.0 – 31.7 เซนติเมตร, 0.09 – 3.46 กรัมต่อลิตร, 0 – 205 มิลลิกรัมต่อลิตร, 0.12 – 21.82 มิลลิกรัมต่อลิตร, 0.97 – 4.66 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร และ 0.35 – 3.61 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งค่าที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำ คือ 25 – 32 องศาเซลเซียส, 30 – 60 เซนติเมตร,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0.025 – 0.08 กรัมต่อลิตร, 100 – 200 มิลลิกรัมต่อลิตร, ไม่เกิน 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร, 0.01 – 1 มิลลิกรัมต่อเซนติเมตร และไม่เกิน 0.012 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ

การศึกษาพบแพลงก์ตอนทั้งหมด ประกอบด้วย 3 ดิวิชั่น 5 คลาส 52 จินัส เป็นไซยาโนแบคทีเรีย 9 จินัส 13 ชนิด คือ *Merismopedia punctata*, *M. tenuissima*, *Spirulina platensis*, *Microcystis aeruginosa*, *Anabaena helicoidea*, *A. limnetica*, *Raphidiopsis* sp., *Oscillatoria borneti*, *O. limnetica*, *Pseudanabaena* sp1., *Pseudanabaena* sp2., *Gloeocapsa pleurocapsoides* และ *Anabaenopsis elenkinii* ไซยาโนแบคทีเรียที่พบมากที่สุด คือ *Spirulina platensis* เท่ากับ 44×10^8 เซลล์ต่อลิตร ไซยาโนแบคทีเรียที่มีรายงานว่าสร้างพิษไมโครซิสตินคือ *Microcystis aeruginosa* พบปริมาณเฉลี่ย 0.6×10^8 , 1.7×10^8 เซลล์ต่อลิตร ในบ่อที่ 1 และ 2 การวิเคราะห์ไมโครซิสตินพบว่าเป็นชนิด microcystin – RR ซึ่งพบเฉพาะในเซลล์แพลงก์ตอนเท่านั้น ส่วนในน้ำและในเนื้อปลาตรวจไม่พบไมโครซิสติน โดยไมโครซิสตินในแพลงก์ตอนในบ่อที่ 1 และ 2 มีค่าในช่วง 0.02 – 0.16 และ 0.01 – 0.19 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง และในบ่อที่ 3 ตรวจไม่พบไมโครซิสตินในแพลงก์ตอนพืช โดยไมโครซิสตินมีปริมาณมากที่สุดในสัปดาห์สุดท้ายของการเพาะเลี้ยงในบ่อที่ 2 เท่ากับ 0.19 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง

ปริมาณของไซยาโนแบคทีเรียมีความสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำ คือ ความเป็นกรดเป็นด่าง ($r = 0.370$), ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ($r = 0.443$), คลอโรฟิลล์ เอ ($r = 0.437$), ความเป็นด่าง ($r = 0.390$), ออร์โทฟอสเฟต ($r = 0.467$), ไนโตรเจน ($r = 0.366$) และ ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี ($r = 0.355$) ซึ่งไซยาโนแบคทีเรียที่คาดว่ามีความสัมพันธ์ต่อปริมาณ ไมโครซิสติน คือ *Microcystis aeruginosa* และปริมาณ ไมโครซิสตินมีความสัมพันธ์กับความเป็นด่าง ($r = 0.378$), ไนโตรเจน ($r = 0.343$) และแอมโมเนีย ($r = 0.488$)

Thesis	Relationship between cyanobacteria and microcystin accumulation in earth pond cultured hybrid catfish (<i>Clarias macrocephalus</i> x <i>C. gariepinus</i>)
Student	Mr. Namtom Thangkam
Student ID.	48056951
Degree	Master of Science
Program	Fisheries Science
Year	2010
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr. Suneerat Ruangsomboon
Thesis Co – Advisor	Assoc. Prof. Sakchai Choochote
Thesis Co – Advisor	Assoc. Prof. Dr. Vichien Yongmanitchai

ABSTRACT

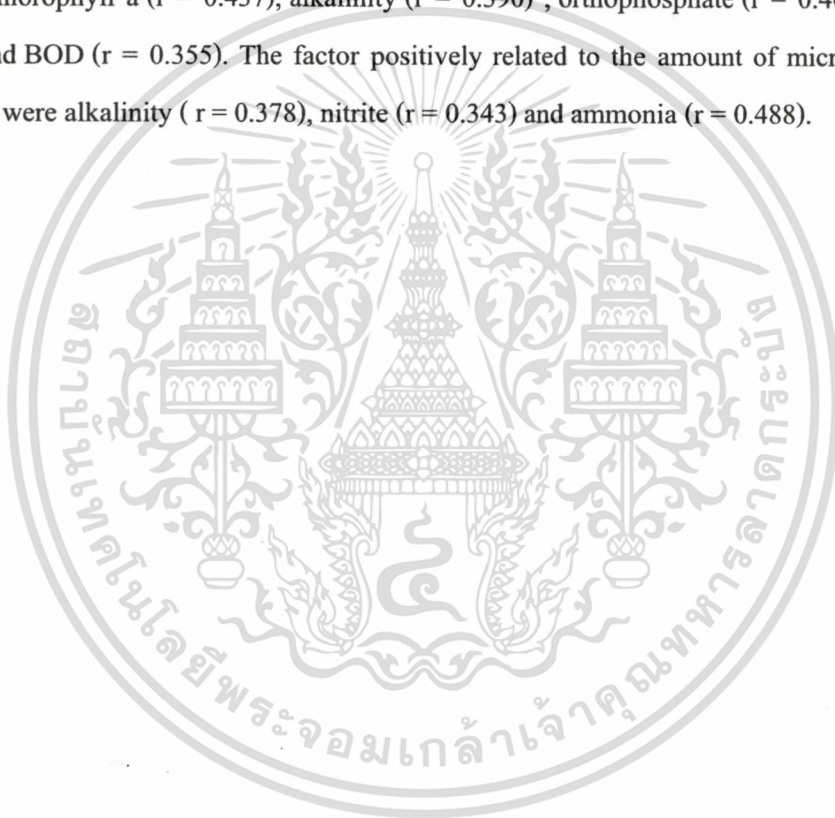
The relationship between water quality and the number of cyanobacteria, amount of microcystin, relationship between abundance of cyanobacteria and the accumulation of microcystin in water, phytoplankton and fish muscle were studied in 3 hybrid catfish ponds (*Clarias macrocephalus* x *C. gariepinus*) at Ladkrabang district. The water qualities, species composition and abundance of plankton, microcystin in plankton, water and fish were analyzed during fish culture.

The pH, hardness, dissolved oxygen, biological oxygen demand, nitrite, nitrate and orthophosphate were within the suitable range for aquaculture. The temperature (25.0 – 40.1 °C), transparency (4.0 – 31.7 cm), total suspended solid (0.09 – 3.46 g/l), alkalinity (0 – 205 mg/l), ammonia (0.12 – 21.82 mg/l), conductivity (0.97 – 4.66 mS/cm) and chlorophyll a (0.35 – 3.61 mg/l) were found not suitable value, which the suitable range were 25 – 32 °C, 30 – 60 cm, 0.025 – 0.08 g/l, 100 – 200 mg/l, lower 0.2 mg/l, 0.01 – 1 mS/cm and lower than 0.012 mg/l respectively.

The results showed plankton 111 species including 3 division, 5 class and 52 genera. The division cyanophyta included 9 genus, 13 species, *Merismopedia punctata*, *M. tenuissima*, *Spirulina platensis*, *Microcystis aeruginosa*, *Anabaena helicoidea*, *A. limnetica*, *Raphidiopsis*

sp., *Oscillatoria borneti*, *O. limnetica*, *Pseudanabaena* sp1., *Pseudanabaena* sp2., *Gloeocapsa pleurocapsoides* and *Anabaenopsis elenkinii*. The dominance genus of cyanobacteria was *Spirulina platensis* with an average abundance of 44×10^8 cell/l. *Microcystis aeruginosa* was found to produce microcystin with an average abundance of 0.6×10^8 , 1.7×10^8 cell/l in pond 1 and 2. Toxin detected was identified as microcystin – RR, which found only in cyanobacterial cells. The maximum microcystin was found in pond 2 ($0.19 \mu\text{g/g}$ dry weight) on week 24th. Microcystin in pond 1 and 2 were $0.02 - 0.16$ and $0.01 - 0.19 \mu\text{g/g}$ dry weight of cyanobacteria respectively. On the other hands, microcystin was not found in pond 3.

The factor positively related to the number of cyanobacteria were pH ($r = 0.370$), DO ($r = 0.443$), chlorophyll a ($r = 0.437$), alkalinity ($r = 0.390$), orthophosphate ($r = 0.467$), nitrite ($r = 0.366$) and BOD ($r = 0.355$). The factor positively related to the amount of microcystin in cyanobacteria were alkalinity ($r = 0.378$), nitrite ($r = 0.343$) and ammonia ($r = 0.488$).



กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร. สุนีรัตน์ เรืองสมบุญ ในความกรุณาและความเมตตาของท่านที่ได้อบรม สั่งสอน รวมถึงมอบประสบการณ์ที่มีค่าที่สุดแก่ข้าพเจ้า และช่วยเหลือทำการตรวจสอบ แก่ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สำเร็จลงได้

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร. วิเชียร ยงมานิตชัย ที่ให้ความกรุณา แนะนำและให้ความช่วยเหลือแก่ข้าพเจ้าตลอดมา ในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ รศ. ศักดิ์ชัย ชูโชติ ผศ.ดร. ปวีณา ทวีกิจการ ดร. มณฑล แก่นมณี และดร. สรวิศ เผ่าทองสุข ที่ได้กรุณาแนะนำ และตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์

ข้าพเจ้าขอขอบคุณ คุณ บุปผา จงพัฒน์ คุณ นพคุณ เผ่ามนัส คุณกนิษฐ์ เพื่อน ๆ พี่ ๆ และน้อง ๆ ทุกคนที่ได้คอยช่วยเหลือข้าพเจ้าตลอดมา

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่คอยเป็นกำลังใจ อบรม สั่งสอน และสนับสนุนข้าพเจ้าในทุก ๆ เรื่องตลอดมา

ขอขอบคุณ คุณอัจฉรา วีระโชคสถิต ที่เป็นกำลังใจและร่วมทุกข์ด้วยกันเสมอมา และขอขอบคุณ น้องชายและน้องสาวที่คอยช่วยเหลือข้าพเจ้ายามลำบาก

ท้ายที่สุดขอขอบคุณสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้ทุนสนับสนุนบางส่วนในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

คุณความดีและประโยชน์ที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ข้าพเจ้าขอบแต่ผู้มีพระคุณทุกท่านที่คอยช่วยเหลือ ข้าพเจ้าตลอดมา

นำถม ตั้งคำ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	III
กิตติกรรมประกาศ.....	V
สารบัญ.....	VI
สารบัญตาราง.....	X
สารบัญภาพ.....	XII
บทที่ 1 บทนำ.....	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	2
1.3 สมมุติฐานของการศึกษา.....	2
บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	
2.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับปลาดุกบักอูย.....	3
2.1.1 ความเป็นมา.....	3
2.1.2 ชีวิตวิทยาของปลาดุกบักอูย.....	3
2.1.2.1 ข้อมูลทั่วไป.....	3
2.1.2.2 อาหารและการให้อาหาร.....	4
2.1.2.3 พฤติกรรมการกินอาหาร.....	4
2.1.3 ความสำคัญทางเศรษฐกิจ.....	4
2.1.4 การเปลี่ยนแปลงของแพลงก์ตอนในบ่อปลาดุกและสัตว์น้ำชนิดอื่น.....	5
2.2 แพลงก์ตอนที่สร้างไมโครซิสติน.....	7
2.2.1 ชนิดแพลงก์ตอนที่สร้างไมโครซิสติน.....	7
2.2.1.1 กลุ่มที่สร้างสารพิษที่ส่งผลต่อดับ.....	7
2.2.1.2 กลุ่มที่สร้างสารพิษที่ส่งผลต่อระบบประสาท.....	7
2.2.1.3 กลุ่มที่สร้างสารพิษที่มีผลต่อผิวหนัง.....	7
2.3 ไมโครซิสติน.....	9
2.3.1 คุณสมบัติทั่วไป.....	9
2.3.2 สมบัติทางกายภาพของไมโครซิสติน.....	9

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.3.3 ความคงตัวของไมโครซิสติน.....	10
2.3.4 ผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต.....	10
2.3.4.1 ความเป็นพิษต่อสัตว์น้ำ.....	10
2.3.4.2 ความเป็นพิษต่อมนุษย์.....	11
2.3.5 ไมโครซิสตินที่พบในประเทศไทย.....	11
2.4 ปัจจัยคุณภาพน้ำ.....	13
2.4.1 ปัจจัยคุณภาพน้ำทางกายภาพ.....	13
2.4.1.1 อุณหภูมิ.....	13
2.4.1.2 ค่าความโปร่งแสง.....	13
2.4.1.3 สารแขวนลอยทั้งหมดในน้ำ.....	14
2.4.2 ปัจจัยคุณภาพน้ำทางเคมี.....	14
2.4.2.1 ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง.....	14
2.4.2.2 ค่าความเป็นด่างของน้ำ.....	15
2.4.2.3 ค่าความกระด้างของน้ำ.....	15
2.4.2.4 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ.....	16
2.4.2.5 ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี.....	16
2.4.2.6 สารประกอบไนโตรเจน.....	17
2.4.2.7 สารประกอบฟอสฟอรัส.....	18
2.4.2.8 ค่าการนำไฟฟ้า.....	18
2.4.3 ปัจจัยคุณภาพน้ำทางชีวภาพ.....	19
2.4.3.1 คลอโรฟิลล์ เอ.....	19
บทที่ 3 วิธีดำเนินการทดลอง.....	
3.1 อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง.....	20
3.1.1 อุปกรณ์.....	20

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.1.2 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง.....	21
3.2 วิธีการดำเนินการ.....	22
3.2.1 การพิจารณาพื้นที่บ่อเลี้ยงปลาตกและจุดเก็บตัวอย่าง.....	22
3.2.2 การเก็บตัวอย่าง.....	28
3.2.3 การวิเคราะห์ตัวอย่าง.....	29
3.2.4 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ.....	34
3.2.5 สถานที่ทำการศึกษา.....	34
3.2.6 ระยะเวลาทำการวิจัย.....	34
บทที่ 4 ผลการศึกษา.....	
4.1 คุณภาพน้ำ.....	35
4.2 การเจริญเติบโตของปลา.....	63
4.3 ชนิดและปริมาณแพลงก์ตอน.....	66
4.4 ปริมาณไมโครซิสติน.....	81
4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำกับปริมาณไซยาโนแบคทีเรีย.....	83
4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างไซยาโนแบคทีเรียกับพิษไมโครซิสติน.....	84
4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำกับไมโครซิสติน.....	84
บทที่ 5 วิจัยผลการศึกษา.....	
5.1 คุณภาพน้ำ.....	88
5.2 แพลงก์ตอน.....	96
5.3 ไมโครซิสติน.....	98
5.4 ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำกับไซยาโนแบคทีเรีย.....	100
5.5 ความสัมพันธ์ระหว่างไซยาโนแบคทีเรียกับไมโครซิสติน.....	102
5.6 ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำกับไมโครซิสติน.....	103
บทที่ 6 สรุปผลการศึกษา.....	105
บรรณานุกรม.....	106
ภาคผนวก.....	
ภาคผนวก ก.....	112
ภาคผนวก ข.....	113

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก ก.....	141
ประวัติผู้เขียน	159



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา^{IX} และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 ช่วงเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่าง.....	23
3.2 สภาพภูมิอากาศในช่วงเวลาการเก็บตัวอย่างบ่อ 1.....	24
3.3 สภาพภูมิอากาศในช่วงเวลาการเก็บตัวอย่างบ่อ 2.....	25
3.4 สภาพภูมิอากาศในช่วงเวลาการเก็บตัวอย่างบ่อ 3.....	26
3.5 จำนวนปลาที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณ ไมโครซิสตินจากบ่อ 1, 2 และ 3.....	30
4.1 อุณหภูมิเฉลี่ย (องศาเซลเซียส) ในบ่อเลี้ยงปลา.....	37
4.2 ค่าความโปร่งแสงเฉลี่ย (เซนติเมตร)ในบ่อเลี้ยงปลา.....	38
4.3 สารแขวนลอยในน้ำเฉลี่ย (กรัมต่อลิตร)ในบ่อเลี้ยงปลา.....	40
4.4 ความเป็นกรดเป็นด่างเฉลี่ยในบ่อเลี้ยงปลา.....	42
4.5 ความเป็นด่างของน้ำเฉลี่ย (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในบ่อเลี้ยงปลา.....	44
4.6 ค่าความกระด้างของน้ำเฉลี่ย (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในบ่อเลี้ยงปลา.....	46
4.7 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ย (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในบ่อเลี้ยงปลา.....	48
4.8 ค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีเฉลี่ย (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในบ่อเลี้ยงปลา.....	50
4.9 แอมโมเนียเฉลี่ย (มิลลิกรัมต่อลิตร)ในบ่อเลี้ยงปลา.....	52
4.10 ไนไตรท์เฉลี่ย (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในบ่อปลา.....	54
4.11 ไนเตรทเฉลี่ย (มิลลิกรัมต่อลิตร)ในบ่อเลี้ยงปลา.....	56
4.12 ออร์โธฟอสเฟตเฉลี่ย (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในบ่อเลี้ยงปลา.....	58
4.13 ค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ย (มิลลิซีเมนส์ต่อเซนติเมตร) ในบ่อเลี้ยงปลา.....	60
4.14 คลอโรฟิลล์ เอ เฉลี่ย (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในบ่อเลี้ยงปลา.....	62
4.15 การเจริญเติบโตของปลาตั้งแต่เริ่มเลี้ยงจนกระทั่งสิ้นสุดการเลี้ยง.....	65
4.16 ชนิดของแพลงก์ตอนพืชและสัตว์ที่พบในบ่อเลี้ยงปลาดุกบึงอูย.....	69
4.17 ชนิดและปริมาณของไซยาโนแบคทีเรียในบ่อปลาดุกบึงอูย.....	77
4.18 สัดส่วนของแพลงก์ตอนพืชในบ่อเลี้ยงปลาดุก(เปอร์เซ็นต์).....	79
4.19 สัดส่วนของแพลงก์ตอนสัตว์ในบ่อเลี้ยงปลาดุก(เปอร์เซ็นต์).....	79
4.20 สัดส่วนของแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ในบ่อเลี้ยงปลาดุก(เปอร์เซ็นต์)..	79
4.21 ปริมาณ microcystin-RR ในเซลล์แพลงก์ตอน(ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง แพลงก์ตอน).....	82

4.22 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยคุณภาพน้ำกับปริมาณไซยาโนแบคทีเรียแต่ละชนิด ในบ่อเลี้ยงปลาอุกบึกอุย.....	85
4.23 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยคุณภาพน้ำกับปริมาณไมโครซิสทีนจากไซยาโน แบคทีเรียในบ่อเลี้ยงปลาอุกบึกอุย.....	87
5.1 ค่าอัตราส่วนระหว่างปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำต่อแอมโมเนีย 1 กรัม.....	94
5.2 คุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงปลาอุกบึกอุยในจังหวัดนครปฐม.....	95
5.3 ความสัมพันธ์ระหว่าง microcystin-RR กับคุณภาพน้ำ.....	104



สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 โครงสร้างโมเลกุลของพิษไมโครซิสติน.....	9
3.1 บ่อเลี้ยงและพื้นที่โดยรอบบริเวณที่ทำการศึกษา.....	27
3.2 บ่อเก็บตัวอย่างบ่อที่ 1.....	27
3.3 บ่อเก็บตัวอย่างบ่อที่ 2.....	28
3.4 บ่อเก็บตัวอย่างบ่อที่ 3.....	28
3.5 โครมาโตแกรมสารพิษไมโครซิสติน (microcystin – RR) มาตรฐาน 200 ppb.....	33
4.1 อุณหภูมิน้ำในบ่อเลี้ยงปลาตลอดระยะเวลาการศึกษา.....	36
4.2 ค่าความโปร่งแสงในบ่อเลี้ยงปลาตลอดระยะเวลาการศึกษา.....	36
4.3 ปริมาณสารแขวนลอยในบ่อเลี้ยงปลาตลอดระยะเวลาการศึกษา.....	39
4.4 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างในบ่อเลี้ยงปลาตลอดระยะเวลาการศึกษา.....	41
4.5 ค่าความเป็นด่างในบ่อเลี้ยงปลาตลอดระยะเวลาการศึกษา.....	43
4.6 ค่าความกระด้างในบ่อเลี้ยงปลาตลอดระยะเวลาการศึกษา.....	45
4.7 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในบ่อเลี้ยงปลาตลอดระยะเวลาการศึกษา.....	47
4.8 ค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีในบ่อเลี้ยงปลาตลอดระยะเวลาการศึกษา.....	49
4.9 ปริมาณแอมโมเนียในบ่อเลี้ยงปลาตลอดระยะเวลาการศึกษา.....	51
4.10 ปริมาณไนโตรเจนในบ่อเลี้ยงปลาตลอดระยะเวลาการศึกษา.....	53
4.11 ปริมาณไนเตรทในบ่อเลี้ยงปลาตลอดระยะเวลาการศึกษา.....	55
4.12 ปริมาณออร์โธฟอสเฟตของน้ำในบ่อเลี้ยงปลาตลอดระยะเวลาการศึกษา.....	57
4.13 ค่าการนำไฟฟ้าในบ่อเลี้ยงปลาตลอดระยะเวลาการศึกษา.....	59
4.14 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในบ่อเลี้ยงปลาตลอดระยะเวลาการศึกษา.....	61
4.15 น้ำหนักเฉลี่ยของปลาดุกบักอยู่ตั้งแต่เริ่มเพาะเลี้ยงจนกระทั่งสิ้นสุดการเพาะเลี้ยง..	63
4.16 ความกว้างลำตัวเฉลี่ยของปลาดุกบักอยู่ตั้งแต่เริ่มเพาะเลี้ยงจนกระทั่งสิ้นสุดการเพาะเลี้ยง.....	64
4.17 ความยาวเฉลี่ยของปลาดุกบักอยู่ตั้งแต่เริ่มเพาะเลี้ยงจนกระทั่งสิ้นสุดการเพาะเลี้ยง	64
4.18 ปริมาณเซลล์ไซยาโนแบคทีเรียทั้งหมดที่พบในบ่อเลี้ยงปลาตลอดการศึกษา....	80
4.19 ปริมาณเซลล์ไซยาโนแบคทีเรียชนิดที่สามารถสร้างไมโครซิสตินที่พบในบ่อเลี้ยงปลาตลอดการศึกษา.....	81
4.20 โครมาโตแกรมของ microcystin – RR ที่เวลา 4.7 นาที.....	82
5.1 วัฏจักรไนโตรเจน.....	93

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปลาถูกเป็นอาหารและแหล่งโปรตีนที่หาได้ง่าย นอกจากนี้ยังเป็นสัตว์น้ำที่สร้างมูลค่าการส่งออกให้กับประเทศได้อย่างมาก โดยในปี พ.ศ. 2550 มีผลผลิตปลาจากการเพาะเลี้ยง 136,600 ตัน ซึ่งเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2545 เท่ากับ 58 เปอร์เซ็นต์ (กรมประมง. 2553) ในอดีตปลาส่วนใหญ่ได้จากแหล่งน้ำจืดธรรมชาติ แต่ปัจจุบันปลาเกือบทั้งหมดในท้องตลาดได้มาจากการเพาะเลี้ยง ซึ่งมีการเลี้ยงอย่างแพร่หลายเพราะทำได้ง่ายได้ผลผลิตเร็วและมีกำไรดี แต่มีก่ปัญหา เช่น การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำและการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของแพลงก์ตอนพืชในบ่อเลี้ยง ซึ่งมีผลทำให้ปลาเกิดการเจริญเติบโตลดลงหรือมีการตายเกิดขึ้น (Treasurer *et al.* 2003)

เนื่องจากการเลี้ยงปลาต้องการให้อาหารที่มีโปรตีนสูงในปริมาณมากเพื่อเร่งการเจริญเติบโต จึงมีการตกค้างของธาตุอาหารในบ่อเลี้ยง ซึ่งเกิดจากเศษอาหารที่เหลือจากกรกินอาหารของปลาหรือสิ่งขับถ่ายของปลา ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยง และธาตุอาหารเหล่านี้ยังมีไนโตรเจนซึ่งเป็นธาตุอาหารที่เป็นองค์ประกอบของโปรตีนอยู่มาก ธาตุไนโตรเจนเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญสำหรับแพลงก์ตอนพืชเพื่อใช้ในการเจริญเติบโต ดังนั้นเมื่อมีธาตุอาหารตกค้างในบ่อเลี้ยงปริมาณมาก จึงมีผลทำให้เกิดการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของแพลงก์ตอนพืช

แพลงก์ตอนพืชที่พบบ่อย คือ กลุ่มไซยาโนแบคทีเรีย ซึ่งสร้างสารพิษต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อสัตว์น้ำโดยตรง แม้ว่าสารพิษที่เกิดจากไซยาโนแบคทีเรียจะมีหลายชนิดแต่ชนิดที่พบบ่อยคือ ไมโครซิสทีน โดยพบรายงานว่ามีการตรวจพบไมโครซิสทีนในบ่อปลาคอดอเมริกัน (*channel catfish*) *Ictalurus punctatus*, Ralfinesque (Zimba and Grimm. 2003) ที่มีการบดของไซยาโนแบคทีเรียและมีการศึกษาผลของไมโครซิสทีนต่อปลาซึ่งอาศัยในแหล่งน้ำธรรมชาติของประเทศจีนที่มีการบดของไซยาโนแบคทีเรีย พบว่าเมื่อเกิดการตายของไซยาโนแบคทีเรียพร้อมกันในปริมาณมาก ไมโครซิสทีนจะถูกปล่อยออกจากเซลล์ลงสู่น้ำและปลาจะได้รับพิษ โดยการสัมผัสโดยตรงกับเหงือก ผิวหนัง หรือการได้รับพิษผ่านทางกรกินไซยาโนแบคทีเรียในน้ำ พิษไมโครซิสทีนจะเข้าไปสะสมในตับ ไต ลำไส้ใหญ่ รวมทั้งกล้ามเนื้อของปลา ส่งผลทำให้ปลาอ่อนแอมีการพัฒนาของร่างกายช้าและอัตราการเจริญเติบโตลดลง เกิดการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ของร่างกายและเกิดการตายของปลา นอกจากนี้ไมโครซิสทีนยังมีการสะสมในตัวปลาและสามารถถ่ายทอดในห่วงโซ่อาหารขั้นต่อไปได้ โดยจะส่งผลต่อมนุษย์ที่บริโภคปลาที่มีการสะสมไมโครซิสทีนในปริมาณมาก คือ เกิดอาการตกเลือดในตับ เกิดอาการช็อกหรืออาจถึงตายได้และหากได้รับไมโครซิสทีนเป็นเวลานานอาจเกิดภาวะมะเร็งในตับได้ (Zhang *et al.* 2009) โดยองค์การอนามัยโลกหรือ World Health

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Organizing (WHO) ได้กำหนดปริมาณไมโครซิสตินมากที่สุดซึ่งร่างกายสามารถทนได้ (Tolerable daily intake, TDI) จากน้ำดื่มที่มีการปนเปื้อนไมโครซิสตินคือ ไม่เกิน 0.04 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมต่อวัน และจากการบริโภคอาหารที่มีการปนเปื้อนไมโครซิสติน คือ อยู่ในช่วง 0.001 – 0.52 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมต่อวัน (Magalhaes *et al.* 2003)

ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของปริมาณแพลงก์ตอนพืชกลุ่มไซยาโนแบคทีเรียในบ่อเลี้ยงกับการสะสมพิษไมโครซิสตินในเนื้อปลาชุก เพื่อทราบความปลอดภัยของปลาที่นำมาบริโภค และนำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการวางแผนการเพาะเลี้ยงให้มีประสิทธิภาพและปลอดภัยต่อผู้บริโภคมากยิ่งขึ้น

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของคุณภาพน้ำต่อชนิดและปริมาณไซยาโนแบคทีเรีย

1.2.2 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของชนิดและปริมาณของไซยาโนแบคทีเรียที่มีผลต่อปริมาณไมโครซิสตินในน้ำ, ในแพลงก์ตอน และในเนื้อปลาชุก

1.2.3 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของคุณภาพน้ำต่อปริมาณไมโครซิสติน

1.3 สมมุติฐานของการศึกษา

ในบ่อเลี้ยงปลาชุกมักพบการบลูมของไซยาโนแบคทีเรีย ซึ่งไซยาโนแบคทีเรียบางชนิดสามารถสร้างไมโครซิสตินได้ ดังนั้นไมโครซิสตินอาจส่งผลกระทบต่อปลาชุกที่เลี้ยงในบ่อโดยสะสมในเนื้อปลาซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค

บทที่ 2

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับปลาดุกบิกอูย

2.1.1 ความเป็นมา

ปลาดุกลูกผสมเป็นปลาที่เกิดจากการผสมข้ามสายพันธุ์ระหว่างปลาดุกรัสเซียเทศผู้และปลาดุกอูยเทศเมีย ผลที่ได้ปรากฏว่า ลูกปลามีการเจริญเติบโตรวดเร็ว ทนทานต่อโรคสูงคล้ายปลาดุกรัสเซียและมีลักษณะใกล้เคียงกับปลาดุกอูยซึ่งเนื้อนุ่มรสชาติดีและสีสวยน่ารับประทาน (จำเนียรทองพันธ์. 2542) จึงทำให้เกษตรกรนำวิธีการผสมข้ามพันธุ์ไปปฏิบัติอย่างแพร่หลาย ซึ่งลูกพันธุ์ปลาที่เกิดจากคู่ผสมนี้นิยมเรียกชื่อว่า ปลาดุกบิกอูย หรือ อูยบ่อ

ในปัจจุบันนี้อาจกล่าวได้ว่า ปลาดุกลูกผสมหรือบิกอูยนั้น เป็นที่นิยมเลี้ยงของเกษตรกรเนื่องจากเลี้ยงง่าย มีการเจริญเติบโตรวดเร็ว ทนทานต่อสภาพแวดล้อมได้ดี เป็นที่นิยมบริโภคของประชาชน เนื่องจากมีรสชาติดีและราคาถูก

2.1.2 ชีวิตวิทยาของปลาดุกบิกอูย

2.1.2.1 ข้อมูลทั่วไป

จากที่กล่าวไปแล้วข้างต้น ปลาดุกบิกอูยเกิดจากการผสมข้ามพันธุ์ระหว่างปลาดุกรัสเซียเทศผู้และปลาดุกอูยเทศเมีย โดยรายละเอียดของสายพันธุ์เป็นดังนี้

	ปลาดุกอูย	ปลาดุกรัสเซีย
อาณาจักร	Animalia	Animalia
ไฟลัม	Chordata	Chordata
ชั้น	Actinopterygii	Actinopterygii
อันดับ	Siluriformes	Siluriformes
วงศ์	Clariidae	Clariidae
สกุล	<i>Clarias</i>	<i>Clarias</i>
สปีชีส์	<i>Clarias macrocephalus</i>	<i>Clarias gariepinus</i>

2.1.2.2 อาหารและการให้อาหาร (จำเนียร ทองพันชั่ง. 2542 ; ชาติชาย คงประเสริฐ. ม.ป.ป.)

โดยปกติการเพาะเลี้ยงปลาถูก ผู้เพาะเลี้ยงจะให้อาหารเป็น 2 ลักษณะ คือ อาหารสำเร็จรูปและอาหารสดซึ่งจะต้องเป็นอาหารที่มีโปรตีนสูง

1.) อาหารสำเร็จรูป

เป็นอาหารประเภทอัดเม็ด ลักษณะของอาหารจะลอยอยู่ในน้ำได้นานเพื่อให้ปลากินได้สะดวก วัตถุดิบที่ใช้จะต้องนำมาบดให้ละเอียดจะได้จับตัวกันแน่น เมื่อหว่านลงไป ในน้ำ น้ำ จะไม่สามารถซึมเข้าไปในเม็ดอาหารได้ ทำให้ลอยอยู่ได้นาน ซึ่งวัตถุดิบที่ใช้จะต้องประกอบไปด้วยสารอาหารต่าง ๆ เช่น โปรตีน, ไขมัน, พลังงาน, วิตามิน และแร่ธาตุ

2.) อาหารสด

เป็นอาหารจำพวก ใส่ไก่ ใส่ปลา ปลาเบ็ด หรือเศษอาหารจากโรงงาน โดยจะต้องคำนึงถึงราคาเป็นหลัก ซึ่งต้องเลือกซื้อจากแหล่งที่มีราคาถูก เพื่อนำมาเป็นอาหารเสริม แต่ในผู้เพาะเลี้ยงบางกลุ่มก็นำมาเป็นอาหารหลัก โดยทั่วไปผู้เลี้ยงมักจะให้อาหารเม็ดก่อนเป็นเวลา 1 เดือน แล้วจึงเริ่มให้ด้วยอาหารสดต่อมา

ในการเลี้ยงปลาคนนอกจากจะให้อาหารดังที่กล่าวมาแล้วนั้น ผู้เลี้ยงก็นิยมให้อาหารที่อยู่ในกลุ่มมูลสัตว์เช่นกัน จึงมักพบเห็นเกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงปลาคนที่ มีกิจการการเพาะเลี้ยงไก่และสุกรร่วมด้วยหรือมักปล่อยให้ปลากินในบ่อเลี้ยงตามธรรมชาติในช่วงของการอดอาหารหรือในช่วงให้ยากมี โดยอาหารตามธรรมชาติของปลาคู เช่น แมลง ตัวอ่อนของแมลงในน้ำ กุ้ง และปลาเล็ก ๆ บางชนิด นอกจากนี้ปลาคูยังชอบอาหารประเภทเนื้อที่เน่าเปื่อยเช่นกัน ดังนั้นจะสามารถพบเห็นปลาคูกินพวกเดียวกันเองที่เกิดการตายภายในบ่อ อันเนื่องมาจากปัจจัยต่าง ๆ ได้เช่นกัน

2.1.2.3 พฤติกรรมการกินอาหาร

ในธรรมชาติปลาคูจะมีนิสัยชอบหาอาหารตามหน้าดิน โดยเฉพาะบริเวณที่พื้นเป็นโคลนตม เนื่องจากปลาคูมีตาที่เล็กไม่ได้สัดส่วนกับขนาดของตัว แต่มีหนวดที่รับรู้รสได้ดี ฉะนั้นปลาคูจึงใช้หนวดมากกว่าใช้ตาในการหาอาหารตามพื้นผิวหน้าดิน แต่เมื่อเรานำปลาคูมาเลี้ยงก็สามารถที่จะฝึกให้ปลาคูขึ้นมากินอาหารที่ผิวน้ำได้ (ชาติชาย คงประเสริฐ. ม.ป.ป.)

2.1.3 ความสำคัญทางเศรษฐกิจ

ได้มีการทำสถิติการจับสัตว์น้ำจืดโดยกรมประมง (2553) ไว้ดังนี้ ปริมาณการจับสัตว์น้ำจืดทั้งหมด ในปี พ.ศ. 2550 เท่ากับ 750,700 ตันต่อปี ซึ่งปริมาณมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ เป็นปลา โดยยอดรวมการจับทั้งหมดเพิ่มขึ้น จากปี พ.ศ. 2546 เท่ากับ 34 เปอร์เซ็นต์ แสดงให้เห็นถึงภาวะการจับสัตว์น้ำและการบริโภคสัตว์น้ำที่มากขึ้นและยังสะท้อนให้เห็นถึงปริมาณสัตว์น้ำที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลดลงตามปริมาณการจับด้วยเช่นกัน ซึ่งปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรสัตว์น้ำเหล่านี้ไม่ได้ส่งผลต่อผู้ที่ประกอบอาชีพเกี่ยวกับการจับสัตว์น้ำเท่านั้น แต่ยังส่งผลถึงผู้บริโภคด้วย คือ สัตว์น้ำแต่ละชนิดจากธรรมชาติที่ราคาสูงขึ้นและภูมิภาคที่ห่างไกลจากทะเลหรือแหล่งน้ำ เพื่อเป็นการแก้ปัญหาจึงได้เกิดธุรกิจการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำขึ้นเพื่อบรรเทาปัญหาการขาดแคลนของทรัพยากรสัตว์น้ำที่หาได้จากธรรมชาติ โดยเฉพาะการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดที่ปัจจุบันนิยมทำกันมากเนื่องจากทำง่ายแม้อยู่ในภูมิภาคที่ห่างไกลจากแหล่งน้ำและใช้เวลาในการเพาะเลี้ยงไม่นาน ได้ผลกำไรเป็นที่น่าพอใจของผู้เพาะเลี้ยงรวมถึงยังเป็นการเพิ่มปริมาณสัตว์น้ำในธรรมชาติที่เดิมมีอยู่น้อยให้มากยิ่งขึ้น ปัจจุบันจึงมีการขยายธุรกิจการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดออกไปอย่างกว้างขวางในหลายพื้นที่ โดยเฉพาะการเพาะเลี้ยงปลาดุกซึ่งเป็นปลาเศรษฐกิจ จากรายงานของกรมประมง (2553) มูลค่าของปลาดุกที่จับขายปี พ.ศ. 2550 คือ 4,831.3 ล้านบาทต่อปี ซึ่งมีมูลค่าจากการจับขายเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2546 เท่ากับ 30 เปอร์เซ็นต์

2.1.4 การเปลี่ยนแปลงของแพลงก์ตอนในบ่อปลาดุกและสัตว์น้ำชนิดอื่น

ในการเลี้ยงปลาดุกการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในบ่อเลี้ยง นอกจากการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมีที่ส่งผลต่อการเพาะเลี้ยงอย่างชัดเจนแล้ว การเปลี่ยนแปลงทางชีวภาพก็เป็นสิ่งสำคัญเช่นกัน การเปลี่ยนแปลงของจำนวนชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนทำให้สามารถทำนายถึงสภาพภายในบ่อเลี้ยง รวมถึงการเปลี่ยนแปลงทางด้านกายภาพและเคมีได้ (ลัดดา วงศ์รัตน์. 2544) เช่น หากพบแพลงก์ตอนกลุ่ม *Melosira varians*, *Synedra ulna* และ *Navicula viridula* มาก สามารถทำนายได้ว่าในบ่อเลี้ยงมีปริมาณไนโตรเจนที่สูง หรือการพบแพลงก์ตอนกลุ่มไซยาโนแบคทีเรีย, แพลงก์ตอนพืช สีเขียวและกลุ่มของยูกลินอยด์สามารถบอกได้ว่าในบ่อเลี้ยงมีปริมาณไนโตรเจนปานกลางและหากพบว่ามี *Closterium acidulate* แสดงว่าในบ่อเลี้ยงมีปริมาณแอมโมเนียสูง เป็นต้น (Patrick. 1977) จากการศึกษาของกรมประมง (2535) ซึ่งได้ทำการเก็บตัวอย่างศึกษาการเปลี่ยนแปลงของชนิดแพลงก์ตอนพืชในบ่อปลาดุกอายุ จำนวน 1 บ่อ ปริมาณปลาที่เลี้ยงคือ 66,000 ตัวต่อไร่ ในจังหวัดนครปฐมเป็นระยะเวลา 9 สัปดาห์ โดยทำการเก็บตัวอย่างทุกสัปดาห์ตั้งแต่เริ่มทำการเลี้ยงจนกระทั่งสิ้นสุดการเพาะเลี้ยง พบว่ามีแพลงก์ตอนพืชเกิดขึ้น 5 ดิวิชัน ได้แก่ Cyanophyta, Chlorophyta, Chrysophyta, Bacillariophyta และ Euglenophyta โดยดิวิชัน Cyanophyta พบเกิดขึ้นมากตั้งแต่สัปดาห์ที่ 3 และมีปริมาณมากที่สุดในสัปดาห์ที่ 3 – 6 โดยคิดเป็น 73 – 96 เปอร์เซ็นต์จากทั้ง 5 ดิวิชัน ซึ่งชนิดแพลงก์ตอนที่พบมากที่สุดคือ *Oscillatoria* sp. โดยเฉพาะสัปดาห์ที่ 3 – 6 มีปริมาณมากถึง 72.86 – 92.23 เปอร์เซ็นต์

มีรายงานการเปลี่ยนแปลงของแพลงก์ตอนพืชตามฤดูกาล ในบ่อเลี้ยงปลาคอดอเมริกัน (channel catfish) จำนวน 6 บ่อ โดย Tucker and Lloyd (1983) พบว่าในฤดูหนาวชนิดของแพลงก์ตอนพืชที่พบมากที่สุดคือ *Dictyosphaerium pulchellum* โดยกลุ่มของ Chlorophyta และ

Euglenophyta พบมีปริมาณคิดเป็น 35 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในฤดูร้อนและฤดูใบไม้ร่วง กลุ่มที่พบมากที่สุดคือ Cyanophyta กลุ่ม diatom พบทุกฤดูและมากที่สุดในฤดูหนาวและฤดูใบไม้ผลิ และจากรายงานของ Dhawan and Toor (1989) ซึ่งทำการศึกษาแพลงก์ตอนพืชและสัตว์ในบ่อเลี้ยงลูกปลานวลจันทร์น้ำจืด *Cirrhina mrigala* ที่มีการใส่ปุ๋ยมูลสัตว์ร่วมด้วย คือ มูลวัว และ มูลสัตว์ปีกลงในบ่อ พบว่ามีการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืชในกลุ่มต่าง ๆ คือ Cyanophyceae, Chlorophyceae, Bacillariophyceae, Euglenophyceae และ Dinophyceae โดยแพลงก์ตอนพืชกลุ่ม Cyanophyceae มีการเจริญเติบโตและปริมาณมากที่สุดเท่ากับ 76.06 เปอร์เซ็นต์ แพลงก์ตอนสัตว์พบ 3 กลุ่ม คือ Copepoda, Cladocera และ Rotifera โดยกลุ่มที่พบเจริญเติบโตและมีปริมาณมากที่สุดคือ Copepoda เท่ากับ 50.95 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ จากรายงานของ Mischke and Zimba (2004) ที่ทำการศึกษาประชาคมแพลงก์ตอนในบ่ออนุบาลลูกปลากดออเมริกันจำนวน 6 บ่อ พบว่ามีแพลงก์ตอนพืชกลุ่ม Cyanophyceae, Chlorophyceae และ Bacillariophyceae แพลงก์ตอนสัตว์กลุ่ม Rotifer, Copepod และ Ostracod และจากการศึกษาประชาคมแพลงก์ตอนในบ่อปลากดออเมริกัน ในรัฐ Louisiana สหรัฐอเมริกาพบแพลงก์ตอนในกลุ่ม cryptophytes, diatoms และ filamentous cyanobacteria ซึ่งกลุ่มไซยาโนแบคทีเรียที่พบ ได้แก่ *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Pseudanabaena* และ *Oscillatoria* (Zimba et al., 2001) และมีรายงานแพลงก์ตอนในบ่อปลานิลและกึ่งก้ามกราม พบว่ามีแพลงก์ตอนพืชในกลุ่ม Cyanophyceae, Chlorophyceae, Bacillariophyceae และ Euglenophyceae ซึ่งกลุ่มไซยาโนแบคทีเรียที่พบ คือ *Oscillatoria*, *Anabaena*, *Microcystis*, *Aphanocapsa* และ *Gomphosphaeria*

รายงานการศึกษาการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืชและสัตว์ในบ่อเลี้ยงกึ่งก้ามกราม *Macrobrachium rosenbergii* ซึ่งมีการเลี้ยงลูกกึ่งความหนาแน่น 3 ตัวต่อตารางเมตร โดยมีกลุ่มแพลงก์ตอนพืชที่พบดังนี้ คือ Cyanophyceae 7 ชนิด, Chlorophyceae 23 ชนิด, Bacillariophyceae 11 ชนิด และ Euglenophyceae 4 ชนิด แพลงก์ตอนพืชแต่ละกลุ่มมีชนิดเด่นที่พบดังนี้ คือ แพลงก์ตอนพืชกลุ่ม Cyanophyceae ได้แก่ *Microcystis*, *Merismopedia*, *Gloeocapsa* และ *Gomphosphaeria* แพลงก์ตอนพืชกลุ่ม Chlorophyceae ได้แก่ *Ankistrodesmus*, *Chlorella*, *Sphaerocystes*, *Palmella*, *Pediastrum* และ *Scenedesmus* แพลงก์ตอนพืชกลุ่ม Bacillariophyceae ได้แก่ *Synedra*, *Tabellaria*, *Navicula*, *Fragillaria*, *Cyclotella* และ *Nitzschia* แพลงก์ตอนพืชกลุ่ม Euglenophyceae ได้แก่ *Euglena* และ *Phacus* กลุ่มของแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบคือ กลุ่ม Crustaceae 5 ชนิด และ Rotifera 5 ชนิด โดยแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่ม Crustaceae ชนิดเด่น ได้แก่ *Cyclops*, *Diaphanosoma* และ Nauplius larvae แพลงก์ตอนสัตว์ชนิดเด่นกลุ่ม rotifera ได้แก่ *Brachionus* และ *Filinia* (Asaduzzaman et al. 2009)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 แพลงก์ตอนที่สร้างไมโครซิสทีน

แพลงก์ตอน (plankton) หมายถึง สิ่งมีชีวิตซึ่งล่องลอยอยู่ในน้ำสุดแต่คลื่นลมจะพาไป แพลงก์ตอนส่วนใหญ่มีขนาดเล็กต้องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์จึงจะมองเห็นได้จนถึงสามารถเห็นได้ด้วยตาเปล่า แพลงก์ตอนประกอบด้วยสิ่งมีชีวิตหลายกลุ่ม (ดิวิชันหรือไฟลัม) แต่ทุกกลุ่มมีลักษณะเหมือนกันประการหนึ่ง คือ ไม่มีรยางค์หรือส่วนที่ช่วยในการเคลื่อนที่ แม้ว่าแพลงก์ตอนบางกลุ่มเคลื่อนที่ได้ก็เป็นการเคลื่อนที่อย่างช้า และยังคงอาศัยคลื่นลมหรือกระแสน้ำช่วยให้เคลื่อนที่ไปอีกด้วย ต่างจากพวก nekton ซึ่งประกอบด้วยสิ่งมีชีวิตที่ว่ายน้ำได้ด้วยตัวเอง เช่น ปลา โลมา ฯลฯ และ benthos ซึ่งประกอบด้วย สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่บนพื้นท้องน้ำเช่น กุ้ง ปู หอย ปลาดาว ฯลฯ แพลงก์ตอนสามารถแบ่งออกได้เป็นแพลงก์ตอนพืช และแพลงก์ตอนสัตว์ (ลัดดา วงศ์รัตน์. 2544)

2.2.1 ชนิดแพลงก์ตอนที่สร้างไมโครซิสทีน

กลุ่มแพลงก์ตอนที่สร้างสารพิษได้นั้นมีมากกว่า 40 ชนิด โดยจัดอยู่ในกลุ่มของไซยาโนแบคทีเรีย สามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม คือ (Lehr and Keeley. 2005)

2.2.1.1 กลุ่มที่สร้างสารพิษที่ส่งผลต่อตับ (hepatotoxin) ได้แก่ *Anabaena*, *Anabaenopsis*, *Microcystis*, *Nodularia*, *Oscillatoria*, และ *Cylindrospermopsis*

2.2.1.2 กลุ่มที่สร้างสารพิษที่ส่งผลต่อระบบประสาท (neurotoxin) ได้แก่ *Anabaena*, *Aphanizomenon*, และ *Lyngbya*

2.2.1.3 กลุ่มที่สร้างสารพิษที่มีผลต่อผิวหนัง (dermatotoxin) ได้แก่ *Lyngbya* และ *Schizothrix*

ไมโครซิสทีนจัดอยู่ในกลุ่มของพิษที่ส่งผลต่อตับ (hepatotoxin) ซึ่งสามารถผลิตได้จากกลุ่มของแพลงก์ตอนพืชหลายชนิด แต่กลุ่มที่สามารถผลิตและเห็นได้ถึงจำนวนรวมทั้งปริมาณที่ชัดเจนคือ กลุ่มของ *Microcystis*, *Anabaena*, *Oscillatoria*, *Nostoc*, และ *Anabaenopsis* (Lehr and Keeley. 2005)

มีรายงานการพบไมโครซิสทีนในน้ำ จากการเก็บตัวอย่างไมโครซิสทีนจากบ่อเลี้ยงปลากัดอเมริกัน (channel catfish) ในประเทศสหรัฐอเมริกาจำนวน 485 บ่อ พบว่าค่าเฉลี่ยปริมาณไมโครซิสทีนเท่ากับ ประมาณ 1 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร (Zimba and Grimm. 2003) และมีรายงานปริมาณไมโครซิสทีนที่ตรวจพบในน้ำจากทะเลสาบ frederiksborg slotss ในประเทศเดนมาร์กเท่ากับ 141 ไมโครกรัมต่อลิตร (Christoffersen. 1996)

รายงานการสะสมของไมโครซิสทีนในปลานิลชนิด *Oreochromis niloticus* และ *Tilapia rendalli* ซึ่งอาศัยอยู่ในอ่างเก็บน้ำในประเทศบราซิล สะสมในตับอยู่ในช่วง 0.8 – 32.1 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด และในเนื้อพบการสะสมอยู่ในช่วง 0.9 – 12.0 นาโนกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด (Deblois et al. 2008) นอกจากนี้ยังพบการสะสมในตับและเนื้อปลา *O. niloticus* จากทะเลสาบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาบูโร (Lake Mburo) และการสะสมในตับและเนื้อปลา *Lates niloticus* จากทะเลสาบวิกตอเรีย (Lake Victoria) ประเทศอูกันดา โดยพบการสะสมในตับและเนื้อปลา *O. niloticus* เท่ากับ 73.10 และ 208.65 นาโนกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้งตามลำดับ และพบการสะสมไมโครซิสตินในตับและเนื้อของปลา *L. niloticus* เท่ากับ 3.74 และ 1.86 นาโนกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ (Nyakairu *et al.* 2010) และพบการสะสมของไมโครซิสตินในตับและเนื้อปลา *Odontesthes bonariensis* จากอ่างเก็บน้ำ San Roque ประเทศอาร์เจนตินา เท่ากับ 0.38 ± 0.55 และ 0.13 ± 0.18 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสดตามลำดับ (Cazenave *et al.* 2005)

ได้มีการศึกษาการสะสมของไมโครซิสตินในประชากรของแพลงก์ตอนสัตว์และแพลงก์ตอนพืชที่ Jacarepagua' Lagoon ในประเทศบราซิล โดยแพลงก์ตอนสัตว์ประกอบด้วยกลุ่มที่พบมากคือ กลุ่ม Rotifer คือ *Brachionus angularis* และ *B. plicatilis* กลุ่ม cladocerans คือ *Moina micrura* และ *Ceriodaphnia cornuta* และกลุ่ม Copepod คือ *Metacyclops mendocinus* พบว่าการสะสมปริมาณพิษไมโครซิสตินชนิด microcystin – LR ในแพลงก์ตอนสัตว์อยู่ในช่วง 0.3 – 16.4 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ในขณะที่แพลงก์ตอนพืชชนิดที่พบมากคือ *Microcystis aeruginosa* โดยพบปริมาณไมโครซิสตินอยู่ในช่วง 0.3 – 3.9 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง (Ferraó – Filho *et al.* 2002) และพบการสะสมของไมโครซิสตินจากกลุ่มแพลงก์ตอนที่ลอยอยู่บนผิวน้ำในอ่างเก็บน้ำ Funil และ Furnas ในประเทศบราซิล เท่ากับ 200 และ 800 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ (Deblois *et al.* 2008)

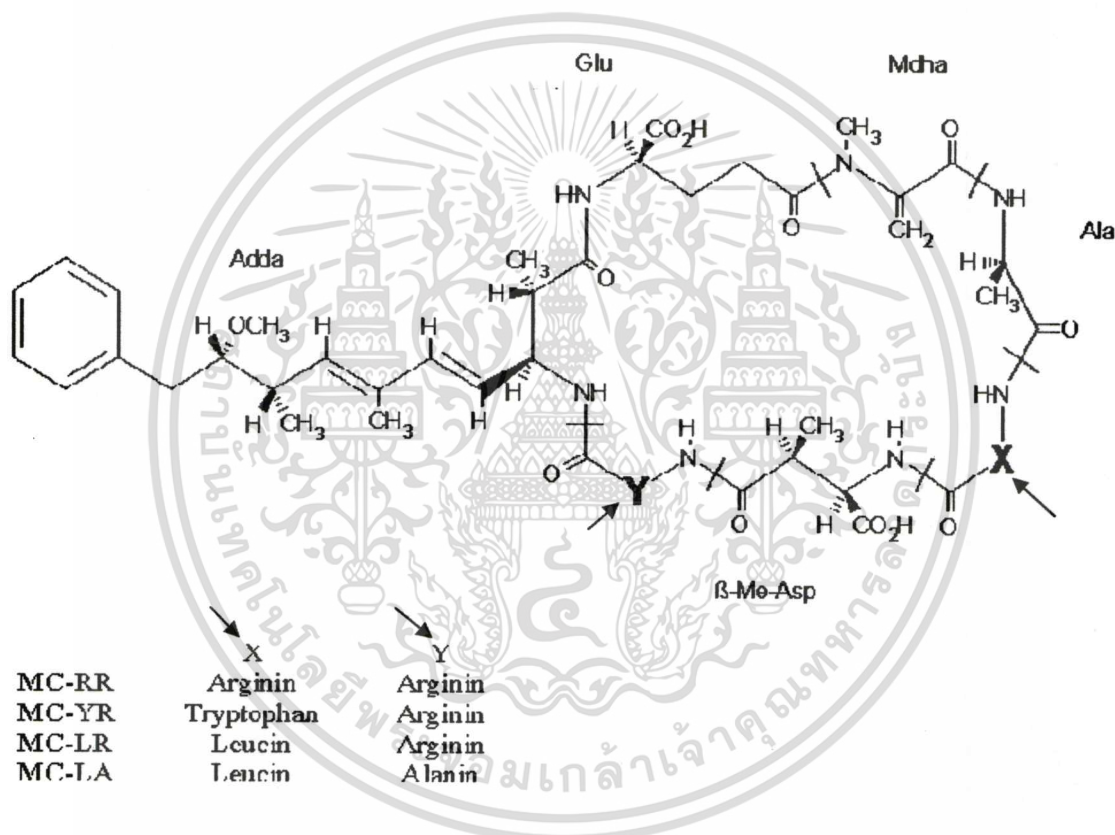
มีรายงานผลของไมโครซิสตินต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพเนื้อเยื่อของตับ โดย Ferreira *et al.* (2010) ได้ทำการทดลอง นำปลาดุก (silver carp, *H. molitrix*) เลี้ยงในน้ำที่มี *M. aeruginosa* ปริมาณเซลล์เท่ากับ 10^5 เซลล์ต่อมิลลิลิตร เป็นเวลา 15 วัน โดยทำการสุ่มปลาทุก 5 วัน วันละ 5 ตัว เพื่อนำมาศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสภาพตับ ซึ่งผลการศึกษาพบว่า ในวันที่ 5 ปลามีการเปลี่ยนแปลงของเซลล์ตับ โดยเริ่มจาก ผนังเซลล์เริ่มมีการตาย ไครมาตินมีการจับตัวกันหนาแน่น ไซโทพลาสซึมมีสีจางลง เริ่มพบเห็นสภาพการตายของเซลล์ และมีการแตกเลือดบริเวณแองเงอเลียด sinusoids รวมถึงเซลล์ของท่อน้ำดีเริ่มเสียสภาพ ในวันที่ 10 มีการเปลี่ยนแปลงโดยเซลล์ตับมีการหลุดลอกออกจากเนื้อเยื่อตับเป็นบริเวณกว้าง นิวเคลียสและออร์แกเนลต่าง ๆ ของเซลล์ตับหลายเซลล์มีการบวมมากขึ้น แองเงอเลียด sinusoids มีการขยายตัวร่วมกับการตายของเซลล์ชั้นนอกของแองเงอเลียด และมีการแตกเลือดบริเวณหลอดเลือด arterioles และ veins ในวันที่ 15 ปลามีการเปลี่ยนแปลงโดยเซลล์ตับมีการตายอย่างชัดเจนเป็นบริเวณกว้าง มีการแตกเลือดในบริเวณต่าง ๆ ของตับ หลอดเลือด sinusoids ถูกทำลายอย่างชัดเจน เซลล์ของท่อน้ำดีมีการตายและมีการแตกเลือดในตับอย่างชัดเจน ซึ่งสารพิษที่ตรวจพบจากเซลล์ *M. aeruginosa* คือ microcystin – LR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ไมโครซิสติน

2.3.1 คุณสมบัติทั่วไป (Lehr and Keeley. 2005)

ไมโครซิสตินมีลักษณะโมเลกุลเป็นวงแหวน cyclic peptide ซึ่งประกอบขึ้นมาจากโมเลกุลของกรดอะมิโนโปรตีน 2 ตัว และโมเลกุลของสารประกอบอื่นที่ไม่ใช่กรดอะมิโนโปรตีนอีก 5 ตัว โดยความเป็นพิษของพิษนี้จะขึ้นกับการปรากฏของ Adda (3-amino-9-methoxy-2,6,8-trimethyl-10-phenyldeca-4,6-dienoic acid) ซึ่งมีค่าการดูดกลืนแสงที่ 238 นาโนเมตร โครงสร้างโมเลกุลของไมโครซิสตินที่หลากหลายนั้นเกิดจากความแตกต่างกันของหมู่สารประกอบที่ต่างกัน (รูปที่ 2.1) โดยน้ำหนักโมเลกุลของไมโครซิสตินอยู่ในช่วง 800 – 1100 ดาลตัน



ภาพที่ 2.1 โครงสร้างโมเลกุลของพิษไมโครซิสติน

2.3.2 สมบัติทางกายภาพของไมโครซิสติน

ไมโครซิสตินเป็นของแข็งอสัณฐานที่ปราศจากสีและมักแสดงค่า specific rotation เป็นลบเมื่อเป็นสารละลายอยู่ในตัวทำละลายที่เป็นน้ำหรือเมทานอล สเปกตรัมในช่วงยูวีของสารกลุ่มนี้จะมีค่าดูดกลืนแสงสูงสุดที่ 238 นาโนเมตร ซึ่งเป็นผลมาจาก conjugated diene ในโมเลกุลของ Adda ซึ่งค่าการดูดกลืนแสงนี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์เพื่อการตรวจจับสารกลุ่มนี้ด้วยเครื่อง HPLC (Kondo *et al.* 1992)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 ความคงตัวของไมโครซิสติน

ไมโครซิสตินเป็นสารที่มีโครงสร้างโมเลกุลเป็นวงแหวนที่มีความเสถียรต่อปฏิกิริยาสูง ซึ่งไมโครซิสตินมีครึ่งชีวิตประมาณ 3 สัปดาห์ ภายใต้สภาวะที่มีค่า pH เท่ากับ 1 และ อุณหภูมิ เท่ากับ 40 องศาเซลเซียส การทำลายไมโครซิสตินต้องใช้การกลั่นด้วยกรดที่มีฤทธิ์กัดกร่อนสูงมาก เช่น 6N hydrochloric acid หรือ trifluoroacetic acid และไมโครซิสตินยังทนต่อการย่อยสลายของ เอนไซม์ เช่น trypsin นอกจากนี้ผลของรังสีจากแสง fluorescence และแสงอาทิตย์ยังไม่มียผลต่อการ สลายตัวของไมโครซิสตินนี้อีกด้วย (ผกามาต อินทโชติ. 2544)

2.3.4 ผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต

2.3.4.1 ความเป็นพิษต่อสัตว์น้ำ

ไมโครซิสตินเป็นสารพิษที่อยู่ในกลุ่มของ hepatotoxin ดังนั้นเป้าหมายหลักของ ไมโครซิสตินคือ ตับ (Niesink *et al.* 1996) โดยไมโครซิสตินจะไปยับยั้ง โปรตีนฟอสเฟต 1 และ 2A ของเซลล์ตับ ทำให้ตับไม่สามารถผลิตเอนไซม์บางชนิดได้ทำให้หน้าที่ของตับเสียไป รวมทั้งยัง ทำให้หลอดเลือดในตับแตกออก เกิดการทำลายเซลล์ของตับในสิ่งมีชีวิตที่ได้รับไมโครซิสติน หาก ได้รับในปริมาณมากโดยตรง จากการดื่มน้ำที่มีการบวมของแพลงก์ตอนพืชกลุ่มไซยาโนแบคทีเรีย ที่สามารถผลิตไมโครซิสตินได้หรือการบริโภคสัตว์น้ำที่ได้รับไมโครซิสตินโดยตรง เช่น หอย หรือปลาที่กินไซยาโนแบคทีเรียเป็นอาหาร (Lance *et al.* 2006)

จากการศึกษาถึงผลกระทบของไมโครซิสตินต่อปลา 4 ชนิด ในทะเลสาบไท่หู (Taihu) ของประเทศจีน โดยใช้ปลากินพืช 2 ชนิดคือ *H. militrix* และ *Aristichthys nobilis* ปลากิน เนื้อ 1 ชนิด คือ *C. auratus* และ ปลากินเนื้อ 1 ชนิด คือ *C. ilishaeformis* โดยนำปลาทั้ง 4 ชนิด เลี้ยงในกระชังขนาดใหญ่ ที่มีการบวมของไซยาโนแบคทีเรีย พบว่า ปลากินเนื้อ *C. ilishaeformis* มีการเปลี่ยนแปลงของเซลล์ตับรุนแรงที่สุด โดย organelle ต่าง ๆ ภายในเซลล์ตับจะ บวม จากนั้น เซลล์ตับจะเริ่มบวมซึ่งเกิดจากการคั่งของเลือด และเซลล์จะเริ่มแยกตัวจากเนื้อเยื่อตับ รองลงมาคือ ปลากินพืชและเนื้อ *C. auratus* และปลากินพืชทั้งสองชนิดคือ *H. militrix* และ *A. nobilis* มีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด (Qiu *et al.* 2007) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาผลของไมโครซิส- ตินต่อลูกปลา *Oryzias latipes* ระยะเอมบริโอพบว่าลูกปลามีอัตราการรอดลดลง 90 เปอร์เซ็นต์ (Jacquet *et al.* 2004) และจากการศึกษาผลกระทบของไมโครซิสตินต่อประชากร mollusk กลุ่ม prosobranchs (hydrobiidae, bithyniidae), pulmonates (planorbidae, lymnaeidae, physidae, ancyliida) และ bivalves (sphaeridae) ในแหล่งน้ำ ก่อนและหลังการบวมของไซยาโนแบคทีเรีย พบว่าหลังจากมีการบวมของไซยาโนแบคทีเรียแล้วกลุ่มที่พบมากที่สุดคือ pulmonates รองลงมา คือ prosobranchs และไม่พบ bivalves เกิดขึ้นเลย (Gerard *et al.* 2009)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หากได้รับไมโครซิสตินเป็นเวลานานจากการบริโภคสัตว์น้ำหรือคิมมูน้ำที่อยู่ในแหล่งน้ำที่มีการบลูมของแพลงก์ตอนพืชกลุ่มไซยาโนแบคทีเรียที่สร้างไมโครซิสติน อาจทำให้เกิดมะเร็งตับได้ เนื่องจากไมโครซิสตินมีผลในทางบวกที่จะไปกระตุ้นให้มีการเกิดมะเร็งในตับ โดยจากการศึกษาในปลาชนิดของ Soares *et al.* (2004) พบว่าพิษชนิดนี้มีการสะสมอยู่ในตัวปลาทั้งอวัยวะภายในเช่น ตับ มีปริมาณถึง 2.8 ไมโครกรัมต่อกรัม และในเนื้อ 0.05 ไมโครกรัมต่อกรัม และจากการศึกษาของ Ferrao-Filho *et al.* (2002) พบว่ามีการสะสมของไมโครซิสตินในแพลงก์ตอนสัตว์และมีการถ่ายทอดพิษนี้ในห่วงโซ่อาหารให้กับสัตว์ที่อยู่ในลำดับห่วงโซ่ที่สูงกว่า แสดงให้เห็นว่าไมโครซิสตินนี้สามารถถ่ายทอดในวงจรห่วงโซ่อาหารได้

2.3.4.2 ความเป็นพิษต่อมนุษย์

ไมโครซิสตินมีความคงทนต่อระดับ pH ที่เป็นกรดสูงได้ดีและมีความทนทานต่อการย่อยสลายของเอนไซม์ในกระเพาะอาหาร โดยอาการของการได้รับไมโครซิสตินคือ มีการตกเลือดภายในและการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักตับซึ่งจะสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณไมโครซิสตินที่ได้รับ ดังนั้นหากได้รับไมโครซิสตินในปริมาณต่ำเป็นระยะเวลาานจะทำให้ตับไม่สามารถซ่อมแซมเซลล์ส่วนที่ได้รับอันตรายจากสารพิษได้ (Fitzgeorge *et al.* 1994) จากรายงานการวิจัยของ Chen *et al.* (2006) พบว่ามีผู้ป่วยเกิดอาการตกเลือดในตับซึ่งเกิดจากเส้นเลือดในตับแตก โดยผู้ป่วยได้รับไมโครซิสตินจากการใช้น้ำในแหล่งน้ำซึ่งเป็นทะเลสาบที่มีการบลูมของไซยาโนแบคทีเรียปริมาณมาก มีผู้ป่วยที่เสียชีวิต 60 คน และยังพบเหตุการณ์เดียวกันนี้ในประเทศจีนเช่นกัน

2.3.5 ไมโครซิสตินที่พบในประเทศไทย

มีรายงานพบไมโครซิสตินในสถานที่หลายแห่งของประเทศไทย โดย Aroonvilairat *et al.* (2008) ทำการวิเคราะห์ปริมาณไมโครซิสตินในเซลล์ไซยาโนแบคทีเรีย ซึ่งจากเซลล์ทั้งหมดเป็นชนิด *Microcystis aeruginosa* Kütz มากกว่า 95 เปอร์เซ็นต์ ที่ลอยอยู่บนผิวน้ำ ของอ่างเก็บน้ำห้วยห้วยก พบว่าในเซลล์ไซยาโนแบคทีเรียมีปริมาณพิษไมโครซิสติน (microcystin – LR) เท่ากับ 140 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง และจากรายงานของ Ruangyuttikarn *et al.* (2004) ซึ่งทำการเก็บตัวอย่างไซยาโนแบคทีเรียจากอ่างเก็บน้ำห้วยห้วยก ในปี 2001 เพื่อวิเคราะห์ปริมาณไมโครซิสตินพบว่าปริมาณไมโครซิสติน (microcystin – LR) เท่ากับ 1.86 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง

มีรายงานปริมาณพิษไมโครซิสตินที่ตรวจพบจากการเก็บตัวอย่างของ Mahakhant *et al.* (2006) จากบ่อน้ำจืด 1 บ่อ และอ่างเก็บน้ำ 2 แห่ง ในประเทศไทย โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำที่มีการบลูมของ *M. aeruginosa* นำไปวิเคราะห์หาปริมาณของไมโครซิสติน พบว่า มีปริมาณไมโครซิสตินเท่ากับ 0.7 – 0.8 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้งของตัวอย่าง ซึ่งไมโครซิสตินที่พบมีชนิด microcystin – RR และ – LR เป็นหลัก และจากการศึกษาของ Ueno *et al.* (1996) ซึ่งทำการเก็บตัวอย่างน้ำจากทะเลสาบ, อ่างเก็บน้ำ และ แม่น้ำ จากประเทศต่าง ๆ คือ ประเทศ ญี่ปุ่น, ไทย,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เยอรมัน และ โปรตุเกส เพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณไมโครซิสตินโดยใช้วิธีการ enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) พบว่าตรวจพบพิษในแหล่งน้ำของประเทศไทย 6 ตัวอย่าง จากทั้งหมด 10 ตัวอย่าง จากแหล่งน้ำในจังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งมีปริมาณเฉลี่ยและสูงที่สุดเท่ากับ 161 และ 354 พิโคกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ

จากรายงานของ Mahakhant *et al.* (1998b) อ้างโดย อมรเทพ อาชวกุลเทพ (2004) ถึงปริมาณไมโครซิสติน (microcystin – RR) ในเซลล์แพลงก์ตอนพืชจากแหล่งน้ำต่าง ๆ ในประเทศไทย ได้แก่ เขื่อนแม่กวง, อ่างเก็บน้ำบางพระ, บ่อเปิดในกรุงเทพ, เขื่อนแก่งกระจาน และเขื่อนลำนครหลวง โดยจากแหล่งน้ำทั้งหมด มีการบลูมของ *M. aeruginosa* ซึ่งพบปริมาณไมโครซิสตินในตัวอย่างแพลงก์ตอน เท่ากับ 0.77, 0.55, 0.76, 0.78 และ 0.78 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ

จากการศึกษาของ Prommana *et al.* (2006) ซึ่งทำการศึกษายปริมาณไมโครซิสตินในบ่อเลี้ยงกุ้งก้ามกราม *Microcystis rosenbergii* จำนวน 2 บ่อ ในจังหวัดเชียงราย โดยทำการเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนบริเวณที่มีการบลูมบนผิวน้ำอย่างหนาแน่น โดยใช้ถุงเก็บแพลงก์ตอน ขนาดของช่องตาเท่ากับ 10 ไมโครเมตร และทำการเก็บตัวอย่างน้ำ บ่อละ 3 จุด แล้วนำมาผสมกัน เพื่อมาทำการวิเคราะห์ปริมาณไมโครซิสติน จากตัวอย่างพบว่าชนิดของแพลงก์ตอนพืชที่เป็นชนิดเด่นและมากที่สุด คือ *M. aeruginosa* และ *M. wesenbergii* มีความเข้มข้นเท่ากับ $850,000 \pm 190,000$ และ $302,000 \pm 73,000$ โคโลนีต่อลิตร ตามลำดับ และจากการวิเคราะห์พบว่า ตัวอย่างเซลล์แพลงก์ตอนมีปริมาณไมโครซิสตินเท่ากับ 0.44 ± 0.020 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง ซึ่งพบเป็น microcystin – LR เท่ากับ 45 เปอร์เซ็นต์ และ microcystin – RR เท่ากับ 48 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณไมโครซิสตินในน้ำตัวอย่างมีค่าต่ำที่สุดและสูงที่สุด เท่ากับ 2.2 ± 3.0 และ 9.4 ± 2.0 ไมโครกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งในการเพาะเลี้ยง ไมโครซิสตินอาจส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและถ่ายทอดผ่านห่วงโซ่อาหารมาถึงคนได้

จากการศึกษาโดยใช้หอยน้ำจืด *Chamberlainia hainesiana* เพื่อกำจัดเซลล์ของ *M. aeruginosa* ทำการศึกษา โดยใช้หอย 3 ขนาด คือ 5.48 ± 0.59 , 10.28 ± 0.89 และ 20.55 ± 0.55 เซนติเมตร ขนาดละ 36 ตัว เลี้ยงในบ่อที่บรรจุน้ำ 800 ลิตร อุณหภูมิอากาศ, น้ำ และค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ในช่วง 23 – 27 องศาเซลเซียส, 22 – 26.5 องศาเซลเซียส และ 7.2 – 8.6 ตามลำดับ โดยในบ่อเลี้ยงมีปริมาณเซลล์ของ *M. aeruginosa* ที่มีการสะสมพิษ microcystin – LR เท่ากับ 10^3 เซลล์ต่อมิลลิลิตร ทำการศึกษา 5 วัน พบว่าเมื่อสิ้นการทดลองเซลล์ของ *M. aeruginosa* มีปริมาณลดลงแต่ไม่มีการสะสมของ microcystin – LR ในเนื้อหอย ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าปริมาณพิษมีน้อยจึงตรวจไม่พบ (อมรเทพ อาชวกุลเทพ, 2004)

มีรายงานการพบการสะสมของไมโครซิสตินในตัวกุ้งน้ำจืดและปลาที่เลี้ยง ในบ่อกุ้งน้ำจืด 4 บ่อ บ่อปลา 4 บ่อ ในจังหวัดเชียงรายและบ่อปลา 2 บ่อ ในจังหวัดเชียงใหม่ที่มีการบลูมของไซยาโนแบคทีเรียคือ *M. aeruginosa* พบว่าในเนื้อกุ้งมีการสะสมของไมโครซิสตินอยู่ 0.003 – 0.3 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม และในเนื้อปลาพบการสะสมของไมโครซิสตินเท่ากับ 0 – 0.03 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม (Ruangrit *et al.* 2009)

2.4 ปัจจัยคุณภาพน้ำ

น้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำทุกประเภท เนื่องจากน้ำเป็นแหล่งออกซิเจน แหล่งอาหาร เป็นที่รองรับสิ่งขับถ่าย ควบคุมอุณหภูมิร่างกายของสัตว์น้ำ และเป็นแหล่งสะสมของเชื้อที่ก่อให้เกิดโรคกับสัตว์น้ำ (วิรัช จิวแหยม. 2544) ปัจจัยคุณภาพน้ำที่เหมาะสมจะทำให้การเลี้ยงปลาได้ผลผลิตที่ดีทั้งปริมาณและคุณภาพ (จำเนียร ทองพันชั่ง. 2542) ดังนั้นเราสามารถแบ่งปัจจัยคุณภาพน้ำออกเป็นดังนี้

2.4.1 ปัจจัยคุณภาพน้ำทางกายภาพ

2.4.1.1 อุณหภูมิ (temperature)

อุณหภูมิของน้ำมีผลกระทบต่อการกินอาหาร การสืบพันธุ์ ความต้านทานโรค อัตราเมตาบอลิซึมของสัตว์น้ำและของพืชน้ำจะเปลี่ยนแปลง โดยเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นสิ่งมีชีวิตทั้งสัตว์และพืชน้ำจะมีอัตราเมตาบอลิซึมสูงขึ้นแต่ความสามารถในการละลายออกซิเจนของน้ำลดลง จึงอาจทำให้เกิดปัญหาการขาดแคลนออกซิเจนในแหล่งน้ำ ดังนั้นเมื่ออุณหภูมิน้ำเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วก็อาจเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำได้ (วิรัช จิวแหยม. 2544) อุณหภูมิของแหล่งน้ำธรรมชาติจะแตกต่างกันตามสภาพภูมิประเทศ ลักษณะภูมิอากาศและตามฤดูกาล สำหรับประเทศเขตร้อนโดยเฉพาะประเทศไทยมีอุณหภูมิของน้ำแปรผันอยู่ในช่วง 23-32 องศาเซลเซียส (ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และ จารุวรรณ สมศิริ. 2528)

อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของ ไชยาโนแบคทีเรียอยู่ในช่วงมากกว่า 25 องศาเซลเซียส (Rapala *et al.* 1997) จากรายงานของ Davis *et al.* (2009) ซึ่งศึกษาผลของช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของไชยาโนแบคทีเรีย โดยเก็บข้อมูลจากแหล่งน้ำ 4 แห่ง ในประเทศสหรัฐอเมริกา คือ Lake Agawam, Lake Ronkonkoma, Mill Pond, และ Lake Champlain พบว่าที่ อุณหภูมิ 25 – 28 องศาเซลเซียส เป็นช่วงที่ไชยาโนแบคทีเรียโตดีและผลิตไมโครซิสตินได้มาก และจากการศึกษาความสัมพันธ์ของอุณหภูมิกับการเกิดไชยาโนแบคทีเรียในบ่อน้ำในประเทศบังคลาเทศพบว่าที่อุณหภูมิ 33.21-33.53 องศาเซลเซียส ไชยาโนแบคทีเรียเจริญเติบโตดีที่สุด (Rahman and Jewel. 2008)

2.4.1.2 ค่าความโปร่งแสง (transparency)

ค่าความโปร่งแสงของน้ำเป็นความสามารถของแสงในการทะลุผ่านลงไปใต้น้ำ ความโปร่งแสงของน้ำเกิดขึ้นจากตะกอนที่แขวนลอย รวมทั้งการเจริญของแพลงก์ตอนในน้ำ ค่าความโปร่งแสงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ ควรมีค่าอยู่ระหว่าง 30 - 60 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพราะถ้าค่าความโปร่งแสงต่ำกว่า 30 เซนติเมตร แสดงว่าน้ำขุ่นหรือปริมาณแพลงก์ตอนมากเกินไป แต่ถ้าน้ำมีความโปร่งแสงมากกว่า 60 เซนติเมตรขึ้นไป แสดงว่าน้ำนั้นขาดความอุดมสมบูรณ์ (ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และ จารุวรรณ สมศิริ. 2528) ความโปร่งแสงสามารถส่งผลถึงการเปลี่ยนแปลง ประชาคมของแพลงก์ตอนพืชได้ ถ้าความโปร่งแสงลดลงจะทำให้เกิดการเปลี่ยนชนิดของแพลงก์-ตอนพืชจาก Chlorophyta เป็น Cyanophyta (Chellappa and Costa. 2003)

2.4.1.3 สารแขวนลอยทั้งหมดในน้ำ

สารแขวนลอยทั้งหมดในน้ำสามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ Total suspended solids ประกอบด้วยของแข็งที่ตกตะกอนและของแข็งแขวนลอย ส่วนที่สองเป็นสารแขวนลอย ทั้งหมดที่ละลายในน้ำ (Total dissolved solids) ได้แก่ เกลืออนินทรีย์ต่าง ๆ เช่น NaCl เป็นต้น และ ส่วนที่เป็นอินทรีย์สารเช่น แป้ง น้ำตาล กรดอะมิโน วิตามินบางชนิดและผงซักฟอก เป็นต้น เปี่ยมศักดิ์ เมนะเสวต (2543) กล่าวว่า ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำเป็นเครื่องชี้ความอุดมสมบูรณ์ของ แหล่งน้ำที่สำคัญอย่างหนึ่ง โดยของแข็งเป็นสิ่งเจือปนในน้ำที่ทำให้คุณสมบัติของน้ำเปลี่ยนแปลง ไป ถ้าเป็นสารอินทรีย์ที่จุลินทรีย์ย่อยสลายได้จะทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำลดลงอย่างรวดเร็ว ถ้าเป็นพวกที่ไม่ละลายน้ำที่เป็นสารแขวนลอยจะทำให้มีน้ำขุ่น มีสี ลดปริมาณแสงที่ผ่านใน น้ำอัตราการสังเคราะห์แสงของพืชน้ำและแพลงก์ตอนพืชลดลง แหล่งน้ำขาดความอุดมสมบูรณ์ สารแขวนลอยมีความสัมพันธ์กับความ โปร่งแสง ซึ่งจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของชนิดแพลงก์-ตอน โดยเมื่อน้ำมีสารแขวนลอยมากจะทำให้น้ำมีความโปร่งแสงน้อยลงส่งผลให้เกิดไซยาโน-แบคทีเรียตามมา (Chellappa and Costa. 2003; Cucker. 1987) น้ำที่มีตะกอนแขวนลอยจะดูดซับ ออกซิเจนได้น้อยกว่าน้ำใส และน้ำที่ให้ผลผลิตในการเพาะเลี้ยงที่ดีควรมีค่าปริมาณสารแขวนลอย อยู่ในช่วง 25 - 80 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่ถ้าอยู่ในช่วงระหว่าง 80 - 400 มิลลิกรัมต่อลิตร จะให้ผลผลิต ลดลง และถ้ามากเกินไป 400 มิลลิกรัมต่อลิตรขึ้นไป จะเลี้ยงปลาไม่ได้ผล (ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และ จารุ วรรณ สมศิริ. 2528)

2.4.2 ปัจจัยคุณภาพน้ำทางเคมี

2.4.2.1 ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)

ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำนั้นแสดงถึงปริมาณความเข้มข้นของไฮโดรเจน อีออน (H^+) ที่มีอยู่ในน้ำ (Holden. 1970) โดยจะมีความสัมพันธ์ในทางตรงกันข้ามกับปริมาณ คาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายอยู่ในน้ำ (Reid and Wood. 1976) การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด เป็นด่างของน้ำอาจเกิดขึ้นจากการสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืช โดยจะมีความสัมพันธ์กับ ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยออกมาจากการสังเคราะห์แสง ชาญยุทธ คงภิมย์ชื่น (2533) กล่าวว่า ช่วงความเป็นกรดเป็นด่างที่เหมาะสมแก่สัตว์น้ำจะอยู่ระหว่าง 6.5 - 9.0 หากสูงหรือต่ำ กว่านี้จะเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ และส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของแพลงก์ตอนชนิดต่าง ๆ ซึ่งผล

ของค่าความเป็นกรดเป็นด่างในน้ำจะส่งผลต่อความสามารถในการใช้ธาตุอาหารในน้ำของแพลงก์ตอนพืชและสัตว์น้ำ (ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และ จารุวรรณ สมศิริ. 2528) โดยพบว่าเมื่อค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ในช่วงต่ำกว่า 4.5 จะไม่มีแพลงก์ตอนกลุ่มไซยาโนแบคทีเรียอยู่เลย (Prescott. 1962) โดย Scagel *et al.* (1967) ได้ศึกษาว่าถ้ามีค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ระหว่าง 4.0 – 6.5 จะมีแพลงก์ตอนกลุ่ม ไดอะตอมจำนวนมากแต่มีปริมาณในแต่ละสกุณน้อย ถ้าความเป็นกรดเป็นด่างสูงในช่วงระหว่าง 7 – 9 จำนวนไดอะตอมจะมีความหลากหลายของชนิดน้อยแต่จะมีปริมาณในแต่ละสกุณมากและพบแพลงก์ตอนกลุ่มไซยาโนแบคทีเรียมาก ถ้าความเป็นกรดเป็นด่างสูงถึง 9 – 10 จะมีแพลงก์ตอนกลุ่มไซยาโนแบคทีเรียเจริญเติบโตมากที่สุด

2.4.2.2 ค่าความเป็นด่างของน้ำ (alkalinity)

ค่าความเป็นด่างของน้ำหมายถึง ความสามารถหรือคุณสมบัติของน้ำในการรับโปรตอน ซึ่งหมายถึง น้ำมีความสามารถในการเป็นบัฟเฟอร์ซึ่งจะรักษาระดับความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำไม่ให้เปลี่ยนแปลงมากนัก (จุฑามัทธกั รักจิตธรรม. 2539; Wedemeyer *et al.* 1976) เพื่อให้ น้ำมีความเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์และพืชน้ำ ความเป็นด่างของน้ำประกอบด้วยคาร์บอเนต (CO_3), ไบคาร์บอเนต (HCO_3) และไฮดรอกไซด์ (OH) แต่อาจจะมีพวกซิลิเกต, ฟอสเฟต, บอเรต, ฟลูออไรด์, อาร์ซิเนต, อลูมิเนตและสารอินทรีย์ต่าง ๆ อยู่บ้าง แต่มีปริมาณน้อย (ชาลยูทช คงกริมย์ชั้น. 2533) ค่าความเป็นด่างในแหล่งน้ำตามธรรมชาติจะอยู่ในช่วง 20 – 200 มิลลิกรัมต่อลิตร (ยนต์ มุสิก. 2530) โดยค่าความเป็นด่างที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำควรอยู่ในช่วง 100-200 มิลลิกรัมต่อลิตร (ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และ จารุวรรณ สมศิริ. 2528) ในแหล่งน้ำที่มีค่าความเป็นด่างสูงจะพบไซยาโนแบคทีเรียอยู่เป็นจำนวนมาก จากรายงานของ Ballot *et al.* (2005) ศึกษาชนิดของไซยาโนแบคทีเรียที่พบในแหล่งน้ำจากทะเลสาบ Sonachi และ Simbi ในประเทศ เคนยา ที่มีความเป็นด่าง อยู่ในช่วง 200 – 400 มิลลิกรัมต่อลิตร พบชนิดของไซยาโนแบคทีเรียคือ ในทะเลสาบ Sonachi พบ *Arthrospira fusiformis* เป็นชนิดเด่นและในทะเลสาบ Simbi พบ *A. fusiformis* and *Anabaenopsis abijatae* เป็นชนิดเด่น

2.4.2.3 ค่าความกระด้างของน้ำ (hardness)

ความกระด้างของน้ำเป็นปริมาณเกลือแคลเซียม แมกนีเซียม ในรูปของแคลเซียมคาร์บอเนต รวมทั้งไอออนของโลหะที่มีวาเลนซ์สองที่ละลายอยู่ในน้ำ เช่น ฟอสฟอรัสและแมงกานีสเป็นต้น (Wedemeyer *et al.* 1976) โดย ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และ จารุวรรณ สมศิริ (2528) ได้แบ่งประเภทของน้ำตามระดับความกระด้างของน้ำไว้ดังนี้

น้ำที่มีความกระด้าง 0 - 75 มิลลิกรัมต่อลิตร จัดเป็นน้ำอ่อน

น้ำที่มีความกระด้าง 75 – 150 มิลลิกรัมต่อลิตร จัดเป็นน้ำกระด้างปานกลาง

น้ำที่มีความกระด้าง 150 – 300 มิลลิกรัมต่อลิตร จัดเป็นน้ำกระด้าง

และถ้ามากกว่า 300 มิลลิกรัมต่อลิตรขึ้นไป จัดเป็นน้ำกระด้างมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยเฉพาะในน้ำทะเลและน้ำกร่อยจะมีโซเดียมไอออน (Na^+) ปะปนอยู่ทำให้ความกระด้างของน้ำสูงขึ้นได้ ซึ่งไม่เป็นความกระด้างที่แท้จริง (pseudo-hardness) ซึ่งค่าความกระด้างที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำควรมีค่าอยู่ที่ระหว่าง 100 - 200 มิลลิกรัมต่อลิตร (ชาญยุทธ คงภิรมย์ชั้น. 2533) ในส่วนของผลกระทบที่เกิดกับแพลงก์ตอนพบว่า เมื่อค่าความกระด้างมีความเปลี่ยนแปลงจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนพืชได้ โดยในแหล่งน้ำที่มีความกระด้างมากจะพบสาหร่ายสีเขียวในอันดับ Volvocales ซึ่งได้แก่ *Volvox* และ *Pandorina* ในแหล่งน้ำที่มีแคลเซียมในปริมาณสูงของเขตร้อนจะพบแพลงก์ตอนกลุ่ม Coccolithophorids ในปริมาณมาก (Prescott. 1962) และพบ *Microcystis*, *Chroococcus*, *Anabaena*, *Pediasastrum*, *Staurastrum*, *Coscinodiscus* และ *Melosira* เป็นต้น (Round. 1981) และจากการศึกษาของ Chapman (1969) พบว่าในแหล่งน้ำที่มีความกระด้างน้อยจะพบแพลงก์ตอนพืชในกลุ่ม desmids เป็นกลุ่มใหญ่และพบแพลงก์ตอนกลุ่มไซยาโนแบคทีเรียกับแพลงก์ตอนพืชสีเขียวบางชนิดเท่านั้น

2.4.2.4 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (dissolved oxygen)

ออกซิเจนมีความสำคัญต่อแหล่งน้ำมาก ออกซิเจนเป็นตัวควบคุมกระบวนการใช้พลังงานของแหล่งน้ำ ไม่ว่าพืชหรือสัตว์ต่างต้องการออกซิเจนในการหายใจ นอกจากนี้ปริมาณการละลายของออกซิเจนยังใช้เป็นเครื่องชี้คุณภาพของน้ำในแหล่งน้ำได้อีกด้วย (เปี่ยมศักดิ์ เมนะเสวต. 2543) โดยปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น เมื่อความกดดันของอากาศสูง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำจะสูงขึ้นด้วย (กรรณิการ์ สิริสิงห. 2522) แต่ถ้าอุณหภูมิของน้ำหรือเกลือแร่ในน้ำสูงจะทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำต่ำลง นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับความเร็วของกระแสและอัตราการหายใจของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำนั้น อีกด้วย (Maitland. 1978) โดยทั่วไปปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตไม่ควรต่ำกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร และถ้ามีค่าต่ำกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร จะเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ (นันทนา คชเสนี. 2536) และในแหล่งน้ำที่มีการเจริญเติบโตของไซยาโนแบคทีเรียเป็นจำนวนมากจะมีปริมาณการละลายของออกซิเจนในน้ำต่ำ โดยบ่อน้ำในประเทศบังกลาเทศที่มีการเจริญของไซยาโนแบคทีเรียมีการละลายของออกซิเจนในน้ำอยู่ในช่วง 0.36 – 3.26 มิลลิกรัมต่อลิตร (Rahman and Jewel. 2008)

2.4.2.5 ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (biochemical oxygen demand)

ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีหรือค่าบีโอดี เป็นค่าที่บอกให้ทราบถึงปริมาณออกซิเจนที่แบคทีเรียจำเป็นต้องใช้เพื่อการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำ ซึ่งบีโอดีสามารถใช้เป็นดัชนีในการแสดงถึงความเน่าเสียของน้ำได้ ถ้าปริมาณความต้องการออกซิเจนสูงมากแสดงว่าในน้ำมีอินทรีย์วัตถุที่เน่าสลายอยู่มากซึ่งจุลินทรีย์ในน้ำจะใช้ ออกซิเจนในการย่อยสลายเป็นจำนวนมากจึงทำให้ออกซิเจนในแหล่งน้ำนั้นขาดแคลนได้ (ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และ จารุวรรณ สมศิริ. 2528)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และในแหล่งน้ำที่มีการเจริญเติบโตของไซยาโนแบคทีเรียจำนวนมาก แหล่งน้ำจะมีค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีสูง (Oi and Ao. 2009) ทั้งนี้อัตราของปฏิกิริยาออกซิเดชันทางชีวเคมีเป็นสัดส่วนโดยตรงกับอุณหภูมิโดยในช่วงอุณหภูมิ 10 – 30 องศาเซลเซียส จะมีความสัมพันธ์แบบเส้นตรงและเมื่ออุณหภูมิเท่ากับ 4 องศาเซลเซียส ปฏิกิริยาทางชีวเคมีจะเท่ากับศูนย์ (Hammer. 1975)

2.4.2.6 สารประกอบไนโตรเจน

ไนโตรเจนมีความสำคัญต่อระบบนิเวศวิทยาของแหล่งน้ำมาก เพราะเป็นส่วนประกอบของอินทรีย์สารหลายชนิดที่มีความสำคัญต่อความเป็นอยู่ของพืชและสัตว์ เช่น เป็นส่วนประกอบของโปรตีน และไขมันบางชนิด ฉะนั้นสารประกอบไนโตรเจนจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างหนึ่งของความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ (เปี่ยมศักดิ์ เมนะเสวต. 2543) ไนโตรเจนในน้ำมีทั้งรูปที่เป็นสารอินทรีย์และอนินทรีย์ในโตรเจนซึ่งได้แก่ แอมโมเนีย ไนไตรท์ และไนเตรทไนโตรเจน (ณฐกร ประดิษฐ์สรรพ. 2543) ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และ จารุวรรณ สมศิริ (2528) กล่าวว่าแอมโมเนียจะเป็นพิษต่อปลาเมื่ออยู่ในรูป unionized form หรือ NH_3 ส่วน ionized-form หรือ NH_4^+ จะไม่มีพิษต่อสัตว์น้ำ เว้นแต่จะมีอยู่ในปริมาณสูงมาก ๆ โดยทั่วไปพืชมักใช้ในโตรเจนในรูปของแอมโมเนียและไนเตรท ซึ่งแอมโมเนียได้มาจากการใช้ปุ๋ยในการเกษตร อุตสาหกรรม และซากพืช ซากสัตว์ที่ตายลงในน้ำและดิน รวมทั้งสิ่งขับถ่ายของสิ่งมีชีวิต สำหรับไนไตรท์จะมีความเป็นพิษต่อสัตว์น้ำสูงซึ่งไนไตรท์เป็นสารที่เกิดขึ้นช่วงหนึ่งของขบวนการไนตริฟิเคชัน (nitrification) โดยแบคทีเรียสกุล *Nitrosomonas* ซึ่งเปลี่ยนแอมโมเนียให้เป็นไนไตรท์ และในขบวนการไนตริฟิเคชันเดียวกันไนไตรท์จะถูกเปลี่ยนให้เป็นไนเตรทซึ่งไม่เป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำและเป็นสารประกอบไนโตรเจนซึ่งแพลงก์ตอนพืชสามารถนำไปใช้ได้ จากการเปลี่ยนรูปโดยแบคทีเรียสกุล *Nitrobacter* ตามลำดับ (เปี่ยมศักดิ์ เมนะเสวต. 2543; ชาญยุทธ คงภิมย์ชื่น. 2533) โดยค่าแอมโมเนียไนโตรเจนที่ปลอดภัยต่อสัตว์น้ำคือ ไม่เกิน 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร (วิรัช จิวแหยม. 2544) ปริมาณไนไตรท์ไนโตรเจนที่ปลอดภัยต่อปลา คือ ไม่เกิน 1 มิลลิกรัมต่อลิตร (Lin and Wu. 1995) ปริมาณไนเตรทไนโตรเจนที่ปลอดภัยสำหรับสัตว์น้ำอยู่ที่ ไม่เกิน 5 มิลลิกรัมต่อลิตร (กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม. 2532) ในแหล่งน้ำที่มีไนโตรเจนสูงมักพบแพลงก์ตอนพืชปริมาณมาก โดยเฉพาะกลุ่มกลุ่มไดอะตอม *Melosira varians*, *Synedra ulna* และ *Navicula viridula* (Patrick. 1977) ซึ่งเมื่อมีแอมโมเนียมากจะพบแพลงก์ตอนกลุ่มสีเขียวคือ *Closterium acdiculate* แหล่งน้ำจืดที่มีปริมาณไนโตรเจนปานกลางพบแพลงก์ตอนพืชกลุ่มไซยาโนแบคทีเรีย, แพลงก์ตอนพืชสีเขียวและกลุ่มยูกลินอยด์ ส่วนในแหล่งน้ำที่มีธาตุอาหารต่ำ โดยมีอัตราส่วนระหว่างไนเตรทกับฟอสเฟตต่ำ จะพบว่าแพลงก์ตอนพืชสีเขียวและ desmid บางชนิดสามารถเจริญเติบโตได้ดี แต่เมื่อปริมาณไนเตรทกับฟอสเฟตสูงจะพบไดอะตอมเจริญเติบโตได้ดี จากรายงานของ โสภณา บุญญาภิวัฒน์ (2521) พบว่าแอมโมเนียมีอิทธิพลต่อความชุกชุมของไมโครแพลงก์ตอนมากกว่าไนเตรท แต่มีเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกไปเผยแพร่ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพลงก์ตอนบางชนิดที่ใช้ในตรทได้ดีกว่าแอม โมเนีย ดังนั้นความต้องการธาตุอาหารที่ต่างกันนี้จึงเป็นตัวกำหนดการทดแทนกันของเพลงก์ตอนพืช (Keeney. 1970)

2.4.2.7 สารประกอบฟอสฟอรัส

ฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่มีความสำคัญมากในระบบนิเวศวิทยา ทั้งนี้เพราะฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการแปรรูปของของพลังงาน เช่น เป็นส่วนประกอบของ deoxyribonucleic acid (DNA) และ ribonucleic acid (RNA) ตามปกติแล้วจะมีปริมาณฟอสฟอรัสอยู่เป็นจำนวนน้อยในแหล่งน้ำ ฟอสฟอรัสที่พบอยู่ในแหล่งน้ำมีอยู่หลายรูปด้วยกัน รูปของฟอสฟอรัสที่พบมากและเกี่ยวข้องกับระบบนิเวศวิทยาของแหล่งน้ำได้แก่ phosphate (PO_4^{3-}) soluble organic phosphorus และ particulate organic phosphorus สารประกอบฟอสฟอรัสที่พืชนำไปใช้ได้อยู่ในรูป ฟอสเฟตที่ละลายในน้ำ (soluble reactive phosphorus, SRP) ได้ดีที่สุด และเนื่องจากฟอสเฟตเป็นพวกที่ละลายน้ำได้ดีและมีจำนวนมากกว่าฟอสเฟตอินทรีย์ที่ละลายอยู่มาก รวมทั้งเป็นรูปที่เพลงก์ตอนพืชสามารถนำไปใช้ได้ดี จึงอาจใช้ค่าของฟอสเฟตหรือ SRP แทนค่าผลรวมของฟอสฟอรัสที่ละลายอยู่ในน้ำ (total soluble phosphorus) ทั้งหมดได้ ซึ่งปริมาณออร์โธ-ฟอสเฟตที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำอยู่ในช่วง 0.3 – 0.4 มิลลิกรัมต่อลิตร (Shrestha and Lin. 1996) และในแหล่งน้ำที่มีค่าฟอสเฟตสูงจะพบการเจริญของ ไชยาโนแบคทีเรียได้ดี โดยในอ่างเก็บน้ำประเทศบราซิลที่พบไชยาโนแบคทีเรียเจริญเติบโตดีมีปริมาณของฟอสเฟตอยู่ในช่วง 0.74 – 0.80 มิลลิกรัมต่อลิตร ชนิด ไชยาโนแบคทีเรียที่เป็นชนิดเด่นคือ *M. aeruginosa*, *Cylindrospermopsis raciborskii*, *Raphidiopsis curvata* and *Oscillatoria* sp. (Chellappa and Costa. 2003)

2.4.2.8 ค่าการนำไฟฟ้า (electrical conductivity)

ค่าความนำไฟฟ้าหรือความนำไฟฟ้าจำเพาะของน้ำ คือ ความสามารถในการนำกระแสไฟฟ้าของน้ำ ซึ่งมักจะเปลี่ยนแปลงตามปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำซึ่งส่วนใหญ่เป็นพวกเกลือแร่และแร่ธาตุต่าง ๆ ในน้ำ จำนวนประจุของไอออนแต่ละตัว การเคลื่อนที่ของไอออนและอุณหภูมิของน้ำล้วนมีอิทธิพลต่อค่าความนำไฟฟ้าของน้ำ ค่าความนำไฟฟ้าของน้ำจืดส่วนใหญ่จะมีค่าระหว่าง 0.01 - 1 มิลลิซีเมนส์ต่อเซนติเมตร โดยเฉพาะน้ำเสีย ซึ่งค่าความนำไฟฟ้ามีความสัมพันธ์กับปริมาณธาตุอาหารที่อยู่ในรูปไอออนที่แตกตัวได้ เช่น แอมโมเนีย ไนไตรท์ ไนเตรท แคลเซียม หรือ แมกนีเซียม ไอออน ค่าความนำไฟฟ้าของน้ำจึงเป็นครรชนอย่างหยาบที่ใช้ประเมินปริมาณแร่ธาตุหรือธาตุอาหารในน้ำได้ ดังนั้นเมื่อค่าความนำไฟฟ้าในน้ำมากแสดงว่าในน้ำมีธาตุอาหารอยู่มากทำให้เพลงก์ตอนพืชหรือพืชนำไปใช้ในการเจริญเติบโตได้ดี (วิรัช จิวแหยม. 2544) จากรายงานของ Ballot et al. (2005) ซึ่งศึกษาชนิดของไชยาโนแบคทีเรียที่พบในแหล่งน้ำจากทะเลสาบ Sonachi และ Simbi ในประเทศเคนยา พบว่าในแหล่งน้ำที่มีการเจริญเติบโต

ของไซยาโนแบคทีเรียได้คือจะมีค่าความนำไฟฟ้าสูง โดยในทะเลสาบทั้งสองแห่งมีค่าความนำไฟฟ้าอยู่ในช่วง 16 – 20 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร

2.4.3 ปัจจัยคุณภาพน้ำทางชีวภาพ

2.4.3.1 คลอโรฟิลล์ เอ (chlorophyll a)

คลอโรฟิลล์เป็นรงควัตถุสีเขียวที่มีความสำคัญต่อการสังเคราะห์แสง คลอโรฟิลล์มีหลายชนิดแต่คลอโรฟิลล์ที่มีความสำคัญและมีปริมาณมากคือ คลอโรฟิลล์ เอ (กาญจนภาชน์ ลีวโนมนต์. 2527) ลัดดา วงศ์รัตน์ (2524) กล่าวว่ารงควัตถุที่สำคัญในแพลงก์ตอนพืชส่วนใหญ่คือคลอโรฟิลล์ เอ ซึ่งมีบทบาทมากที่สุดในขบวนการสังเคราะห์แสง เนื่องจากเป็นแหล่งเปลี่ยนพลังงานแสงให้เป็นพลังงานเคมี ส่วนรงควัตถุชนิดอื่นทำหน้าที่รองลงไปหรือมีหน้าที่เสริมเท่านั้น โดยดูดพลังงานแสงไว้และส่งต่อไปให้คลอโรฟิลล์ เอ อีกทอดหนึ่ง ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ใช้เป็นดัชนีบอกถึงความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำได้ แหล่งน้ำที่มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ สูงกว่า 0.012 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นแหล่งน้ำที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง (eutrophic) (Marshall and Peters. 1989) และมีรายงานปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ จากตัวอย่างน้ำซึ่งเก็บจากบริเวณผิวน้ำในอ่างเก็บน้ำประเทศบราซิลช่วงฤดูแล้ง พบปริมาณ คลอโรฟิลล์ เอ เท่ากับ 251.6 มิลลิกรัมต่อลิตร แสดงถึงการเจริญเติบโตของไซยาโนแบคทีเรียปริมาณมากในแหล่งเก็บน้ำ (Chellappa and Costa. 2003) นอกจากนี้ ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ยังแสดงถึงมวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชและใช้ประเมินผลผลิตขั้นต้นของแหล่งน้ำได้ (ลัดดา วงศ์รัตน์. 2524)

บทที่ 3

วิธีดำเนินการทดลอง

3.1 อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

3.1.1 อุปกรณ์

3.1.1.1 อุปกรณ์สำหรับเก็บและวิเคราะห์แพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์

- 1) ขวดพลาสติกเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอน
- 2) บีกเกอร์ปริมาตร 5 ลิตร
- 3) กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายสูงชนิดสองตาคีย์หือ Olympus รุ่น BX 51 (compound microscope)
- 4) กล้องถ่ายภาพติดกล้องจุลทรรศน์อัตโนมัติ ยี่ห้อ Olympus รุ่น DP12
- 5) สไลด์นับจำนวนแพลงก์ตอน 0.1 มิลลิเมตร (nanoplankton slide)
- 6) ถังกรองแพลงก์ตอนขนาดช่องตา 15 ไมครอน
- 7) สไลด์และคอปเวอร์สลิป (glass slide and cover slip)
- 8) ไมโครปิเปต
- 9) ชุดเครื่องมือสำหรับวิเคราะห์ชนิดและปริมาณแพลงก์ตอน

3.1.1.2 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

- 1) เทอร์โมมิเตอร์ (thermometer)
- 2) เครื่องวัดความเป็นกรด - ด่าง (pH meter) ยี่ห้อ Complap รุ่น PM102
- 3) เครื่องวัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO meter) ยี่ห้อ Hanna รุ่น HI 9143
- 4) เซคคิ ดิสก์ (secchi disc)
- 5) เครื่องวัดความนำไฟฟ้าในน้ำ (electrical conductivity meter) ยี่ห้อ Cyberscan รุ่น PC 510
- 6) ขวดบีโอดี (BOD bottle)
- 7) ทรายกรอง GF-C สำหรับการทำให้ปริมาณน้ำหนักแห้ง (dry weight) ของสาหร่ายและคลอโรฟิลล์ เอ
- 8) ถ้วยครุชเชิล (crucible) สำหรับวิเคราะห์ ปริมาณสารแขวนลอยในน้ำ
- 9) ชุดอุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับวิเคราะห์ค่าคุณภาพน้ำแอมโมเนีย, ไนโตรเจน, ไนเตรต, ออร์โธฟอสเฟต, คลอโรฟิลล์ เอ, ความเป็นด่าง และ ความกระด้างของน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 10) ป้อนลมดูดอากาศ ยี่ห้อ Daikawa รุ่น YP-50L
- 11) เครื่องกรองและชุดกรองน้ำ
- 12) ตู้อบลมร้อน (hot air oven) ยี่ห้อ Shel lab รุ่น 1350 FX
- 13) โถดูดความชื้น (desiccator)
- 14) เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (spectrophotometer) ยี่ห้อ Milton roy รุ่น spectronic 401

- 15) หลอดวัดค่าการดูดกลืนแสงชนิดแก้ว (Cuvettes)
- 16) เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Mettler toledo รุ่น PB 1502-S
- 17) เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Mettler toledo รุ่น AJ 100

3.1.1.3 อุปกรณ์วิเคราะห์ไมโครซิสทีน

- 1) ป้อนลมดูดอากาศ ยี่ห้อ Daikawa รุ่น YP-50L
- 2) เครื่องกรองและชุดกรอง
- 3) กระดาษกรอง GF-C ขนาดความพรุน 0.45 ไมโครเมตร
- 4) ไซริง (syring) ขนาด 1 มิลลิลิตร
- 5) เครื่อง Vortex mixer ยี่ห้อ Vision รุ่น KMC – 1300V
- 6) เครื่องปั่นเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง ยี่ห้อ Labo fuge 200
- 7) ชุดเครื่องแก้วสำหรับวิเคราะห์ไมโครซิสทีน
- 8) เครื่อง Homogenizer ultra – turrax รุ่น IKA-T10 basic
- 9) ไซริงฟิลเตอร์ (syring filter)
- 10) c-18 cartridge
- 11) ขวด vial
- 12) ตู้แช่แข็ง -20 องศาเซลเซียส ยี่ห้อ Mirage
- 13) ตู้แช่แข็ง -80 องศาเซลเซียส ยี่ห้อ Revco scientific รุ่น ULT 2186 – 5 - V14
- 14) เครื่อง freeze - dry ยี่ห้อ Sanyo รุ่น MDF – U5086W
- 15) เครื่อง LC/MS (liquid chromatography mass spectrophotometer) ยี่ห้อ Shimadzu รุ่น 2010A
- 16) เครื่องระเหย (evaporator) ยี่ห้อ Heidolph รุ่น Laborota 400b

3.1.2 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

- 3.1.2.1 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณแพลงก์ตอน คือ ฟอรัมาติไฮด์
- 3.1.2.2 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ (ภาคผนวก ก.)
- 3.1.2.3 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ไมโครซิสทีน (ภาคผนวก ก.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 วิธีการดำเนินการ

3.2.1 การพิจารณาพื้นที่บ่อเลี้ยงปลาและจุดเก็บตัวอย่าง

การเลือกพื้นที่บ่อเลี้ยงปลาเพื่อทำการเก็บตัวอย่าง ได้มีการกำหนดหลักเกณฑ์ว่าต้องเป็นบ่อเลี้ยงปลาที่อยู่ในพื้นที่เดียวกัน มีการใช้ลูกพันธุ์ปลาจากแหล่งเพาะพันธุ์เดียวกัน และมีการจัดการบ่อที่คล้ายกัน

จากหลักเกณฑ์ดังกล่าวจึงได้ทำการแบ่งพื้นที่ออกเป็น 3 บ่อ โดยแสดงพื้นที่การเก็บตัวอย่างดังภาพที่ 3.1 – 3.4 โดยมีรายละเอียดของแต่ละบ่อคือ บ่อที่ 1 พิกัด N 13° 41. 784', E 100° 50. 868' บ่อที่ 2 พิกัด N 13° 41. 868', E 100° 50. 889' และบ่อที่ 3 พิกัด N 13° 41. 827', E 100° 50. 878' ซึ่งบ่อที่ 1 มีขนาด 60 x 80 x 2 เมตร บ่อที่ 2 ขนาด 40 x 60 x 2 เมตร และบ่อที่ 3 มีขนาด 50 x 60 x 2 เมตร

3.2.1.1 การเตรียมบ่อเลี้ยง

ก่อนเริ่มทำการเลี้ยงปลาในแต่ละบ่อเลี้ยง ได้มีการตากบ่อเป็นเวลา 1- 2 เดือน จากนั้นทำการคัดเลือกลูกพันธุ์ปลาที่ต้องการและปริมาณน้ำในแหล่งน้ำที่จะใช้เลี้ยงเพียงพอดตามต้องการจึงเริ่มทำการเลี้ยง โดยเติมน้ำลงบ่อเลี้ยงก่อนปล่อยปลาประมาณ 1,200 ลูกบาศก์เมตร จากนั้นจึงปล่อยปลาลงบ่อ บ่อที่ 1 ปล่อยปลาหนาแน่น 104.16 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร บ่อที่ 2 ปล่อยปลาหนาแน่น 145.83 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร และบ่อที่ 3 ปล่อยปลาหนาแน่น 216.67 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ลูกปลาคูที่ทำการปล่อยในแต่ละบ่อมีขนาดใกล้เคียงกัน คือ ประมาณ 2 เซนติเมตร

3.2.1.2 การเลี้ยงและการให้อาหาร

ในช่วง 4 - 7 วันแรก ให้อาหารด้วยไรแดงประมาณ 15 กิโลกรัม น้ำหนักสดต่อบ่อ จากนั้นจึงให้อาหารด้วย ไรละเอียดผสมกับปลาป่น อัตราส่วน 1 : 3 ประมาณ 1 กิโลกรัม ก่อนให้ต้องผสมน้ำก่อนแล้วจึงใช้วิธีการให้อาหารแบบตักสาตจนกระทั่งครบ 4 สัปดาห์ จากนั้นในสัปดาห์ที่ 5 จึงเปลี่ยนอาหารเป็นการให้อาหารเม็ดขนาดเล็กที่สุดร่วมกับการให้ปลาป่นจนกระทั่งปลา มีขนาดใกล้เคียงกันใช้เวลาประมาณ 2 เดือน จึงเปลี่ยนการให้อาหารเป็นอาหารเม็ดที่มีขนาดใหญ่ขึ้นตามขนาดของตัวปลา โดยตั้งแต่เริ่มทำการเพาะเลี้ยงจนกระทั่งสิ้นสุดสัปดาห์ที่ 8 ให้อาหารวันละ 2 ครั้ง ในช่วงเวลา 7.00 – 8.00 น. และ 17.00 – 18.00 น. จากนั้นในสัปดาห์ที่ 9 เป็นต้นไป จนกระทั่งจับปลาขายให้อาหารด้วยไส้ไก่อัด วันละ 1 ครั้ง เวลา 10.00 – 11.00 น. ซึ่งการให้อาหารตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 จนกระทั่งช่วงเวลาจับปลาขาย การให้อาหารจะให้จนกระทั่งมีอาหารบางส่วนล่อยเหลือ

การเลือกจุดเก็บตัวอย่างภายในบ่อเลี้ยงปลา มีหลักเกณฑ์ว่าต้องเป็นจุดเก็บตัวอย่างที่สามารถเป็นตัวแทนของตัวอย่างต่าง ๆ ที่ต้องการจากภายในบ่อเลี้ยงได้เป็นอย่างดี เช่น ตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพลงก่ตอน ตัวอย่างนำ เป็นต้น ทำการเก็บตัวอย่างบ่อละ 3 จุด โดยแต่ละจุดจะทำการเก็บตัวอย่างตามแนวม กำหนด จุด 1 จุด 2 และจุด 3 เป็นเหนือลม กลางบ่อ และใต้ลม ตามลำดับ เนื่องจากในการเก็บตัวอย่างแต่ละครั้งจะมีทิศทางลมที่แตกต่างกันทำให้การรวมตัวของเพลงก่ตอนจะไม่อยู่ในตำแหน่งเดียวกันทุกครั้ง นอกจากนี้การเก็บตัวอย่างแบ่งเป็น 3 จุด ตามแนวมทำให้ตัวอย่างที่เก็บมีความแตกต่างกัน ซึ่งในแต่ละจุด เช่น เหนือลมมักพบปริมาณเพลงก่ตอนบริเวณผิวน้ำน้อยกว่าจุดใต้ลมที่มีปริมาณเพลงก่ตอนมากกว่าซึ่งถูกพัดพารวมกัน ตัวอย่างนำก็มีการเปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณเพลงก่ตอน ตามจุดต่างๆ ดังนั้นการเก็บข้อมูลโดยแบ่งเป็น 3 จุด ตามแนวมทำให้ได้ข้อมูลที่เป็นตัวแทนของจุดที่มีปริมาณเพลงก่ตอนน้อย ปานกลาง และมากที่สุด ซึ่งเมื่อนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ห้รวมกัน ทำให้ได้ข้อมูลครอบคลุมทั่วบ่อเลี้ยง

ตารางที่ 3.1 ช่วงเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่าง

สัปดาห์	บ่อ 1	บ่อ 2	บ่อ 3
0	-	27 เมษายน พ.ศ. 2550	-
2	23 เมษายน พ.ศ. 2550	10 พฤษภาคม พ.ศ. 2550	24 พฤษภาคม พ.ศ. 2550
4	10 พฤษภาคม พ.ศ. 2550	24 พฤษภาคม พ.ศ. 2550	7 มิถุนายน พ.ศ. 2550
6	24 พฤษภาคม พ.ศ. 2550	7 มิถุนายน พ.ศ. 2550	21 มิถุนายน พ.ศ. 2550
8	7 มิถุนายน พ.ศ. 2550	21 มิถุนายน พ.ศ. 2550	5 กรกฎาคม พ.ศ. 2550
10	21 มิถุนายน พ.ศ. 2550	5 กรกฎาคม พ.ศ. 2550	19 กรกฎาคม พ.ศ. 2550
12	5 กรกฎาคม พ.ศ. 2550	19 กรกฎาคม พ.ศ. 2550	2 สิงหาคม พ.ศ. 2550
14	19 กรกฎาคม พ.ศ. 2550	2 สิงหาคม พ.ศ. 2550	16 สิงหาคม พ.ศ. 2550
16	2 สิงหาคม พ.ศ. 2550	16 สิงหาคม พ.ศ. 2550	30 สิงหาคม พ.ศ. 2550
18	16 สิงหาคม พ.ศ. 2550	30 สิงหาคม พ.ศ. 2550	13 กันยายน พ.ศ. 2550
20	30 สิงหาคม พ.ศ. 2550	13 กันยายน พ.ศ. 2550	27 กันยายน พ.ศ. 2550
22	13 กันยายน พ.ศ. 2550	27 กันยายน พ.ศ. 2550	11 ตุลาคม พ.ศ. 2550
24	27 กันยายน พ.ศ. 2550	11 ตุลาคม พ.ศ. 2550	25 ตุลาคม พ.ศ. 2550
26	11 ตุลาคม พ.ศ. 2550	-	8 พฤศจิกายน พ.ศ. 2550
28	25 ตุลาคม พ.ศ. 2550	-	17 พฤศจิกายน พ.ศ. 2550
30	8 พฤศจิกายน พ.ศ. 2550	-	-
32	17 พฤศจิกายน พ.ศ. 2550	-	-

หมายเหตุ – คือ ไม่มีการเก็บตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 สภาพภูมิอากาศในช่วงเวลาการเก็บตัวอย่าง 1

ช่วงเวลาการเก็บตัวอย่าง	สภาพอากาศ
23 เมษายน พ.ศ. 2550 เวลา 9.00 น.	เมฆน้อย ลมปานกลาง แดดจัด อากาศร้อนอบอ้าว
10 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 9.00 น.	เมฆน้อย ลมปานกลาง แดดจัด อากาศร้อนอบอ้าว
24 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 9.00 น.	เมฆน้อย ลมปานกลาง แดดจัด อากาศร้อน ฝนตก ก่อนทำการเก็บตัวอย่าง 1 วัน
7 มิถุนายน พ.ศ. 2550 เวลา 9.30 น.	เมฆน้อย ลมสงบ แดดจัด อากาศร้อน ฝนตกก่อนทำ การเก็บตัวอย่าง 1 วัน
21 มิถุนายน พ.ศ. 2550 เวลา 9. 20 น.	เมฆมาก ลมปานกลาง แดดอ่อน อากาศเย็น ฝนตก ก่อนทำการเก็บตัวอย่าง 1 วัน
5 กรกฎาคม พ.ศ. 2550 เวลา 9.09 น.	เมฆมาก ลมเบาบาง แดดอ่อน อากาศเย็น ฝนตกก่อน เก็บทำการตัวอย่าง 1 วัน
19 กรกฎาคม พ.ศ. 2550 เวลา 9.34 น.	เมฆปานกลาง ลมเบาบาง แดดจัด อากาศร้อน
2 สิงหาคม พ.ศ. 2550 เวลา 10.00 น.	เมฆมาก ลมสงบ แดดอ่อน อากาศเย็น
16 สิงหาคม พ.ศ. 2550 เวลา 8.40 น.	เมฆมาก ลมปานกลาง แดดอ่อน อากาศเย็น ฝนตก ก่อนทำการเก็บตัวอย่าง 1 วัน
30 สิงหาคม พ.ศ. 2550 เวลา 10.00 น.	เมฆมาก ลมเบาบาง แดดอ่อน อากาศร้อน ฝนตก ก่อนทำการเก็บตัวอย่าง 1 วัน
13 กันยายน พ.ศ. 2550 เวลา 9. 15 น.	เมฆมาก ลมเบาบาง แดดอ่อน อากาศเย็น ฝนตก ก่อนทำการเก็บตัวอย่าง 1 วัน และมีการถ่ายน้ำ 2 วัน ก่อนทำการเก็บตัวอย่าง
27 กันยายน พ.ศ. 2550 เวลา 9.30 น.	เมฆมาก ลมสงบ แดดอ่อน อากาศร้อนอบอ้าว
11 ตุลาคม พ.ศ. 2550 เวลา 9.07 น.	เมฆมาก ลมปานกลาง แดดจ้า อากาศร้อน
25 ตุลาคม พ.ศ. 2550 เวลา 10.23 น.	เมฆมาก แดดจัด ลมแรง อากาศเย็น
8 พฤศจิกายน พ.ศ. 2550 เวลา 9.36 น.	เมฆน้อย แดดจัด ลมปานกลาง อากาศเย็น และมีการ ถ่ายน้ำ 1 วัน ก่อนทำการเก็บตัวอย่าง
17 พฤศจิกายน พ.ศ. 2550 เวลา 10.00 น.	เมฆน้อย แดดจัด ลมสงบ อากาศร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 สภาพภูมิอากาศในช่วงเวลาการเก็บตัวอย่าง 2

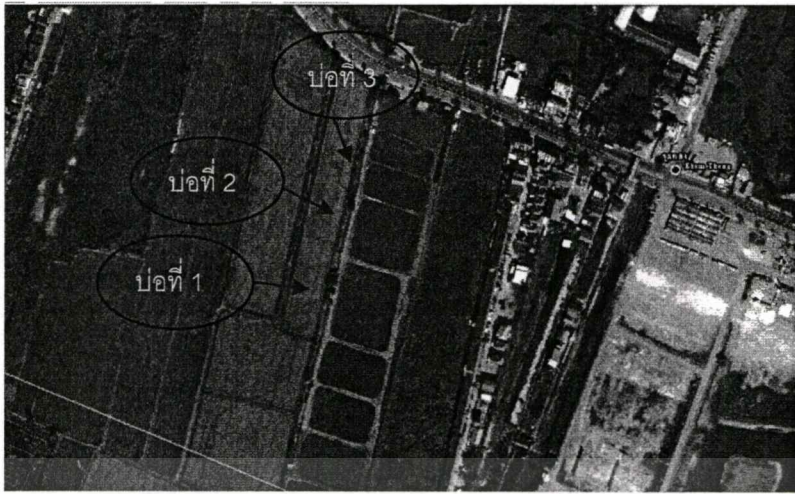
ช่วงเวลาการเก็บตัวอย่าง	สภาพอากาศ
27 เมษายน พ.ศ. 2550 เวลา 11.00 น.	เมฆปานกลาง แดดจัด ลมเบาบาง อากาศร้อนอบอ้าว
10 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 10.30 น.	เมฆน้อย แดดจัด ลมปานกลาง อากาศร้อนอบอ้าว
24 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 11.00 น.	เมฆปานกลาง แดดจัด ลมเบาบาง อากาศร้อนอบอ้าว ฝนตกก่อนทำการเก็บตัวอย่าง 1 วัน
7 มิถุนายน พ.ศ. 2550 เวลา 10.45 น.	เมฆมาก ลมสงบ แดดจัด อากาศร้อน ฝนตกก่อนทำการเก็บตัวอย่าง 1 วัน
21 มิถุนายน พ.ศ. 2550 เวลา 11.27 น.	เมฆปานกลาง แดดจัด ลมเบาบาง อากาศร้อน ฝนตกก่อนทำการเก็บตัวอย่าง 1 วัน
5 กรกฎาคม พ.ศ. 2550 เวลา 11.30 น.	เมฆมาก ลมเบาบาง แดดอ่อน อากาศเย็น ฝนตกก่อนทำการเก็บตัวอย่าง 1 วัน
19 กรกฎาคม พ.ศ. 2550 เวลา 12.00 น.	เมฆมาก แดดจัด ลมสงบ อากาศร้อน
2 สิงหาคม พ.ศ. 2550 เวลา 12.00 น.	เมฆปานกลาง แดดอ่อน ลมเบาบาง อากาศเย็น
16 สิงหาคม พ.ศ. 2550 เวลา 10.33 น.	เมฆมาก แดดอ่อน ลมแรง อากาศเย็น ฝนตกก่อนทำการเก็บตัวอย่าง 1 วัน
30 สิงหาคม พ.ศ. 2550 เวลา 12.45 น.	เมฆมาก แดดจัด ลมปานกลาง อากาศร้อน ฝนตกก่อนทำการเก็บตัวอย่าง 1 วัน
13 กันยายน พ.ศ. 2550 เวลา 11.30 น.	เมฆมาก แดดจ้า ลมสงบ อากาศร้อน ฝนตกก่อนทำการเก็บตัวอย่าง 1 วัน
27 กันยายน พ.ศ. 2550 เวลา 11.30 น.	เมฆน้อย แดดจัด ลมเบาบาง อากาศร้อน
11 ตุลาคม พ.ศ. 2550 เวลา 11.30 น.	เมฆมาก แดดอ่อน ลมแรง อากาศเย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

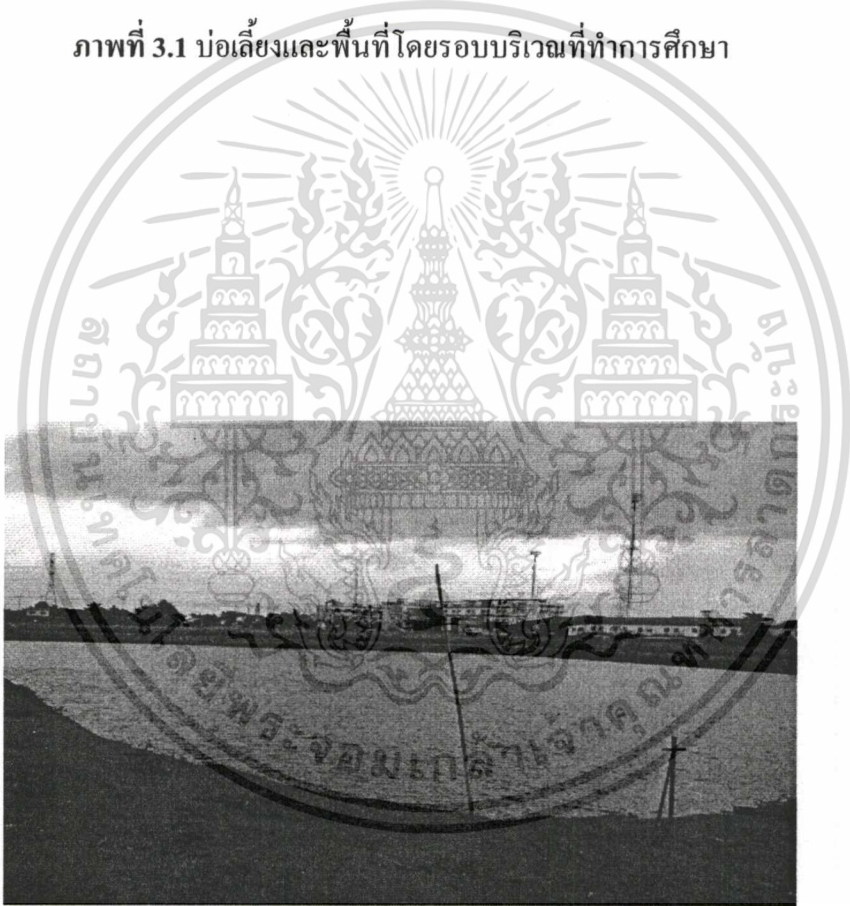
ตารางที่ 3.4 สภาพภูมิอากาศในช่วงเวลาการเก็บตัวอย่าง บ่อ 3

ช่วงเวลาการเก็บตัวอย่าง	สภาพอากาศ
24 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 9.45 น.	เมฆน้อย แดดจัด ลมแรง อากาศร้อน ฝนตก ก่อนทำการเก็บตัวอย่าง 1 วัน
7 มิถุนายน พ.ศ. 2550 เวลา 10.57 น.	เมฆมาก แดดจัด ลมสงบ อากาศร้อน ฝนตกก่อน ทำการเก็บตัวอย่าง 1 วัน
21 มิถุนายน พ.ศ. 2550 เวลา 10.14 น.	เมฆมาก แดดจัด ลมสงบ อากาศร้อน ฝนตกก่อน ทำการเก็บตัวอย่าง 1 วัน
5 กรกฎาคม พ.ศ. 2550 เวลา 10.40 น.	เมฆมาก ลมเบาบาง แดดอ่อน อากาศเย็น ฝนตก ก่อนทำการเก็บตัวอย่าง 1 วัน
19 กรกฎาคม พ.ศ. 2550 เวลา 10.21 น.	เมฆมาก แดดอ่อน ลมสงบ อากาศเย็น
2 สิงหาคม พ.ศ. 2550 เวลา 11.00 น.	เมฆปานกลาง แดดอ่อน ลมเบาบาง อากาศเย็น
16 สิงหาคม พ.ศ. 2550 เวลา 10.00 น.	เมฆมาก แดดอ่อน ลมปานกลาง อากาศเย็น ฝน ตกก่อนทำการเก็บตัวอย่าง 1 วัน
30 สิงหาคม พ.ศ. 2550 เวลา 11.00 น.	เมฆปานกลาง แดดจัด ลมสงบ อากาศร้อน ฝน ตกก่อนทำการเก็บตัวอย่าง 1 วัน
13 กันยายน พ.ศ. 2550 เวลา 10.42 น.	เมฆมาก แดดจัด ลมสงบ อากาศร้อน ฝนตกก่อน ทำการเก็บตัวอย่าง 1 วัน
27 กันยายน พ.ศ. 2550 เวลา 10.30 น.	เมฆน้อย แดดจัด ลมเบาบาง อากาศร้อน
11 ตุลาคม พ.ศ. 2550 เวลา 10.30 น.	เมฆมาก แดดจัด ลมปานกลาง อากาศร้อน
25 ตุลาคม พ.ศ. 2550 เวลา 11.00 น.	เมฆมาก แดดอ่อน ลมแรง อากาศเย็น มีการถ่าย น้ำ 7 วันก่อนทำการเก็บตัวอย่าง
8 พฤศจิกายน พ.ศ. 2550 เวลา 10.39 น.	เมฆน้อย แดดจัด ลมแรง อากาศเย็น
17 พฤศจิกายน พ.ศ. 2550 เวลา 11.00 น.	เมฆน้อย แดดจัด ลมสงบ อากาศร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.1 บ่อเลี้ยงและพื้นที่โดยรอบบริเวณที่ทำการศึกษา



ภาพที่ 3.2 บ่อเก็บตัวอย่างบ่อที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.3 บ่อเก็บตัวอย่างบ่อที่ 2



ภาพที่ 3.4 บ่อเก็บตัวอย่างบ่อที่ 3

3.2.2 การเก็บตัวอย่าง

3.2.2.1 การเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอน และการเก็บตัวอย่างน้ำ

เก็บตัวอย่างน้ำและแพลงก์ตอนจากบ่อปลาจุกจำนวน 3 บ่อ ตั้งแต่เริ่มทำการเลี้ยงปลาจนกระทั่งสิ้นสุดการเพาะเลี้ยง โดยแต่ละบ่อทำการเก็บตัวอย่างทุก 2 สัปดาห์ กำหนดจุดเก็บเป็น 3 จุดต่อบ่อ โดยเก็บตัวอย่างในช่วงเวลา 8.00 – 12.00 น. การเก็บตัวอย่างทำโดยเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อกรองแพลงก์ตอน 5 – 20 ลิตร ซึ่งเก็บลึกจากผิวน้ำ 30 เซนติเมตร ทุกจุดเก็บตัวอย่าง โดยใช้ถุงกรองแพลงก์ตอนขนาด 15 ไมครอน จากนั้นนำไปขวดเก็บตัวอย่างดองด้วยฟอร์มอลิน 4 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อนำมาวิเคราะห์ค่าคุณภาพน้ำทำการเก็บตัวอย่างน้ำตามจุดเก็บเดียวกับการเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอน โดยเก็บตัวอย่างทั้งหมด 2 ลิตร ทุกจุดเก็บตัวอย่าง ซึ่งแบ่งเป็นค่าคุณภาพน้ำที่สามารถบันทึกผลที่บ่งชี้ได้ทันทีและค่าคุณภาพน้ำที่ต้องนำกลับมาวิเคราะห์ที่ห้องทดลอง

3.2.2.2 การเก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ปริมาณไมโครซิสติน

1) การเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอน

เก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนโดยใช้ถุงกรองแพลงก์ตอนขนาดช่องตา 15 ไมโครเมตร เก็บตัวอย่างบริเวณผิวน้ำที่มีปริมาณของแพลงก์ตอนเจริญเติบโตมากที่สุดเก็บในขวดเก็บตัวอย่าง และนำไปผ่านขบวนการ freeze – drying process เพื่อรอการวิเคราะห์ไมโครซิสตินต่อไป

2) การเก็บตัวอย่างน้ำ

โดยเก็บน้ำตัวอย่างจากบ่อเลี้ยงตามจุดเก็บเดียวกันกับการเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำ โดยเก็บตัวอย่างน้ำจุดละ 500 มิลลิลิตร และนำน้ำทั้งสามจุดรวมกันจากนั้นนำไปกรองผ่านกระดาษกรอง GF/C ก่อนนำไปแช่เย็นในที่ไมโครแสง รอการวิเคราะห์ไมโครซิสตินต่อไป

3) การเก็บตัวอย่างปลา

โดยทำการสุ่มปลาตัวอย่างให้มีปริมาณเนื้อมากพอสำหรับการนำไปวิเคราะห์ปริมาณไมโครซิสติน โดยทำการเก็บตัวอย่างทุก 4 สัปดาห์ โดยปริมาณปลาที่เก็บในแต่ละครั้งไม่เท่ากัน (ตารางที่ 3.5) ในช่วงแรกของการศึกษาปลาขนาดเล็ก ตั้งแต่เริ่มทำการเลี้ยงจนกระทั่งจับขาย โดยปลาที่จับได้จะนำมาชั่งน้ำหนักและวัดความยาวก่อนถูกนำไปแช่แข็ง แยกเก็บตัวอย่างเนื้อและอวัยวะภายใน ระบุข้อมูล เก็บใส่ภาชนะที่มิดชิด จากนั้นนำไปผ่านขบวนการ freeze – drying process เพื่อรอการวิเคราะห์ไมโครซิสตินต่อไป

4) การวัดการเจริญเติบโต

ทำการชั่งน้ำหนัก วัดความกว้าง ความยาว ปลาแต่ละตัวในแต่ละครั้งที่ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างปลาเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณไมโครซิสติน ตัวอย่างปลาจากตารางที่ 3.5

3.2.3 การวิเคราะห์ตัวอย่าง

3.2.3.1 การวิเคราะห์ตัวอย่างองค์ประกอบชนิดและปริมาณแพลงก์ตอน

โดยการถ่ายรูปตัวอย่างเพื่อทำการเปรียบเทียบและทำการจำแนกชนิดด้วยกล้องจุลทรรศน์ ตามคู่มือการจัดจำแนกของ ลัดดา วงศ์รัตน์ (2544), ยุติ พิรพรพิศาล (2549), สุนิรัตน์ เรืองสมบุญ (2550), Prescott (1962), Smith (1950), และ Prescott (1978) โดยใช้กำลังขยายของเลนส์ใกล้วัตถุเท่ากับ 40 เท่า และวิเคราะห์ปริมาณโดยใช้การสุ่มจุดตัวอย่างเท่ากับ 0.1 มิลลิลิตร ใส่ในสไลด์นับแพลงก์ตอน nanoplankton slide นับปริมาณ ทำทั้งหมด 3 ซ้ำ จดบันทึก และนำไปหาค่าเฉลี่ยและหาความสัมพันธ์ต่อไป

ตารางที่ 3.5 จำนวนปลาที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณไมโครซิสตินจากบ่อ 1, 2 และ 3

เวลา (สัปดาห์)	จำนวน(ตัว)		
	บ่อ1	บ่อ2	บ่อ3
0	-	-	-
4	10	13	10
8	4	11	10
12	3	6	6
16	5	3	7
20	7	5	5
24	5	5	5
28	4	-	5
32	4	-	-

หมายเหตุ – หมายถึง ไม่มีการเก็บตัวอย่าง

3.2.3.2 การวิเคราะห์ค่าคุณภาพน้ำ

โดยวิเคราะห์คุณภาพน้ำทุกๆ 2 สัปดาห์ ตามวิธีการของ standard methods for the examination of water and wastewater (APHA, 2005) ได้แก่ แอมโมเนีย-ไนโตรเจน ($\text{NH}_3\text{-N}$) โดยวิธี phenate methods ไนไตรท์-ไนโตรเจน ($\text{NO}_2\text{-N}$) โดยวิธี colorimetric method ไนเตรท-ไนโตรเจน ($\text{NO}_3\text{-N}$) โดยวิธี cadmium reduction method ออร์โธฟอสเฟต (soluble reactive phosphorus, SRP) โดยวิธี ascorbic acid method ความเป็นด่าง (alkalinity) โดยวิธี titration method ด้วยกรดซัลฟิวริก (sulfuric 0.02 N) และความกระด้างโดยวิธี titration method ด้วย อีดีทีเอ (EDTA) ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) โดยใช้เครื่อง pH meter (ยี่ห้อ Complap, รุ่น PM102) ความนำไฟฟ้า (electrical conductivity, EC) ใช้เครื่อง electrical conductivity meter (ยี่ห้อ Cyberscan, รุ่น PC 510) อุณหภูมิ (temperature) ใช้ร่วมกับเครื่องมือวัดค่า DO วิเคราะห์โดยใช้เครื่อง DO meter และค่าปริมาณของออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (dissolved oxygen, DO) วิเคราะห์โดยใช้เครื่อง DO meter (ยี่ห้อ Hanna, รุ่น HI 9143) ค่าความโปร่งแสง (transparency) วิเคราะห์โดยใช้ secchi disc กลอโรฟิลล์ เอ บี โอดี และสารแขวนลอยวิเคราะห์ตามวิธีของ APHA (2005)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3.3 การสกัดพิษไมโครซิสติน

1) การสกัดพิษไมโครซิสตินจากตัวอย่างแพลงก์ตอน

โดยนำตัวอย่างมาทำตามวิธีการซึ่งดัดแปลงจาก Harada *et al.* (1999)

1. นำแต่ละตัวอย่างที่ผ่านขบวนการ freeze – drying process เพื่อนำส่วนที่เป็นของเหลวออกแล้ว
2. ชั่งน้ำหนักแต่ละตัวอย่างที่แห้งแล้ว ปริมาณ 100 มิลลิกรัม ใส่ในหลอดทดลอง
3. ใส่เมทานอล 75 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ลงในแต่ละตัวอย่าง
4. ทำให้เข้ากันด้วย vortex mixer
5. จากนั้นนำหลอดตัวอย่างเข้าเครื่องปั่นเหวี่ยง (centrifuge) ที่ 3,300 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที
6. ตัวอย่างจะแยกชั้น นำส่วนที่เป็นของเหลวที่ใส่หลอดแยกและระบุตัวอย่างให้ชัดเจน
7. นำส่วนที่เป็นตะกอนไปทำเช่นเดิม (ข้อ 3 – 6) อีก 2 ครั้ง
8. นำของเหลวที่ได้ทั้งหมดไปทำการระเหยให้แห้งด้วยเครื่อง evaporation
9. ส่วนที่แห้งแล้วนำไปละลายซ้ำด้วยเมทานอล 20 เปอร์เซ็นต์
10. นำส่วนที่ละลายซ้ำแล้วมาผ่านขบวนการเก็บรวบรวมพิษไมโครซิสตินโดยใช้ C 18 SPE cartridge
11. แบ่งสารละลายตัวอย่างที่ผ่าน C 18 SPE cartridge แล้ว ใส่ขวด vial จากนั้นระบุข้อมูลตัวอย่างให้ชัดเจนปิดฝาอย่างมิดชิดแล้วนำไปแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส รอการวิเคราะห์ต่อไป

2) การสกัดพิษไมโครซิสตินจากตัวอย่างน้ำ

โดยนำตัวอย่างมาทำตามวิธีการซึ่งดัดแปลงจาก Harada *et al.* (1999)

1. นำน้ำตัวอย่าง 200 มิลลิลิตร กรองผ่านเยื่อกรองขนาด 0.22 หรือ 0.45 ไมครอน
2. นำน้ำตัวอย่างที่กรองแล้วมาผ่านขบวนการเก็บรวบรวมพิษไมโครซิสตินโดยใช้ C 18 SPE cartridge
3. แบ่งตัวอย่างสารละลายที่ผ่าน C 18 SPE cartridge แล้ว ใส่ขวด vial บันทึกข้อมูลของตัวอย่าง
4. ขวด vial ปิดฝาอย่างมิดชิดแล้วนำไปแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส รอการวิเคราะห์ผลไมโครซิสตินต่อไป

3) การสกัดพิษไมโครซิสตินจากตัวอย่างเนื้อปลาและอวัยวะภายใน

โดยใช้วิธีการซึ่งดัดแปลงจาก Krienitz *et al.* (2003) และ Harada *et al.* (1999)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. นำตัวอย่างเนื้อที่ผ่านขบวนการ freeze – drying process เพื่อให้ตัวอย่างปราศจากความชื้น
2. นำตัวอย่างเนื้อที่แห้งแล้วชั่งน้ำหนักตัวอย่างละ 450 มิลลิกรัม ใส่หลอดทดลอง
3. เติมสารละลาย เมทานอล 70 เปอร์เซ็นต์และผสมด้วย ไตรฟลูออโรอะซิติก แอซิด (trifluoroacetic acid) 1 เปอร์เซ็นต์ (ปริมาตรต่อปริมาตร) ในหลอดตัวอย่างทุกหลอด
4. ทำการผสมตัวอย่างและสารละลายให้เข้ากันด้วย เครื่องโฮโมจีไนเซอร์ (homogenizer Ultra - Thorax) เป็นเวลา 5 นาที
5. นำหลอดตัวอย่างไปทำการปั่นเหวี่ยงให้ส่วนตัวอย่างตกตะกอน (centrifuge) ที่ความเร็ว 5,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที

6. เทส่วนของสารละลายเก็บในหลอดทดลองที่แยกชุดเตรียมไว้พร้อมกับระบุชนิดตัวอย่างให้ชัดเจน จากนั้นนำส่วนที่ตกตะกอนกลับมาทำตามขั้นตอนที่ 3 - 6 อีกครั้ง นำส่วนของสารละลายทั้งสองครั้งเทรวมกัน

7. นำส่วนของสารละลายมาทำการปั่นเหวี่ยงอีกครั้ง จากนั้น นำไปทำให้แห้งด้วยเครื่องระเหยแห้ง (evaporation) และทำการละลายใหม่อีกครั้งด้วยเมทานอล 20 เปอร์เซ็นต์

8. นำสารละลายตัวอย่างมาผ่าน C 18 SPE cartridge

9. แบ่งสารละลายตัวอย่างที่ผ่าน C 18 SPE cartridge แล้ว ใส่ขวด vial จากนั้นระบุข้อมูลตัวอย่างให้ชัดเจนปิดฝาอย่างมิดชิดแล้วนำไปแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสรอการวิเคราะห์ต่อไป

สำหรับในส่วน of ตัวอย่างอวัยวะภายในนั้น ใช้ปริมาณตัวอย่าง 145 มิลลิกรัม ในส่วนของขั้นตอนการสกัดไมโครซิสทินใช้ขั้นตอนเดียวกันกับการสกัดไมโครซิสทินในเนื้อ ทุกขั้นตอน

4) ขั้นตอนการใช้ C 18 SPE cartridge ทำตามวิธีการซึ่งดัดแปลงจาก Harada *et al.* (1999)

1. ทำการ pre – condition SPE โดย นำ C 18 SPE cartridge มาล้างด้วย เมทานอล 100 เปอร์เซ็นต์ 3 มิลลิลิตร จากนั้นล้างด้วยน้ำกลั่น 3 มิลลิลิตร

2. นำตัวอย่างสารละลายไมโครซิสทินมาผ่าน C 18 SPE cartridge ที่ผ่านการ pre - condition แล้ว

3. ล้าง C 18 SPE cartridge ด้วยน้ำกลั่น 1 มิลลิลิตร

4. จากนั้นล้างด้วย เมทานอล 20 เปอร์เซ็นต์ 1 มิลลิลิตร

5. ชะด้วย เมทานอล 80 เปอร์เซ็นต์ 0.4 มิลลิลิตร

6. ล้างด้วยน้ำกลั่น 0.6 มิลลิลิตร

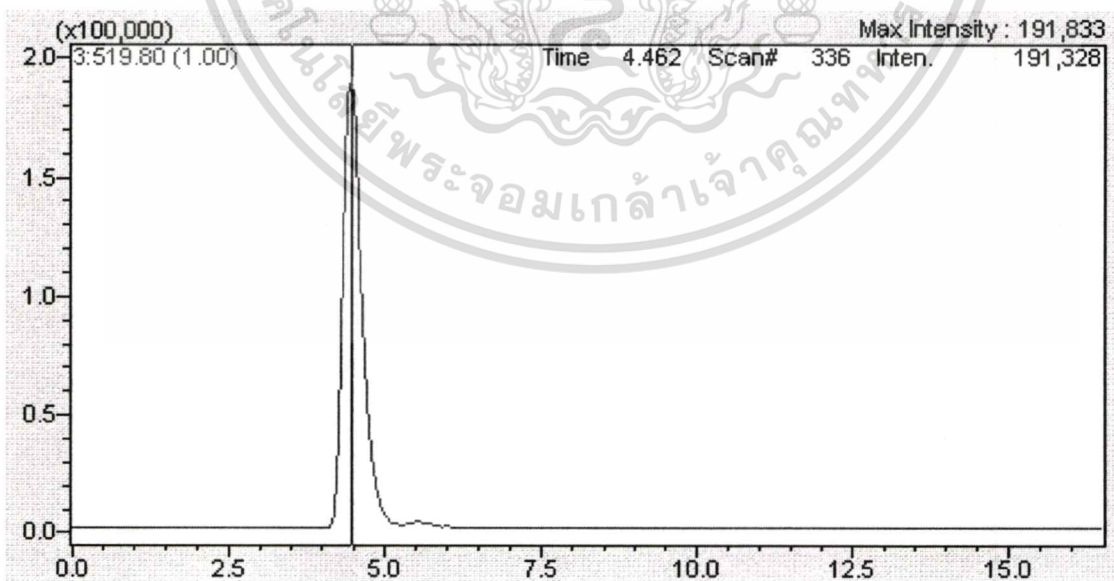
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. รวมสารละลายในข้อที่ 5 และ 6 เข้าด้วยกัน จากนั้นแบ่งสารละลายที่ได้ใส่ขวด vial เพื่อรอการวิเคราะห์ต่อไป

3.2.3.4 การวิเคราะห์พิษไมโครซิสติน

การวิเคราะห์พิษไมโครซิสตินจาก ตัวอย่างน้ำ, แผลงก์ตอน, เนื้อปลาอุก และ อวัยวะภายใน จะใช้การวิเคราะห์ตัวอย่างโดยการฉีดสารละลายตัวอย่างเข้าเครื่อง LC/MS (liquid chromatography mass spectrophotometer) ยี่ห้อ Shimadzu, Kyoto, Japan ประกอบด้วย LC pump (LC – 10AD), autosampler (SIL – HT), column oven (CTO – 10A), photo – diode array detector (SPD – M10A) และ MS (2010A) ใช้ Zorbax Eclipse XDB – C18 column (2.1 x 150 mm, Agilent, USA) และเมทานอล 55 เปอร์เซ็นต์ ผสมในกรดฟอสฟอริก 0.1 เปอร์เซ็นต์ เป็น โมบายเฟสโดยมีอัตราการฉีดที่ 0.2 มิลลิลิตรต่อนาที การระบุชนิดและปริมาณของสารพิษทำโดยการฉีดสารพิษไมโครซิสตินมาตรฐานสำหรับเปรียบเทียบ (Kanto Chemical, Co. Ltd., Tokyo, Japan) โดยเครื่อง LC/MS มี detection limit เท่ากับ 50 ไมโครกรัมต่อลิตร

การวิเคราะห์ตัวอย่างไมโครซิสตินทั้งหมดทำการวิเคราะห์ ณ ห้องทดลอง ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในส่วนของการวิเคราะห์ตัวอย่างองค์ประกอบชนิดและปริมาณแผลงก์ตอนรวมถึงการวิเคราะห์ค่าคุณภาพน้ำทำการวิเคราะห์ ณ ห้องทดลองของสาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง หลักสูตร วิทยาศาสตร์การประมงคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



ภาพที่ 3.5 โครมาโตแกรมสารพิษไมโครซิสติน (microcystin – RR) มาตรฐาน 200 ppb (แกน y คือ ปริมาณความเข้มข้นของพิษ แกน x คือ เวลา (นาที) (เวลาของการตรวจพบ สารพิษไมโครซิสติน))
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครซิสติน microcystin – RR,- LR และ –YR เท่ากับประมาณ 4, 7 และ 11 นาทีตามลำดับ))

3.2.4 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับคอมพิวเตอร์ โดยหาค่าความสัมพันธ์ (correlation analysis) ตามวิธีการของ Pearson ระหว่างปัจจัยคุณภาพน้ำกับชนิดและปริมาณของไซยาโนแบคทีเรียที่เรียกปริมาณไมโครซิสตินในไซยาโนแบคทีเรีย

3.2.5 สถานที่ทำการศึกษา

ทำการเก็บตัวอย่าง ณ ฟาร์มปลาตก ที่อยู่ 71 หมู่ 1 ถ. หลวงแพ่งทับยาว ต. ขุมทอง เขตลาดกระบัง กทม. ทำการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง ณ สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง หลักสูตร วิทยาศาสตร์การประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.2.6 ระยะเวลาทำการวิจัย

เมษายน พ.ศ. 2551 – ตุลาคม พ.ศ. 2553

บทที่ 4

ผลการศึกษา

4.1 คุณภาพน้ำ

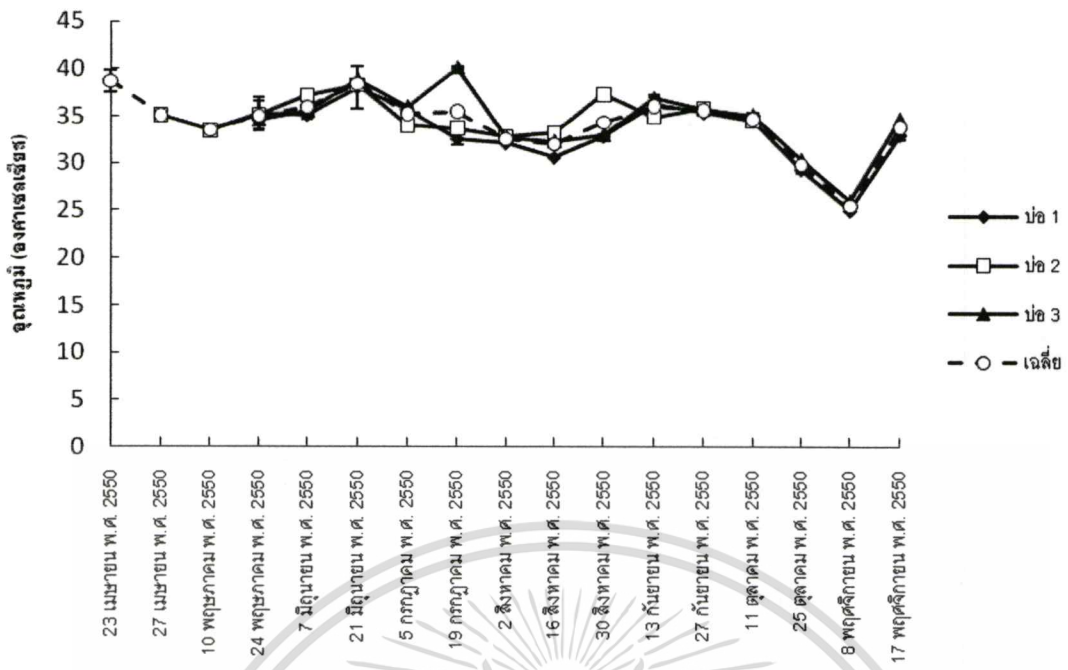
4.1.1 อุณหภูมิ (temperature)

อุณหภูมิน้ำเฉลี่ยทั้ง 3 บ่อ มีค่าอยู่ในช่วง 25.0 – 37.4 องศาเซลเซียส และมีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 33.8 ± 0.7 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 4.1) อุณหภูมิน้ำบ่อที่ 1 มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 25.0 – 38.7 องศาเซลเซียส มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 33.6 ± 0.9 องศาเซลเซียส โดยมีค่าต่ำที่สุดและสูงที่สุดในวันที่ 8 พ.ย. 2550 และ 23 เม.ย. 2550 ซึ่งมีค่าสูงกว่าและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับวันอื่น ๆ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 4.1) อุณหภูมิน้ำบ่อที่ 2 มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 32.8 – 38.3 องศาเซลเซียส มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 35.0 ± 0.5 องศาเซลเซียส โดยมีค่าต่ำที่สุดและสูงที่สุดในวันที่ 2 ส.ค. 2550 และ 21 มิ.ย. 2550 (ตารางที่ 4.1) อุณหภูมิน้ำบ่อที่ 3 มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 26.0 – 40.1 องศาเซลเซียส มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 34.4 ± 0.9 องศาเซลเซียส โดยมีค่าต่ำที่สุดและสูงที่สุดในวันที่ 8 พ.ย. 2550 และ 19 ก.ค. 2550 (ตารางที่ 4.1) จากการศึกษาพบว่าตลอดการเพาะเลี้ยงอุณหภูมิมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาและมีแนวโน้มลดลงในช่วงท้ายของการเพาะเลี้ยง การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิทั้ง 3 บ่อ มีค่าที่ใกล้เคียงกัน

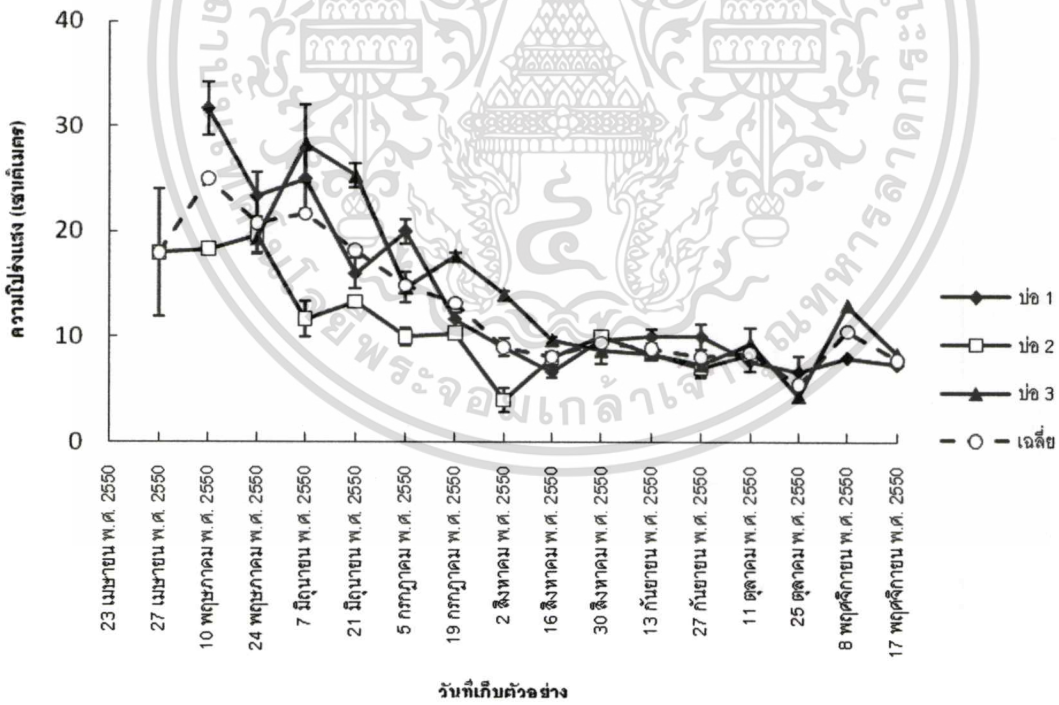
4.1.2 ค่าความโปร่งแสง (transparency)

ค่าความโปร่งแสงเฉลี่ยของน้ำทั้ง 3 บ่อ มีค่าอยู่ในช่วง 7.3 – 26.6 เซนติเมตร และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.6 ± 1.4 เซนติเมตร (ภาพที่ 4.2) ค่าความโปร่งแสงของน้ำบ่อ 1 มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 6.7 – 31.7 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.5 ± 2.0 เซนติเมตร โดยมีค่าต่ำที่สุดและสูงที่สุดในวันที่ 25 ต.ค. 2550 และ 10 พ.ค. 2550 ซึ่งมีค่าสูงกว่าและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับวันอื่น ๆ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 4.2) ค่าความโปร่งแสงของน้ำบ่อ 2 มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 4.0 – 19.7 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.3 ± 1.3 เซนติเมตร โดยมีค่าต่ำที่สุดและสูงที่สุดในวันที่ 2 ส.ค. 2550 และ 24 พ.ค. 2550 (ตารางที่ 4.2) ค่าความโปร่งแสงของน้ำบ่อ 3 มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 4.3 – 28.3 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.4 ± 1.9 เซนติเมตร โดยมีค่าต่ำที่สุดและสูงที่สุดในวันที่ 25 ต.ค. 2550 และ 21 มิ.ย. 2550 (ตารางที่ 4.2) จากการศึกษาพบว่าในช่วงแรกของการเลี้ยงค่าความโปร่งแสงมีค่าสูงแต่หลังจากวันที่ 2 ส.ค. 2550 ค่าความโปร่งแสงเริ่มมีแนวโน้มลดลงจนกระทั่งวันสุดท้าย ซึ่งบ่อที่ 1 มีค่าความโปร่งแสงสูงที่สุดในช่วงแรกของการเพาะเลี้ยง (ตารางที่ 4.2) รองลงมาคือ บ่อที่ 3 และบ่อที่ 2 โดยทั้ง 3 บ่อมีการเปลี่ยนแปลงที่ใกล้เคียงกันหลังจาก วันที่ 16 ส.ค. 2550 โดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.1 อุณหภูมิน้ำในบ่อเลี้ยงปลาตลอดระยะเวลาการศึกษา



ภาพที่ 4.2 ค่าความ โปร่งแสงในบ่อเลี้ยงปลาตลอดระยะเวลาการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 อุณหภูมิเฉลี่ย (องศาเซลเซียส) ในบ่อเลี้ยงปลาตก

วันที่เก็บ	บ่อ1	บ่อ2	บ่อ3
23 เม.ย 50	38.7±1.2 ^k	-	-
27 เม.ย 50	-	35.1±0.6 ^{cf}	-
10 พ.ค 50	33.5±0.1 ^{Aefgh}	33.5±0.5 ^{Abcd}	-
24 พ.ค 50	35.2±1.7 ^{Afghi}	35.1±0.5 ^{Acf}	34.6±0.5 ^{Ac}
7 มิ.ย 50	35.1±0.5 ^{Afghi}	37.2±1.5 ^{Ag}	35.5±0.4 ^{Afg}
21 มิ.ย 50	38.0±2.3 ^{Aijk}	38.3±0.3 ^{Ag}	38.8±0.1 ^{Ai}
5 ก.ค 50	35.7±0.1 ^{Bhij}	34.0±0.2 ^{Abcde}	36.0±0.4 ^{Bg}
19 ก.ค 50	32.6±0.6 ^{Adef}	33.7±0.2 ^{Abcdc}	40.1±0.6 ^{Bj}
2 ส.ค 50	32.1±0.1 ^{Ade}	32.8±0.1 ^{Bb}	32.7±0.2 ^{Bd}
16 ส.ค 50	30.6±0.1 ^{Accd}	33.2±0.3 ^{Cbc}	32.3±0.1 ^{Bd}
30 ส.ค 50	32.8±0.1 ^{Adefg}	37.3±0.2 ^{Bg}	33.0±0.1 ^{Ad}
13 ก.ย 50	36.3±0.7 ^{Bijk}	34.9±0.2 ^{Adef}	36.9±0.1 ^{Bh}
27 ก.ย 50	35.4±0.1 ^{Aghi}	35.8±0.1 ^{Af}	35.7±0.2 ^{Afg}
11 ต.ค 50	34.5±0.2 ^{Aefghi}	34.5±0.1 ^{Acdef}	35.1±0.1 ^{Bef}
25 ต.ค 50	29.3±0.3 ^{Ac}	-	30.3±0.3 ^{Bc}
8 พ.ย 50	25.0±0.0 ^{Ab}	-	26.0±0.0 ^{Ab}
17 พ.ย 50	33.0±0.6 ^{Adefgh}	-	34.7±0.3 ^{Bc}

หมายเหตุ – หมายถึง ไม่มีการวิเคราะห์

อักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ในแนวนอนเดียวกันที่แตกต่างกันคือมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

อักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กในแนวตั้งเดียวกันที่แตกต่างกันคือมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

ตารางที่ 4.2 ค่าความโปร่งแสงเฉลี่ย (เซนติเมตร) ในบ่อเลี้ยงปลาอุก

วันที่เก็บ	บ่อ1	บ่อ2	บ่อ3
23 เม.ย 50	-	-	-
27 เม.ย 50	-	18.0±3.1 ^{cf}	-
10 พ.ค 50	31.7±4.4 ^{Ag}	18.3±6.0 ^{Aef}	-
24 พ.ค 50	23.3±1.7 ^{Af}	19.7±0.3 ^{Af}	19.3±3.0 ^{Ag}
7 มิ.ย 50	25.0±2.5 ^{Bf}	11.7±1.7 ^{Acd}	28.3±4.4 ^{Bh}
21 มิ.ย 50	16.0±2.3 ^{Ade}	13.3±1.7 ^{Ade}	25.3±2.7 ^{Bh}
5 ก.ค 50	20.0±2.9 ^{Bef}	10.0±0.6 ^{Acd}	14.7±1.0 ^{ABefg}
19 ก.ค 50	11.7±1.5 ^{Acd}	10.3±0.9 ^{Acd}	17.7±3.7 ^{Afg}
2 ส.ค 50	9.0±1.2 ^{Bbc}	4.0±0.6 ^{Ab}	14.0±1.2 ^{Cdefg}
16 ส.ค 50	6.7±0.7 ^{Abc}	8.0±1.2 ^{Abcd}	9.7±1.5 ^{ABcde}
30 ส.ค 50	9.7±0.9 ^{Abc}	10.0±0.0 ^{Acd}	8.7±0.3 ^{Abcd}
13 ก.ย 50	10.0±0.6 ^{Bbc}	8.3±0.3 ^{Abcd}	8.3±0.3 ^{Abcd}
27 ก.ย 50	10.0±0.0 ^{Bbc}	7.0±0.6 ^{Abc}	7.3±0.3 ^{Abc}
11 ต.ค 50	7.7±0.7 ^{Abc}	8.3±0.9 ^{Abcd}	9.3±0.3 ^{ABcde}
25 ต.ค 50	6.7±1.2 ^{Abc}	-	4.3±0.3 ^{Ab}
8 พ.ย 50	8.0±1.0 ^{Abc}	-	13.0±1.0 ^{Bcdef}
17 พ.ย 50	7.3±1.5 ^{Ab}	-	8.3±1.5 ^{Abcd}

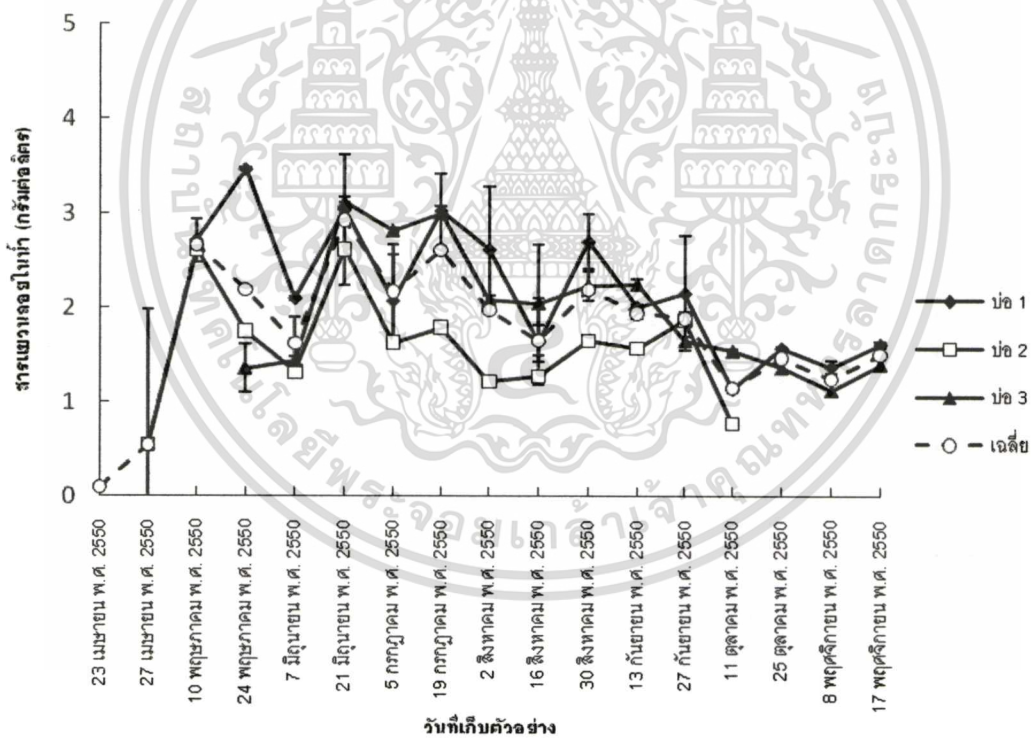
หมายเหตุ – หมายถึง ไม่มีการวิเคราะห์

อักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ในแนวนอนเดียวกันที่แตกต่างกันก็มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

อักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กในแนวตั้งเดียวกันที่แตกต่างกันก็มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

4.1.3 สารแขวนลอยในน้ำ

ปริมาณสารแขวนลอยเฉลี่ยในน้ำทั้ง 3 บ่อ มีค่าอยู่ในช่วง 0.54 – 2.63 กรัมต่อลิตร และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.78 ± 0.13 กรัมต่อลิตร (ภาพที่ 4.3) ปริมาณสารแขวนลอยในน้ำบ่อที่ 1 มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 0.09 – 3.46 กรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.08 ± 0.21 กรัมต่อลิตร โดยมีค่าต่ำที่สุดในวันที่ 23 เม.ย. 2550 และมีค่าสูงที่สุดในวันที่ 24 พ.ค. 2550 (ตารางที่ 4.3) ปริมาณสารแขวนลอยในน้ำบ่อที่ 2 มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 0.54 – 2.62 กรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.58 ± 0.17 กรัมต่อลิตร โดยมีค่าต่ำที่สุดในวันที่เริ่มเลี้ยงและสูงที่สุดในวันที่ 10 พ.ค. 2550 และ 21 มิ.ย. 2550 (ตารางที่ 4.3) ปริมาณสารแขวนลอยในน้ำบ่อที่ 3 มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 1.12 – 3.12 กรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.96 ± 0.18 กรัมต่อลิตร โดยมีค่าต่ำที่สุดและสูงที่สุดในวันที่ 8 พ.ย. 2550 และ 21 มิ.ย. 2550 (ตารางที่ 4.3) จากการศึกษาพบว่าปริมาณสารแขวนลอยในน้ำในช่วงเริ่มเลี้ยงมีค่าต่ำที่สุดจากนั้นเพิ่มสูงขึ้นและลดลงอีกเล็กน้อยจนกระทั่งสิ้นสุดการเลี้ยง ซึ่งปริมาณสารแขวนลอยในน้ำบ่อที่ 1 และ 3 มีค่าใกล้เคียงกัน บ่อที่ 2 มีค่าน้อยที่สุด



ภาพที่ 4.3 ปริมาณสารแขวนลอยในบ่อเลี้ยงปลาตุกตลอดระยะเวลาการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 สารแขวนลอยในน้ำเฉลี่ย (กรัมต่อลิตร)ในบ่อเลี้ยงปลาตก

วันที่เก็บ	บ่อ1	บ่อ2	บ่อ3
23 เม.ย 50	0.09±0.03 ^a	-	-
27 เม.ย 50	-	0.54±0.03 ^{ab}	-
10 พ.ค 50	2.71±0.23 ^{Adef}	2.62±1.43 ^{Ac}	-
24 พ.ค 50	3.46±0.01 ^{Bf}	1.75±0.03 ^{Abc}	1.36±0.55 ^{Abc}
7 มิ.ย 50	2.10±0.02 ^{Bbcde}	1.32±0.04 ^{Aabc}	1.44±0.31 ^{Abcd}
21 มิ.ย 50	3.04±0.08 ^{Aef}	2.62±0.28 ^{Ac}	3.12±0.10 ^{Ag}
5 ก.ค 50	2.07±0.49 ^{Abcde}	1.63±0.69 ^{Abc}	2.82±0.25 ^{Afg}
19 ก.ค 50	3.03±0.05 ^{Bdef}	1.79±0.50 ^{Abc}	3.00±0.04 ^{Bg}
2 ส.ค 50	2.62±0.66 ^{Bcdef}	1.21±0.01 ^{Aab}	2.08±0.05 ^{ABcdef}
16 ส.ค 50	1.64±0.46 ^{Abc}	1.27±0.03 ^{Aabc}	2.05±0.03 ^{Acdef}
30 ส.ค 50	2.70±0.29 ^{Adef}	1.65±0.16 ^{Abc}	2.23±0.41 ^{Adef}
13 ก.ย 50	2.00±0.03 ^{Bbcd}	1.57±0.02 ^{Abc}	2.25±0.04 ^{Aef}
27 ก.ย 50	2.15±0.61 ^{Abcde}	1.86±0.06 ^{Abc}	1.65±0.62 ^{Abcde}
11 ต.ค 50	1.13±0.03 ^{Bb}	0.77±0.06 ^{Aab}	1.54±0.15 ^{Cbcde}
25 ต.ค 50	1.57±0.02 ^{Bb}	-	1.36±0.06 ^{Abc}
8 พ.ย 50	1.37±0.07 ^{Bb}	-	1.12±0.05 ^{Ab}
17 พ.ย 50	1.61±0.04 ^{Bb}	-	1.40±0.02 ^{Abc}

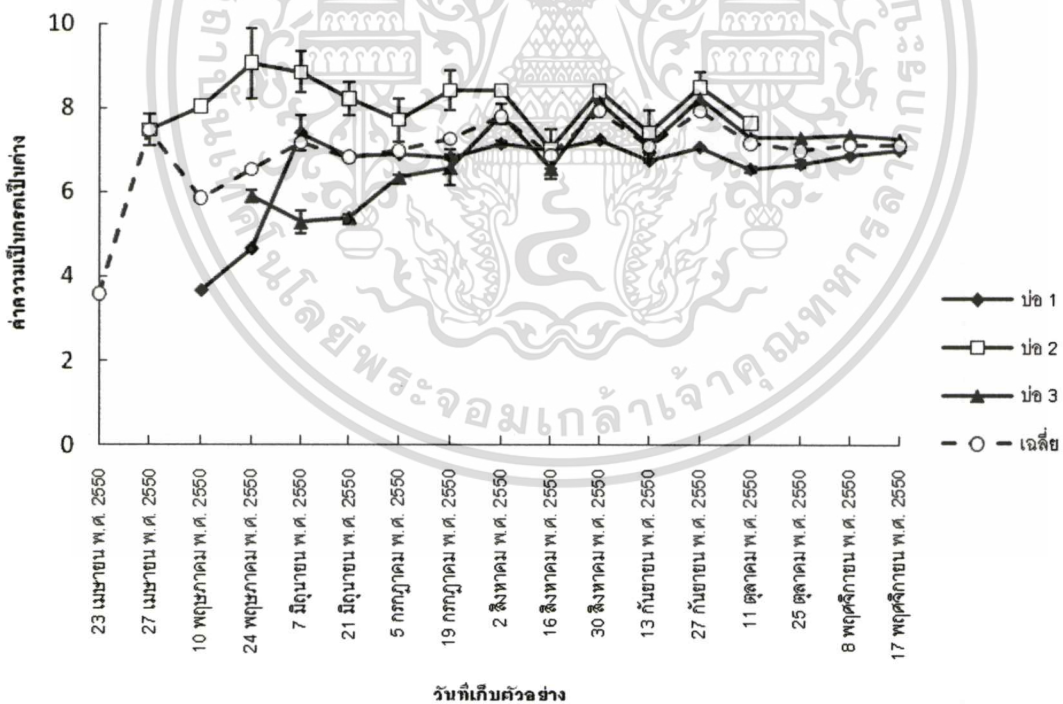
หมายเหตุ – หมายถึง ไม่มีการวิเคราะห์

อักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ในแนวนอนเดียวกันที่แตกต่างกันคือมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

อักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กในแนวตั้งเดียวกันที่แตกต่างกันคือมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

4.1.4 ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)

ค่าความเป็นกรดเป็นด่างเฉลี่ยของน้ำทั้ง 3 บ่อ มีค่าอยู่ในช่วง 3.59 – 7.63 และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.07 ± 0.13 (ภาพที่ 4.4) ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำบ่อที่ 1 มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 3.59 – 7.40 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.38 ± 0.31 โดยมีค่าต่ำที่สุดในวันที่ 23 เม.ย. 2550 และสูงที่สุดในวันที่ 7 มิ.ย. 2550 (ตารางที่ 4.4) ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำบ่อที่ 2 มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 7.02 – 9.06 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.09 ± 0.17 โดยมีค่าต่ำที่สุดและสูงที่สุดในวันที่ 16 ส.ค. 2550 และ 24 พ.ค. 2550 (ตารางที่ 4.4) ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำบ่อที่ 3 มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 5.28 – 8.24 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.90 ± 0.25 โดยมีค่าต่ำที่สุดและสูงที่สุดในวันที่ 7 มิ.ย. 2550 และ 27 ก.ย. 2550 (ตารางที่ 4.4) จากการศึกษาพบว่าค่าความเป็นกรดเป็นด่างมีค่าแตกต่างกันในช่วงวันที่ 23 เม.ย. – 21 มิ.ย. 2550 ของการเลี้ยง ซึ่งในวันที่ 21 มิ.ย. 2550 บ่อที่ 1 มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างต่ำที่สุดในช่วงแรก รองลงมาคือ บ่อที่ 3 และบ่อที่ 2 ซึ่งมีค่าสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับบ่ออื่น ๆ ($p < 0.05$) เมื่อถึงวันที่ 2 ส.ค. 2550 ค่าของทั้ง 3 บ่อ มีการเปลี่ยนแปลงที่ใกล้เคียงกัน (ภาพที่ 4.4) โดยบ่อที่ 2 มีค่าสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับบ่ออื่น ๆ ($p < 0.05$) บ่อที่ 1 และ 3 มีค่าใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 4.4) และมีการเปลี่ยนแปลงอีกเล็กน้อยจนกระทั่งสัปดาห์สุดท้าย



ภาพที่ 4.4 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างในบ่อเลี้ยงปลาดุกตลอดระยะเวลาการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ความเป็นกรดเป็นด่างเฉลี่ยในบ่อเลี้ยงปลา

วันที่เก็บ	บ่อ1	บ่อ2	บ่อ3
23 เม.ย 50	3.59±0.04 ^b	-	-
27 เม.ย 50	-	7.48±0.06 ^{bc}	-
10 พ.ค 50	3.68±0.01 ^{Ab}	8.03±0.37 ^{Bbcde}	-
24 พ.ค 50	4.67±0.01 ^{Ac}	9.06±0.03 ^{Ce}	5.91±0.07 ^{Bcd}
7 มิ.ย 50	7.40±0.41 ^{Bi}	8.84±0.83 ^{Bde}	5.28±0.13 ^{Ab}
21 มิ.ย 50	6.84±0.08 ^{Adefg}	8.22±0.49 ^{Cbcde}	5.40±0.35 ^{Abc}
5 ก.ค 50	6.89±0.04 ^{ABdefgh}	7.71±0.41 ^{Bbcd}	6.34±0.14 ^{Ade}
19 ก.ค 50	6.82±0.07 ^{Adefg}	8.42±0.51 ^{Bcde}	6.58±0.26 ^{Aef}
2 ส.ค 50	7.14±0.08 ^{Aghi}	8.41±0.46 ^{Bcde}	7.85±0.07 ^{ABhi}
16 ส.ค 50	7.00±0.03 ^{Befgh}	7.02±0.04 ^{Bb}	6.56±0.06 ^{Aef}
30 ส.ค 50	7.24±0.01 ^{Ahi}	8.40±0.46 ^{Acde}	8.15±0.42 ^{Ai}
13 ก.ย 50	6.74±0.03 ^{Adef}	7.42±0.01 ^{Bbc}	7.11±0.24 ^{ABfg}
27 ก.ย 50	7.06±0.02 ^{Afghi}	8.50±0.53 ^{Bcde}	8.24±0.24 ^{Bi}
11 ต.ค 50	6.54±0.08 ^{Ad}	7.65±0.35 ^{Bbcd}	7.29±0.03 ^{Bgh}
25 ต.ค 50	6.66±0.09 ^{Ade}	-	7.30±0.20 ^{Bgh}
8 พ.ย 50	6.86±0.02 ^{Adefg}	-	7.36±0.17 ^{Bgh}
17 พ.ย 50	6.99±0.04 ^{Aefgh}	-	7.25±0.04 ^{Bgh}

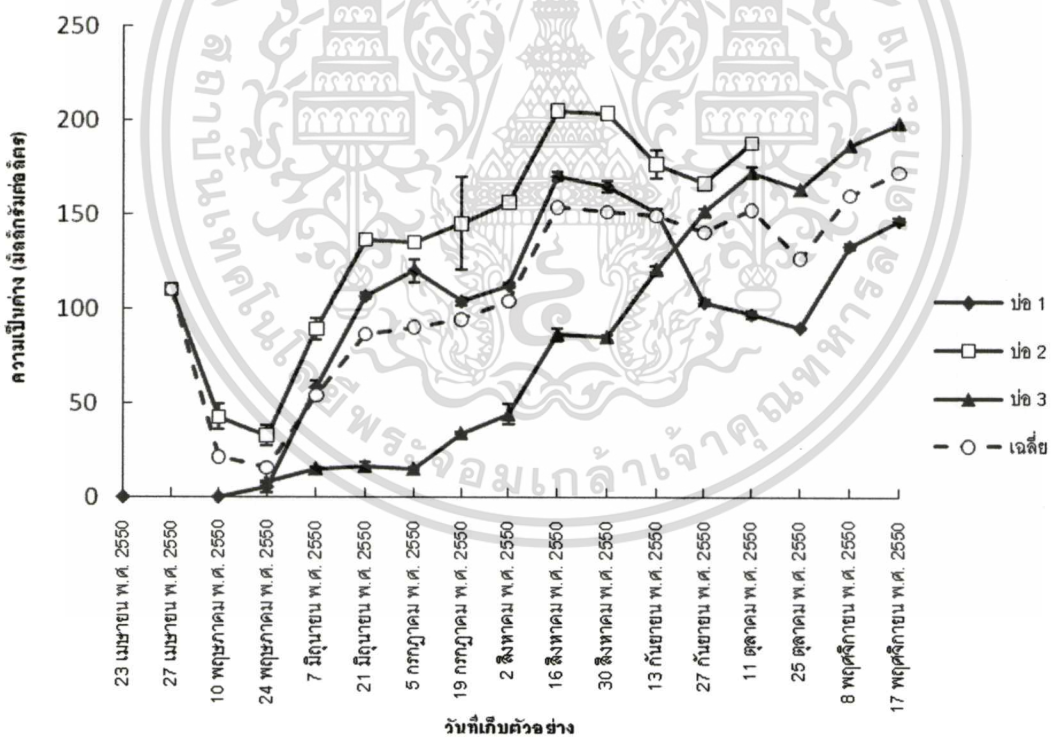
หมายเหตุ - หมายถึง ไม่มีการวิเคราะห์

อักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ในแนวนอนเดียวกันที่แตกต่างกันคือมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

อักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กในแนวตั้งเดียวกันที่แตกต่างกันคือมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

4.1.5 ค่าความเป็นด่างของน้ำ (alkalinity)

ค่าความเป็นด่างเฉลี่ยของน้ำทั้ง 3 บ่อ อยู่ในช่วง 15.9 – 164.9 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 112.0 ± 12.1 มิลลิกรัมต่อลิตร (ภาพที่ 4.5) ค่าความเป็นด่างของน้ำบ่อที่ 1 มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 0 – 170.3 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 97.7 ± 13.9 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่าต่ำที่สุดในวันที่ 23 เม.ย. 2550 และ 10 พ.ค. 2550 และสูงที่สุดในวันที่ 16 ส.ค. 2550 (ตารางที่ 4.5) ค่าความเป็นด่างของน้ำบ่อที่ 2 มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 32.7 – 205 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 137.5 ± 15.5 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่าต่ำที่สุดและสูงที่สุดในวันที่ 24 พ.ค. 2550 และ 16 ส.ค. 2550 (ตารางที่ 4.5) ค่าความเป็นด่างของน้ำบ่อที่ 3 มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 8 – 198.3 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 92.6 ± 19.1 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่าต่ำที่สุดและสูงที่สุดในวันที่ 24 พ.ค. 2550 และ 17 พ.ย. 2550 (ตารางที่ 4.5) จากการศึกษพบว่าค่าความเป็นด่างในช่วงแรกมีค่าต่ำ ในวันที่ 23 เม.ย. – 24 พ.ค. 2550 จากนั้นจึงค่อยเพิ่มสูงขึ้นและลดลงอีกเล็กน้อยหลังจากวันที่ 16 ส.ค. 2550 ค่าความเป็นด่างของบ่อที่ 2 มีค่าสูงกว่าและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับบ่ออื่น ๆ ($p < 0.05$) รองลงมาคือ บ่อที่ 1 และบ่อที่ 3 (ตารางที่ 4.5)



ภาพที่ 4.5 ค่าความเป็นด่างในบ่อเลี้ยงปลาทุกตลอดระยะเวลาการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ความเป็นต่างของน้ำเกลือ (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในบ่อเลี้ยงปลาตก

วันที่เก็บ	บ่อ1	บ่อ2	บ่อ3
23 เม.ย 50	0 ^a	-	-
27 เม.ย 50	-	110.00±5.78 ^d	-
10 พ.ค 50	0 ^{Aa}	42.67±0.6 ^{Bb}	-
24 พ.ค 50	5.33±2.91 ^{Aa}	32.67±6.77 ^{Bb}	8.00±1.16 ^{Ab}
7 มิ.ย 50	58.33±3.76 ^{Bb}	89.33±5.37 ^{Cc}	15.00±5.01 ^{Abc}
21 มิ.ย 50	106.67±1.67 ^{Bcd}	136.33±5.79 ^{Ce}	16.33±3.29 ^{Ac}
5 ก.ค 50	120.00±5.87 ^{Bcde}	135.33±2.61 ^{Ce}	15.00±0.58 ^{Abc}
19 ก.ค 50	104.00±2.08 ^{Bcd}	145.00±2.89 ^{Ce}	34.00±1.00 ^{Ad}
2 ส.ค 50	112.33±1.20 ^{Bcde}	156.33±24.69 ^{Bef}	44.00±2.08 ^{Ae}
16 ส.ค 50	170.33±2.61 ^{Bf}	205.00±2.89 ^{Ch}	86.33±0.67 ^{Af}
30 ส.ค 50	165.00±2.89 ^{Bf}	203.67±3.18 ^{Ch}	85.00±0.58 ^{Af}
13 ก.ย 50	150.67±2.34 ^{Bef}	176.67±1.67 ^{Cfg}	120.67±5.37 ^{Ag}
27 ก.ย 50	103.33±1.67 ^{Ac}	166.67±7.27 ^{Bf}	151.67±3.34 ^{Bh}
11 ต.ค 50	97.00±1.73 ^{Ac}	188.00±2.08 ^{Cgh}	172.33±1.45 ^{Bj}
25 ต.ค 50	90.00±0.00 ^{Abc}	-	163.33±1.67 ^{Bi}
8 พ.ย 50	133.33±1.67 ^{Adef}	-	186.67±1.67 ^{Bk}
17 พ.ย 50	146.67±1.67 ^{Ac}	-	198.33±3.34 ^{Bl}

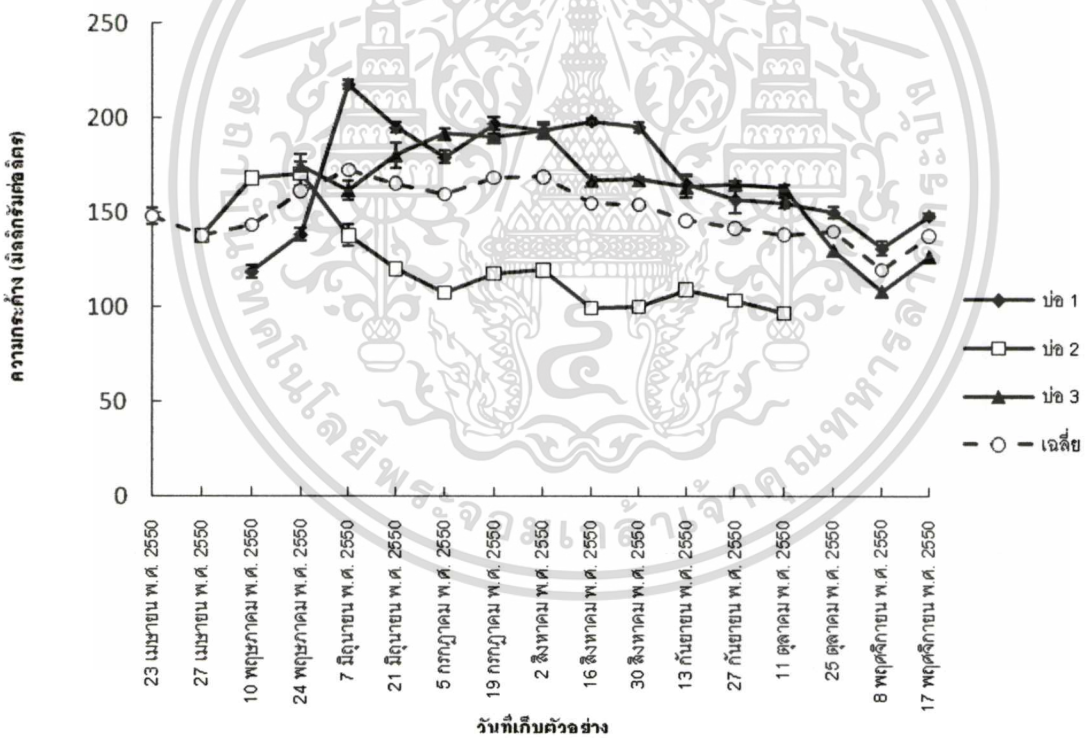
หมายเหตุ – หมายถึง ไม่มีการวิเคราะห์

อักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ในแนวนอนเดียวกันที่แตกต่างกันก็มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

อักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กในแนวตั้งเดียวกันที่แตกต่างกันก็มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

4.1.6 ค่าความกระด้างของน้ำ (hardness)

ค่าความกระด้างเฉลี่ยของน้ำทั้ง 3 บ่อ อยู่ในช่วง 127.78 – 176.44 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 150.18 ± 3.31 มิลลิกรัมต่อลิตร (ภาพที่ 4.6) ค่าความกระด้างของน้ำบ่อที่ 1 มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 118.67 – 217.67 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 167.92 ± 7.23 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่าต่ำที่สุดและสูงที่สุดในวันที่ 10 พ.ค. 2550 และ 7 มิ.ย. 2550 (ตารางที่ 4.6) ค่าความกระด้างของน้ำบ่อที่ 2 มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 96.67 – 170.33 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 122.03 ± 6.85 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่าต่ำที่สุดและสูงที่สุดในวันที่ 11 ต.ค. 2550 และ 24 พ.ค. 2550 (ตารางที่ 4.6) ค่าความกระด้างของน้ำบ่อที่ 3 มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 108.33 – 193.33 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 163.00 ± 6.77 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่าต่ำที่สุดและสูงที่สุดในวันที่ 8 พ.ย. 2550 และ 2 ส.ค. 2550 (ตารางที่ 4.6) จากการศึกษาพบว่าค่าความกระด้างของน้ำตลอดการศึกษามีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย ตั้งแต่เริ่มการเลี้ยงจนกระทั่งสิ้นสุดการเลี้ยง ค่าความกระด้างในบ่อที่ 1 มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือบ่อที่ 3 และ บ่อที่ 2



ภาพที่ 4.6 ค่าความกระด้างในบ่อเลี้ยงปลาอุกตลอดระยะเวลาการศึกษา 32 สัปดาห์

ตารางที่ 4.6 ค่าความกระด้างของน้ำเฉลี่ย (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในบ่อเลี้ยงปลาตก

วันที่เก็บ	บ่อ1	บ่อ2	บ่อ3
23 เม.ย 50	148.00±4.51 ^{bcde}	-	-
27 เม.ย 50	-	137.67±4.18 ^f	-
10 พ.ค 50	118.67±3.1A ^{8Abc}	168.00±0.58 ^{Bg}	-
24 พ.ค 50	138.33±3.34 ^{Abcde}	170.33±1.77 ^{Bg}	174.67±3.85 ^{Bef}
7 มิ.ย 50	217.67±2.34 ^{Ch}	137.67±6.18 ^{Af}	161.67±6.02 ^{Bd}
21 มิ.ย 50	195.00±2.89 ^{Cfgh}	120.00±5.78 ^{Ae}	180.33±2.91 ^{Bfg}
5 ก.ค 50	179.33±3.48 ^{Befgh}	107.33±0.33 ^{Acd}	191.67±6.02 ^{Bh}
19 ก.ค 50	197.00±3.52 ^{Bfgh}	117.67±2.34 ^{Ae}	190.00±5.01 ^{Bgh}
2 ส.ค 50	193.33±3.34 ^{Bfgh}	119.33±1.20 ^{Ae}	193.33±6.67 ^{Bh}
16 ส.ค 50	198.33±1.67 ^{Cgh}	99.33±0.67 ^{Abc}	167.00±2.52 ^{Bde}
30 ส.ค 50	195.00±2.89 ^{Cfgh}	100.00±0.58 ^{Abc}	167.33±1.45 ^{Bde}
13 ก.ย 50	165.00±5.01 ^{Bdefg}	109.00±3.06 ^{Ad}	163.33±4.41 ^{Bde}
27 ก.ย 50	156.67±7.27 ^{Bcdefg}	103.33±3.34 ^{Abcd}	165.00±1.73 ^{Bde}
11 ต.ค 50	155.00±2.89 ^{Bcdef}	96.67±2.03 ^{Ab}	162.67±1.45 ^{Cd}
25 ต.ค 50	150.00±2.89 ^{Bbcde}	-	130.00±5.78 ^{Ac}
8 พ.ย 50	131.00±3.79 ^{Bbcd}	-	108.33±1.67 ^{Ab}
17 พ.ย 50	148.33±1.67 ^{Bb}	-	126.67±1.67 ^{Ac}

หมายเหตุ – หมายถึง ไม่มีการวิเคราะห์

อักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ในแนวนอนเดียวกันที่แตกต่างกันคือมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

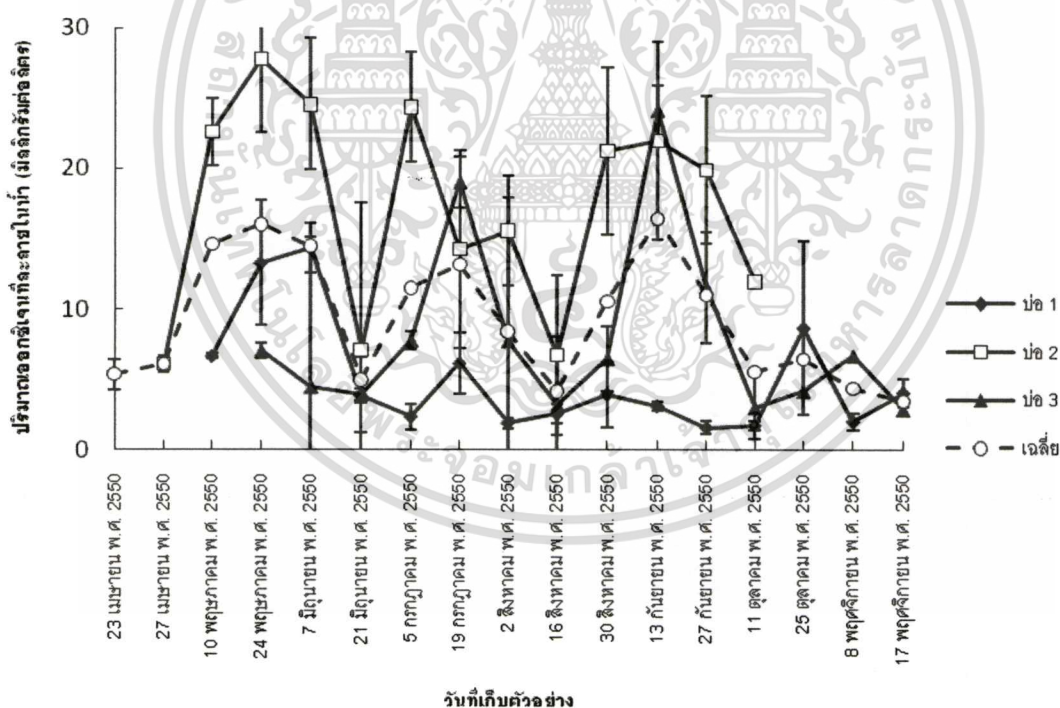
อักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กในแนวตั้งเดียวกันที่แตกต่างกันคือมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.7 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (dissolved oxygen)

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ย ทั้ง 3 บ่อ มีค่าอยู่ในช่วง 2.00 – 15.98 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.86 ± 1.04 มิลลิกรัมต่อลิตร (ภาพที่ 4.7) ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำบ่อที่ 1 มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 1.56 – 14.37 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.09 ± 0.99 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่าต่ำที่สุดและสูงที่สุดในวันที่ 27 ก.ย. 2550 และ 7 มิ.ย. 2550 (ตารางที่ 4.7) ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำบ่อที่ 2 มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 6.10 – 27.80 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.24 ± 2.07 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่าต่ำที่สุดในวันที่ 27 เม.ย. 2550 และสูงที่สุดในวันที่ 24 พ.ค. 2550 (ตารางที่ 4.7) ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำบ่อที่ 3 มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 2.87 – 24.16 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.01 ± 1.69 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่าต่ำที่สุดและสูงที่สุดในวันที่ 17 พ.ย. 2550 และ 13 ก.ย. 2550 (ตารางที่ 4.7) จากการศึกษพบว่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ มีการเพิ่มขึ้นและลดลงเป็น 3 ช่วง คือ ในวันที่ 23 เม.ย. – 21 มิ.ย. , 21 มิ.ย. – 16 ส.ค. และ 16 ส.ค. – 17 พ.ย. 2550 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำบ่อที่ 2 มีค่าสูงกว่าและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับบ่ออื่น ๆ ($p < 0.05$) รองลงมาคือ บ่อที่ 3 และ บ่อที่ 1



ภาพที่ 4.7 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในบ่อเลี้ยงปลาดุกตลอดระยะเวลาการศึกษา (ทำการเก็บตัวอย่างทั้ง 3 บ่อ ในช่วงเวลา 9.00 – 12.00 น.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำจืด (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในบ่อเลี้ยงปลา

วันที่เก็บ	บ่อ1	บ่อ2	บ่อ3
23 เม.ย 50	5.34±1.10 ^{ab}	-	-
27 เม.ย 50	-	6.10±0.29 ^{ab}	-
10 พ.ค 50	6.66±0.17 ^{Aab}	22.59±0.61 ^{Bde}	-
24 พ.ค 50	13.28±4.43 ^{Ac}	27.80±2.39 ^{Be}	7.04±0.70 ^{Aab}
7 มิ.ย 50	14.37±1.77 ^{ABc}	24.58±5.24 ^{Bde}	4.48±0.39 ^{Aa}
21 มิ.ย 50	3.84±0.50 ^{Aab}	7.08±4.67 ^{Aabc}	3.94±1.66 ^{Aa}
5 ก.ค 50	2.33±0.90 ^{Aab}	24.38±10.47 ^{Bde}	7.79±0.58 ^{ABab}
19 ก.ค 50	6.15±2.18 ^{Aab}	14.25±3.91 ^{Aabcde}	19.04±10.65 ^{Abc}
2 ส.ค 50	1.88±0.37 ^{Aab}	15.56±7.06 ^{Aabcde}	7.75±2.69 ^{Aab}
16 ส.ค 50	2.53±0.69 ^{Aab}	6.74±3.92 ^{Aabc}	3.17±0.62 ^{Aa}
30 ส.ค 50	3.91±2.29 ^{Aab}	21.26±5.66 ^{Bbcde}	6.48±1.82 ^{Aab}
13 ก.ย 50	3.09±0.32 ^{Aab}	22.00±5.97 ^{Acde}	24.16±10.14 ^{Ac}
27 ก.ย 50	1.56±0.46 ^{Aab}	19.91±7.02 ^{Bbcde}	11.52±4.87 ^{ABab}
11 ต.ค 50	1.71±0.30 ^{Aab}	11.92±5.27 ^{Aabcd}	3.02±2.32 ^{Aa}
25 ต.ค 50	8.67±6.18 ^{Abc}	-	4.19±1.79 ^{Aa}
8 พ.ย 50	2.00±0.58 ^{Aab}	-	6.70±3.94 ^{Aab}
17 พ.ย 50	4.04±1.02 ^{Aab}	-	2.87±2.26 ^{Aa}

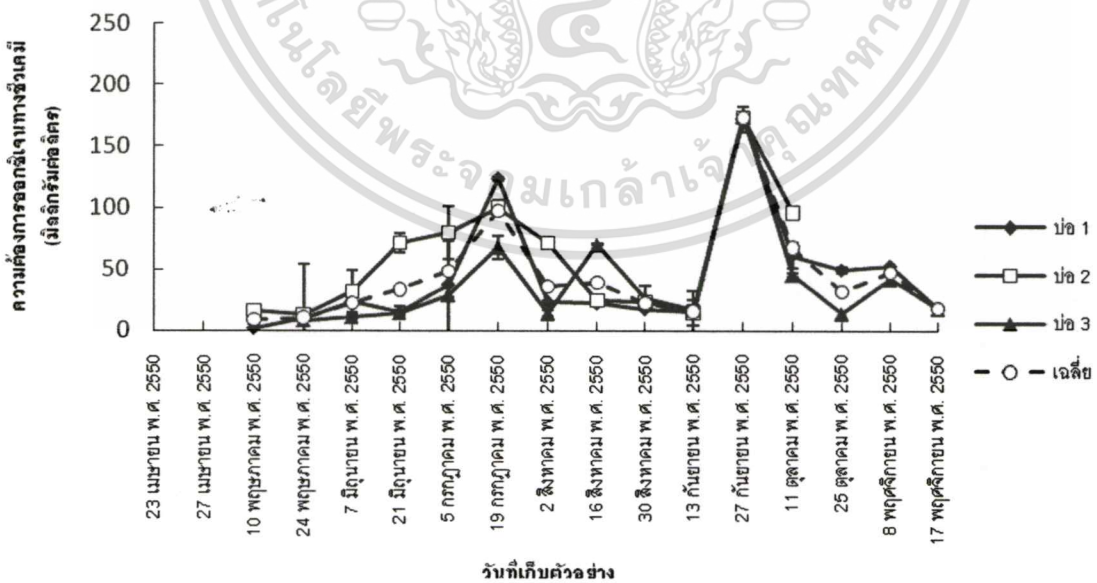
หมายเหตุ – หมายถึง ไม่มีการวิเคราะห์

อักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ในแนวนอนเดียวกันที่แตกต่างกันคือมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

อักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กในแนวตั้งเดียวกันที่แตกต่างกันคือมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

4.1.8 ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (biochemical oxygen demand)

ค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีเฉลี่ยของน้ำทิ้ง 3 บ่อ มีค่าอยู่ในช่วง 8.62 – 94 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 44.76 ± 6.59 มิลลิกรัมต่อลิตร (ภาพที่ 4.8) ค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีของน้ำบ่อที่ 1 มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 1.53 – 172 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 42.74 ± 12.06 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่าต่ำที่สุดและสูงที่สุดในวันที่ 10 พ.ค. 2550 และ 27 ก.ย. 2550 ซึ่งสูงกว่าและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับวันอื่น ๆ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 4.8) ค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีของน้ำบ่อที่ 2 มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 13.27 – 173.33 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 59.66 ± 14.03 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่าต่ำที่สุดและสูงที่สุดในวันที่ 24 พ.ค. 2550 และ 27 ก.ย. 2550 ซึ่งสูงกว่าและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับวันอื่น ๆ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 4.8) ค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีของน้ำบ่อที่ 3 มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 8.33 – 174.67 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 39.49 ± 11.72 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่าต่ำที่สุดและสูงที่สุดในวันที่ 24 พ.ค. 2550 และ 27 ก.ย. 2550 ซึ่งสูงกว่าและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับวันอื่น ๆ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 4.8) จากการศึกษพบว่าค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีในช่วงแรกมีค่าต่ำจากนั้นค่อยสูงขึ้นและลดลงอีกครั้งในช่วงกลางของการศึกษา จากนั้นมีแนวโน้มสูงขึ้นและลดลงในช่วงท้ายของการศึกษา ซึ่งค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีของบ่อที่ 2 มีค่าสูงที่สุด บ่อที่ 1 และ 3 มีค่าใกล้เคียงกัน ในวันที่ 27 ก.ย. 2550 บ่อเลี้ยงทั้ง 3 บ่อมีค่าสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อนำมาเปรียบเทียบกันพบว่า บ่อที่ 3 มีค่าสูงที่สุด แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับบ่ออื่น ๆ (ตารางที่ 4.8)



ภาพที่ 4.8 ค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีในบ่อเลี้ยงปลาดุกตลอดระยะเวลาการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 ค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีเฉลี่ย (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในบ่อเลี้ยงปลาอุก

วันที่เก็บ	บ่อ1	บ่อ2	บ่อ3
23 เม.ย 50	-	-	-
27 เม.ย 50	-	-	-
10 พ.ค 50	1.53±0.64 ^{Aa}	16.07±0.24 ^{Ba}	-
24 พ.ค 50	9.87±1.45 ^{Aab}	13.27±2.15 ^{Aa}	8.33±0.18 ^{Aab}
7 มิ.ย 50	23.73±4.22 ^{Bbc}	32.00±0.23 ^{Ba}	11.07±4.04 ^{Aab}
21 มิ.ย 50	14.67±2.55 ^{Aab}	71.47±40.6 ^{Ab}	14.40±8.56 ^{Aab}
5 ก.ค 50	37.27±2.17 ^{Ac}	79.73±17.14 ^{Bb}	29.03±1.15 ^{Aab}
19 ก.ค 50	123.33±5.46 ^{Cf}	100.00±7.58 ^{Bb}	68.00±1.16 ^{Ac}
2 ส.ค 50	23.33±10.36 ^{Abc}	71.33±20.98 ^{Bb}	14.00±2.31 ^{Aab}
16 ส.ค 50	22.00±1.16 ^{Abc}	24.67±5.93 ^{Aa}	70.00±44.11 ^{Ac}
30 ส.ค 50	17.33±0.67 ^{Aab}	23.33±1.77 ^{Aa}	26.67±9.42 ^{Aab}
13 ก.ย 50	14.67±1.77 ^{Aab}	14.67±1.77 ^{Aa}	17.33±2.41 ^{Aab}
27 ก.ย 50	172.00±0.00 ^{Ag}	173.33±0.67 ^{ABc}	174.67±0.67 ^{Bd}
11 ต.ค 50	61.33±10.74 ^{ABe}	96.00±18.06 ^{Bb}	45.33±10.10 ^{Abc}
25 ต.ค 50	49.33±10.49 ^{Bde}	-	14.00±3.47 ^{Aab}
8 พ.ย 50	52.67±10.74 ^{Ade}	-	42.00±3.06 ^{Abc}
17 พ.ย 50	18.00±2.31 ^{Aab}	-	18.00±1.16 ^{Aab}

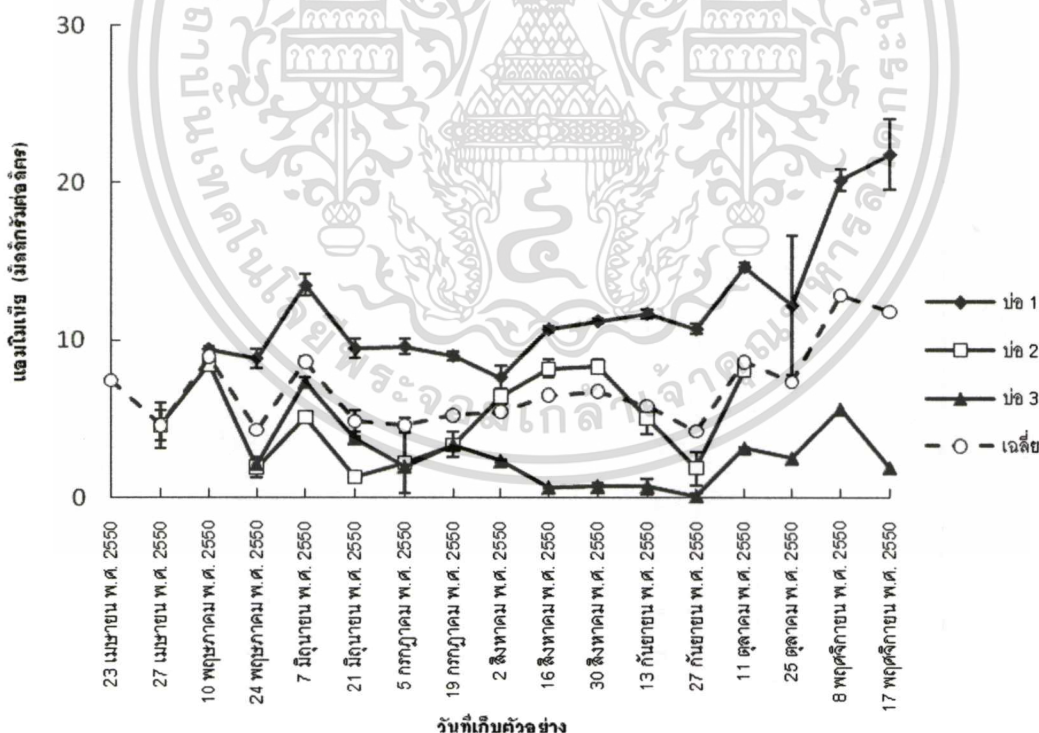
หมายเหตุ - หมายถึง ไม่มีการวิเคราะห์

อักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ในแนวนอนเดียวกันที่แตกต่างกันก็มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

อักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กในแนวตั้งเดียวกันที่แตกต่างกันก็มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

4.1.9 แอมโมเนีย (ammonia)

ปริมาณแอมโมเนียเฉลี่ยของน้ำทั้ง 3 บ่อ มีค่าอยู่ในช่วง 4.58 – 21.82 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.84 ± 1.24 มิลลิกรัมต่อลิตร (ภาพที่ 4.9) ปริมาณแอมโมเนียในน้ำบ่อที่ 1 มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 7.47 - 21.82 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.77 ± 1.03 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่าต่ำที่สุดและสูงที่สุดในวันที่ 23 เม.ย. 2550 และ 17 พ.ย. 2550 (ตารางที่ 4.9) ปริมาณแอมโมเนียในน้ำบ่อที่ 2 มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 1.28 – 8.49 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.99 ± 0.76 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่าต่ำที่สุดและสูงที่สุดในวันที่ 21 มิ.ย. 2550 และ 10 พ.ค. 2550 (ตารางที่ 4.9) ปริมาณแอมโมเนียในน้ำบ่อที่ 3 มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 0.12 – 7.34 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.59 ± 0.54 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่าต่ำที่สุดและสูงที่สุดในวันที่ 27 ก.ย. 2550 และ 7 มิ.ย.2550 ซึ่งสูงกว่าและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับวันอื่น ๆ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 4.9) จากการศึกษาพบว่าปริมาณแอมโมเนียมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยจากช่วงเริ่มการเพาะเลี้ยงและมีแนวโน้มสูงขึ้นในช่วงท้ายของการศึกษา ปริมาณแอมโมเนียในบ่อที่ 1 มีค่าสูงกว่าและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับบ่ออื่นๆ ($p < 0.05$) รองลงมาคือ บ่อ 2 และ 3



ภาพที่ 4.9 ปริมาณแอมโมเนียในบ่อเลี้ยงปลาตลอดระยะเวลาการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 แอมโมเนียเฉลี่ย (มิลลิกรัมต่อลิตร)ในบ่อเลี้ยงปลาคุณ

วันที่เก็บ	บ่อ1	บ่อ2	บ่อ3
23 เม.ย 50	7.47±0.08 ^b	-	-
27 เม.ย 50	-	4.58±0.38 ^{cd}	-
10 พ.ค 50	9.43±0.16 ^{Abcd}	8.49±0.94 ^{Ae}	-
24 พ.ค 50	8.86±0.60 ^{Bbc}	1.90±0.15 ^{Aab}	2.14±0.45 ^{Abc}
7 มิ.ย 50	13.51±0.70 ^{Cde}	5.09±0.63 ^{Ac}	7.34±0.48 ^{Bg}
21 มิ.ย 50	9.48±0.63 ^{Cbcd}	1.28±0.32 ^{Aab}	3.76±1.01 ^{Be}
5 ก.ค 50	9.60±0.48 ^{Bbcd}	2.20±0.38 ^{Aab}	1.96±0.27 ^{Ab}
19 ก.ค 50	9.01±0.29 ^{Bbc}	3.34±1.96 ^{Abc}	3.34±0.31 ^{Ade}
2 ส.ค 50	7.66±0.69 ^{Bb}	6.43±0.82 ^{Bde}	2.32±0.05 ^{Abcd}
16 ส.ค 50	10.71±0.13 ^{Cbcde}	8.20±0.43 ^{Be}	0.66±0.32 ^{Aa}
30 ส.ค 50	11.23±0.13 ^{Cbcde}	8.31±0.57 ^{Be}	0.72±0.21 ^{Aa}
13 ก.ย 50	11.70±0.29 ^{Cbcde}	5.02±0.45 ^{Bcd}	0.72±0.08 ^{Aa}
27 ก.ย 50	10.73±0.32 ^{Bbcde}	1.86±0.99 ^{Aab}	0.12±0.03 ^{Aa}
11 ต.ค 50	14.69±0.25 ^{Ce}	8.10±1.06 ^{Be}	3.14±0.24 ^{Acde}
25 ต.ค 50	12.23±4.43 ^{Bcde}	-	2.50±0.49 ^{Abcd}
8 พ.ย 50	20.17±0.69 ^{Bf}	-	5.64±0.14 ^{Af}
17 พ.ย 50	21.82±2.24 ^{Bf}	-	1.90±0.09 ^{Ab}

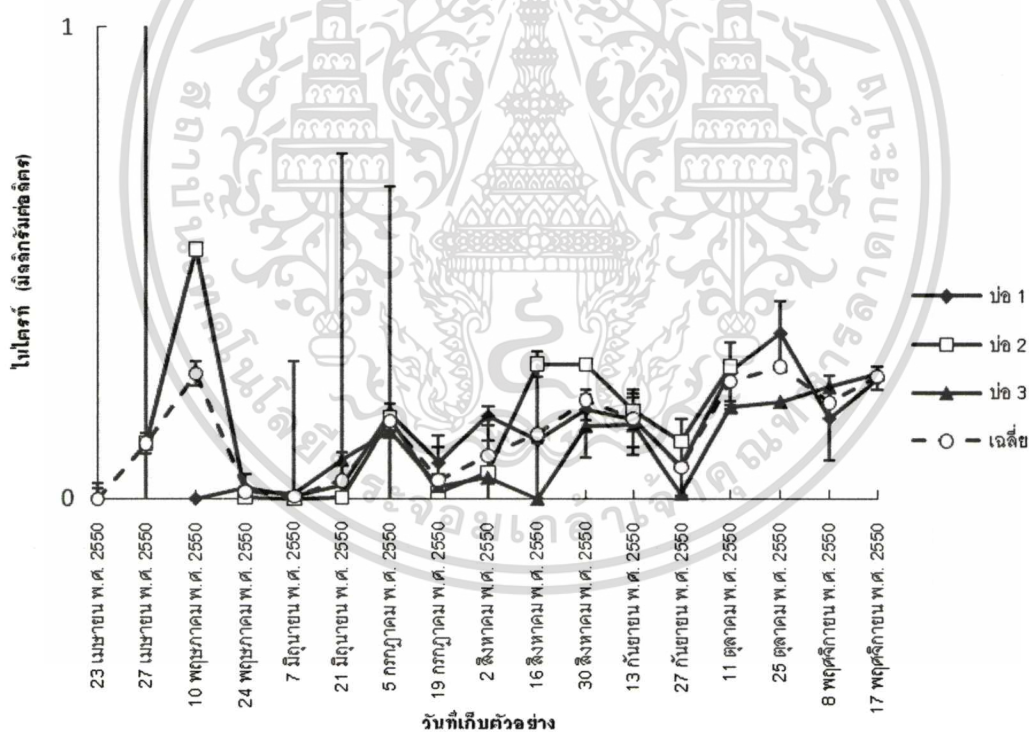
หมายเหตุ – หมายถึง ไม่มีการวิเคราะห์

อักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ในแนวนอนเดียวกันที่แตกต่างกันคือมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

อักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กในแนวตั้งเดียวกันที่แตกต่างกันคือมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

4.1.10 ไนไตรท์ (nitrite)

ปริมาณไนไตรท์เฉลี่ยของน้ำทั้ง 3 บ่อ มีค่าอยู่ในช่วง 0 – 0.31 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.14 ± 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร (ภาพที่ 4.10) ปริมาณไนไตรท์ของน้ำบ่อที่ 1 มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 0 – 0.35 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.13 ± 0.03 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่าต่ำที่สุดในวันที่ 23 เม.ย. 2550 และ 10 พ.ค. 2550 และสูงที่สุดในวันที่ 25 ต.ค. 2550 (ตารางที่ 4.10) ปริมาณไนไตรท์ของน้ำบ่อที่ 2 มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 0 – 0.53 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.16 ± 0.04 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่าต่ำที่สุดในวันที่ 24 พ.ค., 7 มิ.ย. และ 21 มิ.ย. 2550 และสูงที่สุดในวันที่ 10 พ.ค. 2550 ซึ่งมีค่าสูงกว่าและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับวันอื่น ๆ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 4.10) ปริมาณไนไตรท์บ่อที่ 3 มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 0 – 0.26 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.11 ± 0.03 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่าต่ำที่สุดในวันที่ 16 ส.ค. 2550 และสูงที่สุดในวันที่ 17 พ.ย. 2550 จากการศึกษพบว่าปริมาณไนไตรท์มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในช่วงท้ายของการศึกษา และปริมาณไนไตรท์ทั้ง 3 บ่อ มีค่าใกล้เคียงกัน



ภาพที่ 4.10 ปริมาณไนไตรท์ในบ่อเลี้ยงปลาอุกตลอดระยะเวลาการศึกษา

ตารางที่ 4.10 ไนโตรเจนเฉลี่ย (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในบ่อปลาตก

วันที่เก็บ	บ่อ1	บ่อ2	บ่อ3
23 เม.ย 50	0.00±0.02 ^a	-	-
27 เม.ย 50	-	0.12±0.02 ^{abc}	-
10 พ.ค 50	0.00±0.00 ^{Ab}	0.53±0.02 ^{Be}	-
24 พ.ค 50	0.02±0.00 ^{Bbc}	0.00±0.00 ^{Aa}	0.02±0.00 ^{Bab}
7 มิ.ย 50	0.01±0.01 ^{Ab}	0.00±0.00 ^{Aa}	0.01±0.01 ^{Aab}
21 มิ.ย 50	0.03±0.01 ^{Abc}	0.00±0.00 ^{Aa}	0.08±0.08 ^{Aabcd}
5 ก.ค 50	0.18±0.02 ^{Aefg}	0.17±0.02 ^{Abcd}	0.14±0.00 ^{Abcde}
19 ก.ค 50	0.08±0.03 ^{Abcde}	0.01±0.01 ^{Aa}	0.03±0.00 ^{Aabc}
2 ส.ค 50	0.17±0.02 ^{Bdefg}	0.06±0.01 ^{Aab}	0.05±0.01 ^{Aabc}
16 ส.ค 50	0.12±0.01 ^{Acdef}	0.28±0.14 ^{Ad}	0.00±0.00 ^{Aa}
30 ส.ค 50	0.19±0.02 ^{Afg}	0.28±0.03 ^{Ad}	0.15±0.11 ^{Acde}
13 ก.ย 50	0.17±0.00 ^{Adefg}	0.19±0.01 ^{Bcd}	0.16±0.00 ^{Acde}
27 ก.ย 50	0.07±0.01 ^{Bbcd}	0.12±0.03 ^{Babc}	0.01±0.00 ^{Aab}
11 ต.ค 50	0.27±0.06 ^{Agh}	0.28±0.05 ^{Ad}	0.19±0.07 ^{Ade}
25 ต.ค 50	0.35±0.06 ^{Ah}	-	0.21±0.07 ^{Ade}
8 พ.ย 50	0.17±0.09 ^{ABdefg}	-	0.24±0.06 ^{Be}
17 พ.ย 50	0.25±0.02 ^{Agh}	-	0.26±0.00 ^{Ae}

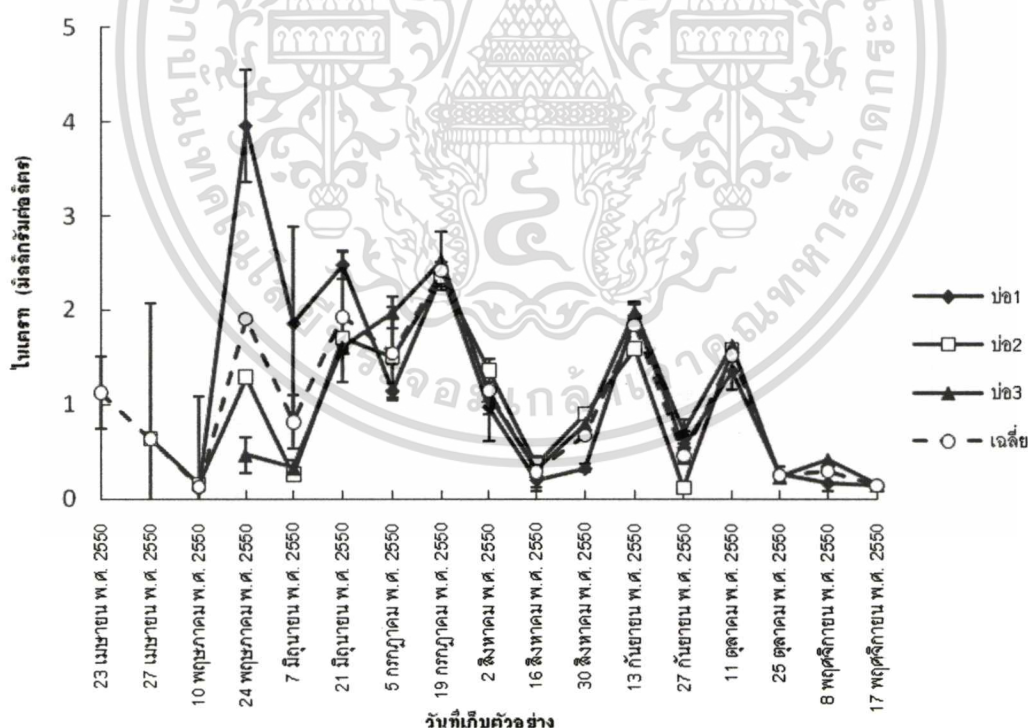
หมายเหตุ – หมายถึง ไม่มีการวิเคราะห์

อักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ในแนวนอนเดียวกันที่แตกต่างกันคือมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

อักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กในแนวตั้งเดียวกันที่แตกต่างกันคือมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

4.1.11 ไนเตรท (nitrate)

ปริมาณไนเตรทเฉลี่ยของน้ำทั้ง 3 บ่อ มีค่าอยู่ในช่วง 0.14 - 2.17 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.98 ± 0.15 มิลลิกรัมต่อลิตร (ภาพที่ 4.11) ปริมาณไนเตรทของน้ำบ่อที่ 1 มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 0.11 - 3.96 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.19 ± 0.27 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่าต่ำที่สุดและสูงที่สุดในวันที่ 10 พ.ค. 2550 และ 24 พ.ค. 2550 ซึ่งมีค่าสูงกว่าและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับวันอื่น ๆ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 4.11) ปริมาณไนเตรทของน้ำบ่อที่ 2 มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 0.12 - 2.35 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.06 ± 0.20 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่าต่ำที่สุดและสูงที่สุดในวันที่ 27 ก.ย. 2550 และ 19 ก.ค. 2550 (ตารางที่ 4.11) ปริมาณไนเตรทของน้ำบ่อ 3 มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 0.15 - 2.52 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.01 ± 0.21 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่าต่ำที่สุดและสูงที่สุดในวันที่ 17 พ.ย. 2550 และ 19 ก.ค. 2550 ซึ่งสูงกว่าและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับวันอื่น ๆ ($p < 0.05$) จากการศึกษาพบว่าปริมาณ ไนเตรทในช่วงเริ่มการเลี้ยงมีค่าน้อยจากนั้นจึงค่อยเพิ่มขึ้นและมีแนวโน้มลดลงจากวันที่ 19 ก.ค. 2550 จนกระทั่งสัปดาห์สุดท้ายของการศึกษาปริมาณไนเตรทของน้ำทั้ง 3 บ่อ มีค่าใกล้เคียงกัน



ภาพที่ 4.11 ปริมาณไนเตรทในบ่อเลี้ยงปลาอุกตลอดระยะเวลาการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 ไนเตรทเฉลี่ย (มิลลิกรัมต่อลิตร)ในบ่อเลี้ยงปลาอุก

วันที่เก็บ	บ่อ1	บ่อ2	บ่อ3
23 เม.ย 50	1.13±0.38 ^{bcd}	-	-
27 เม.ย 50	-	0.64±0.48 ^{abc}	-
10 พ.ค 50	0.11±0.03 ^{Aab}	0.16±0.04 ^{Aab}	-
24 พ.ค 50	3.96±0.59 ^{Bf}	1.29±0.93 ^{Ac}	0.46±0.08 ^{Abcd}
7 มิ.ย 50	1.86±1.03 ^{Ade}	0.26±0.05 ^{Aab}	0.33±0.04 ^{Aabc}
21 มิ.ย 50	2.48±0.15 ^{Be}	1.70±0.07 ^{Ade}	1.60±0.04 ^{Af}
5 ก.ค 50	1.14±0.13 ^{Abcd}	1.50±0.06 ^{Ad}	1.97±0.19 ^{Bf}
19 ก.ค 50	2.38±0.13 ^{Ae}	2.35±0.07 ^{Ae}	2.52±0.08 ^{Ag}
2 ส.ค 50	0.98±0.36 ^{Aabcd}	1.36±0.10 ^{Ac}	1.10±0.02 ^{Ae}
16 ส.ค 50	0.20±0.12 ^{Aab}	0.36±0.12 ^{Aab}	0.30±0.17 ^{Aab}
30 ส.ค 50	0.32±0.04 ^{Aabc}	0.90±0.06 ^{Abcd}	0.80±0.31 ^{Ade}
13 ก.ย 50	1.94±0.11 ^{Ade}	1.58±0.03 ^{Ade}	1.98±0.21 ^{Af}
27 ก.ย 50	0.55±0.18 ^{Babc}	0.12±0.03 ^{Aab}	0.71±0.08 ^{Bcd}
11 ต.ค 50	1.35±0.20 ^{Ac}	1.58±0.04 ^{Ade}	1.62±0.13 ^{Af}
25 ต.ค 50	0.27±0.08 ^{Aab}	-	0.24±0.11 ^{Aab}
8 พ.ย 50	0.17±0.09 ^{ABab}	-	0.42±0.12 ^{Babcd}
17 พ.ย 50	0.14±0.02 ^{Aab}	-	0.15±0.02 ^{Aab}

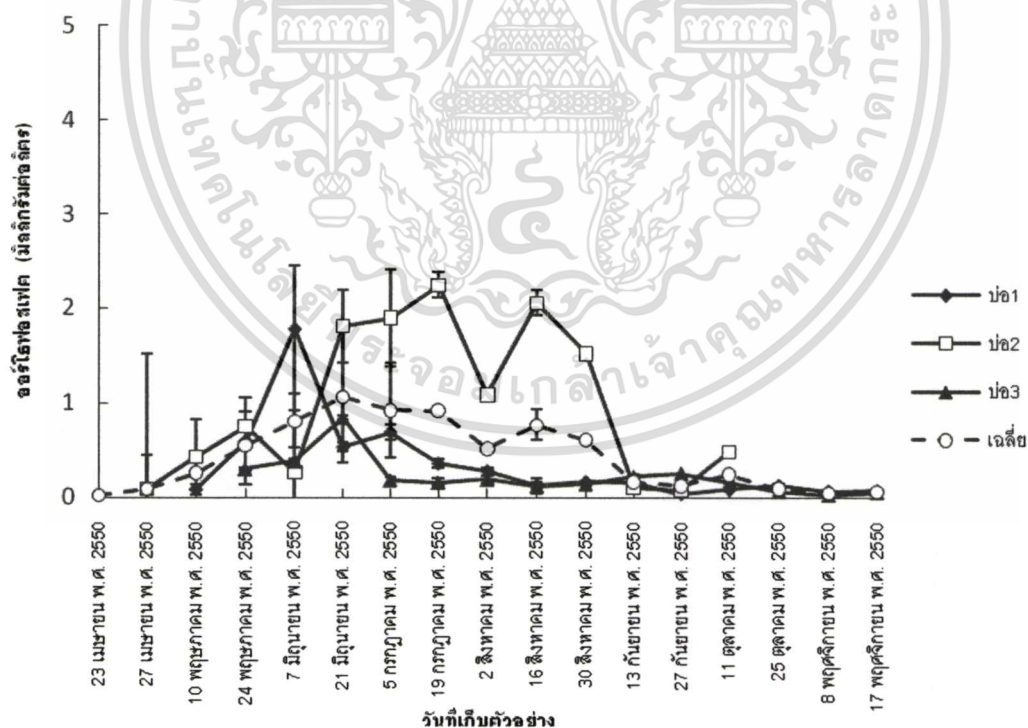
หมายเหตุ – หมายถึง ไม่มีการวิเคราะห์

อักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ในแนวนอนเดียวกันที่แตกต่างกันคือมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

อักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กในแนวตั้งเดียวกันที่แตกต่างกันคือมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

4.1.12 ออร์โธฟอสเฟต (soluble reactive phosphorus, SRP)

ปริมาณออร์โธฟอสเฟตน้ำเฉลี่ยของทั้ง 3 บ่อ มีค่าอยู่ในช่วง 0.06 – 1.26 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.43 ± 0.09 มิลลิกรัมต่อลิตร (ภาพที่ 4.12) ออร์โธฟอสเฟตในน้ำบ่อที่ 1 มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 0.03 – 1.78 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.33 ± 0.11 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่าต่ำที่สุดและสูงที่สุดในวันที่ 23 เม.ย. 2550 และ 7 มิ.ย. 2550 ซึ่งสูงกว่าและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับวันอื่น ๆ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 4.12) ปริมาณออร์โธฟอสเฟตบ่อที่ 2 มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 0.08 – 2.24 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.99 ± 0.23 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่าต่ำที่สุดและสูงที่สุดในวันที่ 27 ก.ย. 2550 และ 19 ก.ค. 2550 (ตารางที่ 4.12) ปริมาณออร์โธฟอสเฟตบ่อที่ 3 มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 0.03 – 0.85 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.22 ± 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่าต่ำที่สุดและสูงที่สุดในวันที่ 8 พ.ย. 2550 และ 21 มิ.ย. 2550 (ตารางที่ 4.12) จากการศึกษพบว่าปริมาณออร์โธฟอสเฟตมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วงแรกของการศึกษาจนกระทั่ง วันที่ 21 มิ.ย. 2550 จากนั้นจึงมีแนวโน้มลดลงถึงสัปดาห์สุดท้ายของการเพาะเลี้ยง ปริมาณออร์โธฟอสเฟตวันที่ 19 ก.ค.2550 ปริมาณออร์โธฟอสเฟตมีค่าสูงกว่าและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับบ่อเลี้ยงอื่น ๆ บ่อ 1 และ 3 มีค่าใกล้เคียงกัน



ภาพที่ 4.12 ปริมาณออร์โธฟอสเฟตของน้ำในบ่อเลี้ยงปลาดุกตลอดระยะเวลาการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 ออร์โทฟอสเฟตเฉลี่ย (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในบ่อเลี้ยงปลาตูก

วันที่เก็บ	บ่อ1	บ่อ2	บ่อ3
23 เม.ย 50	0.03±0.00 ^a	-	-
27 เม.ย 50	-	0.09±0.03 ^{ab}	-
10 พ.ค 50	0.09±0.06 ^{Aa}	0.43±0.36 ^{Aab}	-
24 พ.ค 50	0.60±0.46 ^{Aa}	0.76±0.40 ^{Aabc}	0.30±0.15 ^{Aa}
7 มิ.ย 50	1.78±0.68 ^{Bb}	0.27±0.16 ^{Aab}	0.38±0.10 ^{ABa}
21 มิ.ย 50	0.53±0.05 ^{Aa}	1.81±0.66 ^{Ade}	0.85±0.67 ^{Aa}
5 ก.ค 50	0.69±0.08 ^{Aa}	1.89±0.38 ^{Bde}	0.18±0.02 ^{Aa}
19 ก.ค 50	0.36±0.04 ^{Aa}	2.24±0.51 ^{Be}	0.16±0.03 ^{Aa}
2 ส.ค 50	0.28±0.04 ^{Aa}	1.09±0.14 ^{Bbcd}	0.19±0.02 ^{Aa}
16 ส.ค 50	0.13±0.03 ^{Aa}	2.06±0.02 ^{Bde}	0.12±0.04 ^{Aa}
30 ส.ค 50	0.17±0.01 ^{Aa}	1.52±0.13 ^{Bcde}	0.14±0.04 ^{Aa}
13 ก.ย 50	0.16±0.04 ^{Aa}	0.10±0.03 ^{Aab}	0.22±0.04 ^{Aa}
27 ก.ย 50	0.04±0.02 ^{Aa}	0.08±0.03 ^{Aab}	0.26±0.08 ^{Ba}
11 ต.ค 50	0.09±0.01 ^{Aa}	0.49±0.13 ^{Bab}	0.16±0.02 ^{Aa}
25 ต.ค 50	0.13±0.02 ^{Ba}	-	0.06±0.02 ^{Aa}
8 พ.ย 50	0.07±0.02 ^{Ba}	-	0.03±0.01 ^{Aa}
17 พ.ย 50	0.08±0.01 ^{Aa}	-	0.06±0.01 ^{Aa}

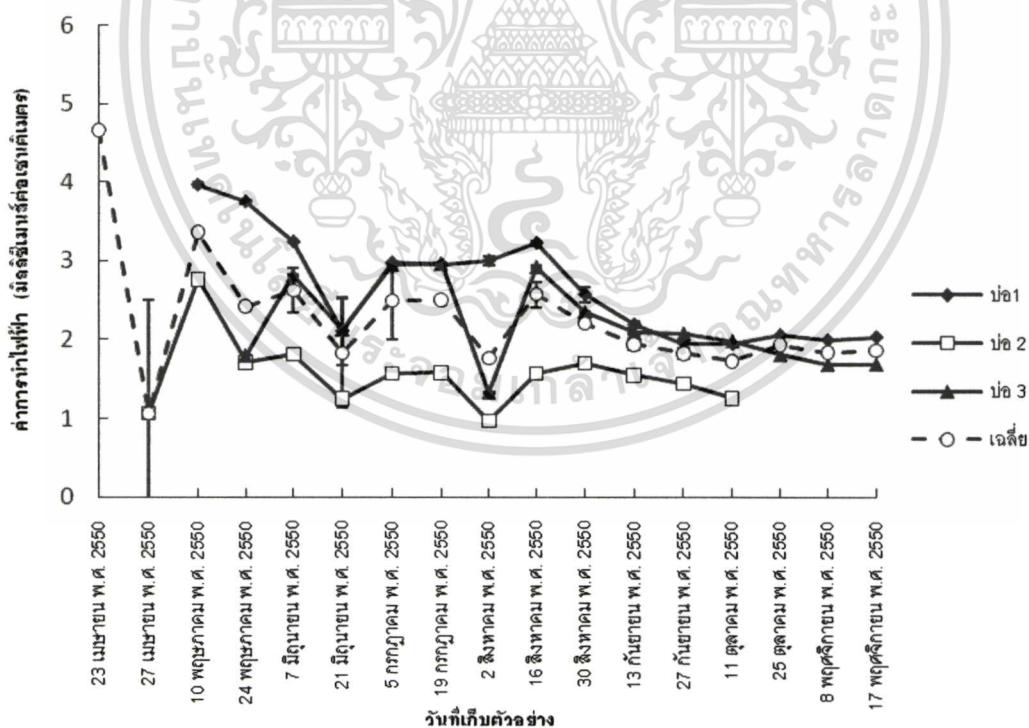
หมายเหตุ – หมายถึง ไม่มีการวิเคราะห์

อักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ในแนวนอนเดียวกันที่แตกต่างกันคือมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

อักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กในแนวดิ่งเดียวกันที่แตกต่างกันคือมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

4.1.13 ค่าการนำไฟฟ้า (electrical conductivity)

ค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ยของทั้ง 3 บ่อ มีค่าอยู่ในช่วง 1.07 – 3.07 มิลลิซีเมนส์ต่อเซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.14 ± 0.11 มิลลิซีเมนส์ต่อเซนติเมตร (ภาพที่ 4.13) ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำบ่อที่ 1 มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 1.94 – 4.66 มิลลิซีเมนส์ต่อเซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.79 ± 0.21 มิลลิซีเมนส์ต่อเซนติเมตร โดยมีค่าต่ำที่สุดและสูงที่สุดในวันที่ 11 ต.ค. 2550 และ 23 เม.ย. 2550 ซึ่ง มีค่าสูงกว่าและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับวันอื่น ๆ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 4.13) ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำบ่อที่ 2 มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 0.97 – 2.76 มิลลิซีเมนส์ต่อเซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.56 ± 0.12 มิลลิซีเมนส์ต่อเซนติเมตร โดยมีค่าต่ำที่สุดในวันที่ 2 ส.ค. 2550 และสูงที่สุดในวันที่ 10 พ.ค. 2550 ซึ่งสูงกว่าและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับวันอื่น ๆ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 4.13) ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำบ่อที่ 3 มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 1.33 – 2.96 มิลลิซีเมนส์ต่อเซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.19 ± 0.14 มิลลิซีเมนส์ต่อเซนติเมตร โดยมีค่าต่ำที่สุดและสูงที่สุดในวันที่ 24 พ.ค. 2550 และ 19 ก.ค. 2550 จากการศึกษาพบว่าค่าการนำไฟฟ้ามีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นจากช่วงเริ่มการเลี้ยงจากนั้นมีการเปลี่ยนแปลงอีกเล็กน้อยจนกระทั่งช่วงสุดท้ายของการศึกษา ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำบ่อที่ 1 และ 3 มีค่าใกล้เคียงกัน บ่อที่ 2 มีค่าน้อยที่สุด



ภาพที่ 4.13 ค่าการนำไฟฟ้าในบ่อเลี้ยงปลาอุกตลอดระยะเวลาการศึกษา 32 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.13 ค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ย (มิลลิซีเมนส์ต่อเซนติเมตร) ในบ่อเลี้ยงปลาอุก

วันที่เก็บ	บ่อ1	บ่อ2	บ่อ3
23 เม.ย 50	4.66±0.02 ^h	-	-
27 เม.ย 50	-	1.07±0.02 ^c	-
10 พ.ค 50	3.96±0.03 ^{Bg}	2.76±0.01 ^{Ai}	-
24 พ.ค 50	3.75±0.03 ^{Cf}	1.71±0.02 ^{Ag}	1.80±0.02 ^{Bcd}
7 มิ.ย 50	3.24±0.01 ^{Cef}	1.82±0.04 ^{Ah}	2.82±0.02 ^{Bg}
21 มิ.ย 50	2.11±0.43 ^{Abc}	1.25±0.04 ^{Ad}	2.13±0.41 ^{Aef}
5 ก.ค 50	2.97±0.01 ^{Bde}	1.57±0.01 ^{Af}	2.95±0.00 ^{Bg}
19 ก.ค 50	2.96±0.01 ^{Bde}	1.58±0.01 ^{Af}	2.96±0.01 ^{Bg}
2 ส.ค 50	3.00±0.05 ^{Cde}	0.97±0.01 ^{Ab}	1.33±0.03 ^{Bb}
16 ส.ค 50	3.22±0.03 ^{Cef}	1.57±0.01 ^{Af}	2.92±0.02 ^{Bg}
30 ส.ค 50	2.57±0.09 ^{Ccd}	1.70±0.03 ^{Ag}	2.35±0.02 ^{Bf}
13 ก.ย 50	2.18±0.04 ^{Cc}	1.55±0.02 ^{Af}	2.08±0.01 ^{Bdef}
27 ก.ย 50	1.95±0.00 ^{Bbc}	1.44±0.03 ^{Ae}	2.07±0.01 ^{Cdef}
11 ต.ค 50	1.94±0.01 ^{Bbc}	1.25±0.01 ^{Ad}	1.98±0.01 ^{Ccde}
25 ต.ค 50	2.05±0.00 ^{Bbc}	-	1.81±0.01 ^{Ac}
8 พ.ย 50	1.99±0.00 ^{Bbc}	-	1.68±0.01 ^{Ac}
17 พ.ย 50	2.03±0.01 ^{Bb}	-	1.69±0.00 ^{Ac}

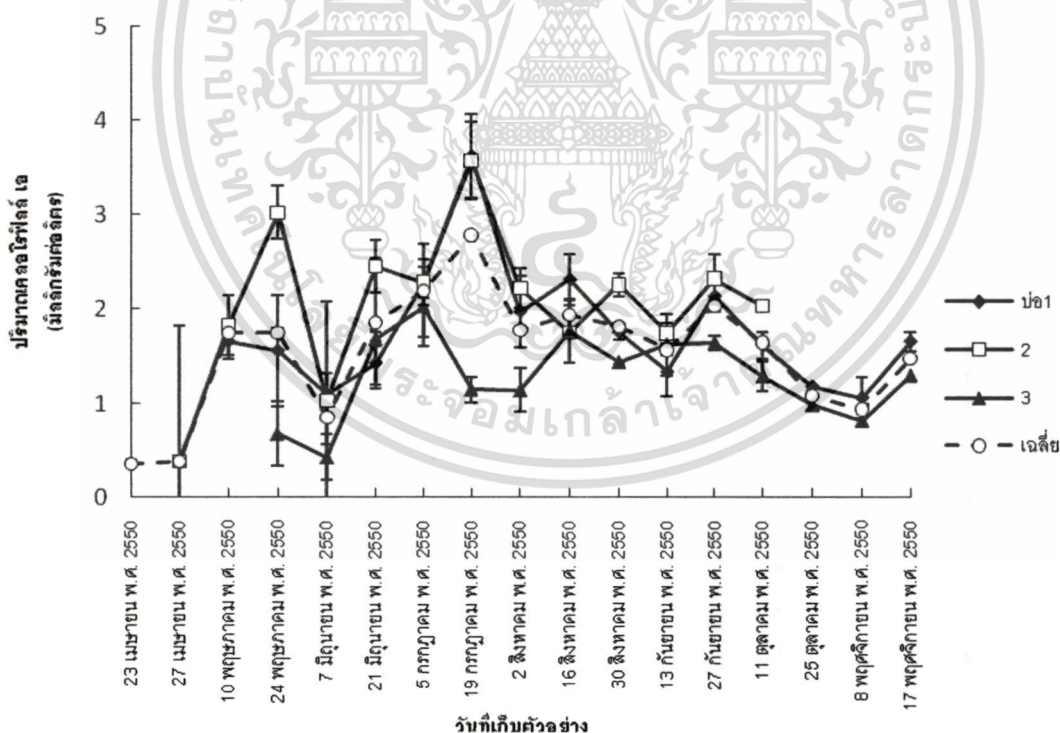
หมายเหตุ – หมายถึง ไม่มีการวิเคราะห์

อักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ในแนวนอนเดียวกันที่แตกต่างกันคือมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

อักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กในแนวตั้งเดียวกันที่แตกต่างกันคือมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

4.1.14 คลอโรฟิลล์ เอ (chlorophyll a)

ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ เฉลี่ยทั้ง 3 บ่อ มีค่าอยู่ในช่วง 0.38 – 2.53 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.57 ± 0.12 (ภาพที่ 4.14) ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในบ่อที่ 1 มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 0.35 – 3.61 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.68 ± 0.18 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่าต่ำที่สุดและสูงที่สุดในวันที่ 23 เม.ย. 2550 และ 19 ก.ค. 2550 ซึ่งสูงกว่าและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับวันอื่น ๆ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 4.14) ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในบ่อที่ 2 มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 0.38 – 3.57 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.06 ± 0.22 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่าต่ำที่สุดในสัปดาห์ที่เริ่มเลี้ยง คือ 27 เม.ย. 2550 และสูงที่สุดในวันที่ 19 ก.ค. 2550 (ตารางที่ 4.14) ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในบ่อที่ 3 มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 0.42 – 2.02 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.28 ± 0.12 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่าต่ำที่สุดและสูงที่สุดในสัปดาห์ที่ 7 เม.ย. 2550 และ 5 ก.ค. 2550 (ตารางที่ 4.14) จากการศึกษายพบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นจากสัปดาห์แรกของการเพาะเลี้ยงและสูงที่สุดในช่วงกลางและมีแนวโน้มต่ำลงเล็กน้อยจนกระทั่งช่วงสุดท้ายของการศึกษา



ภาพที่ 4.14 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในบ่อเลี้ยงปลาอุกตลอดระยะเวลาการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผ 4.14 คลอโรฟิลล์ เอ เฉลี่ย (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในบ่อเลี้ยงปลาตูก

วันที่เก็บ	บ่อ1	บ่อ2	บ่อ3
23 เม.ย 50	0.35±0.04 ^{ab}	-	-
27 เม.ย 50	-	0.38±0.16 ^{ab}	-
10 พ.ค 50	1.65±0.19 ^{Acde}	1.83±0.06 ^{Acd}	-
24 พ.ค 50	1.56±0.59 ^{Acde}	3.01±0.32 ^{Bef}	0.67±0.08 ^{Aabc}
7 มิ.ย 50	1.09±0.22 ^{Abc}	1.03±0.28 ^{Abc}	0.42±0.07 ^{Aab}
21 มิ.ย 50	1.42±0.23 ^{Acde}	2.44±1.04 ^{Ade}	1.68±0.87 ^{Ade}
5 ก.ค 50	2.28±0.16 ^{Ae}	2.28±0.28 ^{Ade}	2.02±0.34 ^{Ae}
19 ก.ค 50	3.61±0.45 ^{Bf}	3.57±0.24 ^{Bf}	1.14±0.24 ^{Abcde}
2 ส.ค 50	1.97±0.38 ^{Acde}	2.22±0.41 ^{Ade}	1.14±0.07 ^{Abcde}
16 ส.ค 50	2.31±0.27 ^{Ae}	1.74±0.21 ^{Acd}	1.76±0.41 ^{Ade}
30 ส.ค 50	1.75±0.08 ^{Acde}	2.25±0.06 ^{Bde}	1.43±0.13 ^{Acde}
13 ก.ย 50	1.33±0.25 ^{Acd}	1.74±0.12 ^{Acd}	1.62±0.23 ^{Acde}
27 ก.ย 50	2.13±0.14 ^{Ade}	2.32±0.11 ^{Ade}	1.64±0.33 ^{Ade}
11 ต.ค 50	1.61±0.14 ^{ABcde}	2.03±0.26 ^{Bde}	1.29±0.02 ^{Abcde}
25 ต.ค 50	1.18±0.01 ^{Abc}	-	0.98±0.33 ^{Abcd}
8 พ.ย 50	1.06±0.22 ^{Abc}	-	0.81±0.07 ^{Aabcd}
17 พ.ย 50	1.65±0.10 ^{Acd}	-	1.29±0.16 ^{Abcde}

หมายเหตุ – หมายถึง ไม่มีการวิเคราะห์

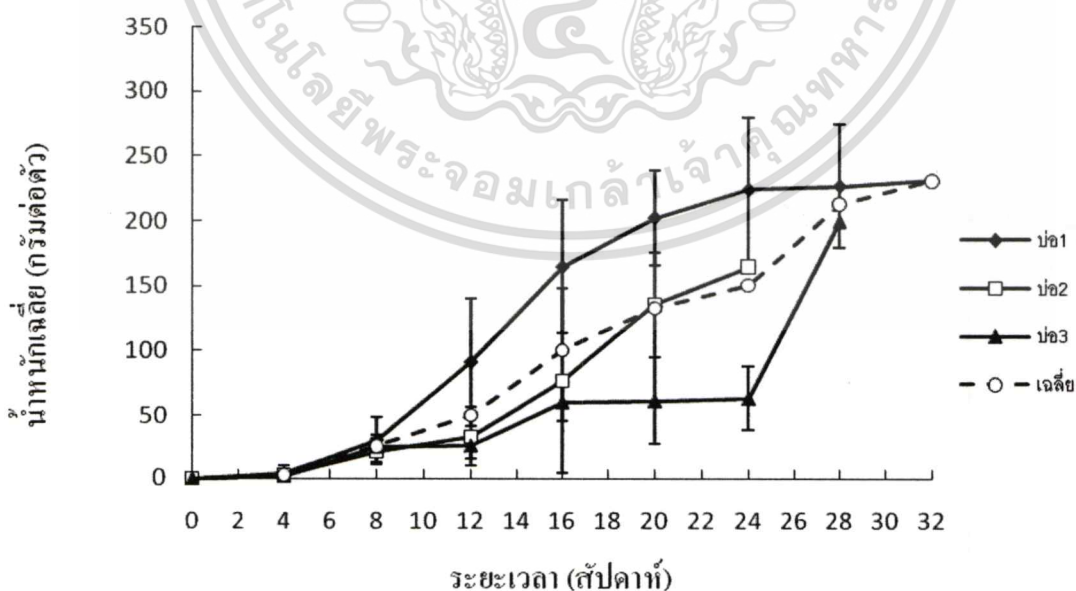
อักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ในแนวนอนเดียวกันที่แตกต่างกันคือมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

อักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กในแนวตั้งเดียวกันที่แตกต่างกันคือมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

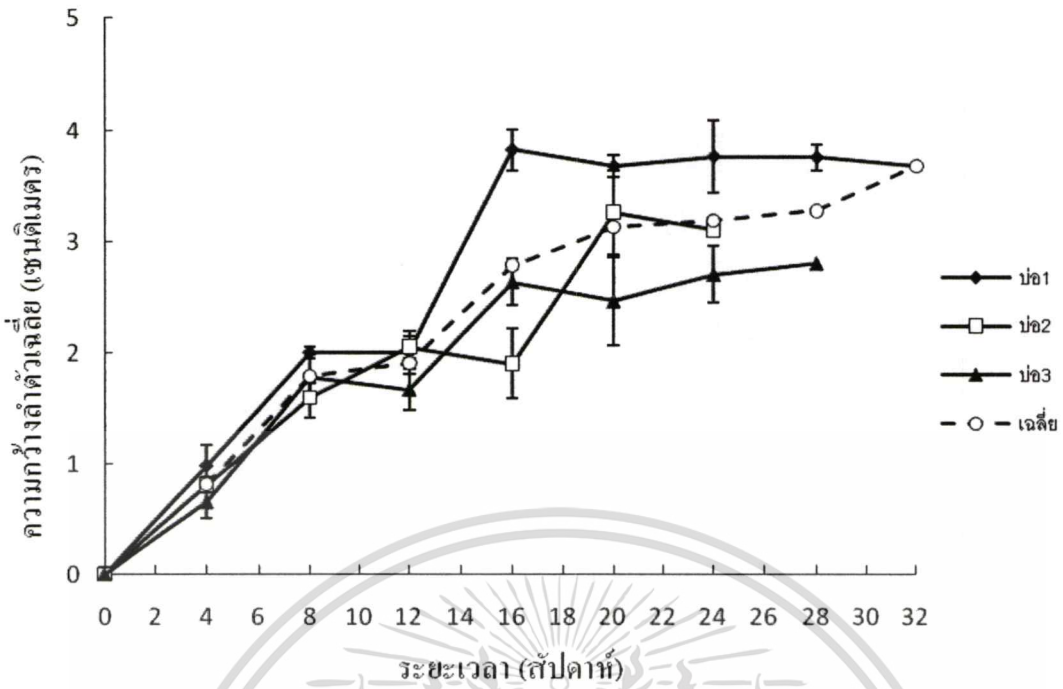
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การเจริญเติบโตของปลา

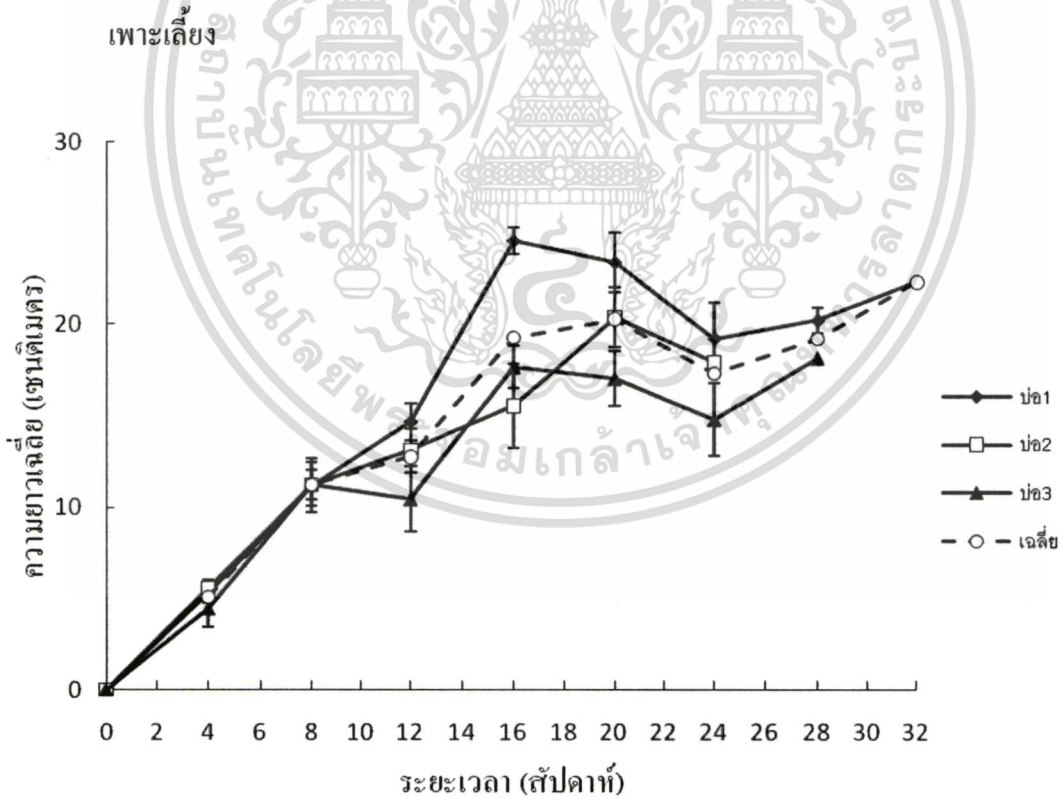
จากการศึกษาการเจริญเติบโตของปลาคูททั้ง 3 บ่อ ตลอดช่วงการศึกษาตั้งแต่เริ่มการเลี้ยงจนจับปลาขาย บ่อที่ 1 ปลามีน้ำหนักเฉลี่ยในสัปดาห์ที่จับขายสูงที่สุดแต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับสัปดาห์อื่น (สัปดาห์ที่ 32) เท่ากับ 231.25 ± 47.40 กรัมต่อตัว (ภาพที่ 4.15 และตารางที่ 4.15) ความกว้างลำตัวเฉลี่ย เท่ากับ 3.68 ± 0.12 เซนติเมตร (ภาพที่ 4.16) ความยาวเฉลี่ย เท่ากับ 22.3 ± 0.70 เซนติเมตร (ภาพที่ 4.17) ความยาวและความกว้างเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับสัปดาห์อื่น ๆ (ตารางที่ 4.15) ในบ่อที่ 2 ใช้เวลาในการเลี้ยง 24 สัปดาห์ ปลามีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 165.02 ± 40.53 กรัมต่อตัว (ภาพที่ 4.15) ความกว้างลำตัวเฉลี่ย เท่ากับ 3.10 ± 0.38 เซนติเมตร (ภาพที่ 4.16) ความยาวเฉลี่ย เท่ากับ 17.9 ± 1.65 เซนติเมตร (ภาพที่ 4.17) น้ำหนักเฉลี่ย, ความยาวเฉลี่ย และความกว้างเฉลี่ยของปลาที่จับขายในบ่อ 2 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับสัปดาห์อื่น ๆ บ่อที่ 3 ใช้เวลาในการเลี้ยง 28 สัปดาห์ ปลามีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 199.66 ± 24.56 กรัมต่อตัว (ภาพที่ 4.15) ความกว้างลำตัวเฉลี่ย เท่ากับ 2.80 ± 0.25 เซนติเมตร (ภาพที่ 4.16) ความยาวเฉลี่ย เท่ากับ 18.14 ± 1.99 เซนติเมตร (ภาพที่ 4.17) น้ำหนักเฉลี่ยของปลาที่จับขายในบ่อที่ 3 มีน้ำหนักสูงกว่าและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสัปดาห์อื่น ๆ แต่ความยาวเฉลี่ยและความกว้างเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับสัปดาห์อื่น ๆ ผลผลิตปลาในช่วงเวลาสิ้นสุดการศึกษาจากบ่อ 1, 2 และ 3 พบว่ามีปริมาณปลาคูทบ่อกูยบ่อละ 5 – 7 ตัน การเจริญเติบโตของบ่อที่ 1 การเจริญเติบโตสูงกว่า และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับบ่ออื่นๆ ($p < 0.05$)



ภาพที่ 4.15 น้ำหนักเฉลี่ยของปลาคูทบ่อกูยตั้งแต่เริ่มเพาะเลี้ยงจนกระทั่งสิ้นสุดการเพาะเลี้ยง



ภาพที่ 4.16 ความกว้างลำตัวเฉลี่ยของปลาอุกบึกอยู่ตั้งแต่เริ่มเพาะเลี้ยงจนกระทั่งสิ้นสุดการเพาะเลี้ยง



ภาพที่ 4.17 ความยาวเฉลี่ยของปลาอุกบึกอยู่ตั้งแต่เริ่มเพาะเลี้ยงจนกระทั่งสิ้นสุดการเพาะเลี้ยง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.15 การเจริญเติบโตของปลาตั้งแต่เริ่มเลี้ยงจนกระทั่งสิ้นสุดการเลี้ยง

เวลา (สัปดาห์)	น้ำหนักเฉลี่ย (กรัมต่อตัว)		
	บ่อ1	บ่อ2	บ่อ3
	0	-	-
4	3.61 ± 0.62 ^{Ba}	2.15 ± 0.21 ^{Aa}	2.13 ± 0.28 ^{Aa}
8	30.89 ± 6.87 ^{Aa}	21.58 ± 4.42 ^{Aa}	25.56 ± 3.79 ^{Ab}
12	91.14 ± 17.38 ^{Ab}	33.62 ± 10.27 ^{Ab}	26.37 ± 8.82 ^{Abc}
16	164.76 ± 48.8 ^{Bbc}	76.66 ± 23.00 ^{Ab}	60.30 ± 10.26 ^{Abc}
20	202.44 ± 51.20 ^{Bcd}	135.53 ± 72.09 ^{ABbc}	61.17 ± 14.21 ^{Abc}
24	224.29 ± 36.32 ^{Ad}	165.02 ± 40.53 ^{Ac}	63.28 ± 33.65 ^{Ac}
28	226.92 ± 55.27 ^{Bcd}	-	199.66 ± 24.56 ^{Bd}
32	231.26 ± 47.41 ^d	-	-
ความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร)			
0	-	-	-
4	5.3 ± 0.3 ^{Ba}	5.6 ± 0.3 ^{Bb}	4.5 ± 0.2 ^{Aa}
8	11.2 ± 0.5 ^{Aa}	11.2 ± 0.5 ^{Bcd}	11.3 ± 1.0 ^{Bb}
12	14.7 ± 1.5 ^{Aa}	13.1 ± 0.8 ^{Adc}	10.5 ± 1.2 ^{Ab}
16	24.6 ± 1.0 ^{ABb}	15.5 ± 1.2 ^{Abc}	17.7 ± 1.8 ^{Bc}
20	23.4 ± 0.7 ^{Ab}	20.4 ± 2.3 ^{Adc}	17.0 ± 1.2 ^{Ab}
24	19.2 ± 1.6 ^{Ab}	17.9 ± 1.7 ^{Ac}	14.8 ± 1.5 ^{Abc}
28	20.2 ± 1.9 ^{Bb}	-	18.1 ± 2.0 ^{Bc}
32	22.3 ± 0.7 ^b	-	-

หมายเหตุ – หมายถึง ไม่มีการเก็บตัวอย่างปลาตก

อักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ในแนวนอนเดียวกันที่แตกต่างกันคือมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

อักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กในแนวตั้งเดียวกันที่แตกต่างกันคือมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.15 (ต่อ)

เวลา (สัปดาห์)	ความกว้างลำตัว (เซนติเมตร)		
	บ่อ1	บ่อ2	บ่อ3
0	-	-	-
4	1.0 ± 0.1 ^{Ca}	0.8 ± 0.0 ^{Ba}	0.7 ± 0.0 ^{Aa}
8	2.0 ± 0.2 ^{Aa}	1.6 ± 0.1 ^{ABa}	1.8 ± 0.1 ^{Ca}
12	2.0 ± 0.1 ^{Aa}	2.1 ± 0.2 ^{Aa}	1.7 ± 0.2 ^{Aa}
16	3.8 ± 0.2 ^{Aa}	1.9 ± 0.1 ^{Aa}	2.6 ± 0.2 ^{Aa}
20	3.7 ± 0.2 ^{Aa}	3.3 ± 0.3 ^{Ab}	2.5 ± 0.2 ^{Aa}
24	3.8 ± 0.1 ^{Aa}	3.1 ± 0.4 ^{Ab}	2.7 ± 0.4 ^{Aa}
28	3.8 ± 0.3 ^{Ba}		2.8 ± 0.3 ^{Ba}
32	3.7 ± 0.1 ^a		

หมายเหตุ – หมายถึง ไม่มีการเก็บตัวอย่างปลาตก

อักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ในแนวนอนเดียวกันที่แตกต่างกันก็มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

อักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กในแนวตั้งเดียวกันที่แตกต่างกันก็มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

4.3 ชนิดและปริมาณแพลงก์ตอน

จากการศึกษาชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนในบ่อเลี้ยงปลาดุกบักอูย ทั้ง 3 บ่อ พบแพลงก์ตอนพืช ทั้งหมด 3 ดิวิชั่น 51 สกุล 88 สปีชีส์ แพลงก์ตอนสัตว์ 3 ไฟลัม 14 สกุล 23 สปีชีส์ (ตารางที่ 4.16) โดยแพลงก์ตอนพืชชนิดเด่น บ่อที่ 1 คือ *Microcystis aeruginosa* ปริมาณเท่ากับ 2.2×10^8 เซลล์ต่อลิตร บ่อที่ 2 คือ *Spirulina platensis* ปริมาณเท่ากับ 3.1×10^8 เซลล์ต่อลิตร และบ่อที่ 3 คือ *Spirulina platensis* ปริมาณเท่ากับ 1.6×10^8 เซลล์ต่อลิตร แพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มที่พบมากที่สุดของทั้ง 3 บ่อ คือ กลุ่ม rotifer (ตารางภาคผนวก ข.) ซึ่งแพลงก์ตอนพืชพบว่ามียูบิลิน *Cyanophyceae* 13 สปีชีส์, *Chlorophyceae* 43 สปีชีส์, *Euglenophyceae* 13 สปีชีส์, *Bacillariophyceae* 18 สปีชีส์ และ *Dinophyceae* 1 สปีชีส์ แพลงก์ตอนสัตว์พบ 3 กลุ่มคือ *Protozoa* 6 สปีชีส์, *Rotifer* 15 สปีชีส์ และ *Arthropoda* 2 สปีชีส์ ซึ่งแพลงก์ตอนพืชแต่ละกลุ่มมีชนิดเด่น ดังนี้คือ กลุ่ม *Cyanophyceae* ได้แก่ *Spirulina platensis*, *Microcystis aeruginosa*, *Oscillatoria borneti*, *O. limnetica*, และ *Pseudanabaena* spp. กลุ่ม *Chlorophyceae* ได้แก่ *Pandorina morum*, *Ankistrodesmus falcatus*, *Pediastrum duplex*, *Oocystis elliptica*, *Coelastrum microporum*, *Scenedesmus acuminatus*, *Actinastrum gracillimum*, *Selenastrum westii*, *Micractinium pusillum* และ *Dictyosphaerium pulchellum* กลุ่ม *Euglenophyceae* ได้แก่ *Phacus longicauda*, *P. Angulatus*, *Trachelomonas*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

hispidia, *Trachelomonas crebea* และ *Lepocinclis ovum* กลุ่ม Bacillariophyceae ได้แก่ *Cyclotella meneghiniana* และ *Chaetoceros borealis* กลุ่ม ของแพลงก์ตอนสัตว์แต่ละกลุ่มมีชนิดเด่น ดังนี้คือ Protozoa ได้แก่ *Arcella* sp. กลุ่ม Rotifer ได้แก่ *Rotaria* sp., *Asplanchna* sp., *Polyarthra dolichoptera* และ *Brachionus urceolaris* กลุ่ม arthropoda ได้แก่ *Moina macrocopa*

จากการศึกษาพบว่าคิวิชัน Cyanophyta รวม 3 บ่อ มีปริมาณมากที่สุด รองลงมาคือ คิวิชัน Chlorophyta และ Chromophyta โดย คิวิชัน Cyanophyta คิดเป็น 93.6 เปอร์เซ็นต์ Chlorophyta คิดเป็น 6.1 เปอร์เซ็นต์ และ Chromophyta คิดเป็น 0.3 เปอร์เซ็นต์ ในบ่อที่ 1 พบ Cyanophyta คิดเป็น 81.14 เปอร์เซ็นต์ Chlorophyta คิดเป็น 18.47 เปอร์เซ็นต์ และ Chromophyta คิดเป็น 0.39 เปอร์เซ็นต์ บ่อ 2 Cyanophyta คิดเป็น 99.25 เปอร์เซ็นต์ Chlorophyta คิดเป็น 0.66 เปอร์เซ็นต์ และ Chromophyta คิดเป็น 0.09 เปอร์เซ็นต์ ในบ่อที่ 2 พบ Cyanophyta คิดเป็น 92.62 เปอร์เซ็นต์ Chlorophyta คิดเป็น 6.64 เปอร์เซ็นต์ และ Chromophyta คิดเป็น 0.74 เปอร์เซ็นต์

คิวิชัน Cyanophyta ในบ่อที่ 1 เริ่มพบมากตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 และมีปริมาณมากที่สุดในสัปดาห์ที่ 14 – 24 บ่อที่ 2 เริ่มพบตั้งแต่สัปดาห์แรก และพบมากที่สุดในสัปดาห์ที่ 12 – 22 และบ่อ 3 เริ่มพบตั้งแต่ สัปดาห์ที่ 2 และพบมากที่สุดในสัปดาห์ที่ 12 – 22 (ตารางที่ 4.17 และภาพที่ 4.18)

แพลงก์ตอนพืชกลุ่ม Cyanophyceae มีการเจริญเติบโตและปริมาณมากที่สุด โดยในบ่อที่ 1 ปริมาณของกลุ่ม Cyanophyceae คิดเป็น 73.38 เปอร์เซ็นต์ บ่อที่ 2 คิดเป็น 98.88 เปอร์เซ็นต์ และในบ่อที่ 3 คิดเป็น 85.28 เปอร์เซ็นต์ แพลงก์ตอนสัตว์พบ 3 กลุ่มคือ Protozoa, Rotifer และ Arthropoda โดยกลุ่มที่พบเจริญเติบโตและมีปริมาณมากที่สุดในบ่อที่ 1, 2 และ 3 คือ กลุ่ม rotifer ซึ่งมีปริมาณเท่ากับ 66.98 เปอร์เซ็นต์, 97.65 เปอร์เซ็นต์ และ 88.86 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4.18 และ 4.19)

การเปรียบเทียบสัดส่วนของแพลงก์ตอนพืชและสัตว์พบว่า แพลงก์ตอนพืชที่พบมากที่สุดคือ ไชยาโนแบคทีเรีย ในบ่อ 1 เท่ากับ 73.38 เปอร์เซ็นต์ บ่อ 2 เท่ากับ 98.88 เปอร์เซ็นต์ และบ่อ 3 เท่ากับ 85.28 เปอร์เซ็นต์ และแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบมากที่สุดคือ กลุ่ม Rotifer ซึ่งในบ่อ 1, 2 และ 3 มีปริมาณเท่ากับ 0.002, 0.001 และ 0.005 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.20)

บ่อที่ 1 พบไชยาโนแบคทีเรียทั้งหมด 6 สกุล ได้แก่ *Merismopedia punctata*, *M. tenuissima*, *Spirulina platensis*, *Microcystis aeruginosa*, *Anabaena helicoidea*, *Oscillatoria borneti*, *O. limnetica* และ *Pseudanabaena* sp1. (ตารางที่ 4.17)

บ่อที่ 2 พบไชยาโนแบคทีเรียทั้งหมด 8 สกุล ได้แก่ *M. punctata*, *M. tenuissima*, *Spirulina platensis*, *M. aeruginosa*, *A. helicoidea*, *A. limnetica*, *O. borneti*, *O. limnetica*, *Pseudanabaena* sp1., *Pseudanabaena* sp2., *Raphidiopsis* sp. และ *Gloeocapsa pleurocapsoides* (ตารางที่ 4.17)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บ่อที่ 3 พบไซยาโนแบคทีเรียทั้งหมด 6 สกุล ได้แก่ *M. punctata*, *M. tenuissima*, *S. platensis*, *O. borneti*, *O. limnetica*, *Pseudanabaena* sp1., *G. pleurocapsoides* และ *Anabaenopsis elenkinii* (ตารางที่ 4.17)

โดยชนิดของไซยาโนแบคทีเรียที่มีรายงานว่าสามารถสร้างพืชมโครซิสทิน ที่พบในการศึกษาคครั้งนี้ ได้แก่ *Microcystis aeruginosa* (Sangolkar et al. 2009)

จากการศึกษาพบว่าปริมาณเซลล์ไซยาโนแบคทีเรียบ่อที่ 2 มีมากที่สุด รองลงมาคือ บ่อ 1 และ 3 โดยการเจริญเติบโตของไซยาโนแบคทีเรียบ่อที่ 2 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น 2 ช่วง คือ สัปดาห์ที่ 4 และในช่วงสัปดาห์ที่ 12 – 16 ในบ่อที่ 1 และ 2 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่ใกล้เคียงกัน ในช่วงสัปดาห์ที่ 14 -16 (ภาพที่ 4.18) ในกลุ่มของไซยาโนแบคทีเรียชนิดที่สามารถสร้างพืชมโครซิสทินได้ พบว่าในบ่อที่ 2 มีการเจริญเติบโตเป็น 2 ช่วง เช่นกันคือ สัปดาห์ที่ 4 และ สัปดาห์ที่ 14 – 16 ในบ่อที่ 1 พบว่ามีแนวโน้มการเจริญเติบโตในสัปดาห์ที่ 14, 22 และ 30 และในบ่อที่ 3 ไม่มีช่วงการเจริญเติบโตที่เห็นเด่นชัด ปริมาณไซยาโนแบคทีเรียชนิดที่สามารถสร้างพืชมโครซิสทินได้ พบว่ามีปริมาณมากที่สุด ในบ่อที่ 2 รองลงมาคือ บ่อ 1 และ 3 (ภาพที่ 4.19)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.16 ชนิดของแพลงก์ตอนพืชและสัตว์ที่พบในบ่อเลี้ยงปลาคุบักอูย

	ชนิด	บ่อ 1	บ่อ 2	บ่อ 3
Division	Cyanophyta			
Class	Cyanophyceae			
Order	Chroococcales			
Family	Chroococcaceae			
	<i>Gloeocapsa pleurocapsoides</i>	-	*	*
	<i>Merismopedia punctata</i>	*	*	-
	<i>M. tenuissima</i>	*	*	*
	<i>Microcystis aeruginosa</i>	*	*	-
Order	Nostocales			
Family	Oscillatoriaceae			
	<i>Oscillatoria borneti</i>	*	*	*
	<i>O. limnetica</i>	*	*	*
	<i>Spirulina platensis</i>	*	*	*
Family	Nostocaceae			
	<i>Anabaena helicoidea</i>	*	*	-
	<i>A. limnetica</i>	-	*	-
	<i>Anabaenopsis elenkinii</i>	-	-	*
	<i>Raphidiopsis</i> sp.	-	*	-
	<i>Pseudanabaena</i> sp1.	*	*	*
	<i>Pseudanabaena</i> sp2.	-	*	-
Division	Chlorophyta			
Class	Chlorophyceae			
Order	Volvocales			
Family	Volvocaceae			
	<i>Eudorina elegans</i>	-	*	*
	<i>Pandorina morum</i>	*	*	*

หมายเหตุ * หมายถึง พบ

- หมายถึง ไม่พบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.16 (ต่อ)

	ชนิด	บ่อ 1	บ่อ 2	บ่อ 3
Order	Tetrasporales			
Family	Palmellaceae			
	<i>Gloeocystis planctonica</i>	*	*	*
Order	Chlorococcales			
Family	Chlorococcaceae			
	<i>Golenkinia radiata</i>	*	*	*
Family	Hydrodictyaceae			
	<i>Pediastrum simplex</i>	-	*	*
	<i>P. duplex</i>	*	*	*
Family	Coelastraceae			
	<i>Coelastrum microporum</i>	*	*	*
	<i>C. cambricum</i>	*	-	*
Family	Oocystaceae			
	<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	*	*	*
	<i>A. convolutus</i>	*	-	-
	<i>Schroederia setigera</i>	*	-	-
	<i>Tetraedron gracile</i>	*	-	*
	<i>T. constrictum</i>	*	-	-
	<i>T. trigonum</i>	-	*	-
	<i>Oocystis parva</i>	*	-	-
	<i>O. elliptica</i>	*	*	*
	<i>O. lacustris</i>	*	-	-
	<i>Selenastrum gracile</i>	*	*	-

หมายเหตุ * หมายถึง พบ

- หมายถึง ไม่พบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.16 (ต่อ)

	ชนิด	บ่อ 1	บ่อ 2	บ่อ 3
	<i>Selenastrum westii</i>	*	*	*
	<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	*	*	*
Family	Scenedesmaceae			
	<i>Crucigenia apiculata</i>	*	-	-
	<i>C. tetrapedia</i>	*	*	*
	<i>C. rectangularis</i>	*	*	*
	<i>C. fenestrata</i>	-	*	*
	<i>C. irregularis</i>	-	-	*
	<i>Scenedesmus armatus</i>	*	-	-
	<i>S. opoliensis</i>	*	*	*
	<i>S. acuminatus</i>	*	*	*
	<i>S. acuatus</i>	*	*	-
	<i>Micractinium pusillum</i>	*	*	*
	<i>Tetrastrum heteracanthum</i>	*	*	*
	<i>T. staurogeniaeforme</i>	*	*	*
	<i>Actinastrum gracillimum</i>	*	*	*
	<i>A. hantzschii</i>	*		-
Order	Ulotrichales			
Family	Ulotrichaceae			
	<i>Ulothrix aequalis</i>	-	*	-
	<i>U. zonata</i>	-	-	*
	<i>Geminella mutabilis</i>	*	*	*
	<i>G. interrupta</i>	*	*	-
Order	Zygnematales			
Family	Desmidiaceae			
	<i>Closterium ehrenbergii</i>	-	*	*

หมายเหตุ * หมายถึง พบ

- หมายถึง ไม่พบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.16(ต่อ)

	ชนิด	บ่อ 1	บ่อ 2	บ่อ 3
	<i>Closterium calosporum</i>	-	-	*
	<i>C. lineatum</i>	-	-	*
	<i>Cosmarium obsoletum</i>	*	*	*
	<i>Desmidium swartzii</i>	*	-	-
Class	Euglenophyceae			
Order	Euglenales			
Family	Euglenaceae			
	<i>Phacus longicauda</i>	*	*	*
	<i>P. angulatus</i>	*	*	*
	<i>P. tortus</i>	*	*	*
	<i>P. ranula</i>	-	*	-
	<i>Lepocinclis ovum</i>	*	*	*
	<i>L. salina</i>	*	*	*
	<i>Trachelomonas hispida</i>	*	*	*
	<i>T. crebea</i>	-	-	*
	<i>T. oblonga</i>	*	*	*
	<i>Euglena acus</i>	*	*	*
	<i>E. oxyuris</i>	*	*	*
	<i>E. subehrenbergii</i>	-	-	*
	<i>E. mainxi</i>	*	*	*
Division	Chromophyta			
Class	Bacillariophyceae			
Order	Biddulphiales			
Suborder	Coscinodiscineae			
Family	Thalassiosiraceae			

หมายเหตุ * หมายถึง พบ

- หมายถึง ไม่พบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.16 (ต่อ)

	ชนิด	บ่อ 1	บ่อ 2	บ่อ 3
	<i>Actinoptychus</i> sp.	*	-	-
	<i>Cyclotella meneghiniana</i>	*	*	*
Family	Melosiraceae			
	<i>Melosira varians</i>	*	*	*
Family	Aulacoseiraceae			
	<i>Aulacoseira granulate</i>	-	*	-
Family	Leptocylindraceae			
	<i>Chaetoceros borealis</i>	*	*	*
Family	Coscinodiscaceae			
	<i>Coscinodiscus</i> sp.	*	-	*
Order	Bacillariales			
Suborder	Fragilariineae			
Family	Fragilariaceae			
	<i>Fragilaria</i> sp.	*	-	*
	<i>Synedra ulna</i>	*	-	*
	<i>Diatoma</i> sp.	*	-	-
Suborder	Bacillariineae			
Family	Eunotiaceae			
	<i>Eunotia lineolata</i>	*	-	-
Family	Naviculaceae			
	<i>Gyrosigma</i> sp1.	*	-	-
	<i>Gyrosigma</i> sp2.	*	*	*
	<i>Gyrosigma</i> sp3.	-	*	*
	<i>Pinnularia gibba</i>	*	-	-
	<i>Navicula</i> sp.	*	*	-

หมายเหตุ * หมายถึง พบ

- หมายถึง ไม่พบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.16 (ต่อ)

	ชนิด	บ่อ 1	บ่อ 2	บ่อ 3
Family	Bacillariaceae			
	<i>Nitzchia</i> sp1.	*	*	*
	<i>Nitzchia</i> sp2.	*	-	*
	<i>Cylindrotheca</i> sp.	-	-	*
Class	Dinophyceae			
Order	Gonyaulacales			
Family	Ceratiaceae			
	<i>Ceratium hirundinella</i>	-	-	*
Phylum	Protozoa			
Class	Ciliata			
Order	Hymenostomatida			
	<i>Paramecium</i> sp.	*	-	*
Order	Tintinnida			
Family	Cyttarocylidae			
	<i>Favella</i> sp.	-	-	*
Family	Xystonellidae			
	<i>Parundella</i> sp.	-	-	*
Order	Gymnostomatida			
	<i>Didinium</i> sp.	*	-	-
Class	Sarcodina			
Order	Testacida			
Family	Arcellidae			

หมายเหตุ * หมายถึง พบ

- หมายถึง ไม่พบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.16 (ต่อ)

	ชนิด	บ่อ 1	บ่อ 2	บ่อ 3
	<i>Arcella</i> sp.	*	*	-
	<i>Acineta</i> sp.	*	-	-
Phylum	Rotifera			
Class	Monogononta			
Order	Ploima			
Family	Brachionidae			
	<i>Brachionus urceolaris</i>	*	*	*
	<i>B. quadridentatus</i>	*	*	*
	<i>B. angularis</i>	*	-	-
	<i>B. calyciflorus</i>	*	*	*
	<i>B. plicatilis</i>	*	-	-
	<i>B. caudatus</i>	-	*	*
Family	Synchaetidae			
	<i>Polyarthra dolichoptera</i>	*	*	*
	<i>Rotaria</i> sp.	*	*	*
	<i>Asplanchna</i> sp.	*	*	*
	<i>Keratella cochlearis</i>	*	-	*
	<i>Lepadella</i> sp.	-	-	*
	<i>Philodina</i> sp.	*	-	-
	<i>Filinia terminalis</i>	*	*	*
	<i>Filinia longiseta</i>	*	*	-
	<i>Hexarthra</i> sp.	*	*	*
Phylum	Arthropoda			
Class	Crustacean			
Order	Diplostraca			

หมายเหตุ * หมายถึง พบ

- หมายถึง ไม่พบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.16 (ต่อ)

ชนิด		บ่อ 1	บ่อ 2	บ่อ 3
Family	Moinidae			
	<i>Moina macrocopa</i>	*	-	-
Order	Cyclopoida			
Family	Cyclopidae			
	<i>Tropocyclops</i> sp.	*	*	*

หมายเหตุ * หมายถึง พบ

- หมายถึง ไม่พบ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.17 ชนิดและปริมาณของไซยาโนแบคทีเรียในบ่อปลาคุกก้อย

	ระยะเวลาการเลี้ยง (สัปดาห์)																
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
บ่อ1 (x10 ⁴ เซลล์/ลิตร)	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
<i>Merismopedia</i> spp.	na	0.3	0.3	-	5.6	-	-	-	-	146.6	5.8	5.4	2.8	-	-	-	-
<i>Spirulina platensis</i>	na	-	-	-	16.3	25.6	-	1409.2	734.5	186.6	166	375.8	82.5	104.8	265.1	-	-
<i>Microcystis aeruginosa</i>	na	-	-	-	-	-	7.9	6506	-	-	329.4	4573.7	-	-	948.5	5575	4145
<i>Anabaena</i> spp.	na	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16.4	10.2
<i>Oscillatoria</i> spp.	na	-	-	4.7	5.8	794	366.6	568.4	119.2	198.1	88.8	470.2	132.9	25.5	59.9	37.3	-
<i>Pseudanabaena</i> spp.	na	-	-	-	-	10.5	186.4	2003.8	519.3	-	1273.8	20.6	24.5	50.8	378	257.3	-
บ่อ2 (x 10 ⁴ เซลล์/ลิตร)																	
<i>Merismopedia</i> spp.	-	-	2203	802	-	-	-	-	-	-	-	-	-	na	na	na	na
<i>Spirulina platensis</i>	67	65	80	33	831	188	12000	3987	4460	2089	1615	3395	2737	na	na	na	na
<i>Microcystis aeruginosa</i>	445	432	13100	-	-	-	-	16200	17899	5991	3917	-	0	na	na	na	na
<i>Anabaena</i> spp.	4	4	-	-	-	9	21	23	12	4	5	15	na	na	na	na	na
<i>Raphidiopsis</i> sp.	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	na	na	na	na
<i>Oscillatoria</i> spp.	89	81	14	229	267	42	1273	1082	1163	759	648	324	777	na	na	na	na
<i>Pseudanabaena</i> spp.	152	135	19	35	11	124	245	-	-	70	51	-	-	na	na	na	na

หมายเหตุ - หมายถึง ไม่พบ

na หมายถึง ไม่มีการวิเคราะห์

ตารางที่ 4.17 (ต่อ)

	ระยะเวลาการเลี้ยง (สัปดาห์)																
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
<i>Gloeocapsa</i> sp.	-	-	-	-	-	-	0.19	0.06	0.07	0.04	0.03	0.03	0.03	na	na	na	na
บ่อ3 (x10 ⁴ เซลล์/ลิตร)																	
<i>Merismopedia</i> spp.	na	95	-	-	-	117	-	-	-	-	-	-	-	12	21	na	na
<i>Spirulina platensis</i>	na	-	-	-	-	154	2362	2252	961	1128	7572	610	342	910	na	na	na
<i>Oscillatoria</i> spp.	na	-	13	11	8	23	78	879	684	486	643	465	71	153	na	na	na
<i>Pseudanabaena</i> spp.	na	-	-	-	-	-	76	-	-	-	-	-	-	-	-	na	na
<i>Gloeocapsa pleurocapsoides</i>	na	4	-	-	-	-	18	-	-	-	-	-	2	1	2	na	na
<i>Anabaenopsis</i> sp.	na	-	2	-	-	-	-	1	-	-	-	-	2	1	2	na	na

หมายเหตุ - หมายถึง ไม่พบ

na หมายถึง ไม่มีการวิเคราะห์

ตารางที่ 4.18 สัดส่วนของแพลงก์ตอนพืชในบ่อเลี้ยงปลาคุณ (เปอร์เซ็นต์)

ปริมาณ	บ่อ 1	บ่อ 2	บ่อ 3
Cyanophyceae	73.4	98.9	85.3
Chlorophyceae	26.0	1.0	13.0
Euglenophyceae	0.1	0	0.3
Bacillariophyceae	0.5	0.1	1.4
Dinophyceae	0	0	0
รวม	100	100	100

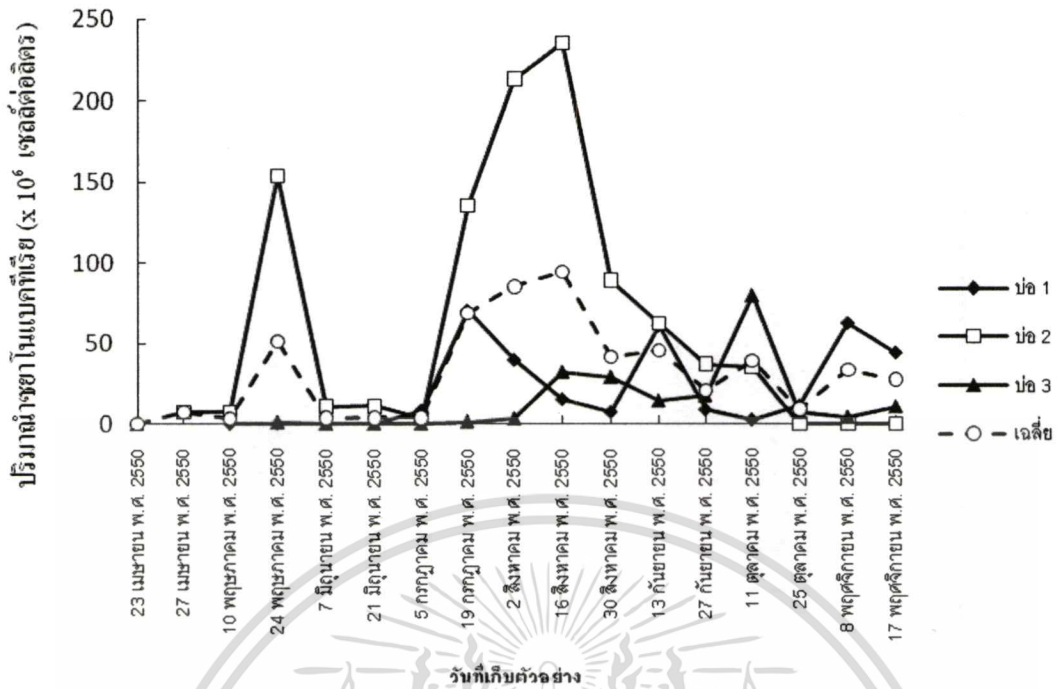
ตารางที่ 4.19 สัดส่วนของแพลงก์ตอนสัตว์ในบ่อเลี้ยงปลาคุณ (เปอร์เซ็นต์)

ปริมาณ	บ่อ 1	บ่อ 2	บ่อ 3
Protozoa	30.8	1.2	4.3
Rotifera	67.0	97.6	88.9
Artheopoda	2.2	1.2	6.8
รวม	100	100	100

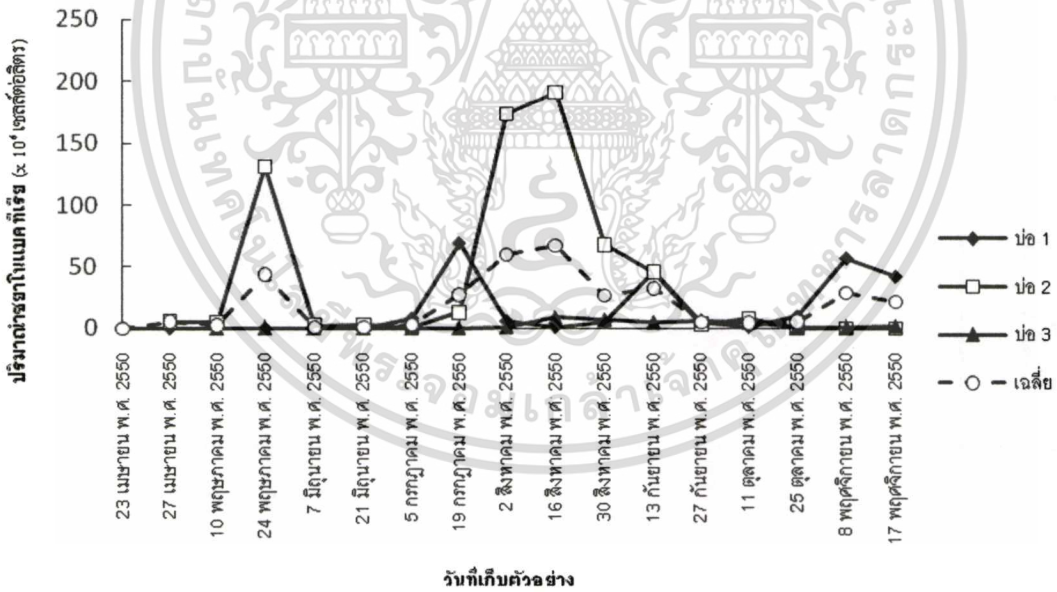
ตารางที่ 4.20 สัดส่วนของแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ในบ่อเลี้ยงปลาคุณ (เปอร์เซ็นต์)

	1	2	3
Cyanophyceae	73.38	98.88	85.28
Chlorophyceae	26.00	0.97	13.03
Euglenophyceae	0.06	0.02	0.30
Bacillariophyceae	0.55	0.14	1.38
Dinophyceae	0	0	0.000
Protozoa	0.001	0.000	0.000
Rotifera	0.002	0.001	0.005
Arthropoda	0.000	0.000	0.000
รวม	100	100	100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.18 ปริมาณเซลล์ไซยาโนแบคทีเรียทั้งหมดที่พบในบ่อเลี้ยงปลาอุกตลอดการศึกษา

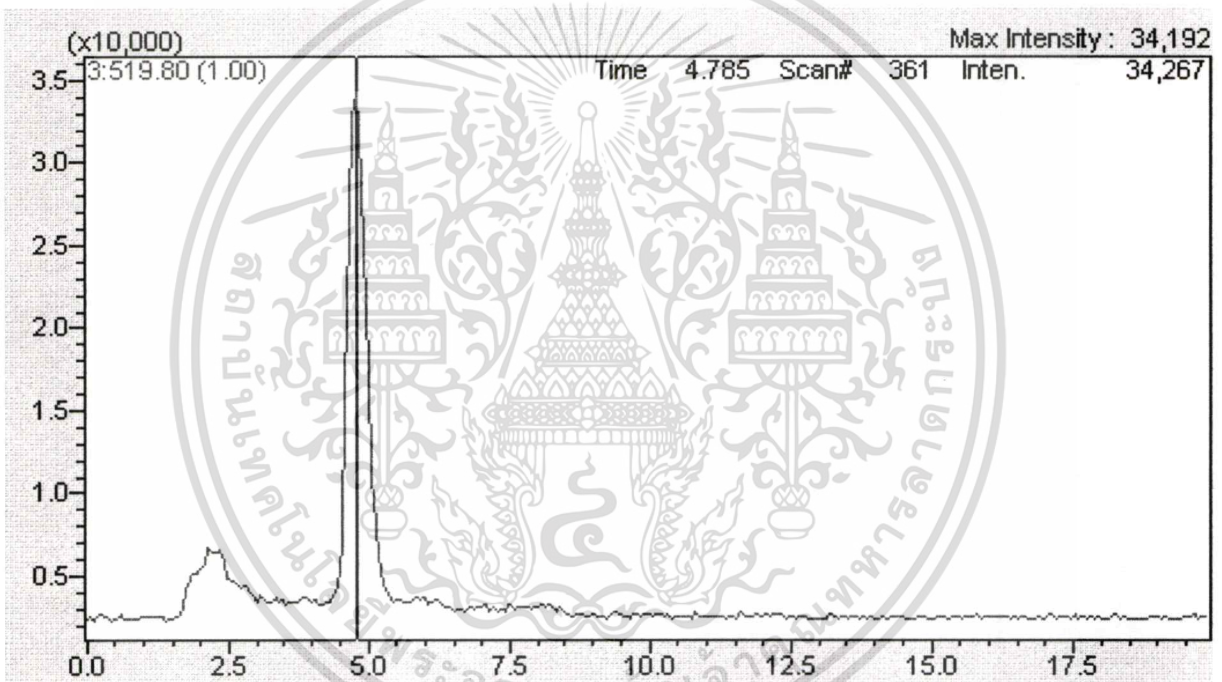


ภาพที่ 4.19 ปริมาณเซลล์ไซยาโนแบคทีเรียชนิดที่สามารถสร้างไมโครชิสทินที่พบในบ่อเลี้ยงปลาอุกตลอดการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ปริมาณไมโครซิสติน

จากการวิเคราะห์ตัวอย่างเพื่อตรวจวิเคราะห์ปริมาณไมโครซิสตินใน เนื้อปลาคุกกี้กูด, เซลล์แพลงก์ตอน และน้ำในบ่อเลี้ยงพบว่า ตรวจพบไมโครซิสตินในเซลล์แพลงก์ตอนเท่านั้น โดยพบเฉพาะในบ่อ 1 และ 2 ซึ่งเป็นไมโครซิสตินชนิด microcystin – RR ตรวจพบมากที่สุดอยู่ในสัปดาห์ที่ 24 ของ บ่อที่ 2 เท่ากับ 0.19 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ไมโครซิสตินที่พบในบ่อที่ 1 มีค่าในช่วง 0.02 – 0.16 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง และมีปริมาณเฉลี่ยเท่ากับ 0.03 ± 0.01 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ไมโครซิสตินที่พบในแพลงก์ตอนบ่อที่ 2 มีค่าในช่วง 0.01 – 0.19 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง และมีปริมาณเฉลี่ยเท่ากับ 0.03 ± 0.01 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ในบ่อที่ 3 ตรวจไม่พบไมโครซิสติน (ตารางที่ 4.3)



ภาพที่ 4.20 โครมาโตแกรมของ microcystin – RR ที่เวลา 4.7 นาที ในตัวอย่างเซลล์แพลงก์ตอนบ่อที่ 2 สัปดาห์ที่ 24 โดยหากมี microcystin – LR จะตรวจพบที่เวลา 7 นาที และ microcystin – YR จะตรวจพบที่เวลา 11 นาที (แกน x แสดงค่าของเวลา (นาที) แกน y แสดงค่าของปริมาณความเข้มข้นของพิษ)

ตารางที่ 4.21 ปริมาณ microcystin – RR ในเซลล์แพลงก์ตอน (ไมโครกรัมต่อกรัม
น้ำหนักแห้งแพลงก์ตอน)

ระยะเวลาในการเลี้ยง (สัปดาห์)	บ่อ		
	1	2	3
0	na	-	na
2	-	-	-
4	-	0.03	-
6	-	-	-
8	-	-	-
10	-	-	-
12	-	0.02	-
14	-	0.01	-
16	-	0.03	-
18	0.11	0.02	-
20	0.07	0.03	-
22	0.06	0.05	-
24	0.02	0.19	-
26	0.06	na	-
28	0.05	na	na
30	0.02	na	na
32	0.16	na	na

หมายเหตุ - หมายถึง ตรวจไม่พบ

na หมายถึง ไม่มีการวิเคราะห์

ในบ่อที่ 1 การตรวจพบไมโครซิสตินในเซลล์แพลงก์ตอนเริ่มตรวจพบตั้งแต่สัปดาห์ที่ 18 จนกระทั่งสัปดาห์ที่ 32 ซึ่งเป็นสัปดาห์สุดท้ายของการเพาะเลี้ยงและเป็นช่วงสิ้นสุดการเพาะเลี้ยง และเป็นช่วงที่ตรวจพบไมโครซิสตินสูงสุดของบ่อที่ 1 เท่ากับ 0.16 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง สาหร่าย ในบ่อที่ 2 เริ่มตรวจพบสารพิษไมโครซิสตินครั้งแรก สัปดาห์ที่ 4 แล้วจึงตรวจพบอีกครั้ง ในสัปดาห์ที่ 12 จนกระทั่งสัปดาห์สุดท้ายคือ สัปดาห์ที่ 24 เป็นสัปดาห์ที่มีการสะสมพิษสูงสุดใน บ่อที่ 3 ไม่พบการสะสมสารพิษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนตัวอย่างน้ำในบ่อเพาะเลี้ยงและตัวอย่างเนื้อปลาสดที่ไม่พบการสะสมของสารพิษไมโครซิสติน เนื่องจากเครื่อง LC/MS (liquid chromatography mass spectrophotometer) ตรวจไม่พบสารพิษ โดยปริมาณสารพิษที่น้อยที่สุดที่เครื่องสามารถระบุปริมาณสารพิษได้ (detection limit) คือ 50 ไมโครกรัมต่อลิตร ซึ่งในขั้นตอนการวิเคราะห์ปริมาณไมโครซิสตินใช้สารละลายที่มีไมโครซิสตินที่ถูกสกัดแล้วในการวิเคราะห์ในเครื่อง LC/MS 200 ไมโครลิตร หมายความว่าในสารละลาย 1 ไมโครลิตร มี สารพิษอยู่ 1 ไมโครกรัมต่อลิตร ซึ่งถือว่าเป็นปริมาณที่น้อยมาก ดังนั้นปริมาณพิษที่น้อยที่สุดที่ถูกฉีดเข้าเครื่อง LC/MS ก็จะต้องมีปริมาณสารพิษอย่างน้อย 200 ไมโครกรัมต่อลิตร จึงสามารถสรุปได้ว่า ในตัวอย่างน้ำในบ่อเลี้ยงและในเนื้อปลาสดไม่มีการสะสมของสารพิษไมโครซิสตินอยู่เลย

4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำกับปริมาณไซยาโนแบคทีเรีย

จากผลการวิเคราะห์หาค่าความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำกับชนิดและปริมาณของไซยาโนแบคทีเรีย ในบ่อเลี้ยงปลาดุกบึงอยู่ทั้ง 3 บ่อ พบว่าไซยาโนแบคทีเรียบางชนิดมีแนวโน้มสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำบางประการอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) และมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) (ตารางที่ 4.21)

จากการศึกษาแฟลงก์ตอนกลุ่มไซยาโนแบคทีเรียชนิดที่สร้างพิษพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างไซยาโนแบคทีเรียกับคุณภาพน้ำ พบว่า *Microcystis aeruginosa* มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับปริมาณออร์โทฟอสเฟต, *Anabaena helicoidea* มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่งกับค่าความเป็นด่างและปริมาณออร์โทฟอสเฟตแต่มีความสัมพันธ์ในทางตรงกันข้ามกับความโปร่งแสง, ปริมาณสารแขวนลอยในน้ำ, ความกระด้างของน้ำ และ ค่าการนำไฟฟ้า, *Anabaena limnetica* มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับปริมาณ ไนโตรเจน, *Oscillatoria borneti* มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับค่าความเป็นกรดเป็นด่างและปริมาณความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีและมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่งกับค่าความเป็นด่าง, ปริมาณออร์โทฟอสเฟต และคลอโรฟิลล์ เอ แต่มีความสัมพันธ์ในทางตรงกันข้ามกับความโปร่งแสง, *Oscillatoria limnetica* มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่งกับค่าความเป็นกรดเป็นด่างและค่าความเป็นด่าง แต่มีความสัมพันธ์ในทางตรงกันข้ามกับความโปร่งแสง, ปริมาณสารแขวนลอยในน้ำ, ความกระด้างและค่าการนำไฟฟ้า, *Anabaenopsis elenkinii* มีความสัมพันธ์ในทางตรงกันข้ามกับปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ

ปริมาณเซลล์ไซยาโนแบคทีเรียรวม มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับค่าความเป็นกรดเป็นด่าง และมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่งกับค่าความเป็นด่าง, ปริมาณออร์โทฟอสเฟต และคลอโรฟิลล์ เอ แต่มีความสัมพันธ์ในทางตรงกันข้ามกับความโปร่งแสง, ความกระด้างของน้ำ และค่าการนำไฟฟ้า

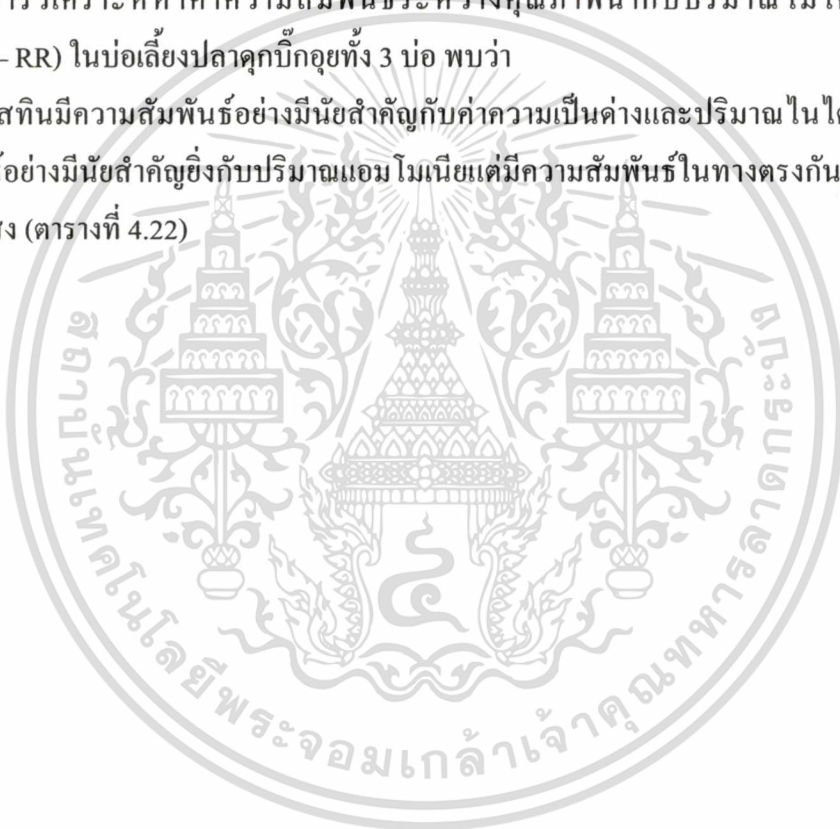
4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างไซยาโนแบคทีเรียกับปริมาณไมโครซิสติน

การความสัมพันธ์ระหว่างชนิดและปริมาณของไซยาโนแบคทีเรียกับปริมาณพิษไมโครซิสติน (microcystin – RR) ในบ่อเลี้ยงปลาตู้กบที่กักอยู่ทั้ง 3 บ่อ พบว่า *Microcystis aeruginosa* มีความสัมพันธ์กับการเกิดไมโครซิสติน โดยดูจากตารางที่ 4.21 และ 4.17 ซึ่งมีความสัมพันธ์กันระหว่าง *M. aeruginosa* ในบ่อที่ 2 สัปดาห์ที่ 4 ซึ่งตรวจพบไมโครซิสติน 0.03 ไมโครกรัมต่อกรัม น้ำหนักแห้ง ซึ่งในสัปดาห์เดียวกันพบ *M. aeruginosa* เกิดขึ้นจากนั้นจึงหายไปและพบไมโครซิสตินอีกครั้งในช่วงท้ายการของศึกษา ซึ่งพบในบ่อ 1 และ 2 พร้อมกับการเกิด *M. aeruginosa*

4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำกับไมโครซิสติน

จากผลการวิเคราะห์หาค่าความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำกับปริมาณ ไมโครซิสติน (microcystin – RR) ในบ่อเลี้ยงปลาตู้กบที่กักอยู่ทั้ง 3 บ่อ พบว่า

ไมโครซิสตินมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับค่าความเป็นด่างและปริมาณไนโตรเจนและมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับปริมาณแอมโมเนียแต่มีความสัมพันธ์ในทางตรงกันข้ามกับค่าความโปร่งแสง (ตารางที่ 4.22)



ตารางที่ 4.22 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยคุณภาพน้ำกับปริมาณไซยาโนแบคทีเรียแต่ละชนิดในบ่อเลี้ยงปลาอุกบึงกอย

ไซยาโนแบคทีเรีย	คุณภาพน้ำ (ค่าความสัมพันธ์เพียร์สัน ; r)													
	อุณหภูมิ	พีเอช	ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ	ความโปร่งแสง	สารแขวนลอย	ความเค็ม	ความกระด้าง	บีโอดี	แอมโมเนียไนไตรท์	ไนไตรท์	ไนเตรท	ออร์โทฟอสเฟต	ค่าการนำไฟฟ้า	คลอโรฟิลล์เอ
<i>Merismopedia</i> spp.	0.093	0.318*	0.443**	0.148	-0.068	-0.200	0.082	-0.136	-0.162	-0.236	-0.022	0.031	-0.105	0.218
<i>Spirulina spirulina</i>	-0.049	0.325*	0.071	-0.344*	-0.175	0.418**	-0.349*	0.270	-0.230	0.005	0.116	0.418**	-0.308*	0.389*
<i>Microcystis aeruginosa</i>	-0.143	0.243	0.198	-0.207	-0.175	0.249	-0.256	-0.055	0.157	0.085	-0.025	0.348*	-0.289	0.293
<i>Anabaena helicoidea</i>	-0.237	0.228	0.095	-0.364*	-0.334*	0.458**	-0.541**	0.114	0.295	0.223	-0.099	0.394**	-0.394**	0.200
<i>Anabaena limnetica</i>	0.001	0.127	0.127	0.181	-0.102	-0.110	0.000	-0.106	-0.011	0.355*	-0.175	-0.085	-0.090	-0.178
<i>Raphidiopsis</i> sp.	0	0.129	0.134	0.181	-0.094	-0.113	0.003	-0.106	-0.008	0.366*	-0.177	-0.084	-0.083	-0.172
<i>Oscillatoria borneti</i>	0.007	0.366*	0.077	-0.403**	-0.111	0.469**	-0.291	0.355*	-0.194	0.027	0.064	0.403**	-0.257	0.481**

หมายเหตุ สัญลักษณ์ * หมายถึง มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

สัญลักษณ์ ** หมายถึง มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่ง ($P < 0.01$)

ตารางที่ 4.22 (ต่อ)

คุณภาพน้ำ (ค่าความสัมพันธ์พีร์สัน ; r)

ไซยาโนแบคทีเรีย	อุณหภูมิ	พีเอช	ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ	ความโปร่งแสง	สารแขวนลอย	ความเค็ม	ความกระด้าง	บีโอดี	แอมโมเนียไนโตรเจน	ไนโตรเจนในไตรโทฟีน	ไนโตรเจนในไตรโทฟีน	ออร์โธฟอสเฟต	ค่าการนำไฟฟ้า	คลอโรฟิลล์เอ
<i>Oscillatoria limnetica</i>	-0.275	0.417**	0.096	-0.465**	-0.401**	0.566**	-0.558**	0.08	-0.174	0.293	-0.293	0.172	-0.483**	0.084
<i>Pseudanabaena</i> spp.	-0.175	0.022	-0.229	-0.178	0.106	0.125	0.206	-0.119	0.236	0.107	0.011	-0.084	0.123	0.091
<i>Gloeoecapsa pleurocapsoides</i>	-0.096	0.273	0.113	-0.147	-0.137	0.141	-0.215	0.062	-0.208	-0.086	0.082	0.375*	-0.386*	0.227
<i>Anabaenopsis elenkinii</i>	-0.225	-0.052	-0.227	-0.017	-0.21	0.131	-0.156	-0.208	-0.196	0.116	-0.3	-0.191	-0.069	-0.337*
ปริมาณเซลล์รวม	-0.136	0.370*	0.205	-0.328*	-0.213	0.390**	-0.345*	0.077	0.014	0.059	0.035	0.467**	-0.368*	0.437**

หมายเหตุ สัญลักษณ์ * หมายถึง มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

สัญลักษณ์ ** หมายถึง มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่ง ($P < 0.01$)

ตารางที่ 4.23 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยคุณภาพน้ำกับปริมาณไมโครซิสทีนจากไซยาโนแบคทีเรียในบ่อเลี้ยงปลาอุกบึงกุ่ม

คุณภาพน้ำ (ค่าความสัมพันธ์พีร์สัน ; r)

ไมโครซิสทีน	อุณหภูมิ	พีเอช	ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ	ความโปร่งแสง	สารแขวนลอย	ความเค็มต่าง	ความกระด้าง	บีโอดี	แอมโมเนียไนเตรท	ไนเตรท	ฟอสเฟต	ค่าการนำไฟฟ้า	ออร์โธฟอสเฟต	คลอโรฟิลล์เอ
ไมโครซิสทีน	-0.158	0.111	-0.088	-0.353*	-0.258	0.378*	-0.165	0.081	-0.155	0.343*	-0.113	-0.172	-0.113	0.174

หมายเหตุ สัญลักษณ์ * หมายถึง มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)
 สัญลักษณ์ ** หมายถึง มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$)



บทที่ 5

วิจารณ์ผลการศึกษา

5.1 คุณภาพน้ำ

อุณหภูมิเฉลี่ย ของบ่อ 1, 2 และ 3 เท่ากับ 33.6 ± 0.9 , 35.0 ± 0.5 และ 34.4 ± 0.9 องศาเซลเซียส ตามลำดับ (ภาพที่ 4.1) โดยอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงปลาคือ 25 – 32 องศาเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมิในการศึกษานี้มีระดับที่สูงกว่าระดับที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงปลาน้ำจืด อุณหภูมิส่งผลต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจะทำให้ปลาเกิดการเผาผลาญพลังงานเพิ่มมากขึ้นทำให้ปลาโตเร็วขึ้น (ไมตรีและจารุวรรณ, 2528; Hernandez et al., 2007) อุณหภูมิในการศึกษานี้ไม่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของปลา เนื่องจากปลามีการเจริญเติบโตในแนวโน้มปกติ ทั้งในส่วน ของ ความกว้าง และความยาวเฉลี่ย (ภาพที่ 4.16 และ 4.17)

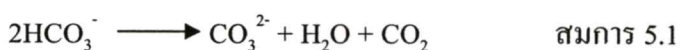
ค่าความโปร่งแสงเฉลี่ยของบ่อที่ 1, 2 และ 3 เท่ากับ 13.5 ± 2.0 , 11.3 ± 1.3 และ 13.4 ± 1.9 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยมีค่าต่ำกว่าระดับที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ ซึ่งควรมีค่า อยู่ระหว่าง 30 - 60 เซนติเมตร ถ้าค่าความโปร่งแสงต่ำกว่า 30 เซนติเมตร แสดงถึงน้ำขุ่นหรือ ปริมาณแพลงก์ตอนมากเกินไป แต่ถ้าน้ำมีความโปร่งแสงมากกว่า 60 เซนติเมตร แสดงว่าน้ำนั้น ขาดความอุดมสมบูรณ์ (ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และ จารุวรรณ สมศิริ, 2528) จากการศึกษาพบว่า หลังจากสัปดาห์ที่ 12 ค่าความโปร่งแสงมีแนวโน้มลดลง (ภาพที่ 4.2) เนื่องจากปลาคุ้ยที่เลี้ยงเริ่มมี ขนาดใหญ่ขึ้น (ภาพที่ 4.15) และมีนิสัยหากินตามพื้น (ชาติชาย คงประเสริฐ, ม.ป.ป.) จึงทำให้มี ตะกอนเกิดขึ้น ความโปร่งแสงมีความสัมพันธ์กับสารแขวนลอยและปริมาณแพลงก์ตอนเมื่อความ โปร่งแสงมากสารแขวนลอยและปริมาณแพลงก์ตอนจะน้อย ซึ่งในบ่อที่ 1 มีค่าความโปร่งแสงสูง ที่สุดสัมพันธ์กับสารแขวนลอยในบ่อที่ 1 (ภาพที่ 4.3) ซึ่งการศึกษานี้มีค่าใกล้เคียงกับการศึกษาของ กรมประมง (2535) ซึ่งได้ทำการเก็บตัวอย่างศึกษาการเปลี่ยนแปลงค่าความ โปร่งแสงในบ่อปลาดุก อพยเทศ จำนวน 1 บ่อ ปริมาณปลาที่เลี้ยงคือ 66,000 ตัวต่อไร่ ในจังหวัดนครปฐมเป็นระยะเวลา 9 สัปดาห์ โดยทำการเก็บตัวอย่างทุกสัปดาห์ตั้งแต่เริ่มทำการเลี้ยงจนกระทั่งจับขาย พบว่ามีการ เปลี่ยนแปลงของค่าความโปร่งแสง อยู่ในช่วง 6.0 – 21.5 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ยของความ โปร่งแสง เท่ากับ 11.3 ± 1.7 เซนติเมตร (ตารางที่ 5.2)

ปริมาณสารแขวนลอยในน้ำเฉลี่ยของบ่อที่ 1, 2 และ 3 เท่ากับ 2.08 ± 0.21 , 1.58 ± 0.17 และ 1.96 ± 0.18 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ ปริมาณสารแขวนลอยที่เหมาะสมสำหรับการเพาะเลี้ยงอยู่ ในช่วง 0.025 – 0.08 กรัมต่อลิตร ถ้าอยู่ในช่วงระหว่าง 0.08 – 0.4 กรัมต่อลิตร จะทำให้ผลผลิตใน การเลี้ยงปลาลดลง และถ้ามากเกินไป 0.4 กรัมต่อลิตร จะเลี้ยงปลาไม่ได้ผล (ไมตรีและจารุวรรณ, 2528; สัทธา มีอ่อง, 2529) เพราะตะกอนที่มากจะสามารถลดการแพร่ของออกซิเจนเข้าสู่เหงือก เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของปลา สารแขวนลอยมีความสัมพันธ์กับความโปร่งแสง จากการศึกษพบว่าปริมาณสารแขวนลอยในน้ำช่วงสิ้นสุดการเลี้ยงมีค่าสูงมากขึ้นกว่าช่วงเริ่มเลี้ยง (ภาพที่ 4.3) ซึ่งมีผลทำให้ความโปร่งแสงมีค่าน้อยลง (ภาพที่ 4.2) เนื่องจากมีตะกอนเกิดขึ้นจากการที่ปลาหาอาหารกินตามพื้นซึ่งผลจากการศึกษาครั้งนี้มีค่าสูงกว่าค่าในบ่อปลาอุกอุยเทศซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.02 – 0.15 กรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.08 ± 0.02 (กรมประมง. 2535) (ตารางที่ 5.2)

ค่าความเป็นกรดเป็นด่างเฉลี่ยของบ่อที่ 1, 2 และ 3 เท่ากับ 6.38 ± 0.31 , 8.09 ± 0.17 และ 6.90 ± 0.25 ตามลำดับ (ภาพที่ 4.4) ซึ่งอยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อสัตว์น้ำ ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 6.5 - 9.0 หากสูงหรือต่ำกว่านี้จะเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ (ชาอุยทุท, 2533) ผลจากการศึกษาครั้งนี้มีค่าใกล้เคียงค่าในบ่อปลาอุกอุยเทศซึ่งมีค่าเท่ากับ 6.75 – 7.87 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.47 ± 0.13 (กรมประมง. 2535) (ตารางที่ 5.2)

ค่าความเป็นด่างเฉลี่ยของน้ำ บ่อที่ 1, 2 และ 3 เท่ากับ 97.69 ± 13.90 , 137.51 ± 15.45 และ 92.62 ± 19.13 มิลลิกรัมต่อลิตร (ภาพที่ 4.5) ซึ่งมีค่าต่ำกว่าค่าที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยค่าความเป็นด่างที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำควรอยู่ในช่วง 100-200 มิลลิกรัมต่อลิตร (ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และ จารุวรรณ สมศิริ. 2528) ซึ่งอาจเนื่องมาจากน้ำมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างไม่สูงมากโดยเฉพาะในช่วงแรกๆของบ่อ 1 และ 3 ซึ่งค่าความเป็นด่างสัมพันธ์กับค่าความเป็นกรดเป็นด่าง โดยเมื่อน้ำมี ค่าความเป็นกรดเป็นด่างต่ำกว่า 4.5 จะไม่พบค่าความเป็นด่างอยู่เลย (Boyd. 1982) ซึ่งในช่วงแรกของการศึกษาค่าความเป็นกรดเป็นด่างมีค่าต่ำกว่า 4.5 (ภาพที่ 4.4) ทำให้ค่าความเป็นด่างมีค่าเป็นศูนย์ ในช่วงแรกของการศึกษา ผลจากการศึกษาครั้งนี้มีค่าต่ำกว่าค่าในบ่อปลาอุกอุยเทศซึ่งมีค่าเท่ากับ 91 – 388 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 170.11 ± 28.41 มิลลิกรัมต่อลิตร (กรมประมง. 2535) (ตารางที่ 5.2) ในการศึกษาครั้งนี้ค่าความเป็นด่างเพิ่มขึ้นสัมพันธ์กับค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (ภาพที่ 4.4) ซึ่งมีค่าเพิ่มสูงหลังจากช่วงสัปดาห์แรกทำให้ค่าความเป็นด่างมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจากความเป็นด่างมักพบอยู่ในรูปของไบคาร์บอเนต (HCO_3^-) เป็นส่วนใหญ่ แต่ในสภาพที่น้ำมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างสูงความเป็นด่างจะประกอบด้วยคาร์บอเนต (CO_3^{2-}) และไฮดรอกซิล (OH^-) เช่น น้ำที่มีแสงแดดส่องที่ขุ่นหนาแน่น จะใช้คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ในการสังเคราะห์แสง โดยจะใช้คาร์บอนไดออกไซด์อิสระ (free CO_2) ในน้ำจนหมด หลังจากนั้นจะดึงคาร์บอนไดออกไซด์จากขบวนการ buffer system มาใช้ดังสมการที่ 5.1 และ 5.2 (Boyd. 1982)



จากสมการจะเห็นว่าการดึงคาร์บอนไดออกไซด์ จากขบวนการ buffer system มาใช้ในการสังเคราะห์แสงจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความเป็นด่างจากไบคาร์บอเนตมาเป็นคาร์บอเนตและไฮดรอกซิล ตามลำดับ ซึ่งปริมาณไฮดรอกซิลที่เพิ่มขึ้นทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำเพิ่มขึ้นทำให้ค่าความเป็นด่างเพิ่มขึ้นด้วย (Boyd. 1982)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

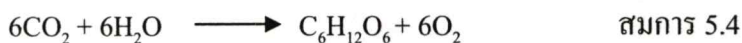
ค่าความกระด้างเฉลี่ยของน้ำบ่อที่ 1, 2 และ 3 เท่ากับ 167.92 ± 7.23 , 122.03 ± 6.85 และ 163.00 ± 6.77 มิลลิกรัมต่อลิตร (ภาพที่ 4.6) ซึ่งจัดว่าอยู่ในระดับน้ำกระด้าง โดยไมตรี ดวงสวัสดิ์ และ จารุวรรณ สมศิริ (2528) ได้แบ่งประเภทของน้ำตามระดับความกระด้างของน้ำไว้ คือ น้ำที่มีความกระด้าง 0 - 75 มิลลิกรัมต่อลิตร จัดเป็นน้ำอ่อน น้ำที่มีความกระด้าง 75 - 150 มิลลิกรัมต่อลิตร จัดเป็นน้ำกระด้างปานกลาง น้ำที่มีความกระด้าง 150 - 300 มิลลิกรัมต่อลิตร จัดเป็นน้ำกระด้าง และถ้ามากกว่า 300 มิลลิกรัมต่อลิตรขึ้นไป จัดเป็นน้ำกระด้างมาก และจากการศึกษาพบว่า ค่าความกระด้างของน้ำทั้ง 3 บ่อ อยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยค่าความกระด้างที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำควรมีค่าอยู่ที่ระหว่าง 100 - 200 มิลลิกรัมต่อลิตร (ชาลยูทท คงภิมย์ชั้น. 2533) ผลจากการศึกษาในครั้งนี้มีค่าต่ำกว่าค่าในบ่อปลาอุกอุยเทศซึ่งมีค่าเท่ากับ 300 - 580 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 389.44 ± 31.77 มิลลิกรัมต่อลิตร (กรมประมง. 2535) (ตารางที่ 5.2) ในการศึกษาความกระด้างมีแนวโน้มลดลงเนื่องจากความกระด้างมีความสัมพันธ์กับค่าความเป็นด่าง โดยความกระด้างของน้ำเป็นปริมาณของเกลือแคลเซียม (Ca^{2+}) และเกลือแมกนีเซียม (Mg^{2+}) ที่ละลายในน้ำ รวมทั้งปริมาณธาตุอื่น ๆ เช่น พวกลโลหะ Fe^{2+} และ Mn^{2+} เป็นต้น ความกระด้างสามารถคำนวณความเข้มข้นเทียบให้อยู่ในรูปของ แคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3) ซึ่งความกระด้างของน้ำส่วนมากจะมีความเข้มข้นมากกว่าความเป็นด่างรวมในรูป CO_3^{2-} กับ HCO_3^- ความกระด้าง (Ca^{2+} , Mn^{2+}) เมื่อถูกความร้อนจะตกตะกอนเป็นหินปูน (สมการ 5.3) (Boyd. 1982) โดยในช่วงท้ายของการศึกษาหลังจากสัปดาห์ที่ 20 ความกระด้างมีแนวโน้มลดลงใกล้เคียงกับแนวโน้มการลดลงของค่าความเป็นด่าง



สมการ 5.3

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ยของบ่อที่ 1, 2 และ 3 เท่ากับ 5.09 ± 0.99 , 17.24 ± 2.07 และ 8.01 ± 1.69 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (ภาพที่ 4.7) ซึ่งอยู่ในระดับที่เหมาะสม โดยทั่วไปปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตไม่ควรต่ำกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร และถ้ามีค่าต่ำกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร จะเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ (นันทนา คชเสนี. 2536) ปริมาณออกซิเจนในบ่อที่ 2 มีปริมาณสูงที่สุดอาจเนื่องมาจาก บ่อที่ 2 มีปริมาณไซยาโนแบคทีเรียบลูมมากที่สุด (ภาพที่ 4.18) จากการศึกษาในครั้งนี้มีค่าใกล้เคียงกับค่าในบ่อปลาอุกอุยเทศซึ่งมีค่าเท่ากับ 4.4 - 24.2 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.45 ± 1.99 มิลลิกรัมต่อลิตร (กรมประมง. 2535) (ตารางที่ 5.2) ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำขึ้นอยู่กับความกดดันของบรรยากาศ อุณหภูมิ และปริมาณเกลือแร่ต่าง ๆ ที่ละลายอยู่ในน้ำ รวมถึงสัมพันธ์กับการ

สังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืช (Boyd. 1982) (สมการ 5.4) ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำได้น้อยลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น (ภาพที่ 4.1)



ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีเฉลี่ยของน้ำบ่อที่ 1, 2 และ 3 เท่ากับ 42.74 ± 12.06 , 59.66 ± 14.03 และ 39.49 ± 11.72 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (ภาพที่ 4.8) ซึ่งมีค่าอยู่ในระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ (ภาพที่ 4.18) โดยปริมาณความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีที่ไม่เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ คือ ต้องไม่เกิน 60 มิลลิกรัมต่อลิตร (วิรัช จิวแหยม. 2544) ผลการศึกษาครั้งนี้มีค่าใกล้เคียงกับค่าในบ่อปลาอุกอุยเทศซึ่งมีค่าเท่ากับ 24 – 90 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 49.67 ± 7.71 มิลลิกรัมต่อลิตร (กรมประมง. 2535) (ตารางที่ 5.2) ค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีคือปริมาณการใช้ออกซิเจนในการย่อยสลายสารอินทรีย์ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้ค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีมีการผันแปรสูง (ภาพที่ 4.8) เนื่องจากภายในบ่อเลี้ยงมีการเปลี่ยนแปลงของการเจริญเติบโตและการตายของแพลงก์ตอนตลอดเวลาโดยดูจากปริมาณไซยาโนแบคทีเรีย (ภาพที่ 4.18) และปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (ภาพที่ 4.14) นอกจากนี้ผลของอุณหภูมิที่สูงทำให้ออกซิเจนละลายในน้ำได้น้อยลงและสามารถเพิ่มอัตราการย่อยสลายและปฏิกิริยาต่าง ๆ ในน้ำให้เพิ่มมากขึ้น (Boyd. 1982) ซึ่งทำให้ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีสูงขึ้น

แอมโมเนียเฉลี่ยของน้ำบ่อที่ 1, 2 และ 3 เท่ากับ 11.77 ± 1.03 , 4.99 ± 0.76 และ 2.59 ± 0.54 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (ภาพที่ 4.9) ซึ่งอยู่ในระดับที่เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ เนื่องจากมีการให้อาหารเป็นไส้ไก่บดในปริมาณมากตลอดการเพาะเลี้ยง โดยค่าแอมโมเนียที่ปลอดภัยต่อสัตว์น้ำคือไม่เกิน 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร (วิรัช จิวแหยม. 2544) ผลจากการศึกษาครั้งนี้มีค่าสูงกว่าค่าในบ่อปลาอุกอุยเทศซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.11 – 17.1 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.45 ± 1.98 มิลลิกรัมต่อลิตร (กรมประมง. 2535) (ตารางที่ 5.2) และพบรายงานวิจัยว่า ในบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำมักพบปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนสูงกว่าระดับมาตรฐานโดย Tucker et al. (1979) รายงานการวิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนในบ่อเลี้ยงปลาอุกพบว่าปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนอยู่ที่ 0.2 – 2.3 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งสูงกว่าระดับแอมโมเนียไนโตรเจนที่ระดับมาตรฐานที่ และจากรายงานของ Boyd et al. (1979) ซึ่งทำการเก็บข้อมูลของแอมโมเนียไนโตรเจนในบ่อเลี้ยงปลาหลายชนิดในเขตอบอุ่น พบว่าปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนสูงขึ้นตามระยะเวลาของการเลี้ยง โดยค่าที่สูงขึ้นดังกล่าวส่วนใหญ่เป็นผลมาจากอาหารที่ใช้เลี้ยงสัตว์น้ำ ซึ่งการเลี้ยงปลาอุกในการศึกษาครั้งนี้ใช้อาหารเม็ดสำเร็จรูปและไส้ไก่บดเป็นอาหาร ซึ่งเป็นแหล่งที่มาของปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนในแหล่งน้ำ ในการศึกษานี้ปริมาณแอมโมเนียบ่อที่ 1 มีค่าสูงสุด อาจเนื่องมาจากขบวนการไนตริฟิเค-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชั้นซึ่งเกิดได้ดีในสภาวะมีออกซิเจน โดยในบ่อที่ 1 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าต่ำกว่าบ่อ 2 และ 3 ทำให้การเปลี่ยนจากแอมโมเนียเป็นไนไตรท์และไนเตรทเกิดขึ้นได้น้อย (เกยูร คำคง. 2550)

ไนไตรท์เฉลี่ยของน้ำบ่อที่ 1, 2 และ 3 เท่ากับ 0.13 ± 0.03 , 0.16 ± 0.04 และ 0.11 ± 0.03 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (ภาพที่ 4.10) ซึ่งปริมาณไนไตรท์ตลอดช่วงเวลาของการเพาะเลี้ยงอยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อสัตว์น้ำ โดยปริมาณไนไตรท์ที่ปลอดภัยต่อปลาคือ ไม่เกิน 1 มิลลิกรัมต่อลิตร (Lin and Wu. 1995) ผลจากการศึกษาในครั้งนี้มีค่าสูงกว่าค่าในบ่อปลาอุกอุยกเทศซึ่งมีค่าเท่ากับ $0.01 - 0.03$ มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.02 ± 0.00 มิลลิกรัมต่อลิตร (กรมประมง. 2535) (ตารางที่ 5.2)

ไนเตรทเฉลี่ยของน้ำบ่อที่ 1, 2 และ 3 เท่ากับ 1.19 ± 0.27 , 1.06 ± 0.20 และ 1.01 ± 0.21 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (ภาพที่ 4.11) ซึ่งอยู่ในระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ โดยปริมาณไนเตรทไนโตรเจนที่ปลอดภัยสำหรับสัตว์น้ำอยู่ที่ ไม่เกิน 5 มิลลิกรัมต่อลิตร (กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม. 2532) ผลการศึกษาในครั้งนี้มีค่าสูงกว่าค่าในบ่อปลาอุกอุยกเทศซึ่งมีค่าเท่ากับ $0 - 0.06$ มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.02 ± 0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร (กรมประมง. 2535) (ตารางที่ 5.2) ในการศึกษาปริมาณไนเตรทมีการผันแปรตลอดการศึกษาเนื่องจากในแต่ละวันขบวนการไนตริฟิเคชันจะเกิดขึ้นไม่เท่ากันทำให้การเปลี่ยนจากแอมโมเนียเป็นไนไตรท์และไนเตรทมีความเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ซึ่งมีความสัมพันธ์กับปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ ถ้าอยู่ในสภาวะมีออกซิเจนจะเกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชันได้ดี แต่ถ้าอยู่ในสภาวะไม่มีออกซิเจนจะทำให้เกิดปฏิกิริยาดิไนตริฟิเคชัน (ภาพที่ 5.1) ซึ่งในการศึกษานี้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา (ภาพที่ 4.7) ทำให้ไนเตรทมีการเปลี่ยนแปลงสูง (เกยูร คำคง. 2550)

ปริมาณไนไตรท์และไนเตรทของน้ำในบ่อเลี้ยงที่มีอยู่ในระดับต่ำและมีการเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก ในขณะที่แอมโมเนียมีการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจนทั้งเพิ่มขึ้นและลดลง โดยแอมโมเนียมีปริมาณสูงที่สุดในบ่อที่ 1 แสดงให้เห็นว่าปริมาณแอมโมเนียที่ลดลงในบางช่วงอาจไม่ได้เกิดจากการเปลี่ยนรูปไปเป็นไนไตรท์และไนเตรทเพียงอย่างเดียว แต่อาจมีผลจากการถ่ายน้ำซึ่งมีการถ่ายน้ำในบ่อที่ 1 สัปดาห์ที่ 24 โดยปริมาณแอมโมเนียมีปริมาณลดลงแต่จากนั้นจึงเพิ่มขึ้นรวมถึงการเกิดขึ้นและตายลงของแพลงก์ตอนพืช (ภาพที่ 4.14) โดยจากความสัมพันธ์นี้ทำให้สันนิษฐานได้ว่าสภาพแวดล้อมของบ่อปลาอุกอาจไม่มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของแบคทีเรียกลุ่มไนตริฟิเคชัน คือ ชนิด *nitrosomonas* และ *nitrosobactor* (กรมประมง. 2535) ซึ่งแบคทีเรียกลุ่มไนตริฟิเคชันที่ทำหน้าที่เปลี่ยนแอมโมเนียให้เป็นไนไตรท์และไนเตรท ตามลำดับ สามารถเจริญเติบโตและทำงานได้อย่างสมบูรณ์เมื่อมีปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ 4.57 กรัมต่อแอมโมเนีย 1 กรัม ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำต่อแอมโมเนีย บ่อ 1 เท่ากับ $0.10 - 1.50$ กรัมออกซิเจนต่อกรัมแอมโมเนีย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.48 ± 0.10 กรัมออกซิเจนต่อกรัมแอมโมเนีย บ่อ 2 มีค่าอยู่ในช่วง $0.82 - 14.64$ กรัมออกซิเจนต่อกรัมแอมโมเนีย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.13 ± 1.20 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกซิเจนต่อกรัมแอมโมเนีย และบ่อที่ 3 มีค่าอยู่ในช่วง 0.61 – 99.24 กรัมออกซิเจนต่อกรัมแอมโมเนีย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.15 ± 7.08 กรัมออกซิเจนต่อกรัมแอมโมเนีย (ตารางที่ 5.1) ค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ในช่วง 7 – 8 ถ้าสูงหรือต่ำกว่านี้ปฏิกิริยาจะเป็นไปได้ช้า และอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการทำงานของแบคทีเรียคือ 30 – 35 องศาเซลเซียส (เกยูร คำคง. 2550) นอกจากนี้การที่แอมโมเนียสูงและมีปริมาณไนเตรทต่ำในช่วงท้ายของการศึกษาในบ่อที่ 1 เกิดจากขบวนการดีไนตริฟิเคชันด้วยซึ่งเป็นขบวนการเปลี่ยนไนเตรทให้เป็นก๊าซไนโตรเจนในสภาวะออกซิเจนขาดแคลนซึ่งในบ่อที่ 1 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำต่ำ (Madigan *et al.* 2003) จึงอาจสามารถเกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชันและดีไนตริฟิเคชันพร้อมกันได้



ที่มา : Madigan *et al.* (2003)

ปริมาณออร์โธฟอสเฟตเฉลี่ยของบ่อ 1, 2 และ 3 เท่ากับ 0.33 ± 0.11 , 0.99 ± 0.23 และ 0.22 ± 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (ภาพที่ 4.12) ซึ่งพบว่าบ่อที่ 1 และ 3 มีค่าอยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ซึ่งปริมาณออร์โธฟอสเฟตที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำอยู่ในช่วง 0.3 – 0.4 mg/l (Shrestha and Lin. 1996) ซึ่งผลจากการศึกษาครั้งนี้มีค่าใกล้เคียงกับค่าในบ่อปลาอุกอุยกเทศซึ่งมีค่าเท่ากับ 0 – 2.11 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.55 ± 0.29 มิลลิกรัมต่อลิตร (กรมประมง. 2535) (ตารางที่ 5.1) ในบ่อที่ 2 มีปริมาณออร์โธฟอสเฟตสูงสัมพันธ์กับปริมาณไซยาโนแบคทีเรียที่สามารถใช้ออร์โธฟอสเฟตในการเจริญเติบโตได้ โดยในช่วงกลางของการเพาะเลี้ยง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออร์ธ โฟสเฟตมีปริมาณสูงสัมพันธ์กับปริมาณของไซยาโนแบคทีเรียในแนวโน้มที่ใกล้เคียงกัน
(ภาพที่ 4.18)

ตารางที่ 5.1 ค่าอัตราส่วนระหว่างปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำต่อแอมโมเนีย 1 กรัม

เวลา (สัปดาห์)	บ่อ 1	บ่อ 2	บ่อ 3
0	-	1.33	-
2	0.71	2.66	3.30
4	0.71	14.64	0.61
6	1.50	4.83	1.05
8	1.06	5.55	3.97
10	0.41	11.06	5.70
12	0.24	4.26	3.34
14	0.68	2.42	4.79
16	0.25	0.82	9.01
18	0.24	2.56	33.78
20	0.35	4.38	99.24
22	0.26	10.73	0.96
24	0.15	1.47	1.68
26	0.12	-	1.19
28	0.71	-	1.51
30	0.10	-	-
32	0.18	-	-
ค่าเฉลี่ย	0.48 ± 0.10	5.13 ± 1.20	12.15 ± 7.08

หมายเหตุ - หมายถึง ไม่มีการวิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.2 คุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงปลาอุกบึงกุดยี่ในจังหวัดนครปฐม

ลำดับที่	ออกซิเจน										ความนำ	
	สารแขวนลอย (กรัมต่อลิตร)	ความโปร่งแสง (เซนติเมตร)	สารต่าง (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ความกระด้าง (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ที่ละลายในน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	บีโอดี (มิลลิกรัมต่อลิตร)	แอมโมเนีย (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ไนเตรท์ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ไนเตรท (มิลลิกรัมต่อลิตร)	อินทร (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ฟอสเฟต (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ไฟฟ้า (มิลลิซี)
1	15.5	0.12	7.06	388	9.45	70	0.9	0.02	0.06	0.41	1.9	0.39
2	15	0.02	7.8	147	17.78	37	0.2	0.01	0.03	0	1.13	0.34
3	8.5	0.05	7.86	152	24.2	90	0.33	0.01	0.02	0.18	1.39	0.77
4	6.5	0.04	7.53	175	4.4	74	0.11	0.01	0.03	0.02	1.35	1.91
5	6	0.13	7.87	150	10	46	3.7	0.02	0.01	0.02	1.25	1.27
6	7	0.15	6.75	148	8.2	45	9.43	0.01	0	0.06	1.22	0.73
7	11	0.08	7.1	160	11.5	36	17.1	0.02	0.01	2.11	1.11	0.74
8	11	0.11	7.63	91	8.45	24	7.93	0.03	0.01	0.09	1.28	0.71
9	21.5	0.05	7.6	120	9.05	25	0.31	0.01	0	2.08	0.8	0.22
เฉลี่ย	11.33 ± 1.72	0.08 ± 0.02	7.47 ± 0.13	170.11 ± 28.41	11.45 ± 1.99	49.67 ± 7.71	4.45 ± 1.98	0.02 ± 0.00	0.02 ± 0.01	0.55 ± 0.29	1.27 ± 0.10	0.79 ± 0.17
เฉลี่ย	12.6 ± 1.4	1.78 ± 0.13	7.07 ± 0.13	112.03 ± 12.13	8.86 ± 1.04	44.76 ± 6.59	7.84 ± 1.24	0.14 ± 0.02	0.98 ± 0.15	0.43 ± 0.09	2.14 ± 0.11	1.57 ± 0.12

ที่มา : ดัดแปลงจาก กรมประมง (2535)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ยในบ่อที่ 1, 2 และ 3 เท่ากับ 2.79 ± 0.21 , 1.56 ± 0.12 และ 2.19 ± 0.14 มิลลิซีเมนส์ต่อเซนติเมตร ตามลำดับ (ภาพที่ 4.13) พบว่ามีค่าสูงกว่าค่าที่เหมาะสมสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ซึ่งค่าการนำไฟฟ้าของน้ำจืดส่วนใหญ่จะมีค่าระหว่าง 0.01 - 1 มิลลิซีเมนส์ต่อเซนติเมตร ซึ่งค่าการนำไฟฟ้ามีความสัมพันธ์กับปริมาณธาตุอาหารที่อยู่ในรูปไอออนที่แตกตัวได้ เช่น แอมโมเนีย ไนไตรท์ ไนเตรท แคลเซียม หรือ แมกนีเซียมไอออน ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำจึงเป็นครรชนที่ใช้ประเมินปริมาณแร่ธาตุหรือธาตุอาหารในน้ำได้ ผลจากการศึกษาในครั้งนี้มีค่าใกล้เคียงกับค่าในบ่อปลาดุกอุยเทศซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.8 - 1.39 มิลลิซีเมนส์ต่อเซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.27 ± 0.10 มิลลิซีเมนส์ต่อเซนติเมตร (กรมประมง. 2535) (ตารางที่ 5.1)

ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ เฉลี่ยในบ่อที่ 1, 2 และ 3 เท่ากับ 1.68 ± 0.18 , 2.06 ± 0.22 และ 1.28 ± 0.12 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (ภาพที่ 4.14) ซึ่งมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ จัดอยู่ในระดับแหล่งน้ำที่มีความอุดมสมบูรณ์สูงมาก ซึ่งแหล่งน้ำที่มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ สูงกว่า 0.012 มิลลิกรัมต่อลิตร จัดเป็นแหล่งน้ำที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง (eutrophic) (Marshall and Peters. 1989) การที่คลอโรฟิลล์ เอ มีปริมาณสูงเกิดจากการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของไซยาโนแบคทีเรีย (ภาพที่ 4.18) การจับถ่ายของเสียและการตกค้างของอาหาร (กรมประมง. 2535) จากผลการศึกษาในครั้งนี้พบว่ามีค่าสูงกว่าค่าในบ่อปลาดุกอุยเทศซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.22 - 1.91 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.79 ± 0.17 มิลลิกรัมต่อลิตร (กรมประมง. 2535) (ตารางที่ 5.1) ในการศึกษาคลอโรฟิลล์ เอ มีความผันแปรสูง เนื่องจากคลอโรฟิลล์ เอ เป็นรงควัตถุที่พบในแพลงก์ตอนพืชซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ซึ่งในบ่อที่ 2 มีคลอโรฟิลล์ เอ สูงที่สุดเพราะว่ามี การบวมของไซยาโนแบคทีเรียและแพลงก์ตอนพืชโดยรวมมากที่สุด (ภาพที่ 4.18)

5.2 แพลงก์ตอน

จากการศึกษานชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนในบ่อเลี้ยงปลาดุกบักอุย ทั้ง 3 บ่อ พบแพลงก์ตอนพืช ทั้งหมด 3 ดิวิชัน 52 สกุล 99 สปีชีส์ แพลงก์ตอนสัตว์ 3 ไฟลัม 14 สกุล 23 สปีชีส์ (ตารางที่ 4.1) โดยแพลงก์ตอนพืชชนิดเด่น บ่อที่ 1 คือ *Microcystis aeruginosa* บ่อที่ 2 และ 3 คือ *Spirulina platensis* แพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มที่พบชนิดมากที่สุดของทั้ง 3 บ่อ คือ กลุ่ม rotifer เมื่อเปรียบเทียบกับ การศึกษาของ กรมประมง (2535) ซึ่งได้ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของแพลงก์ตอน ในบ่อปลาดุกอุยเทศ พบว่ามีแพลงก์ตอนพืช 5 ดิวิชัน ได้แก่ cyanophyta, chlorophyta, chrysophyta, bacillariophyta และ euglenophyta โดยดิวิชัน cyanophyta พบมากตั้งแต่สัปดาห์ ที่ 3 และมีปริมาณมากที่สุด ในสัปดาห์ที่ 3 - 6 ซึ่งชนิดแพลงก์ตอนที่พบมากที่สุดคือ *Oscillatoria* sp. และมีรายงาน การเปลี่ยนแปลงแพลงก์ตอนพืชตามฤดูกาล ในบ่อเลี้ยงปลาดุกอเมริกัน (channel catfish) โดย Tucker and Lloyd (1983) พบว่าในฤดูร้อนและฤดูใบไม้ร่วง กลุ่มที่พบมากที่สุดคือ cyanophyta ในฤดูหนาวชนิดของแพลงก์ตอนพืชที่พบมากที่สุดคือ *Dictyosphaerium pulchellum* โดย กลุ่มของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตเห็นไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

chlorophyta และ euglenophyta พบมีปริมาณคิดเป็น 35 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ กลุ่ม diatom พบทุกฤดูและมากที่สุดในฤดูหนาวและฤดูใบไม้ผลิ และจากรายงานของ Dhawan and Toor (1989) ซึ่งทำการศึกษาแพลงก์ตอนพืชและสัตว์ในบ่อเลี้ยงลูกปลาบวลงันธุ์น้ำจืด *Cirrhina mrigala* ที่มีการใส่ปุ๋ยมูลสัตว์ร่วมด้วย คือ มูลวัว และ มูลสัตว์ปีกลงในบ่อ พบว่ามีการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืชในกลุ่มต่าง ๆ คือ cyanophyceae, chlorophyceae, bacillariophyceae, euglenophyceae และ dinophyceae โดยแพลงก์ตอนพืชกลุ่ม cyanophyceae มีการเจริญเติบโตและปริมาณมากที่สุดเท่ากับ 76.06 เปอร์เซ็นต์ แพลงก์ตอนสัตว์พบ 3 กลุ่ม คือ copepod, cladocera และ rotifer โดยกลุ่มที่พบเจริญเติบโตและมีปริมาณมากที่สุดคือ copepoda เท่ากับ 50.95 เปอร์เซ็นต์ และจากรายงานของ Mischke and Zimba (2004) ที่ทำการศึกษาประชาคมแพลงก์ตอนในบ่ออนุบาลลูกปลาตกออเมริกันจำนวน 6 บ่อ พบว่า มีแพลงก์ตอนพืชกลุ่ม cyanophyceae, chlorophyceae และ bacillariophyceae และจากการศึกษาประชาคมแพลงก์ตอนในบ่อปลาตกออเมริกัน ในรัฐ Louisiana สหรัฐอเมริกา แพลงก์ตอนในกลุ่ม cryptophytes, diatoms และ filamentous cyanobacteria ซึ่งกลุ่มไซยาโนแบคทีเรียที่พบ ได้แก่ *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Pseudanabaena* และ *Oscillatoria* (Zimba et al. 2001) และมีรายงานแพลงก์ตอนในบ่อปลานิลและกึ่งก้ามกราม พบว่ามีแพลงก์ตอนพืชในกลุ่ม cyanophyceae, chlorophyceae, bacillariophyceae และ euglenophyceae ซึ่ง ในกลุ่มไซยาโนแบคทีเรียที่พบ ได้แก่ *Oscillatoria*, *Anabaena*, *Microcystis*, *Aphanocapsa* และ *Gomphosphaeria*

พบรายงานการศึกษาการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืชและสัตว์ในบ่อเลี้ยงกึ่งก้ามกราม *Macrobrachium rosenbergii* ซึ่งมีการเลี้ยงลูกกึ่งความหนาแน่น 3 ตัวต่อตารางเมตร โดยมีกลุ่มแพลงก์ตอนพืชที่พบดังนี้คือ cyanophyceae 7 ชนิด, chlorophyceae 23 ชนิด, bacillariophyceae 11 ชนิด และ euglenophyceae 4 ชนิด แพลงก์ตอนพืชแต่ละกลุ่มมีชนิดเด่นที่พบดังนี้ คือ แพลงก์ตอนพืชกลุ่ม cyanophyceae ได้แก่ *Microcystis*, *Merismopedia*, *Gloeocapsa* และ *Gomphosphaeria* แพลงก์ตอนพืชกลุ่ม chlorophyceae ได้แก่ *Ankistrodesmus*, *Chlorella*, *Sphaerocystes*, *Palmella*, *Pediastrum* และ *Scenedesmus* แพลงก์ตอนพืชกลุ่ม bacillariophyceae ได้แก่ *Synedra*, *Tabellaria*, *Navicula*, *Fragillaria*, *Cyclotella* และ *Nitzschia* แพลงก์ตอนพืชกลุ่ม euglenophyceae ได้แก่ *Euglena* และ *Phacus* กลุ่มของแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบคือ กลุ่ม crustaceae 5 ชนิด และ rotifera 5 ชนิด โดยแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่ม crustaceae ชนิดเด่น ได้แก่ *Cyclops*, *Diaphanosoma* และ Nauplius larvae แพลงก์ตอนสัตว์ชนิดเด่นกลุ่ม rotifera ได้แก่ *Brachionus* และ *Filinia* (Asaduzzaman et al. 2009)

จากการศึกษาแพลงก์ตอนพืชที่พบได้แก่ ดิวิชัน cyanophyta, chlorophyta และ chromophyta สอดคล้องกับ Lin (1983) ซึ่งได้กล่าวไว้ว่า โดยทั่วไปแพลงก์ตอนที่พบในบ่อปลามักอยู่ใน ดิวิชัน

chlorophyta, cyanophyta, euglenophyta และ pyrrhophyta ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้แพลงก์ตอนพืชที่มีปริมาณมากที่สุดอยู่ในกลุ่ม cyanobacteria

ในการศึกษาครั้งนี้พบแพลงก์ตอนที่มีรายงานว่าสามารถสร้างไมโครซิสตินได้คือ *Microcystis aeruginosa* (Sangolkar *et al.* 2009) ซึ่ง *M. aeruginosa* พบสูงที่สุดในบ่อที่ 2 ปริมาณเท่ากับ 178.99×10^6 เซลล์ต่อลิตร พบรายงานการบลูมของเซลล์ไซยาโนแบคทีเรียในแหล่งน้ำต่าง ๆ คือ ทะเลสาบ, คลองชลประทาน และ อ่างเก็บน้ำ ในประเทศเม็กซิโก โดยมีชนิดเด่นคือ *M. aeruginosa* มีปริมาณเซลล์อยู่ในช่วง $1.6 \times 10^3 - 7.5 \times 10^6$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร โดยตรวจพบการสร้างไมโครซิสตินเป็นชนิด microcystin - LR (Vasconcelos *et al.* 2010) ในประเทศไทยพบว่าจากรายงานของ Mahakhant *et al.* (1998b) อ้างโดย อมรเทพ อาชวกุลเทพ (2004) ถึงปริมาณไมโครซิสติน (microcystin - RR) ในเซลล์แพลงก์ตอนพืชจากแหล่งน้ำต่าง ๆ ในประเทศไทย ได้แก่ เขื่อนแม่กวง, อ่างเก็บน้ำบางพระ, บ่อเปิดในกรุงเทพ, เขื่อนแก่งกระจาน และเขื่อนลำนางรอง โดยจากแหล่งน้ำทั้งหมด มีการบลูมของ *M. aeruginosa* ซึ่งพบปริมาณพิษในตัวอย่างแพลงก์ตอน เท่ากับ 0.77, 0.55, 0.76, 0.78 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ

5.3 ไมโครซิสติน

ไมโครซิสตินที่สะสมในเซลล์แพลงก์ตอน ในการศึกษาครั้งนี้อยู่ในช่วง 0.01 - 0.19 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาอื่น พบว่าไมโครซิสตินในการศึกษาครั้งนี้อยู่ในระดับต่ำ โดยได้มีการศึกษาการสะสมของไมโครซิสตินในประชาคมของแพลงก์ตอนสัตว์และแพลงก์ตอนพืชที่ Jacarepagua' Lagoon ในประเทศบราซิล โดยแพลงก์ตอนสัตว์ประกอบด้วยกลุ่มที่พบมากคือ กลุ่ม rotifers คือ *Brachionus angularis* และ *B. plicatilis* กลุ่ม cladocerans คือ *Moina micrura* และ *Ceriodaphnia cornuta* และกลุ่ม copepod คือ *Metacyclops mendocinus* พบว่าการสะสมปริมาณไมโครซิสตินชนิด microcystin - LR ในแพลงก์ตอนสัตว์อยู่ในช่วง 0.3 - 16.4 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ในขณะที่แพลงก์ตอนพืช ชนิดเด่นคือ *M. aeruginosa* พบปริมาณไมโครซิสตินชนิด microcystin - LR อยู่ในช่วง 0.3 - 3.9 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง (Ferraó - Filho *et al.* 2002) และพบการสะสมของไมโครซิสตินชนิด microcystin - LR จากกลุ่มแพลงก์ตอนที่ลอยอยู่บนผิวน้ำในอ่างเก็บน้ำ Funil และ Furnas ในประเทศบราซิล เท่ากับ 200 และ 800 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ (Deblois *et al.* 2008) และจากรายงานการพบไมโครซิสตินในประเทศไทย โดย Aroonvilairat *et al.* (2008) ทำการวิเคราะห์ปริมาณไมโครซิสตินในเซลล์ไซยาโนแบคทีเรีย ซึ่งเซลล์ทั้งหมดเป็นชนิด *M. aeruginosa* มากกว่า 95 เปอร์เซ็นต์ ที่ลอยอยู่บนผิวน้ำ ของอ่างเก็บน้ำ Huay Yuak จังหวัดเชียงใหม่ พบว่าในเซลล์ไซยาโนแบคทีเรียมีปริมาณไมโครซิสติน (microcystin - LR) เท่ากับ 140 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แห่ง และจากรายงานของ Ruangyuttikarn *et al.* (2004) ซึ่งทำการเก็บตัวอย่างไซยาโนแบคทีเรียจากอ่างเก็บน้ำ Huay Yuak ในปี 2001 เพื่อวิเคราะห์ปริมาณไมโครซิสตินพบว่ามีปริมาณไมโครซิสติน (microcystin – LR) เท่ากับ 1.86 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง

นอกจากนี้ยังมีรายงานของการพบไมโครซิสตินจากเซลล์สาหร่ายในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำอื่น โดยจากการศึกษาของ Prommana *et al.* (2006) ซึ่งทำการศึกษาปริมาณไมโครซิสตินในบ่อเลี้ยงกุ้งก้ามกราม *Microcystis rosenbergii* จำนวน 2 บ่อ ในจังหวัดเชียงราย โดยทำการเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนบลูม โดยใช้ถุงเก็บแพลงก์ตอน ขนาดของความพรุนเท่ากับ 10 ไมโครเมตร เก็บตัวอย่างบริเวณที่มีการบลูมบนผิวน้ำอย่างหนาแน่น และทำการเก็บตัวอย่างน้ำ บ่อละ 3 จุด แล้วนำมาผสมกัน เพื่อมาทำการวิเคราะห์ปริมาณไมโครซิสติน จากตัวอย่างพบว่าชนิดของแพลงก์ตอนพืชที่เป็นชนิดเด่นและมากที่สุด คือ *M. aeruginosa* และ *M. wesenbergii* มีความเข้มข้นเท่ากับ $850,000 \pm 190,000$ และ $302,000 \pm 73,000$ โคโลนีต่อลิตร ตามลำดับ และจากการวิเคราะห์พบว่าตัวอย่างเซลล์แพลงก์ตอนมีปริมาณ ไมโครซิสตินเท่ากับ 0.44 ± 0.020 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง ซึ่งพบเป็น microcystin – LR เท่ากับ 45 เปอร์เซ็นต์ และ microcystin – RR เท่ากับ 48 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณไมโครซิสตินในน้ำตัวอย่างมีค่าต่ำที่สุดและสูงที่สุดเท่ากับ 2.2 ± 3.0 และ 9.4 ± 2.0 ไมโครกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งในการเพาะเลี้ยงพืชอาจส่งผลกระทบต่อห่วงโซ่อาหารมาถึงคนได้ และมีรายงานการพบการสะสมของไมโครซิสตินในบ่อกุ้งน้ำจืด 4 บ่อ บ่อปลา 4 บ่อ ในจังหวัดเชียงรายและบ่อปลา 2 บ่อ ในจังหวัดเชียงใหม่ พบว่าในเนื้อกุ้งมีการสะสมของไมโครซิสตินอยู่ 0.003 – 0.3 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม และในเนื้อปลาพบการสะสมไมโครซิสตินเท่ากับ 0 – 0.03 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม (Ruangrit *et al.* 2009) องค์การอนามัยโลกหรือ World Health Organizing (WHO) ได้กำหนดปริมาณของไมโครซิสตินที่รับเข้าร่างกายมากที่สุดที่สามารถทนได้ (Tolerable daily intake, TDI) จากน้ำดื่มที่มีการปนเปื้อนไมโครซิสตินคือ ไม่เกิน 0.04 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมต่อวัน และจากการบริโภคอาหารที่มีการปนเปื้อนไมโครซิสติน คือ อยู่ในช่วง ไม่เกิน 0.001 – 0.52 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมต่อวัน (Magalhaes *et al.* 2003)

จากการศึกษานี้ไม่พบไมโครซิสตินในน้ำและเนื้อปลา เนื่องจากเซลล์แพลงก์ตอนอาจมีการสะสมไมโครซิสตินที่น้อยจึงไม่มีการสะสมในน้ำ ส่วนการสะสมในเนื้อปลาที่ไม่พบเนื่องจากปลาคูคเป็นปลากินเนื้อ การได้รับไมโครซิสตินจึงมาจากการสัมผัสกับน้ำที่มีไมโครซิสติน (Cazenave *et al.* 2005) และการกินอาหารโดยมีการกินแพลงก์ตอนที่สร้างไมโครซิสตินอย่างไม่ตั้งใจ แต่เนื่องจากการศึกษาในครั้งนี้ตัวอย่างตรวจไม่พบไมโครซิสติน รวมถึงเป็นไปได้ว่าไมโครซิสตินในเซลล์แพลงก์ตอนมีปริมาณไม่มากจึงทำให้ปลาไม่ได้รับไมโครซิสตินในปริมาณที่สามารถสะสมไมโครซิสตินในร่างกายซึ่งทำให้ไม่พบการสะสมไมโครซิสตินในเนื้อปลา จากรายงานของ Magalhaes *et al.* (2001) ซึ่งศึกษาการสะสมไมโครซิสตินในเนื้อปลา *Tilapia rendalli* จากแหล่งน้ำในประเทศบราซิลที่มีการบลูมของแพลงก์ตอนพบว่า ในแพลงก์ตอนมีการสะสมของไมโครซิสตินเป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่บนสื่อออนไลน์

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซิสติน ชนิด microcystin – LR อยู่เท่ากับ 980 ไมโครกรัมต่อลิตร ซึ่งมี *M. aeruginosa* เป็นชนิดเด่น และพบการสะสมไมโครซิสตินในเนื้อปลาเท่ากับ 16.2 นาโนกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด และมีการตรวจพบไมโครซิสตินในน้ำของอ่างเก็บน้ำประเทศบราซิลเท่ากับ 258 – 2168 นาโนกรัมต่อลิตร (microcystin – LR) ซึ่งในอ่างเก็บน้ำพบการสะสมของไมโครซิสตินในเนื้อปลา *O. niloticus* และ *T. rendalli* เท่ากับ 0.9 – 12.0 นาโนกรัมต่อกรัมสด

ในรอบที่ 3 ตรวจไม่พบไมโครซิสตินอาจเนื่องมาจากไซยาโนแบคทีเรียที่พบไม่สร้างสารพิษ และสปีชีส์ที่สร้างพิษไม่เกิดขึ้น นั่นคือ *M. aeruginosa*

5.4 ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำกับไซยาโนแบคทีเรีย

จากผลการศึกษาพบว่าไซยาโนแบคทีเรียเป็นสาหร่ายกลุ่มที่มีการเจริญเติบโตมากที่สุดเกือบตลอดทุกสัปดาห์ ซึ่งการเจริญเติบโตของไซยาโนแบคทีเรียขึ้นอยู่กับ การเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงด้วยส่วนหนึ่ง จากการหาความสัมพันธ์พบว่า ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง, ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ, ความเป็นด่าง, ไนโตรเจน, ออร์โธฟอสเฟต, ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี และคลอโรฟิลล์ เอ มีความสัมพันธ์กับชนิดและปริมาณของไซยาโนแบคทีเรีย (ตารางที่ 4.4) โดยจากการศึกษาของ Davis *et al.* (2009) ซึ่งศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำ คือ อุณหภูมิ, การละลายของออกซิเจน, สารประกอบไนโตรเจน(แอมโมเนีย, ไนโตรเจน และไนเตรท), ฟอสเฟต และคลอโรฟิลล์ เอ กับการเจริญเติบโตของไซยาโนแบคทีเรียในทะเลสาบในประเทศสหรัฐอเมริกา ในการศึกษาไซยาโนแบคทีเรียชนิดเด่น คือ *Microcystis* sp. และ *Anabaena* sp. มีปริมาณเซลล์สูงสุดเท่ากับ 1.4×10^8 และ 2.7×10^7 เซลล์ต่อลิตร พบว่า อุณหภูมิ, ไนโตรเจนและฟอสเฟตมีความสัมพันธ์กับการเพิ่มจำนวนของไซยาโนแบคทีเรียที่สามารถสร้างไมโครซิสติน

ค่าความเป็นกรดเป็นด่างเฉลี่ยทั้ง 3 บ่อ มีค่าอยู่ในช่วง 5.84 – 7.63 (ภาพที่ 4.4) เป็นค่าที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของไซยาโนแบคทีเรีย ชาญยุทธ คงภิรมย์ชั้น (2533) กล่าวว่า ช่วงความเป็นกรดเป็นด่างในช่วง 6.5 - 9.0 ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงชนิดของแพลงก์ตอน ซึ่งผลของค่าความเป็นกรดเป็นด่างในน้ำจะส่งผลต่อความสามารถในการใช้ธาตุอาหารในน้ำของแพลงก์ตอนพืชและสัตว์น้ำ (ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และ จารุวรรณ สมศิริ. 2528) โดย พบว่าเมื่อค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ในช่วงต่ำกว่า 4.5 จะไม่มีแพลงก์ตอนกลุ่มไซยาโนแบคทีเรียอยู่เลย (Prescott. 1962) โดย Scagel *et al.* (1967) ได้ศึกษาว่าถ้ามีค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ระหว่าง 4.0 – 6.5 จะมีแพลงก์ตอนกลุ่ม ไดอะตอมจำนวนมากแต่มีปริมาณในแต่ละสกุลน้อย ถ้าความเป็นกรดเป็นด่างสูงในช่วงระหว่าง 7 – 9 จำนวนไดอะตอมจะมีความหลากหลายของชนิดน้อยแต่จะมีปริมาณในแต่ละสกุลมากและพบแพลงก์ตอนกลุ่มไซยาโนแบคทีเรียมาก ถ้าความเป็นกรดเป็นด่างสูงถึง 9 – 10 จะมีแพลงก์ตอนกลุ่มไซยาโนแบคทีเรียเจริญเติบโตมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำบ่อที่ 2 มีค่าสูงที่สุดคือ 7.02 – 9.06 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.09 ± 0.17 เป็นระดับที่มีแพลงก์ตอนกลุ่มไซยาโนแบคทีเรียเจริญเติบโตมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับจำนวนชนิดและปริมาณไซยาโนแบคทีเรียของ บ่อที่ 2 ซึ่งมีมากที่สุด จากทั้ง 3 บ่อ

ค่าความเป็นด่างเฉลี่ยมีค่าอยู่ในช่วง 15.89 – 164.89 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งจากในแหล่งน้ำที่มีค่าความเป็นด่างสูงจะพบไซยาโนแบคทีเรียอยู่เป็นจำนวนมาก (Ballot *et al.* 2005) จากช่วงเวลาการศึกษาตั้งแต่เริ่มการเลี้ยงจนกระทั่งสิ้นสุดการเพาะเลี้ยง ค่าความเป็นด่างเฉลี่ยมีแนวโน้มสูงในช่วงสัปดาห์ที่ 12 – 24 (ภาพที่ 4.5) สอดคล้องกับไซยาโนแบคทีเรียในช่วงเวลาดังกล่าว ที่มีการเจริญเติบโตมากที่สุด ซึ่งจากทั้ง 3 บ่อ ปริมาณไซยาโนแบคทีเรียหลายชนิด ได้แก่ *Oscillatoria*, *Spirulina* และ *Pseudanabaena* (ตารางที่ 4.2) มีปริมาณมากในช่วง สัปดาห์ที่ 12 – 24 จากรายงานของ Ballot *et al.* (2005) ศึกษาชนิดของไซยาโนแบคทีเรียที่พบในแหล่งน้ำจากทะเลสาบ Sonachi และ Simbi ในประเทศเคนยา ที่มีความเป็นด่าง อยู่ในช่วง 200 – 400 มิลลิกรัมต่อลิตร พบชนิดของไซยาโนแบคทีเรียคือ ในทะเลสาบ Sonachi พบ *Arthrospira fusiformis* เป็นชนิดเด่นและในทะเลสาบ Simbi พบ *A. fusiformis* and *Anabaenopsis abijatae* เป็นชนิดเด่น

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ยมีค่าอยู่ในช่วง 2.00 – 15.98 มิลลิกรัมต่อลิตร (ภาพที่ 4.7) ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ในบ่อปลาทั้ง 3 บ่อ มีความผันแปรสูง ไม่คงที่ ซึ่งออกซิเจนในน้ำสัมพันธ์กับช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่าง, ความเข้มแสง, อุณหภูมิ, การสังเคราะห์แสงของพืชน้ำ, ปริมาณคลอโรฟิลล์ และปริมาณพืชน้ำ (Jorgensen *et al.* 1979) ซึ่งในการศึกษานี้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีความสัมพันธ์กับการสังเคราะห์แสงของไซยาโนแบคทีเรีย เมื่อไซยาโนแบคทีเรียมาก ออกซิเจนที่ละลายในน้ำจะมากด้วย

ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีเฉลี่ยมีค่าอยู่ในช่วง 8.62 – 94.00 มิลลิกรัมต่อลิตร (ภาพที่ 4.8) ในแหล่งน้ำที่มีการเจริญเติบโตของไซยาโนแบคทีเรียจำนวนมาก แหล่งน้ำจะมีความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีสูง (Oi and Ao, 2009) สอดคล้องกับผลจากการศึกษาโดยจากภาพที่ 4.8 ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีเฉลี่ย มีค่าสูงใน 2 ช่วงคือ สัปดาห์ที่ 14 และ 20 – 26 ซึ่งสัมพันธ์กับปริมาณไซยาโนแบคทีเรียในภาพที่ 4.18 ซึ่งมีการเจริญเติบโตสูงในสัปดาห์ที่ 14 และ 22 เช่นกัน ทั้งนี้อัตราของปฏิกิริยาออกซิเดชันทางชีวเคมีเป็นสัดส่วนโดยตรงกับอุณหภูมิโดยในช่วงอุณหภูมิ 10 – 30 องศาเซลเซียส จะมีความสัมพันธ์แบบเส้นตรงและเมื่ออุณหภูมิเท่ากับ 4 องศาเซลเซียส ปฏิกิริยาทางชีวเคมีจะเท่ากับศูนย์ (Hammer, 1975)

ปริมาณออร์โทฟอสเฟตเฉลี่ยมีค่าอยู่ในช่วง 0.06 – 1.26 มิลลิกรัมต่อลิตร (ภาพที่ 4.12) ผลที่ได้เมื่อเทียบกับการศึกษาอื่น พบว่าปริมาณออร์โทฟอสเฟตสูงเมื่อเปรียบเทียบกับผลการศึกษาที่ได้จากอ่างเก็บน้ำประเทศบราซิลที่พบไซยาโนแบคทีเรียเจริญเติบโตดีมีปริมาณของฟอสเฟตอยู่ในช่วง 0.74 – 0.80 มิลลิกรัมต่อลิตร ชนิดไซยาโนแบคทีเรียที่เป็นชนิดเด่นคือ *M. aeruginosa*, *Cylindrospermopsis raciborskii*, *Raphidiopsis curvata* and *Oscillatoria* sp. (Chellappa and Costa,

2003) จากภาพที่ 4.12 จะเห็นว่าปริมาณออร์โทฟอสเฟตสูงที่สุดในสัปดาห์ที่ 8 แล้วจึงค่อยต่ำลง เมื่อเปรียบเทียบกับไซยาโนแบคทีเรียที่มีปริมาณน้อยมากในสัปดาห์ที่ 8 แล้วจึงค่อยเพิ่มขึ้นจากสัปดาห์ที่ 10 และสูงสุดในสัปดาห์ที่ 14 (ภาพที่ 4.18) ไซยาโนแบคทีเรียและแพลงก์ตอนชนิดอื่น ๆ ใช้ออร์โทฟอสเฟตในการเจริญเติบโต (Boyd. 1982) เมื่อมีปริมาณออร์โทฟอสเฟตมากแพลงก์ตอนพืชจะดูดซึมไปใช้ในการเจริญเติบโตได้ดี

คลอโรฟิลล์ เอ เฉลี่ยมีค่าอยู่ในช่วง 0.38 - 2.53 มิลลิกรัมต่อลิตร (ภาพที่ 4.14) คลอโรฟิลล์ เอ เป็นรงควัตถุที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์แสงของไซยาโนแบคทีเรีย ดังนั้นปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ จึงมีความสัมพันธ์กับปริมาณไซยาโนแบคทีเรีย จากการศึกษาครั้งนี้มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ สูงเกือบตลอดช่วงของการศึกษาและสูงสุดในสัปดาห์ที่ 12 - 14 ในบ่อที่ 1 และ 2 และมีปริมาณไซยาโนแบคทีเรียมากที่สุดในสัปดาห์ที่ 12 - 14 ด้วยในบ่อที่ 1 และ 2 เช่นกัน (ภาพที่ 4.18)

5.5 ความสัมพันธ์ระหว่างไซยาโนแบคทีเรียกับไมโครซิสติน

ไซยาโนแบคทีเรียที่มีรายงานว่าสามารถสร้าง ไมโครซิสตินในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้คือ *M. aeruginosa* (Sangolkar et al. 2009) จากรายงานอื่น ๆ พบว่า *M. aeruginosa* ใน Nagpur, Central India สามารถผลิต ไมโครซิสตินชนิด microcystin - RR ได้ เท่ากับ 732 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง (Sangolkar et al. 2009) จากการศึกษาการตรวจความสามารถในการสร้าง ไมโครซิสตินจาก *Microcystis* PCC 7806 และ *Anabaena* 90 ซึ่งได้จากการคัดเลือกจากแหล่งน้ำธรรมชาติมาเพาะเลี้ยง พบว่า ไซยาโนแบคทีเรียทั้งสองสายพันธุ์สามารถสร้าง ไมโครซิสตินชนิด microcystin - RR ได้ (Tonk et al. 2009) จากการตรวจสอบแหล่งน้ำที่ใช้ในการบริโภคในประเทศสเปนพบว่า มีการบลูมของ *Oscillatoria rubescens* ซึ่งสามารถผลิต ไมโครซิสตินชนิด microcystin - LR, - RR และ - YR ได้ อยู่ในช่วง 0.01 - 19.13 ไมโครกรัมต่อลิตร (Barco et al. 2004) การศึกษาการสร้างไมโครซิสตินของ *Anabaenopsis milleri* ที่คัดเลือกมาจากแหล่งน้ำธรรมชาติ พบว่า สามารถสร้าง ไมโครซิสตินชนิด microcystin - LR โดยได้ทำการทดสอบหาค่า LD₅₀ ของ *A. milleri* กับหนูพบว่า มีค่า 600 - 1500 มิลลิกรัมของเซลล์ที่ถูกทำให้แตกแล้วต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัว (Lanaras and Cook. 1994)

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ *M. aeruginosa* เป็นสปีชีส์หลักที่มีความสัมพันธ์กับการเกิดพิษ เนื่องจากพบรายงานจากงานวิจัยอื่น ๆ ว่า *M. aeruginosa* สามารถสร้าง ไมโครซิสตินชนิด microcystin - RR ได้ และจากผลการศึกษาในตารางที่ 4.17 และ 4.20 ซึ่งจะเห็นว่า ในสัปดาห์ที่ 4 ของบ่อที่ 2 พบว่ามีการตรวจพบไมโครซิสตินเท่ากับ 0.03 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ซึ่งในสัปดาห์เดียวกันพบ *M. aeruginosa* หลังจากนั้นจึงตรวจไม่พบไมโครซิสติน จนกระทั่งสัปดาห์ที่ 12 เป็นต้นไปจึงเริ่มตรวจพบไมโครซิสตินอีกครั้งพร้อมกับพบการเกิดขึ้นของ *M. aeruginosa* อีกครั้ง ซึ่งตรวจพบไมโครซิสตินเช่นกัน ในบ่อ 1 และ 2 มีการเกิดขึ้นของ *M. aeruginosa* ในบ่อที่ 3 ไม่มีการเกิดขึ้นของ *M.*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น เมื่อนำมาใช้ประโยชน์ในการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

aeruginosa ซึ่งไม่มีการตรวจพบไมโครซิสตินเลย ดังนั้นจึงอาจสรุปได้ว่า *M. aeruginosa* มีแนวโน้มสัมพันธ์กับการเกิดไมโครซิสตินในการศึกษาครั้งนี้

5.6 ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำกับไมโครซิสติน

จากการศึกษาพบว่าไมโครซิสตินมีความสัมพันธ์กับ ความเป็นด่าง, ไนโตรเจน และแอมโมเนีย (ตารางที่ 4.5) พบรายงานว่าอายุของแพลงก์ตอนที่เพาะเลี้ยงและอุณหภูมิเป็นตัวแปรที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตและการสร้างไมโครซิสติน ตามด้วยความเข้มแสง ธาตุอาหาร ความเค็ม ความเป็นกรดเป็นด่างและธาตุอาหารรอง เมื่อเซลล์อยู่ในสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญ ความเข้มข้นของไมโครซิสตินจะเพิ่มขึ้นในช่วงที่การเจริญเติบโตเข้าสู่ระยะ log phase และจะเพิ่มสูงสุดในช่วงต้นของการเจริญเติบโตคงที่ (ระยะ early stationary phase) (Watanabe and Oishi. 1983 อ้างโดย ผกามาศ อินทโชติ. 2544)

การผลิตไมโครซิสตินของไซยาโนแบคทีเรียพบว่า *Microcystis* และ *Oscillatoria* จะผลิตไมโครซิสตินได้สูงเมื่ออยู่ในสภาวะที่มีไนโตรเจนสูง (Watanabe and Oishi. 1985) แต่ในไซยาโนแบคทีเรียที่สามารถตรึงไนโตรเจนได้ การผลิตไมโครซิสตินจะไม่ขึ้นอยู่กับปริมาณไนโตรเจนเนื่องจาก มีเฮทเทอโรซิส (Rapala *et al.* 1993) นอกจากนี้ความเป็นด่างยังส่งผลต่อการผลิตไมโครซิสตินของไซยาโนแบคทีเรียด้วย โดยไซยาโนแบคทีเรียมักพบในน้ำช่วงที่มีค่าความเป็นด่างสูง (Ballot *et al.* 2005)

สารประกอบไนโตรเจนมีความสัมพันธ์ต่อการเกิดไมโครซิสติน โดยจากการศึกษาของ Dai *et al.* (2009) ซึ่งทำการศึกษาการเกิดขึ้นของไมโครซิสตินที่สัมพันธ์กับสารประกอบไนโตรเจน โดยใช้กรดอะมิโนเป็นแหล่งไนโตรเจนชนิดต่างกันเป็นอาหารในการเลี้ยง *M. aeruginosa* อาหารที่ใช้คือ aspartic acid, threonine, serine, glutamic acid, glycine, alanine, cysteine, valine, histidine, lysine และ arginine ในการเพาะเลี้ยงพบว่า *M. aeruginosa* ชอบสะสม alanine, leucine และ arginine ได้ดี ซึ่งกรดอะมิโนทั้ง 3 ชนิดเป็นส่วนประกอบสำคัญในโครงสร้างของไมโครซิสติน (ภาพที่ 2.1)

จากการศึกษาของ Dai *et al.* (2009) สามารถสรุปได้ว่าการที่ไมโครซิสตินถูกผลิตขึ้นนั้น เกิดจากธาตุอาหารคือ ไนโตรเจนซึ่งเป็นส่วนประกอบของกรดอะมิโนหรือถูกดูดซึมเข้าไปในเซลล์เพื่อใช้ในการสร้างกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อโครงสร้างของไมโครซิสติน

ตารางที่ 5.3 ความสัมพันธ์ระหว่าง microcystin – RR กับคุณภาพน้ำ

คุณภาพน้ำ	ค่าความสัมพันธ์เพียร์สัน (r)
อุณหภูมิ	0.336**
ความเป็นกรดเป็นด่าง	-0.325**
ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ	-0.537**
ค่าความต้องการออกซิเจนทางเคมี	-0.625**
ไนโตรเจนรวม	-0.502**
แอมโมเนีย	-0.571**
ไนไตรท์	-0.587**
ไนเตรท	0.627**
ฟอสฟอรัสรวม	0.089

หมายเหตุ ** หมายถึงมีนัยสำคัญอย่างยิ่ง ($p < 0.01$)

ที่มา : ดัดแปลงจาก Zhang *et al.* (2010)

จากตารางที่ 5.3 เป็นตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำและปริมาณไมโครซิสตินชนิด microcystin – RR พบว่า อุณหภูมิและไนเตรทมีความสัมพันธ์กับการเกิดไมโครซิสติน เนื่องจากอุณหภูมิและไนเตรทเป็นตัวกระตุ้นกระบวนการสังเคราะห์ทางชีวภาพของ *M. aeruginosa* ซึ่งอุณหภูมิและไนเตรทจะเป็นตัวกระตุ้นให้ยีน *mcyA* ของ *M. aeruginosa* ทำงานในการสร้างไมโครซิสติน ซึ่งยีน *mcyA* (microcystin gene A) มีหน้าที่ในการผลิตไมโครซิสติน (Rinta – Kanto *et al.* 2009) จากการหาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำกับปริมาณไมโครซิสตินในทะเลสาป Erie สหรัฐอเมริกา โดย Rinta – Kanto *et al.* (2009) พบว่าปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสมีความสัมพันธ์กับปริมาณไมโครซิสติน

บทที่ 6

สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง ปัจจัยคุณภาพน้ำ, ชนิดและปริมาณไซยาโนแบคทีเรีย และ ปริมาณพิษไมโครซิสติน ในบ่อเลี้ยงปลาดุก 3 บ่อ พบว่า คุณภาพน้ำคือ ความเป็นกรดเป็นด่าง, ความกระด้าง, ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ, ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี, ไนไตรท์, ไนเตรท และ ออร์โธฟอสเฟต มีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ส่วนคุณภาพน้ำที่ไม่เหมาะสม คือ อุณหภูมิ, ความโปร่งแสง, สารแขวนลอย, ความเป็นด่าง, แอมโมเนีย, ความนำไฟฟ้า และคลอโรฟิลล์ เอ

พบไซยาโนแบคทีเรียทั้งหมด 13 สปีชีส์ คือ *Merismopedia punctata*, *M. tenuissima*, *Spirulina platensis*, *Microcystis aeruginosa*, *Anabaena helicoidea*, *A. limnetica*, *Raphidiopsis* sp., *Oscillatoria borneti*, *O. limnetica*, *Pseudanabaena* sp1., *Pseudanabaena* sp2., *Gloeocapsa pleurocapsoides* และ *Anabaenopsis elenkinii* มีปริมาณอยู่ในช่วง $10^4 - 10^8$ เซลล์ต่อลิตร

การวิเคราะห์ไมโครซิสตินจากตัวอย่างปลาดุก, ตัวอย่างน้ำ และตัวอย่างเซลล์แพลงก์ตอน พบว่า มีเพียงตัวอย่างเซลล์แพลงก์ตอนเท่านั้นที่ตรวจพบไมโครซิสติน ซึ่งเป็นไมโครซิสตินชนิด microcystin - RR โดยตรวจพบในบ่อที่ 1 และ 2 มีปริมาณเท่ากับ 0.01 - 0.19 ไมโครกรัมต่อกรัม น้ำหนักแห้ง

จากการหาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำกับไซยาโนแบคทีเรียพบว่า ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง, ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ, ความเป็นด่าง, ไนไตรท์, ออร์โธฟอสเฟต, ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี และคลอโรฟิลล์ เอ มีความสัมพันธ์กับชนิดและปริมาณไซยาโนแบคทีเรีย

พิษไมโครซิสตินที่พบคาดว่ามาจาก *Microcystis aeruginosa*

คุณภาพน้ำที่สัมพันธ์กับปริมาณไมโครซิสตินคือ ค่าความเป็นด่าง, ไนไตรท์และแอมโมเนีย

บรรณานุกรม

- กรมประมง. 2535. การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของน้ำ แพลงก์ตอนพืชและแบคทีเรียในบ่อเลี้ยงปลาตก. กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยประมงน้ำจืด กรมประมง.
- กรมประมง. 2553. สถิติการประมง. [online]. เข้าถึงได้ที่ <http://www.fisheries.go.th/it-stat>.
- กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม. 2532. รายงานคุณภาพน้ำและการแก้ไขปัญหาความเสื่อมโทรมของคุณภาพน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาปี พ.ศ. 2528 – 2531. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ.
- กรรณิการ์ สิริสิงห. 2522. เคมีน้ำโสโครกและการวิเคราะห์. กรุงเทพฯ : สารมวลชน.
- กาญจนภาชน์ ล้วมโนมนต์. 2527. สาหร่าย. กรุงเทพฯ : คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- จุฑามัชฌก์ รักจิตธรรม. 2539. “การศึกษาชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนบริเวณแม่น้ำแม่กลองจังหวัดกาญจนบุรี”. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา ชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- จำเนียร ทองพันชั่ง. 2542. คู่มือการเลี้ยงปลาตก. กรุงเทพฯ : เกษตรศาสตร์วิชาการ.
- ชาญยุทธ คงภิมย์ชัน. 2533. คู่มือปฏิบัติการคุณภาพน้ำทางการประมง. ชลบุรี : คณะเกษตรศาสตร์บางพระ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล.
- ชาติชาย คงประเสริฐ. ม.ป.ป. การเลี้ยงปลาตก. กรุงเทพฯ : โครงการหนังสือเกษตรชุมชน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ณัฐกร ประดิษฐ์สรพี. 2543. “ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำต่อการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนในแม่น้ำเจ้าพระยา”. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การประมง บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- นันทนา คชเสนี. 2536. คู่มือปฏิบัติการนิเวศวิทยาหน้าจืด. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เปี่ยมศักดิ์ เมนะเสวต. 2543. แหล่งน้ำกับปัญหามลพิษ. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ผกามาส อินทโชติ. 2544. “การจำแนกชนิด *Microcystin* sp. ที่พบในประเทศไทยและการผลิตสารพิษ”. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาจุลชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และ จารุวรรณ สมศิริ. 2528. คุณสมบัติของน้ำและวิธีวิเคราะห์สำหรับการวิจัยทางการประมง. กรุงเทพฯ : สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ กรมประมง.
- ยนต์ มุสิก. 2530. กำลังผลิตทางชีววิทยาในปลา II. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ, คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ยุวดี พีรพรพิศาล. สาหร่ายวิทยา. 2549. เชียงใหม่ : ภาควิชาชีววิทยา, คณะวิทยาศาสตร์,

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ลัดดา วงศ์รัตน์. 2524. **แพลงก์ตอน**. กรุงเทพฯ : ภาควิชาชีววิทยาประมง, คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ลัดดา วงศ์รัตน์. 2544. **แพลงก์ตอนพืช**. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วิรัช จิวแหยม. 2544. **ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับคุณภาพน้ำและการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุนิรัตน์ เรื่องสมบุญรณ์. 2550. **เอกสารคำสอนแพลงก์ตอนวิทยา บทปฏิบัติการ**. กรุงเทพฯ : ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง, คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- โสภณา บุญญาภิวัฒน์. 2521. **การศึกษาดัชนีความแตกต่างและความชุกชุมของไมโครแพลงก์ตอนในแม่น้ำเจ้าพระยา**. กรุงเทพฯ : กองสำรวจแหล่งประมง, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- APHA. 2005. **Standard Method for the Examination of Water and Wastewater**. 21st ed. Washington D.C. : American Public Health Association.
- Ballot, A., Krienitz L., Kotut K., Wiegand C. and Pflugmacher S. 2005. "Cyanobacteria and cyanobacterial toxins in the alkaline crater lakes Sonachi and Simbi, Kenya". **Harmful Algae**. 4 : 139 – 150.
- Cazenave, J., Wunderlin D. A., Bistoni M.D.L.A., Ame M.V., Krause E., Pflugmacher S. and Wiegand C. 2005. "Uptake, tissue distribution and accumulation of microcystin-RR in *Corydoras paleatus*, *Jenynsia multidentata* and *Odontesthes bonariensis* A field and laboratory study". **Aquatic Toxicology**. 75 : 178 – 190.
- Chapman, V.J. 1969. **The Algae**. London : St. Martin Press, Macmillan.
- Chellappa, N.T. and Costa M.A.M. 2003. "Dominant and co-existing species of Cyanobacteria from a Eutrophicated reservoir of Rio Grande do Norte State, Brazil". **Acta Oecologica**. 24 : S3 – S10.
- Chen, T., Cui J., Liang Y., Xin X., Young D.O., Chen C. and Shen P. 2006. "Identification of human liver mitochondrial aldehyde dehydrogenase as a potential target for microcystin – LR". **Toxicology**. 220 : 71 – 80.
- Christoffersen K. 1996. "Effect of microcystin on growth of single species and on mixed natural populations of heterotrophic nanoflagellates". **Natural Toxins**. 4 : 215 – 20.
- Cucker, B.E. 1987. "Field experiment on the influences of suspended clay and on P on the plankton of a small lake". **Limnology and Oceanogr**. 32 : 840 – 847.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Davis, T.W., Berry D.L., Boyer G.L. and Gobler C.J. 2009. "The effects of temperature and nutrients on the growth and dynamics of toxic and non-toxic strains of *Microcystis* during cyanobacteria blooms". **Harmful Algae**. 8 : 715 – 725.

Deblois, C.P., Aranda-Rodriguez R., Gianic A. and Birda D.F. 2008. "Microcystin accumulation in liver and muscle of tilapia in two large Brazilian hydroelectric reservoirs". **Toxicon**. 51 : 435 – 448.

Ferrao – Filho, A.D.S., Kozlowsky – Suzuki B. and Azevedo S.M.F.O. 2002. "Accumulation of microcystins by a tropical zooplankton community". **Aquatic Toxicology**. 59 : 201 – 208.

Ferreira, M.F.N., Oliveira V.M., Oliveira R., Cunha P.V., C, Grisolia K. and Junior O.R.P. 2010. "Histopathological effects of [D-Leu1]Microcystin-LR variants on liver, skeletal muscle and intestinal tract of *Hypophthalmichthys molitrix* (Valenciennes, 1844)". **Toxicon**. 1 – 8.

Fitzgeorge, R.B., Clack S.A. and Keevil C.W. 1994. Routes of Intoxication, pp. 69 – 74. In Cod G.A. and Jefferies T.M. (eds.). **Detection Methods for Cyanobacteria Toxins**. The Royal Society of Chemistry. Cambridge : Bath University Press.

Gerard, C., Poullain V., E Lance., Acou A., Brient L. and Carpentier A. 2009. "Influence of toxic cyanobacteria on community structure and microcystin accumulation of freshwater mollusks". **Environmental Pollution**. 157 : 609 – 617.

Hammer, M.J. 1975. **Water and Waste Water Technology**. New York : John Wiley and Sons, Inc.

Harada, K.I., Kondo F. and Lawton L. 1999. **Toxic Cyanobacteria in Water**. London : E & FN Spon

Holden, W.S. 1970. **Water Treatment and Examination**. London : J & A Churchill London.

Jacquet, C., Thermes V., Luze A.D., Puisseux – Dao S., Bernard C., Joly J.S., Bourrat F. and Edery M. 2004. "Effect of microcystin – LR on development of medaka fish embryos (*Oryzias latipes*)". **Toxicon**. 43 : 141 – 147.

Keeney, D.R. 1970. "Nitrates in plants and waters". **Journal of Milk and Food Technology**. 33 : 425 – 432.

Krienitz, L., Ballot A., Kotut K., Wiegand C., Putz S., Metcalf J.S., Codd G.A. and Pflugmacher S. 2003. "Contribution of hot spring cyanobacteria to the mysterious deaths of

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Lesser Flamingos at Lake Bogoria, Kenya". **Federation of European Microbiological Societies Microbiology Ecology**. 43 : 141 – 148.
- Lance, E., Brient L., Bormans M. and Gerard C. 2006. "Interactions between cyanobacteria and Gastropods I. Ingestion of toxic *Planktothrix agardhii* by *Lymnaea stagnalis* and the kinetics of microcystin bioaccumulation and detoxification". **Aquatic Toxicology**. 79 : 140 – 148.
- Lehr, J.H. and Keeley J. . 2005. **Water Encyclopedia. Water Quality and Resource development**. Algal toxins in water. New Jersey : Wiley – Interscience.
- Lin, S.H. and Wu C.L. 1995. "Electrochemical removal of nitrite and ammonia for aquaculture". **Water Research**. 30 : 715 – 721.
- Magalhaes, V.F., Marinho M.M., Domingos P., Oliveira A.C., Costa S.M., Azevedo L.O. and Azevedo S.M.F.O. 2003. "Microcystins (cyanobacteria hepatotoxins) bioaccumulation in fish and crustaceans from Sepetiba Bay (Brasil, RJ)". **Toxicon**. 42 : 289 – 295.
- Maitland, P.S. 1978. **Biology of Freshwater**. London : Blackies & Son Ltd.
- Malbrouck, C. and Kestemont P. 2006. "Effects of microcystins on fish". **Environmental Toxicology and Chemistry**. 25 : 72 – 86.
- Marshall, T.C. and Peters H.R. 1989. "General patterns in the seasonal development of chlorophyll – a from temperate lakes". **Limnology and Oceanography**. 34 (5) : 856 – 867.
- Niesink, R.J.M, Vries J.D. and Hollinger M.A. 1996. **Toxicology Principles and Applications**. London : CRC press, Inc.
- Nyakairu, G.W.A., Nagawa C.B. and Mbabazi J. 2010. "Assessment of cyanobacteria toxins in freshwater fish: A case study of Murchison Bay (Lake Victoria) and Lake Mburo, Uganda". **Toxicon**. 55 : 939 – 946.
- Oi, O. and Ao U. 2009. "Cyanobacteria abundance and its relationship to water quality in the Mid-Cross River floodplain, Nigeria". **Revista de Biologia Tropica**. 57 (1 – 2) : 33 – 43.
- Patrick, R. 1977. **Ecology of freshwater diatom communities, pp. 161 – 185. In D. Werner (ed.). The Biology of Diatoms**. Berkeley : University of California Press.
- Prescott, G.W. 1962. **Algae of the Western Great Lakes Area**. Iowa : W.M.C. Brown Company Publishers.
- Prescott, G.W. 1978. **How to know the freshwater algae**. Iowa : W.M.C. Brown Company Publishers.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Qiu, T., Xie P., Ke Z., Li L. and Guo L. "In situ studies on physiological and biochemical responses of four fishes with different trophic levels to toxic cyanobacterial blooms in large Chinese lake". **Toxicon**. 50 : 365 – 376.
- Rahman, S. and Jewel MD.A.S. 2008. "Cyanobacterial blooms and water quality in two urban fish ponds". **Journal of zoology Rajshahi University**. 27 : 79 – 84.
- Rapala, J., Sivonen K., Lyra C. and Niemela S.I. 1997. "Variation of microcystin, cyanobacterial hepatotoxins, in *Anabaena* spp as a function of growth stimulation". **Applied and Environmental Microbiology**. 63 : 2206 – 2212.
- Reid, G.K. and Wood R.D. 1976. **Ecology of Inland water and Estuaries**. 2nd ed. New York : D. Van Nostrand Co.
- Round, F.E. 1981. **The Biology of Algae**. London : Cambridge University Press.
- Scagel, R.F., Bandoni R.J., Roure G.E., Schofield W.B., Stein J.R. and Taylor T.M.C. 1967. **An Evolutionary Survey of the Plant Kingdom**. California : Wdasworth Publishing Co., Inc.
- Shrestha, M.K. and Lin C.K. 1996. "Phosphorus fertilization strategy in fish ponds based on sediment phosphorus saturation level". **Aquaculture**. 142 : 207 – 219.
- Smith, G.M. 1950. **The Freshwater Algae of the United States**. New York : McGraw – Hill Book Company, Inc.
- Soares, R.M., Magalhaes V.F. and Azevedo S.M.F.O. 2004. "Accumulation and depuration of microcystins (cyanobacteria hepatotoxins) in *Tilapia rendalli* (Cichlidae) under laboratory conditions". **Aquatic Toxicology**. 70 : 1 -10.
- Treasurer, J.W., Hannah F. and Cox D. 2003. "Impact of a phytoplankton bloom on Mortalities and feeding response of farmed Atlantic salmon, *Salmo salar*, in west Scotland". **Aquaculture**. 218 : 103 – 113.
- Wedemeyer, G.A., Fred P.M. and Smith L. 1976. **Diseases of Fishes Book V**. England : T.F.H. Publication, Inc. Ltd.
- Zhang, D., Xie P., Liu Y. and Qiu T. 2009. "Transfer, distribution and bioaccumulation of Microcystins in the aquatic food web in Lake Taihu, China, with potential risks to human health". **Science of the total environment**. 407 : 2191 – 2199.
- Zimba, P.V. and Grimm C.C. 2003. "A synoptic of musty/muddy odor metabolites and microcystin toxin occurrence and concentration in southeastern USA channel catfish

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(*Ictalurus punctatus*, Ralfinesque) production ponds". **Aquaculture**. 218 : 81 – 87.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

เคมีภัณฑ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

- แอมโมเนียมคลอไรด์ (NH_4Cl)
- เอทานอล ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)
- ฟีนอล ($\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$)
- โซเดียมซิติเรท ($\text{NaH}_2\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$)
- โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)
- โซเดียมไฮโปคลอไรท์ (NaOCl)
- โซเดียมไนโตรพรัสไซด์ ($\text{Na}_2[\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)
- เอทิลินไดเอมีนเตตราอะซิติกแอซิด (ethylenediaminetetraacetic acid, EDTA)
- ไฮโดรคลอริก (HCl)
- โซเดียมไนเตรท (NaNO_3)
- ซัลฟานิลไมด์ ($\text{C}_6\text{H}_8\text{N}_2\text{O}_2\text{S}$)
- NNED (N-1-(naphthyl) ethylenediamine dithydrochloride)
- แคดเมียมไนเตรท (CdNO_3)
- คอปเปอร์ซัลเฟต (CuSO_4)
- โพแทสเซียมไนเตรท (KNO_3)
- acid molybdate-antimony
- แอมโมเนียมโพแทสเซียมทาทเรท ($\text{NH}_4\text{KC}_4\text{H}_6\text{O}_6$)
- กรดแอสคอร์บิก (L-ascorbic acid)
- โพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (KH_2PO_4)
- ซัลฟูริก (H_2SO_4)
- ### เคมีภัณฑ์สำหรับวิเคราะห์ไมโครซิสทีน
- เมทานอล (methanla 20, 75 และ 80 เปอร์เซ็นต์)
- ไตรฟลูออโรอะซิติก แอซิด (trifluoroacetic acid)

ภาคผนวก ข



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก ข.1 ชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนพืชและสัตว์ที่พบในบ่อที่ 1 ตลอดระยะเวลาการเลี้ยงตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งสิ้นสุดการเพาะเลี้ยง (cyanophyceae x 10⁶;

chlorophyceae x 10⁵; euglenophyceae, bacillariophyceae, protozoa, rotifera และ crustacean x 10⁴ เซลล์ต่อลิตร)

		เวลา (สัปดาห์)																	
		0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	
Division	Cyanophyta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Class	Cyanophyceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	<i>Merismopedia punctata</i>	-	0.01	0	0.04	0	0	0	0	0	1.47	0.06	0.05	0.03	0	0	0	0	
	<i>M. tenuissima</i>	-	0	0	0	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	<i>Spirulina platensis</i>	-	0	0	0	0.16	0.26	0	0	14.09	7.34	1.87	1.66	3.76	0.82	1.05	2.65	2.53	
	<i>Microcystis aeruginosa</i>	-	0	0	0	0	0	0.08	65.06	0	0	3.29	45.74	0	0	9.48	55.75	41.45	
	<i>Anabaena helicoidea</i>	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.16	0.10	
	<i>Oscillatoria bomeit</i>	-	0	0	0	0.05	0.02	7.94	3.67	5.62	0.77	1.86	0.76	4.40	1.19	0.03	0.07	0.05	
	<i>O. limnetica</i>	-	0	0	0	0	0	0.04	0	0	0.07	0.42	0.12	0.30	0.14	0.22	0.53	0.33	
	<i>Pseudoanabaena</i> sp.	-	0	0	0	0	0	0	0.11	1.86	20.04	5.19	0	12.74	0.21	0.24	0.51	3.78	2.57

หมายเหตุ – หมายถึง ไม่มีการวิเคราะห์

ตารางผนวก ข.1 (ต่อ)

เวลา (สัปดาห์)

	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
Division Chlorophyta																	
Class Chlorophyceae																	
<i>Pandorina morum</i>	-	163.43	151.15	806.02	2.38	6.93	0	0	0.31	0.49	3.05	5.35	1.01	0.44	1.36	4.49	3.22
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	-	0.10	0.10	0.00	0.01	0	0	0	0	0.06	0.04	0.07	0.29	0.20	0.24	0.76	0.59
<i>A. convolutus</i>	-	0	0	0	0.15	0	0	0	0	0	0	0.16	0	0	0	0	0
<i>Pediastrum duplex</i>	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0.39	0.04	0	0	0	0.16	0.36	0.29
<i>Schroderia setigera</i>	-	0.12	0.11	0	0.05	0	0	0	0	0	0	0	0.08	0	0	0	0
<i>Tetraedron gracile</i>	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.01
<i>T. constrictum</i>	-	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oocystis parva</i>	-	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

หมายเหตุ - หมายถึง ไม่มีการวิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก ข.1 (ต่อ)

เวลา (สัปดาห์)

	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
<i>Oocystis elliptica</i>	0	0	0	0	0	0.07	0.18	0	0	0	0.08	0.05	0.06	0.02	0.07	0.19	0.11
<i>O. lacustris</i>	0	0	0	0	0	0	0.08	0.00	0.08	0.02	0	0	0	0	0	0	0
<i>Crucigenia apiculata</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>C. tetrapedia</i>	0	0	0	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0.00	0.02	0.00	0	0	0
<i>C. rectangularis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0005	0	0	0	0	0
<i>Scenedesmus armatus</i>	0	0	0	0	0.04	0.16	0	0.06	0.18	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>S. opoliensis</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.02	0.11	0.11	0.03	0.22	0	0.07	0.11	0	0	0	0
<i>S. acuminatus</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	1.52	0.45	0.53	0.15	0.10	1.74	0.35	1.14	1.22	1.07	0.56	1.84	1.12
<i>S. acuatus</i>	0	0	0	0	0.06	0	0.11	0	0.02	0	0	0	0	0	0	0.22	0.16
<i>Coelastrum microporum</i>	0	0	0	0	0.00	0.05	0	0.02	0.01	0.16	0.02	0.06	0.08	0.02	0.03	0.09	0.05

หมายเหตุ – หมายถึง ไม่มีการวิเคราะห์

ตารางผนวก ข.1 (ต่อ)

เวลา (สัปดาห์)

	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
<i>Coelastrum cambricum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0
<i>Selenastrum gracile</i>	0	0	0	0	0.00	0.13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>S. westii</i>	0.01	0.02	0	0.00	0	0	0	0	0.03	0.11	0.09	0.04	0.02	0.02	0.02	0.05	0.03
<i>Micractinium pusillum</i>	0	0	0	0	0.16	0.08	0	0	0	0.34	0.04	0.14	0.15	0.03	0.10	0.38	0.27
<i>Dicyosphaerium pulchellum</i>	0	0	0	0	0.81	1.19	0.42	0	1.45	4.80	0.82	0.92	0.51	0.28	0.38	0.91	0.69
<i>Geminella mutabilis</i>	0	0	0	0	0.03	0.05	0	0	0.04	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>G. interrupta</i>	0	0	0	0	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0.04	0	0	0
<i>Tetrastrum heteracanthum</i>	0	0	0	0	0.03	0	0.01	0	0	0.02	0	0.04	0	0	0	0	0
<i>T. staurogeniaeforme</i>	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Golenkinia radiata</i>	0	0	0	0	0	0.03	0	0	0	0	0.08	0.06	0.05	0.00	0.02	0.05	0.04
<i>Actinastrum gracillimum</i>	0	0	0	0	0	0.08	0	0	0.01	0.26	0	0.03	0.05	0.00	0.02	0.13	0.08

หมายเหตุ - หมายถึง ไม่มีการวิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก ข.1 (ต่อ)

เวลา (สัปดาห์)

	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
<i>Actinastrum hantzschii</i>	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.03	0	0	0
<i>Cosmarium obsoletum</i>	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00	0.01	0.01
<i>Gloeocystis planctonica</i>	-	0	0	0	0	0	0.10	0	0	0.02	0.02	0.01	0.00	0.00	0.01	0.02	0
<i>Desmidiium swartzii</i>	-	0	0	0	0.23	0	0	0	0.49	0	0	0	0	0	0.03	0	0
Class Euglenophyceae	-	0.03	0.02	1.05	0.08	0	0	0	0	0	0.05	0.07	0.41	0.00	0.11	0.21	0.14
<i>Phacus longicauda</i>	-	0.01	0.00	0	0.05	0.09	0	0	0	0	0	0	0.08	0.04	0	0	0
<i>P. Angulatus</i>	-	0	0	0.10	0	0	0	0.02	0	0	0.08	0.10	0	0	0	0	0
<i>P. tortus</i>	-	0	0	0	0.04	0.24	0.07	0	0	0.11	0.05	0.02	0.07	0.08	0.12	0.37	0.24
<i>Lepocincilis ovum</i>	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.01	0.01	0.02	0.05	0.05
<i>L. salina</i>	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.01	0.01	0.02	0.05	0.05

หมายเหตุ - หมายถึง ไม่มีการวิเคราะห์

ตารางผนวก ข.1 (ต่อ)

เวลา (สัปดาห์)

	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
<i>Trachelomona hispida</i>	-	0	0	0	0	0	0	0	0.33	20.70	0.02	0.05	1.22	0.03	0	0	0
<i>T. oblonga</i>	-	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0.02	0.02	0	0.02	0.02	0
<i>Euglena acus</i>	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0.05	0	0	0.10	0.02	0.02	0.08	0.11
<i>E. oxyuris</i>	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0.05	0.08	0	0	0.01	0.04	0.07	0.08
<i>E. mainxi</i>	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0.11	0	0	0	0	0	0	0
Chromophyta																	
Class																	
Bacillariophyceae																	
<i>Nitzschia</i> sp.1	-	0.34	0.21	0.07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.07	0.21	0.08
<i>Nitzschia</i> sp.2	-	0.11	0.08	0	0.27	0	0	0.02	0	0	0.05	0	0.03	0	0	0	0
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	-	0.00	0.01	0	48.30	22.10	4.30	0.30	0.63	53.63	1.12	2.98	13.16	12.41	11.79	28.86	17.88

หมายเหตุ - หมายถึง ไม่มีการวิเคราะห์

ตารางผนวก ข.1 (ต่อ)

เวลา (สัปดาห์)

	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	
<i>Gyrosigma</i> sp1.	-	0.15	0.09	0.32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gyrosigma</i> sp2.	-	0	0	0.11	0.03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Coscinodiscus</i> sp.	-	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eumotia lineolata</i>	-	0.01	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pinnularia gibba</i>	-	0.02	0.01	0.10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Fragiabria</i> sp.	-	0.01	0.01	0.06	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Navicula</i> sp.	-	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Actinoprychus</i> sp.	-	0.02	0.08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetoceros borealis</i>	-	0.01	0.00	0	0	2.64	1.56	0.15	0.21	0	0.34	1.00	3.89	3.70	3.74	7.59	6.07	
<i>Melosira varians</i>	-	0	0	0	0	0	0	0	0.64	0	0	0	0	0	0	0	0	

หมายเหตุ – หมายถึง ไม่มีการวิเคราะห์

ตารางผนวก ข.1 (ต่อ)

เวลา (สัปดาห์)

	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
<i>Synedra ulna</i>	-	0.02	0.01	0.14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.04	0	0	0
<i>diatoma sp.</i>	-	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Protozoa																	
<i>Paramecium sp.</i>	-	0	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Arcella sp.</i>	-	0.02	0.02	0.37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Acineta sp.</i>	-	0	0	0	0.01	0	0	0	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Didinium sp.</i>	-	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0
Rotifera																	
<i>Rotaria sp.</i>	-	0.00	0	0.11	0.02	0.01	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0
<i>Asplanchna sp.</i>	-	0.00	0	0.06	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0	0	0.00	0.00	0.01	0.01

หมายเหตุ – หมายถึง ไม่มีการวิเคราะห์

ตารางผนวก ข.1 (ต่อ)

	เวลา (สัปดาห์)																
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
<i>Polyarthra dolichoptera</i>	-	0.03	0	0.06	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0	0	0.01	0.00	0.01	0.01
<i>Brachionus urceolaris</i>	-	0	0	0.02	0.02	0	0	0	0	0.00	0	0	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01
<i>B. quadridentatus</i>	-	0.00	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>B. angularis</i>	-	0	0	0	0	0.01	0	0.00	0	0.01	0	0.00	0	0	0	0	0
<i>B. calyciflorus</i>	-	0	0	0	0	0	0.01	0.02	0	0	0	0	0.00	0.00	0	0.09	0.04
<i>B. plicatilis</i>	-	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0	0	0.01	0.02	0.01
<i>Keratella cochlearis</i>	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
<i>Philodina</i> sp.	-	0	0	0.01	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Filinia terminalis</i>	-	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.02	0	0	0.00	0.00	0.00	0.01
<i>F. longiseta</i>	-	0	0	0	0.02	0.03	0	0.01	0.02	0	0	0	0	0	0	0.01	0.02

หมายเหตุ – หมายถึง ไม่มีการวิเคราะห์

ตารางผนวก ข.1 (ต่อ)

เวลา (สัปดาห์)

	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
<i>Hexarthra</i> sp.	-	0	0	0	0.03	0	0	0	0.01	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.05	0.04
Phylum																	
Arthropoda																	
Class																	
Crustacean																	
<i>Moina macrocopa</i>	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.03	0	0	0	0	0
<i>Tropocyclops</i> sp.	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0

หมายเหตุ – หมายถึง ไม่มีการวิเคราะห์



ตารางผนวก ๗.2 ชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนพืชและสัตว์ที่พบในบ่อที่ 2 ตลอดระยะเวลาการเลี้ยงตั้งแต่เริ่มตั้งจนถึงสิ้นสุดการเพาะเลี้ยง (cyanophyceae x 10⁶; chlorophyceae x 10⁵; euglenophyceae, bacillariophyceae dinophyceae, protozoa, rotifera และ crustacean x 10⁴ เซลล์ต่อลิตร)

Division class	เวลา (สัปดาห์)												
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
Cyanophyta													
Cyanophyceae													
<i>Merismopedia punctata</i>	0	0	15.14	8.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>M. tenuissima</i>	0	0	6.89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Spirulina platensis</i>	0.67	0.65	0.80	0.33	8.31	1.88	119.83	39.87	44.60	20.89	16.15	33.95	27.37
<i>Microcystis aeruginosa</i>	4.45	4.32	130.69	0	0	0	0	162.31	178.99	59.91	39.17	0	0
<i>Anabaena helicoidea</i>	0	0	0	0	0	0	0.09	0.21	0.23	0.12	0.04	0.05	0.15
<i>A. limnetica</i>	0.04	0.04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Raphidiopsis</i> sp.	0.01	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oscillatoria borneti</i>	0.29	0.28	0.05	1.60	2.67	0.42	11.16	9.93	10.47	6.78	5.81	2.63	7.04
<i>O. limnetica</i>	0.60	0.54	0.08	0.69	0	0	1.56	0.89	1.16	0.81	0.66	0.61	0.73
<i>Pseudonabaena</i> sp1.	0.45	0.42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ตารางผนวก ข.2 (ต่อ)

	เวลา (สัปดาห์)												
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
<i>Pseudoanabaena</i> sp2.	1.07	0.93	0.19	0.35	0.11	1.24	2.45	0	0	0.70	0.51	0	0
<i>Gloeocapsa</i>													
<i>pleurocapsoides</i>	0	0	0	0	0	0	0.19	0.06	0.07	0.04	0.03	0.03	0.03
Chlorophyta													
Class Chlorophyceae													
<i>Pandorina morum</i>	0.15	0.38	6.32	1.10	5.25	0	5.42	0	0	0	0	0	1.29
<i>Eudorina elegans</i>	0	0	3.44	0	0.61	8.15	0.43	0.68	0.63	0.41	0.30	0.36	1.34
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	0.08	0.08	0.50	0.55	0	0	0.31	0.41	0.54	0.31	0.28	0.14	0.48
<i>Pediastrum simplex</i>	0.69	0.63	0.43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>P. duplex</i>	0.03	0.03	4.86	1.39	0	4.87	2.28	3.55	3.17	1.70	1.41	1.71	1.83
<i>Closterium ehrenbergii</i>	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ulothrix aequalis</i>	0	0	0	0	0.21	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tetraedron gracile</i>	0.00	0.00	0.02	0.05	0.03	0	0	0	0	0	0	0	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก ข.2 (ต่อ)

	เวลา (สัปดาห์)												
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
<i>Tetraedron trigonum</i>	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oocystis elliptica</i>	0.05	0.05	0.09	0.09	0.09	0.15	0.07	0.26	0.27	0.12	0.11	0.15	0.14
<i>Crucigenia tetrapedia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.03	0.01
<i>C. rectangularis</i>	0	0	1.04	0.06	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>C. fenestrata</i>	0	0	0.26	0.20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scenedesmus opoliensis</i>	0	0	0.46	0.16	0	0.23	0	0	0	0	0	0	0.12
<i>S. acuminatus</i>	0.03	0.04	4.15	1.27	0.38	3.37	0.93	0.41	0.47	0.25	0.25	0.20	0.45
<i>S. acuatus</i>	0.10	0.08	0.31	0.13	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Coelastrum microporum</i>	0.01	0.01	0.03	0.02	0.02	0.09	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.05
<i>Selenastrum gracile</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.03	0.01
<i>S. westii</i>	0	0	0	0	0	0	0.09	0.04	0.05	0.03	0.02	0.03	0.03
<i>Micractinium pusillum</i>	0	0	0.19	0	0.11	0.08	0	0.38	0.42	0.21	0.16	0.16	0.19

ตารางผนวก ข.2 (ต่อ)

	เวลา (สัปดาห์)												
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	0	0	0.75	0.20	0.14	0.98	0.06	1.18	1.00	0.67	0.53	0.49	0.60
<i>Geminella mutabilis</i>	0.09	0.08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>G. interrupta</i>	0.04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tetrastrum heteracanthum</i>	0	0	0.07	0.14	0	0.17	0.21	0	0	0	0	0	0
<i>T. staurogeniaeforme</i>	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Golenkinia radiata</i>	0	0	0	0.03	0.02	0.09	0	0.10	0.09	0.06	0.04	0.05	0.06
<i>Actinastrum gracillimum</i>	0.03	0.02	0.10	0.54	0.17	0	0.13	0.17	0.28	0.14	0.11	0.16	0.10
<i>Cosmarium obsoletum</i>	0	0	0.03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.22
<i>Gloeocystis planctonica</i>	0	0	0	0.01	0.01	0.03	0	0	0	0	0	0.00	0
Class Euglenophyceae													
<i>Phacus longicauda</i>	0.02	0.02	0	0	0.19	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>P. angulatus</i>	0	0	0.09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก ข.2 (ต่อ)

	เวลา (สัปดาห์)												
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
<i>Phacus tortus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0.32	0	0.10	0.08	0.16	0.12
<i>P. ranula</i>	0.01	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0.16	0.13	0.05	0.04
<i>Lepocinclis ovum</i>	0.02	0.02	0	0	1.34	0.97	0.77	0	0	0.15	0.11	0.04	0.30
<i>L. salina</i>	0.00	0	0.09	0.03	0	0	0.09	0	0	0	0	0	0
<i>Trachelomona hispida</i>	0.01	0.01	0.14	0.08	0.07	0	0	1.68	2.49	0.60	0.26	0.88	0.43
<i>T. oblonga</i>	0.00	0.01	0.01	0	0	0	0	0.05	0	0	0.06	0.02	0
<i>Euglena acus</i>	0.02	0.03	0	0	0	0	0	0	0	0.20	0.09	0	0.16
<i>E. oxyuris</i>	0	0	0.10	0	0.18	0.16	0	0.32	0.46	0	0	0.16	0.16
<i>E. mainxi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0.12	0.26	0	0	0.05	0.06
Division Chromophyta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Class Bacillariophyceae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nitzschia</i> sp.1	0	0	0	0	0	0.14	0.12	0	0	0	0	0	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก ข.2 (ต่อ)

	เวลา (สัปดาห์)												
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	1.01	0.91	20.51	1.61	0.43	56.39	3.87	6.94	7.10	3.77	2.51	3.30	10.77
<i>Gyrosigma</i> sp2.	0.03	0.03	0	0.10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gyrosigma</i> sp3.	0.03	0.03	0	0.05	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Navicula</i> sp.	0.07	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetoceros borealis</i>	0.34	0.31	1.75	0.53	0	1.75	2.32	1.60	2.27	1.28	0.51	0.96	3.18
<i>Melosira varians</i>	0.26	0.21	0.30	0	0	0.64	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aulacoseira granulata</i>	0.16	0.16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Phylum													
Protozoa													
<i>Arcella</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก ข.2 (ต่อ)

Phylum	Rotifera	เวลา (สัปดาห์)															
		0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24			
	<i>Rotaria</i> sp.	0	0	0	0	0.01	0.01	0	0	0.02	0.01	0	0	0	0	0	0
	<i>Asplanchna</i> sp.	0	0	0.01	0.01	0	0	0	0.02	0.01	0	0	0.01	0.01	0.01	0	0
	<i>Polyarthra dolichoptera</i>	0	0	0.01	0.01	0	0	0	0.02	0.01	0	0	0.01	0.01	0.01	0	0
	<i>Brachionus urceolaris</i>	0	0	0	0.01	0.02	0	0	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02
	<i>B. quadridentatus</i>	0.01	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>B. angularis</i>	0	0	0.01	0	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0	0.01	0.01
	<i>B. calyciflorus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>B. caudatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02	0
	<i>Filinia terminalis</i>	0	0	0.01	0.01	0.04	0	0	0	0.01	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02
	<i>F. longiseta</i>	0	0	0	0	0.01	0.01	0.02	0	0	0.02	0	0	0	0	0	0.01
	<i>Hexarthra</i> sp.	0.01	0.01	0	0	0.01	0	0	0.02	0.01	0	0	0.01	0	0	0.01	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก ข.2 (ต่อ)

	เวลา (สัปดาห์)												
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
Phylum Arthropoda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Class Crustacean	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tropocyclops</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0	0	0	0



ตารางผนวก ข.3 ชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนพืชและสัตว์ที่พบในบ่อที่ 3 ตลอดระยะเวลาการเลี้ยงตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งสิ้นสุดการเพาะเลี้ยง (cyanophyceae x 10⁶;

chlorophyceae x 10⁵; euglenophyceae, bacillariophyceae dinophyceae, protozoa, rotifera และ crustacean x 10⁴ เซลล์ต่อลิตร)

เวลา (สัปดาห์)

Division	class	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
Cyanophyta																
	Cyanophyceae															
	<i>Merismopedia tenuissima</i>	-	0.95	0	0	0	1.17	0	0	0	0	0	0	0	0.12	0.21
	<i>Spirulina platensis</i>	-	0	0	0	0	0	1.54	23.62	22.52	9.61	11.28	75.72	6.10	3.42	9.10
	<i>Oscillatoria borneti</i>	-	0	0	0	0	0	0.42	8.21	6.33	4.65	6.19	4.49	0	0	0
	<i>O. limnetica</i>	-	0	0.13	0.11	0.08	0.23	0.36	0.58	0.51	0.21	0.24	0.16	1.22	0.71	1.53
	<i>Pseudoanabaena</i> sp1.	-	0	0	0	0	0	0.76	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Gloeocapsa pleurocapsoides</i>	-	0.04	0	0	0	0	0.18	0	0	0	0	0	0.02	0.01	0.02
	<i>Anabaenopsis elenkinii</i>	-	0	0.02	0	0	0	0	0	0.01	0	0	0	0.02	0.01	0.02

หมายเหตุ – หมายถึง ไม่มีการวิเคราะห์

ตารางผนวก ข.3 (ต่อ)

เวลา (สัปดาห์)

	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
Division Chlorophyta															
Class Chlorophyceae															
<i>Pandorina morum</i>	-	186.99	3.22	2.68	1.88	0	1.98	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eudorina elegans</i>	-	0	0	0	0	0	0.12	0	0	0	0	0	3.42	1.89	2.19
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	-	0.21	0.08	0.11	0.07	0	0.11	0.45	0.25	0.17	0.17	0.15	0	0	0
<i>Pediastrum simplex</i>	-	4.88	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>P. duplex</i>	-	4.77	0	0	0	0	0	4.11	2.03	1.69	1.53	1.29	0	0	0
<i>Closterium ehrenbergii</i>	-	0.06	0.04	0.04	0.03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>C. calosporum</i>	-	0	0	0	0	0	0	0.11	0.06	0.06	0.06	0.06	0	0	0
<i>C. lineatum</i>	-	0	0	0	0	0.03	0	0	0	0	0	0	0.06	0	0
<i>Ulothrix zonata</i>	-	0	0	0	0	0	0.23	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tetraedron gracile</i>	-	0	0	0	0	0	0	0.05	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03

หมายเหตุ – หมายถึง ไม่มีการวิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก ข.3 (ต่อ)

เวลา (สัปดาห์)

	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
<i>Oocystis elliptica</i>	-	3.16	0	0	0	0	0.20	0.38	0.17	0.13	0.11	0.10	0.07	0.04	0.08
<i>Crucigenia tetrapedia</i>	-	0	0	0	0	0	0.39	0.05	0.03	0.03	0.02	0.02	0.07	0.04	0.09
<i>C. rectangularis</i>	-	0.66	0	0	0	0.26	0.21	0	0	0	0	0	0.26	0.07	0.15
<i>C. fenestrata</i>	-	2.63	0	0	0	0.09	0.18	0	0	0.21	0.16	0.14	0.10	0.06	0.11
<i>C. irregularis</i>	-	0	0	0	0	0.04	0.07	0	0	0	0.13	0.07	0	0.12	0
<i>Scenedesmus opoliensis</i>	-	0.38	0	0	0	1.07	0	0.09	0.07	0.06	0.08	0.10	0.13	0.06	0.18
<i>S. acuminatus</i>	-	1.81	1.21	1.09	0.69	2.85	2.37	3.84	1.61	1.62	1.88	1.84	0.96	0.44	0.94
<i>Coelastrum microporum</i>	-	0.14	0	0	0	0.02	0.18	0.79	0.31	0.14	0.18	0.08	0.06	0.03	0.05
<i>C. cambricum</i>	-	0	0	0	0	0.04	0	0.61	0.33	0.28	0.22	0.13	0.03	0.03	0.06
<i>Selenastrum westii</i>	-	0	0.03	0.03	0.02	0.04	0.98	0.03	0.01	0.01	0.02	0.01	0.37	0.18	0.38
<i>Micractinium pusillum</i>	-	0	0	0	0	0	0	0.45	0.19	0.14	0.13	0.16	0.67	0.38	0.64
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	-	13.48	0.22	0.16	0.11	0.65	0	3.08	1.11	1.20	1.26	1.10	2.33	1.25	1.95

หมายเหตุ - หมายถึง ไม่มีการวิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก ข.3 (ต่อ)

เวลา (สัปดาห์)

	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
<i>Geminella mutabilis</i>	-	2.62	0.34	0.25	0.15	0	1.02	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tetrastrum heteracanthum</i>	-	0.164	0	0	0	0	0.14	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>T. staurogeniaeforme</i>	-	0	0	0.01	0	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Golenkinia radiata</i>	-	0	0	0	0	0	0.05	0.11	0.07	0.05	0.05	0.05	0.04	0.02	0.05
<i>Actinastrum gracillimum</i>	-	0.33	0	0	0	0	0.37	1.27	0.56	0.55	0.55	0.48	0.06	0.04	0.07
<i>Cosmarium obsoletum</i>	-	0	0	0	0	0.04	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gloeoecystis planctonica</i>	-	0.10	0	0	0	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.03	0.06	0.03	0.06
Class Euglenophyceae															
<i>Phacus longicauda</i>	-	0	0	0	0	0.65	0.68	0.68	0.26	0.24	0.20	0.16	0.32	0.17	0.36
<i>P. angulatus</i>	-	1.44	0	0	0	0.43	0.70	5.44	2.27	1.86	1.97	1.82	0	0	0
<i>P. tortus</i>	-	0	0	0	0	0.22	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lepocinclis ovum</i>	-	0.41	0	0	0	0.22	4.99	4.54	2.07	1.91	2.31	2.14	0.56	0.30	0.58

หมายเหตุ - หมายถึง ไม่มีการวิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก ข.3 (ต่อ)

เวลา (สัปดาห์)

	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
<i>Lepocinclis salina</i>	-	0	0.00	0	0.06	0.03	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trachelomona hispida</i>	-	0.64	0.17	0.14	0.14	0	0.23	1.16	0.47	0.50	0.50	0.57	0	0	0
<i>T. crebea</i>	-	1.03	0.83	0.72	0.54	0	4.08	1.10	0.55	0.44	0.50	0.53	0.40	0.28	0.52
<i>T. oblonga</i>	-	0.04	0	0	0.05	0.16	0	0.08	0.01	0.01	0.02	0.03	0	0.03	0.09
<i>Euglena acus</i>	-	0	0	0	0	0	0.45	1.86	1.07	0.94	1.06	0.91	0.24	0.13	0.35
<i>E. oxyuris</i>	-	0	0	0	0	0.43	0	1.13	0.61	0.58	0.67	0.59	0	0	0
<i>E. subehrenbergii</i>	-	0	0	0	0	0	0	1.13	0.57	0.55	0.59	0.67	0	0	0
<i>E. mainxi</i>	-	0	0	0	0	0	0	0.48	0.18	0.15	0.25	0.22	0	0	0
Division Chromophyta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Class Bacillariophyceae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nitzschia</i> sp.1	-	0	0	0	0	0	0	0.45	0.25	0.22	0.34	0.30	0	0	0
<i>Nitzschia</i> sp.2	-	0	0	0	0	0.43	0.23	0	0	0	0	0	0.44	0.20	0.43

หมายเหตุ – หมายถึง ไม่มีการวิเคราะห์

ตารางผนวก ข.3 (ต่อ)

เวลา (สัปดาห์)

	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	-	43.30	3.37	28.22	26.16	17.71	15.88	7.81	4.29	4.35	5.60	4.87	49.79	17.39	31.09
<i>Gyrosigma</i> sp2.	-	1.85	0	0	0	0.43	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gyrosigma</i> sp3.	-	0	0.33	0.27	0.19	0.43	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Coscinodiscus</i> sp.	-	0.21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Fragilaria</i> sp.	-	0	0.33	0.38	0.23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetoceros borealis</i>	-	0	0.75	5.86	2.25	5.90	3.33	2.52	1.44	1.45	1.51	1.39	13.83	5.80	10.21
<i>Melosira varians</i>	-	0	0.99	0.87	0.52	0.65	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Synedra ulna</i>	-	0.41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>cylindrotheca</i> sp.	-	0	0	0	0.52	0.24	0	0.23	0.09	0.05	0.06	0.05	0	0	0
Class Dinophyceae	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ceratium hirundinella</i>	-	0	0	0	0.02	0	0	0	0.03	0	0	0	0	0	0

หมายเหตุ – หมายถึง ไม่มีการวิเคราะห์

ตารางผนวก ข.3 (ต่อ)

เวลา (สัปดาห์)

	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
Phylum Protozoa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paramecium</i> sp.	-	0	0	0	0	0	0.01	0	0	0.01	0	0	0	0	0
<i>Favella</i> sp.	-	0	0	0	0.00	0	0	0.02	0	0	0	0	0	0	0
<i>Parundella</i> sp.	-	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Phylum Rotifera															
<i>Rotaria</i> sp.	-	0	0.01	0.01	0.01	0	0	0.02	0.01	0	0	0.01	0.01	0	0
<i>Asplanchna</i> sp.	-	0.01	0.07	0.05	0.02	0	0.01	0	0	0	0	0.01	0	0	0
<i>Polyarthra dolichoptera</i>	-	0.01	0.07	0.05	0.02	0	0.01	0	0	0	0	0.01	0	0	0
<i>Brachionus urceolaris</i>	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.01	0.06	0.02	0	0
<i>B. quadridentatus</i>	-	0.01	0.01	0.01	0.01	0	0	0.01	0.01	0	0	0	0	0	0
<i>B. cabyciflorus</i>	-	0	0	0	0	0	0.01	0.03	0.01	0	0	0	0.26	0.01	0.01
<i>B. caudatus</i>	-	0.03	0	0	0	0.02	0	0.01	0.01	0.01	0.01	0	0	0	0

หมายเหตุ – หมายถึง ไม่มีการวิเคราะห์

ตารางผนวก ข.3 (ต่อ)

	เวลา (สัปดาห์)														
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
<i>Keratella cochlearis</i>	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.01	0.01	0	0	0
<i>Lepadella</i> sp.	-	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0	0	0	0	0	0.01	0	0	0
<i>Filinia terminalis</i>	-	0	0	0	0	0.01	0.02	0.02	0.01	0	0	0.01	0.01	0	0
<i>Hexarthra</i> sp.	-	0.03	0	0	0	0	0.01	0.01	0.01	0	0	0.01	0	0	0
Phylum Arthropoda		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Class Crustacean		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tropocyclops</i> sp.	-	0.05	0.02	0.01	0.01	0	0.01	0.01	0.01	0	0	0	0	0	0

หมายเหตุ - หมายถึง ไม่มีการวิเคราะห์

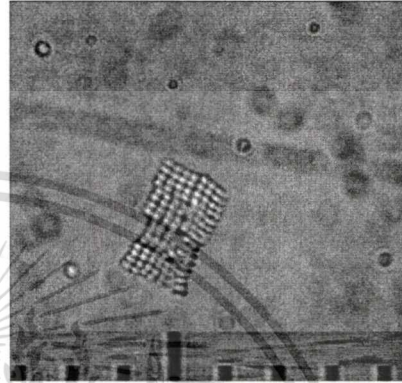
ภาคผนวก ค.

ภาพแพลงก์ตอนพืชที่พบในบ่อเลี้ยงปลาอุกบึงกุ่ม

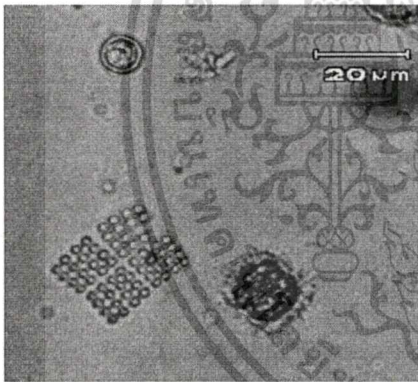
Division Cyanophyta (สเกลช่องเล็ก 1 ช่อง มีขนาดเท่ากับ 10 ไมโครเมตร)



Gloeocapsa pleurocapsoides Novacek



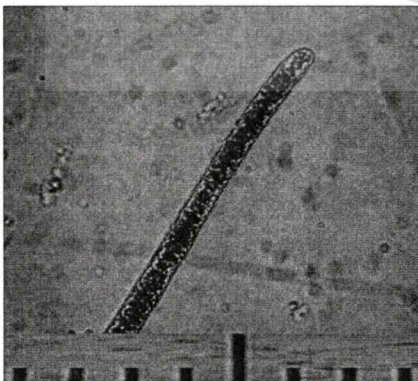
Merismopedia punctata Meyen



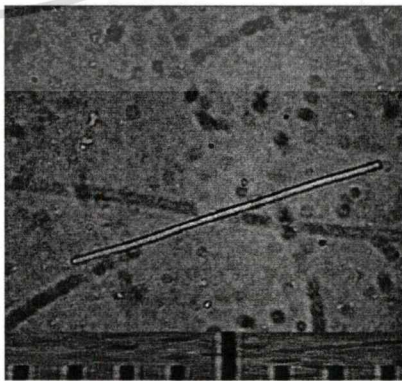
Merismopedia tenuissima Lemmermann



Microcystis aeruginosa Kützing



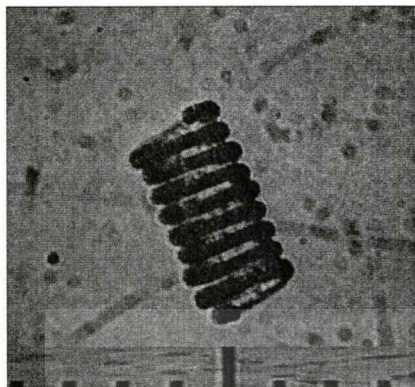
Oscillatoria borneti Zukal



Oscillatoria limnetica Lemmermann

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

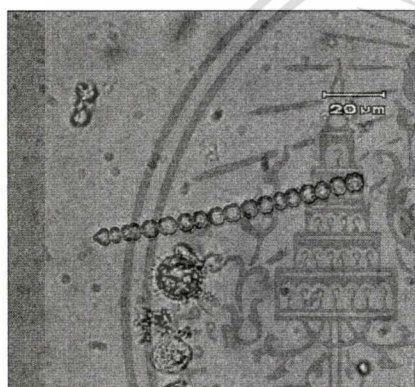
Division Cyanophyta



Spirulina platensis (Nordstedt) Geitler



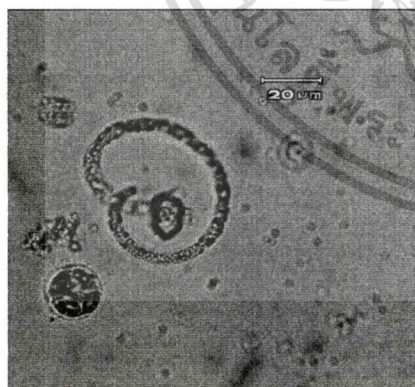
Anabaena helicoidea Bernard



Anabaena limnetica G.M. Smith



Anabaenopsis elenkinii Miller



Raphidiopsis sp.



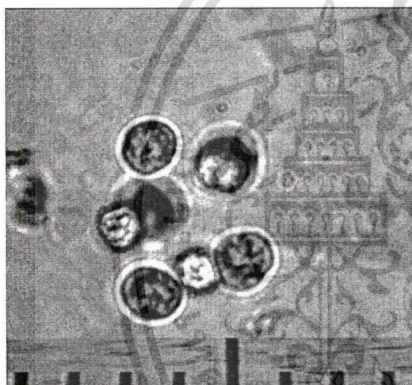
Pseudanabaena sp1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

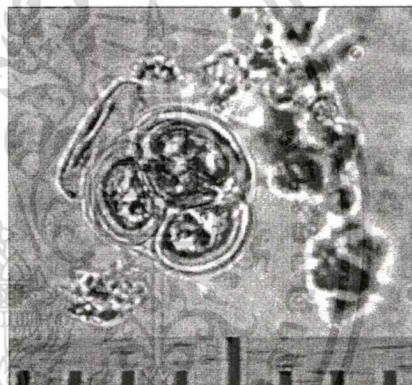


Pseudoanabaena sp. 2.

Division Chlorophyta



Eudorina elegans Ehrenberg

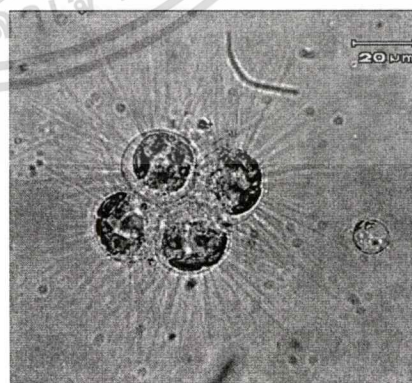


Gloeocystis planctonica (West & West)

Lemmermann



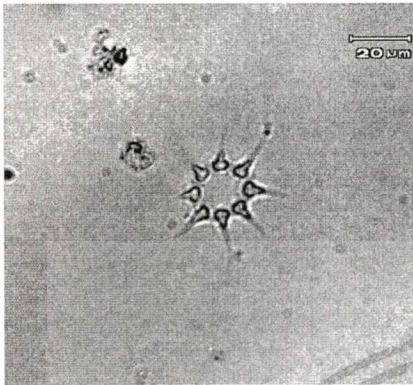
Pandorina morum (Müller) Bory



Golenkinia radiata (Chodat) Wille

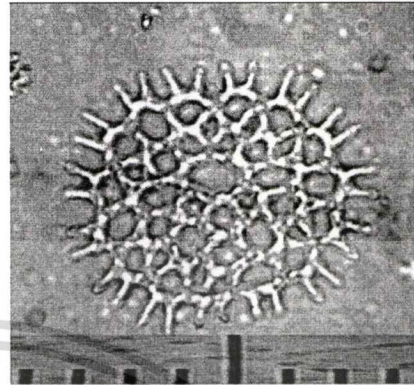
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Division Chlorophyta



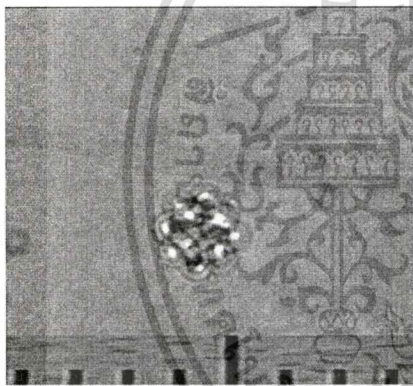
Pediastrum simplex var. *duodenarium* (Bailey)

Rabenhorst

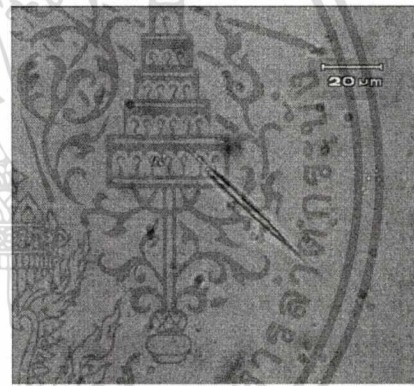


Pediastrum duplex var. *gracilimum* West &

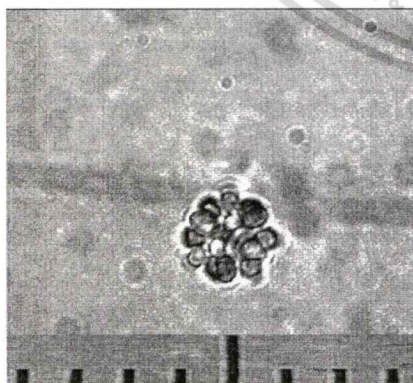
West



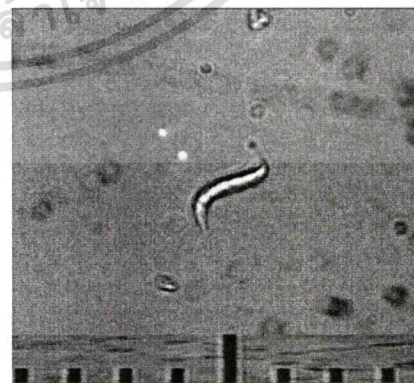
Coelastrum microporum Naegeli



Ankistrodesmus falcatus (Corda) Ralfs



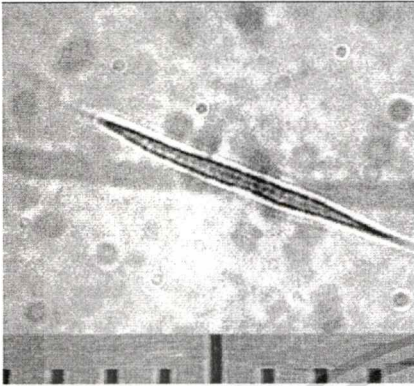
Coelastrum cambricum Archer



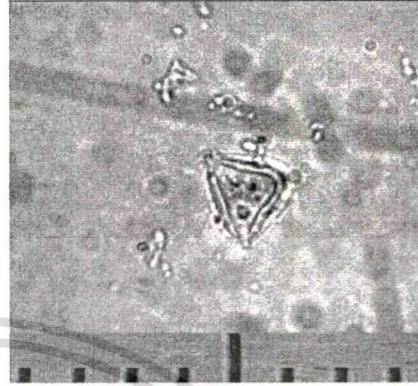
Ankistrodesmus convolutus Corda

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

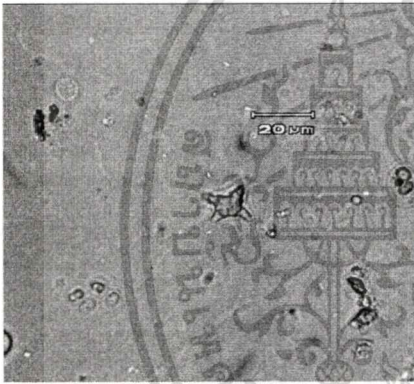
Division Chlorophyta



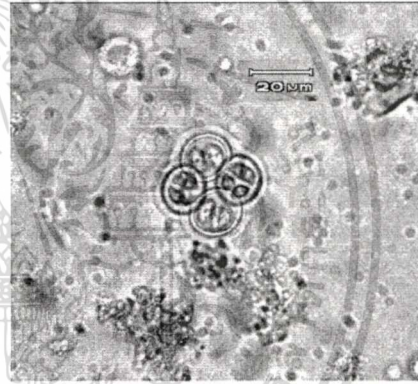
Schroderia setigera Lemmermann



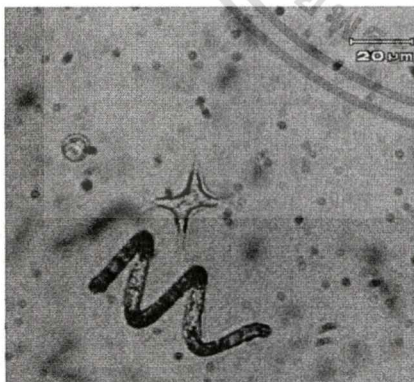
Tetraedron trigonum (Naegeli) Hansgirg



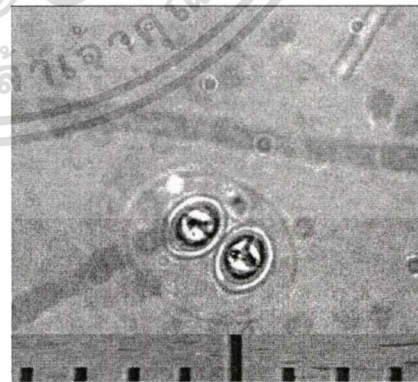
Tetraedron gracile (Reinsch) Hansgirg



Oocystis parva West & West



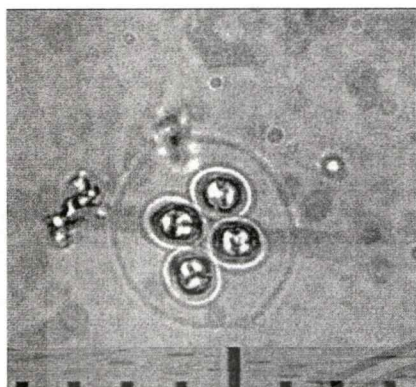
Tetraedron constrictum G.M. Smith



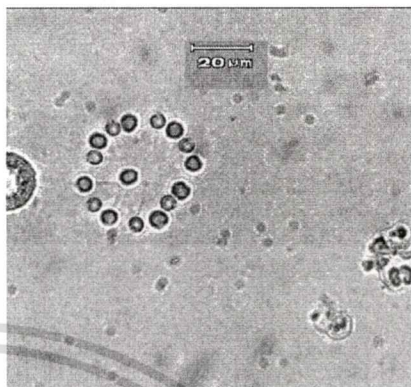
Oocystis elliptica W. West

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

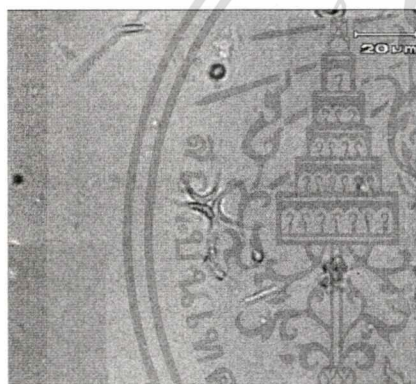
Division Chlorophyta



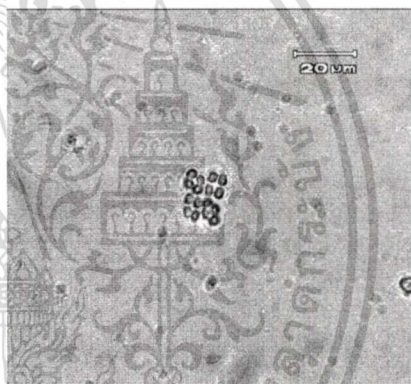
Oocystis lacustris Chodat



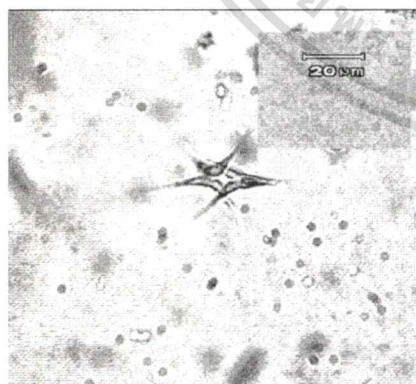
Dictyosphaerium pulchellum



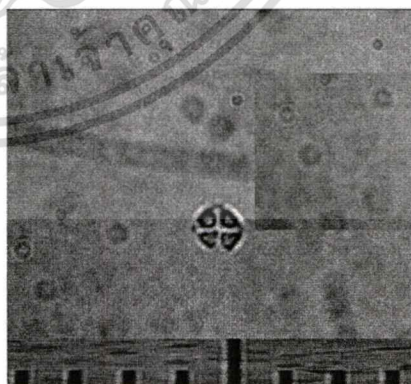
Selenastrum gracile Reinsch



Crucigenia apiculata (Lemmermann) Schmidle



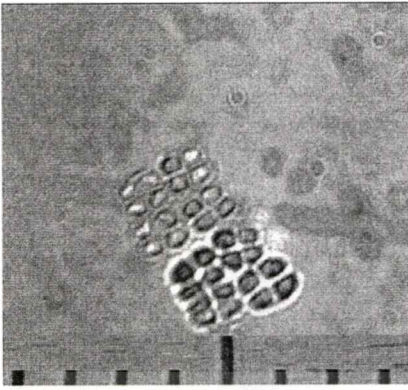
Selenastrum westii G.M. Smith



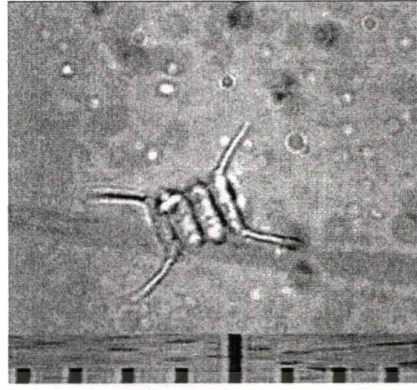
Crucigenia tetrapedia (Kirchner) West & West

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

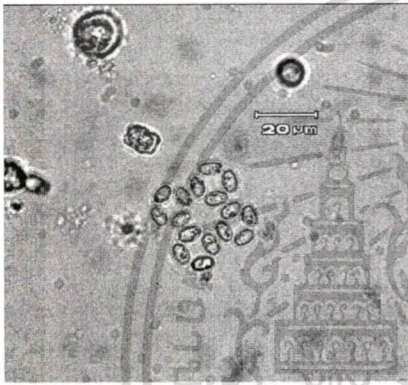
Division Chlorophyta



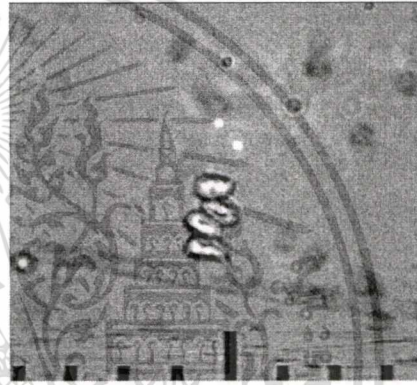
Crucigenia rectangularis (A. Braun) Gay



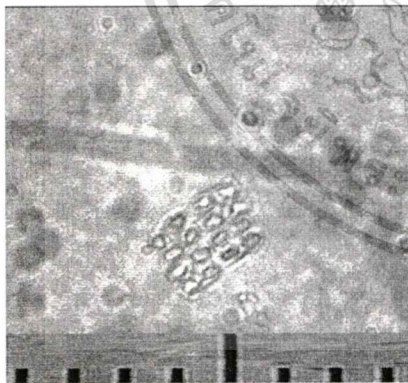
Scenedesmus armatus (Chodat) G.M. Smith



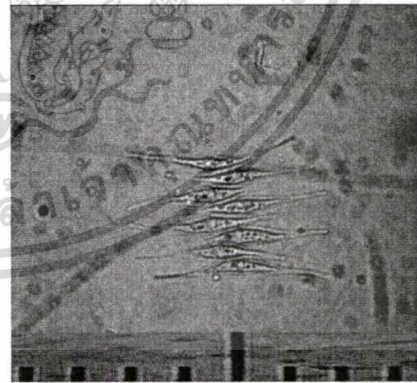
Crucigenia fenestrata Schmidle



Scenedesmus opoliensis P. Richter



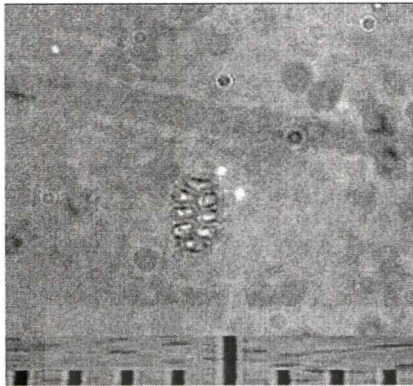
Crucigenia irregularis Wille



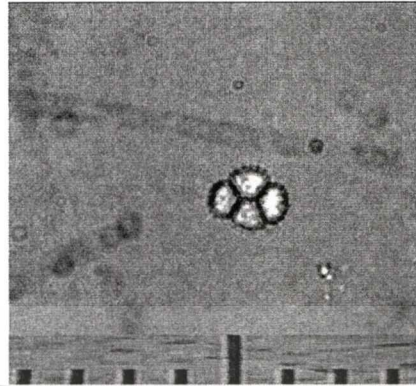
Scenedesmus acuminatus (Lagerheim) Chodat

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

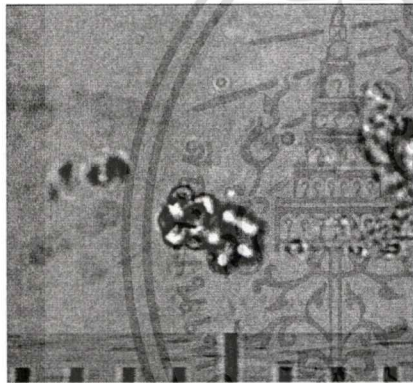
Division Chlorophyta



Scenedesmus acutus Lemmermann



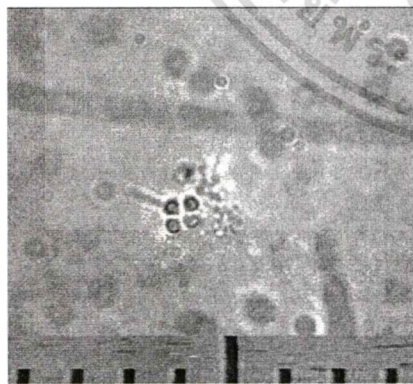
Tetrastrum staurogeniaeforme (Schmidle)
Ahstrom & Tiffany



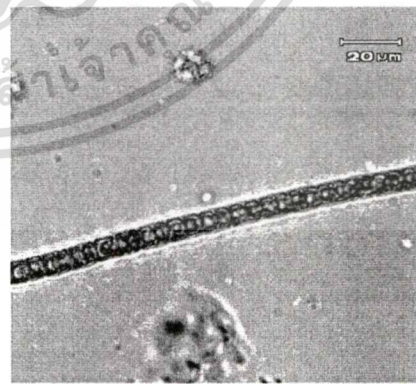
Micractinium pusillum Fresenius



Ulothrix aequalis Kützing



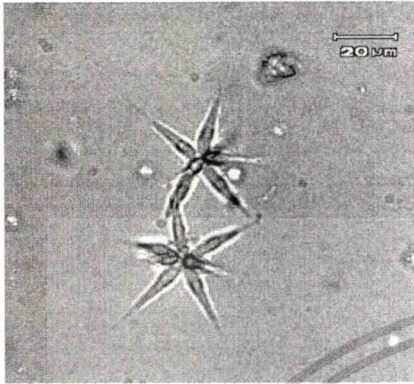
Tetrastrum heteracanthum



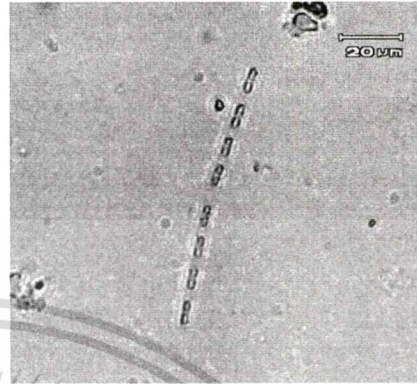
Ulothrix zonata (Weber & Mohr) Kützing

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

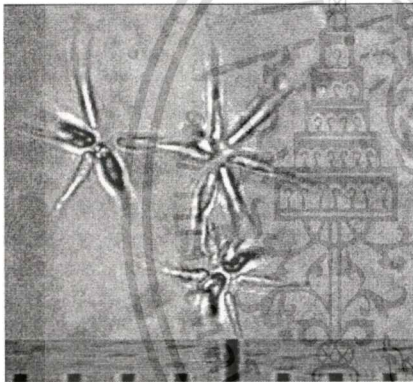
Division Chlorophyta



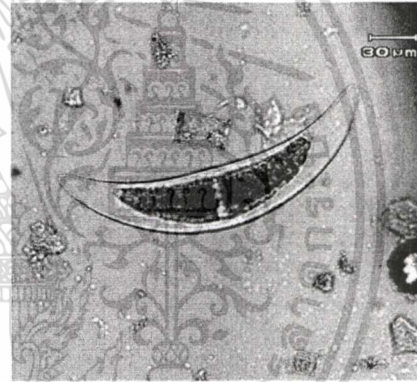
Actinastrum hantzschii Lagerheim



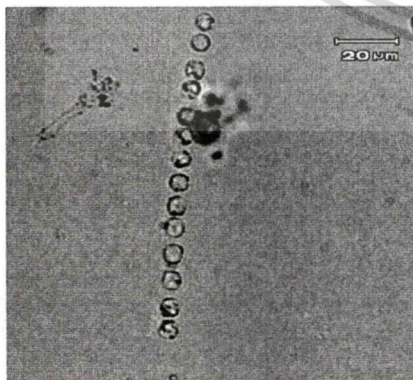
Geminella interrupta (Turpin) Lagerheim



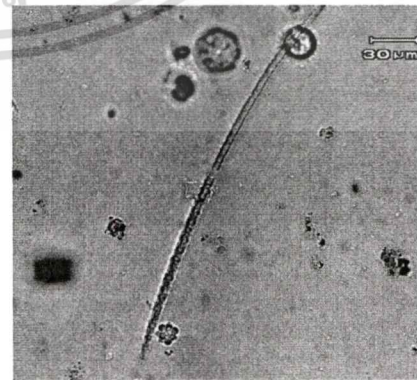
Actinastrum gracillimum G.M. Smith



Closterium ehrenbergii Meneghini



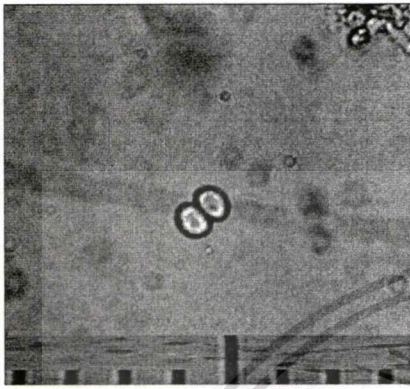
Geminella mutabilis (Brébisson) Wille



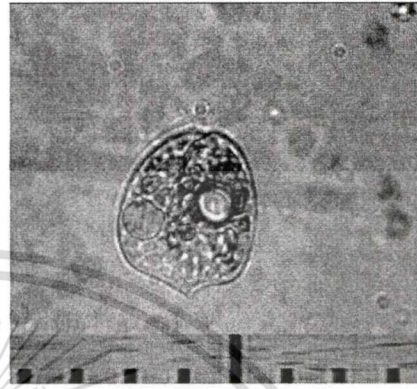
Closterium lineatum Ehrenberg

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

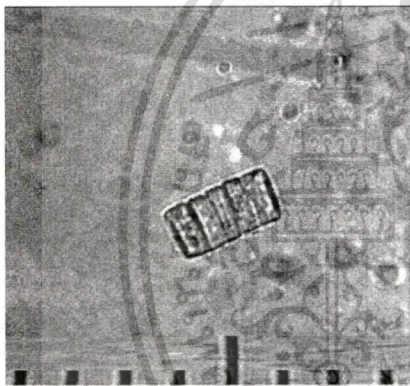
Division Chlorophyta



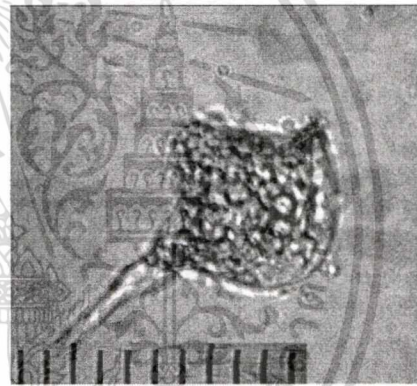
Cosmarium obsoletum (Hantzsch) Reinsch



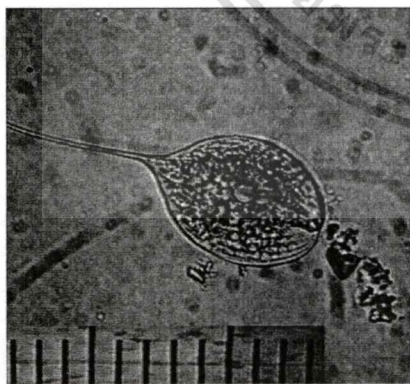
Phacus angulatus Pochmann



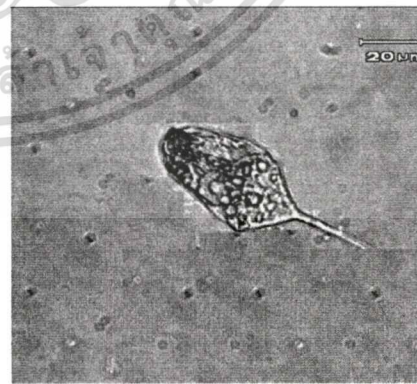
Desmidium swartzii Agardh



Phacus tortus (Lemmermann) Skvortzow



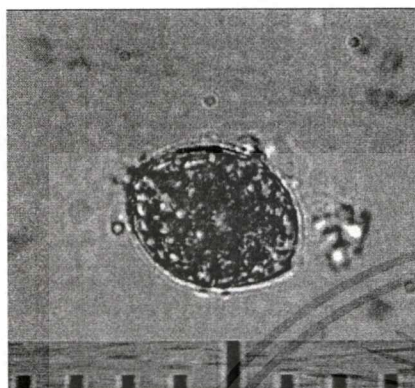
Phacus longicauda (Ehrenberg) Dujardin var.
rotundus (Pochmann) Huber-Pestalozzi



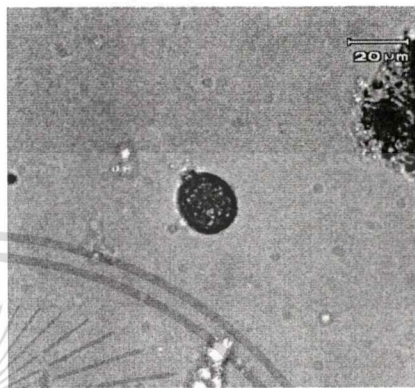
Phacus ranula Pochmann

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

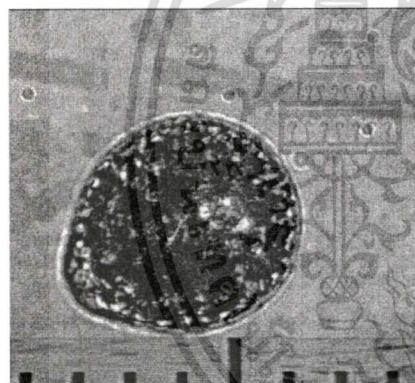
Division Chlorophyta



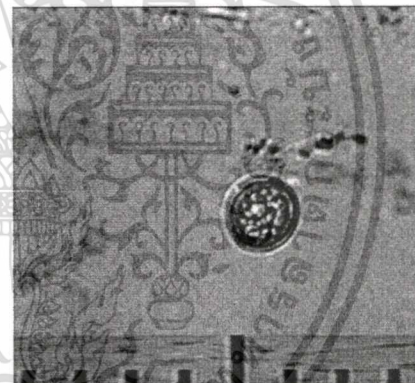
Lepocinclis ovum (Ehrenberg) Lemmermann



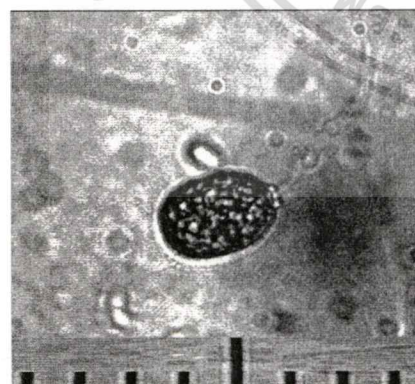
Trachelomonas crebea Kellicott



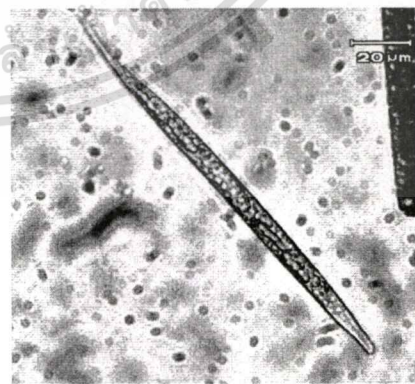
Lepocinclis salina Fritsch



Trachelomonas oblonga Lemmermann



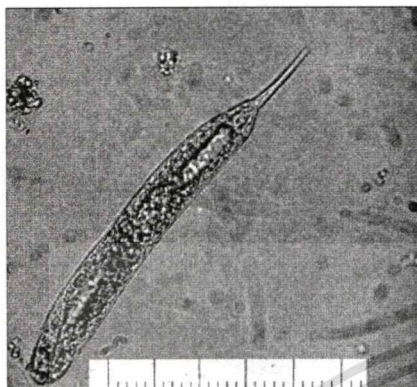
Trachelomonas hispida (Perty) Stein



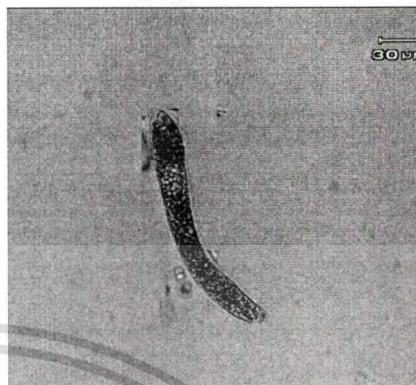
Euglena acus Ehrenberg

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

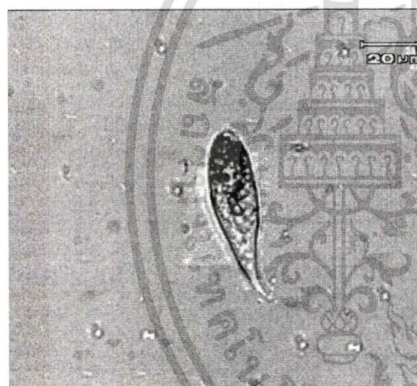
Division Chlorophyta



Euglena oxyuris Schmarda var. *charkowiensis*
(Swirenko) Chu

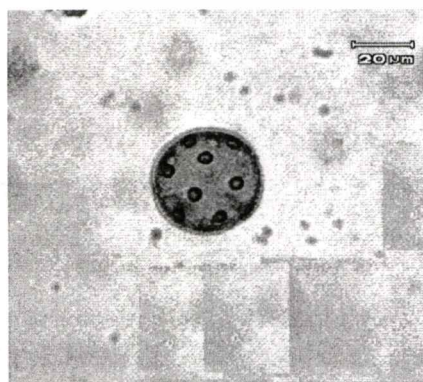


Euglena subehrenbergii Skuja

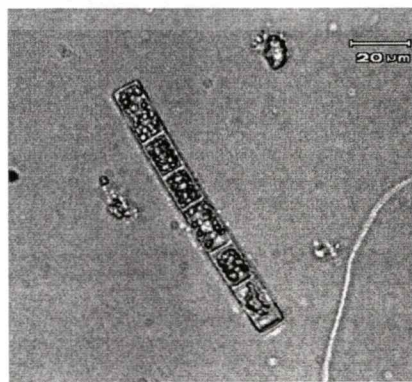


Euglena mainxi Deflandre

Division Chromophyta



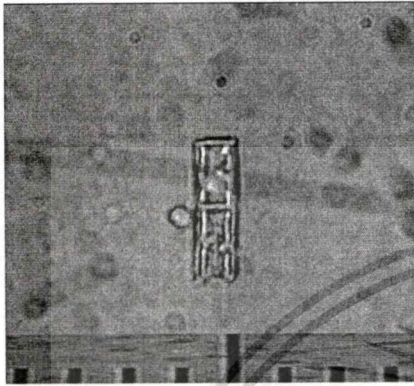
Actinoptychus sp.



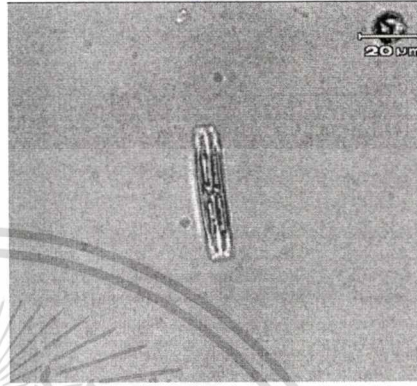
Melosira varians Agardh

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

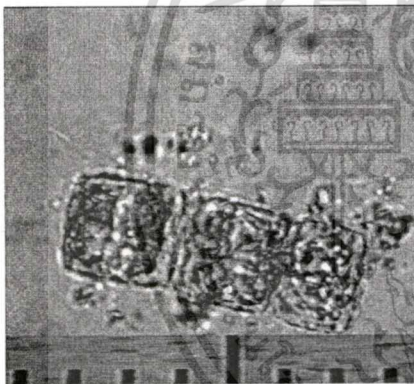
Division Chromophyta



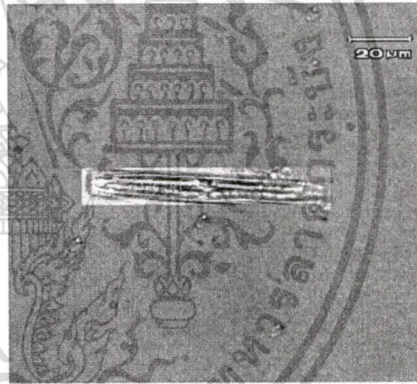
Aulacoseira granulata (Ehrenberg) Simonsen



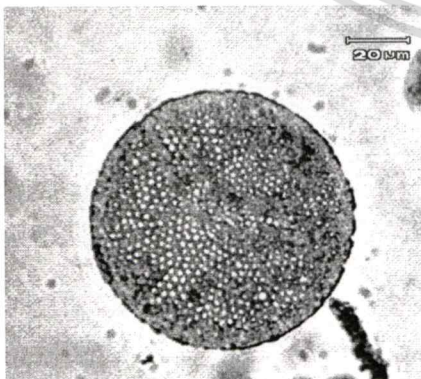
Fragilaria sp.



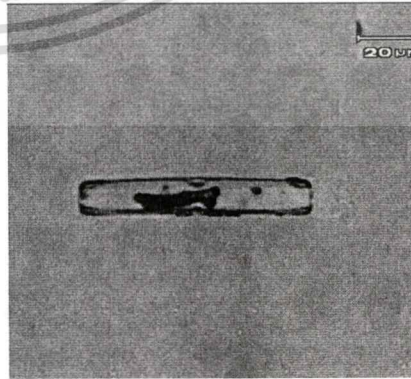
Chaetoceros borealis Bailey



Synedra ulna (Nitzsch) Ehrenberg



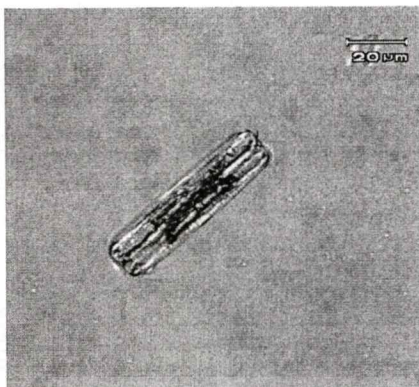
Coscinodiscus sp.



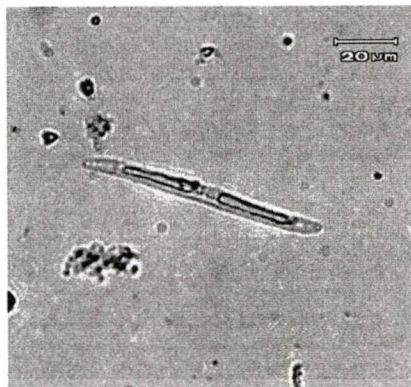
Diatoma sp.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

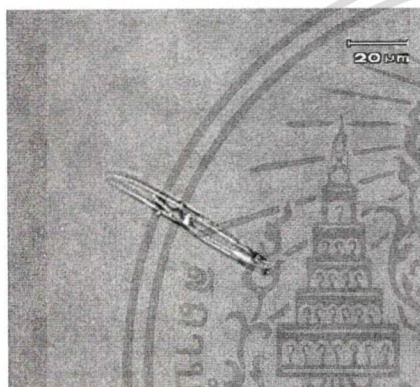
Division Chromophyta



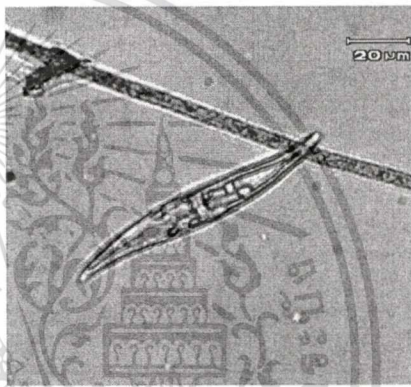
Eunotia lineolata Hustedt



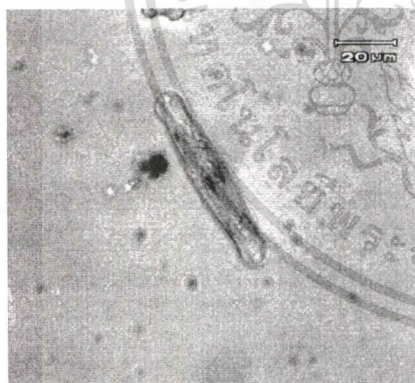
Gyrosigma sp3.



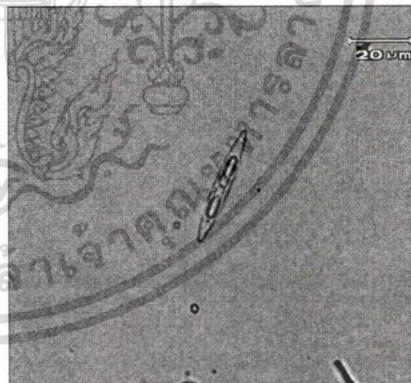
Gyrosigma sp1.



Gyrosigma sp2..



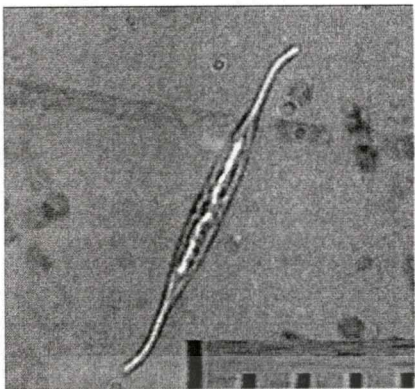
Pinnularia gibba Ehrenberg



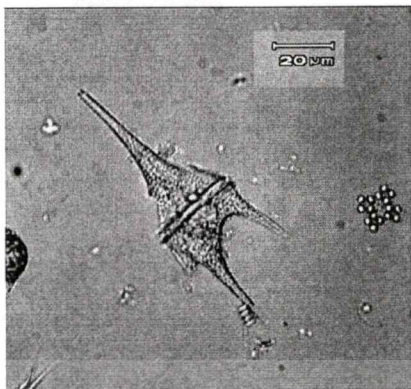
Navicula sp

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

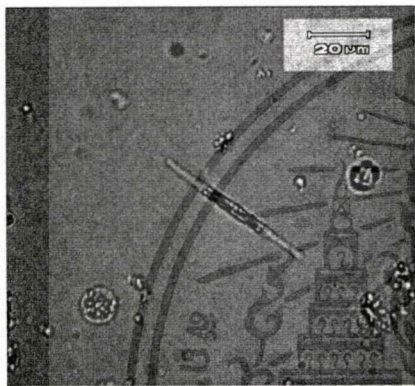
Division Chromophyta



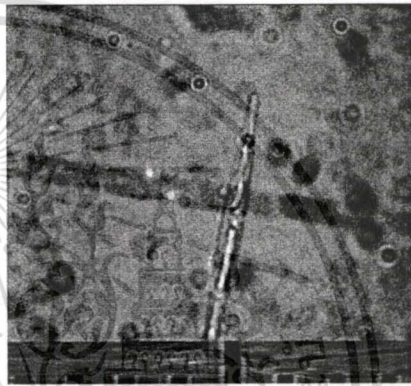
Cylindrotheca sp.



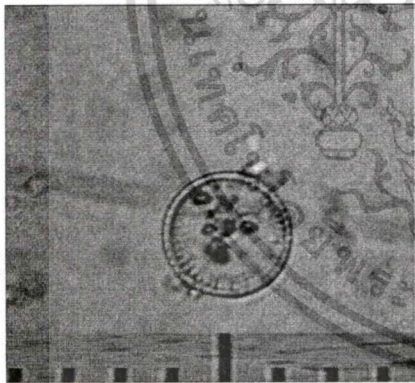
Ceratium hirundinella (O.F. Müller) Bergh



Nitzchia sp.1



Nitzchia sp.2

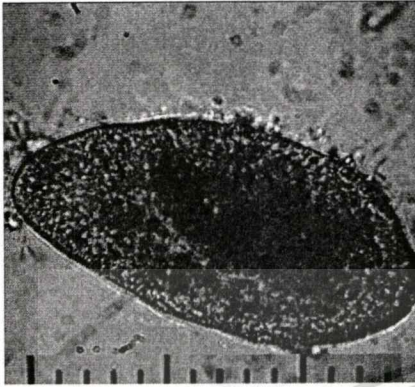


Cyclotella meneghiniana Kützing

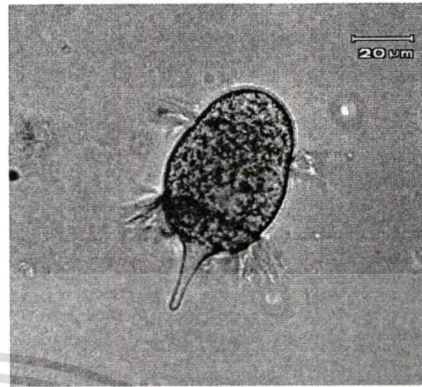
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบในบ่อเลี้ยงปลาอุกบิกอูย

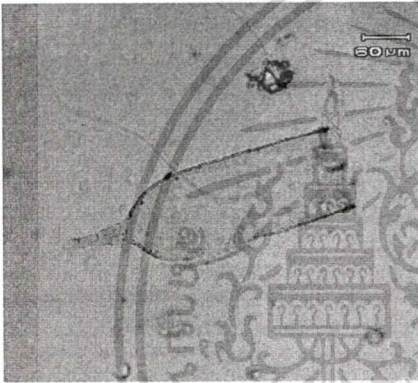
Phylum Protozoa



ciliate protozoa



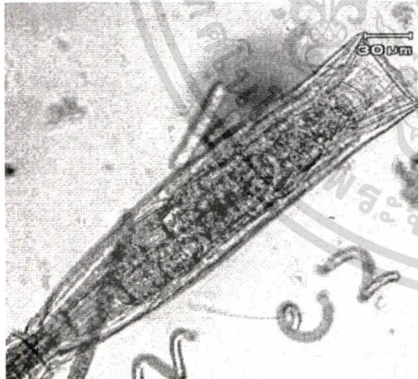
Didinium sp.



Favella sp.



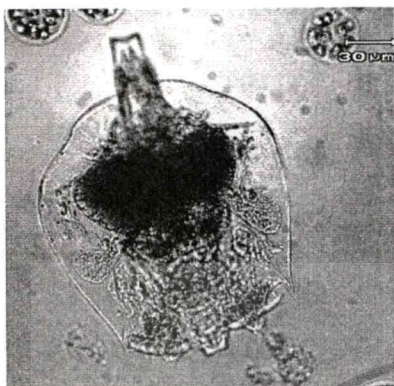
Arcella sp.



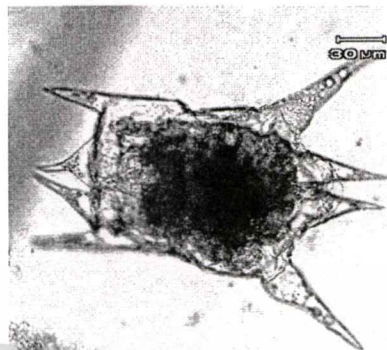
Parundella sp.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

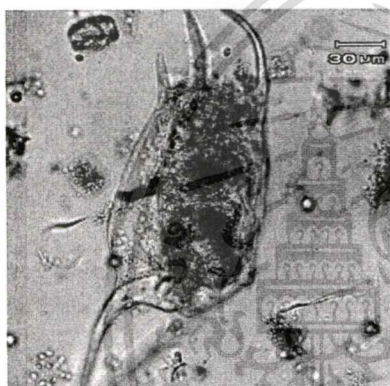
Phylum Rotifera



Brachionus urceolaris



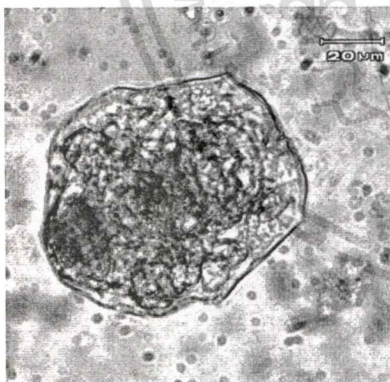
Brachionus calyciflorus



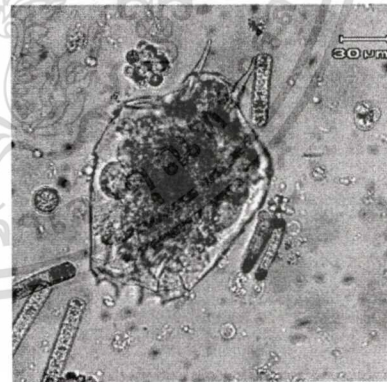
Brachionus quadridentatus



Brachionus plicatilis



Brachionus angularis



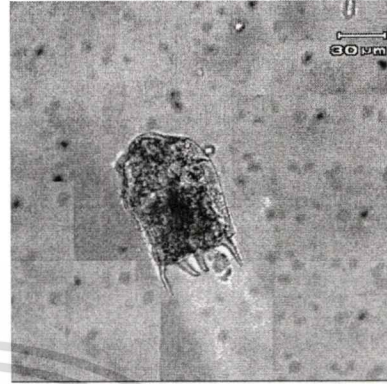
Brachionus caudatus

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

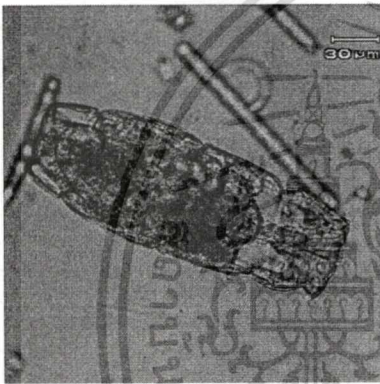
Phylum Rotifera



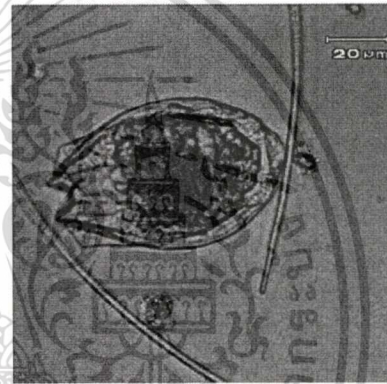
Polyarthra dolichoptera



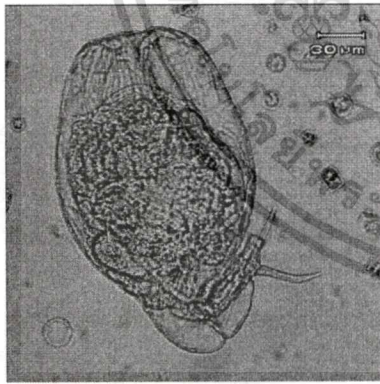
Keratella cochlearis



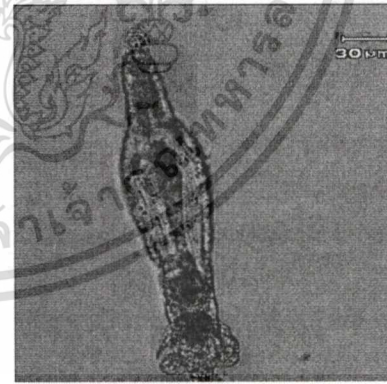
Rotaria sp.



Lepadella sp.



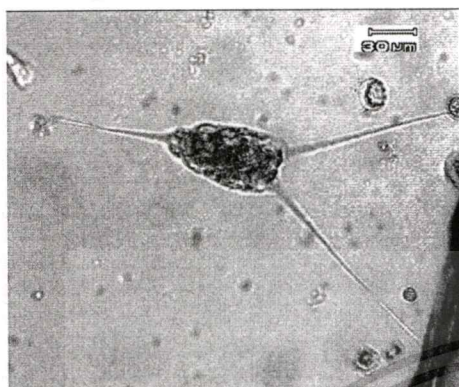
Asplanchna sp.



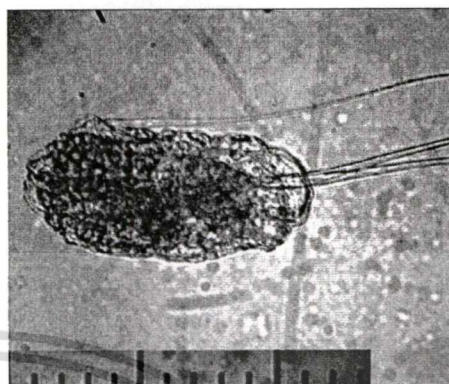
Philodina sp.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

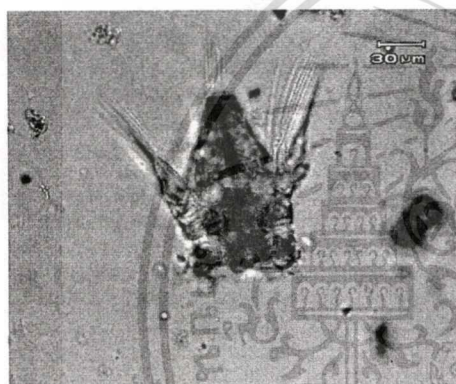
Phylum Rotifera



Filinia longiseta

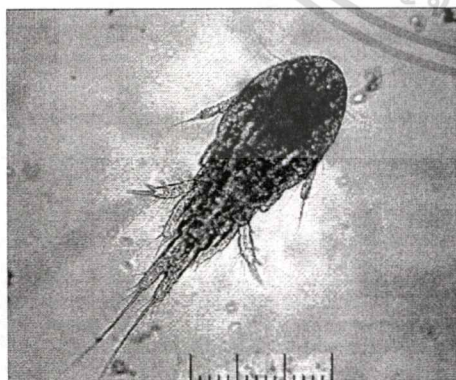


Filinia terminalis

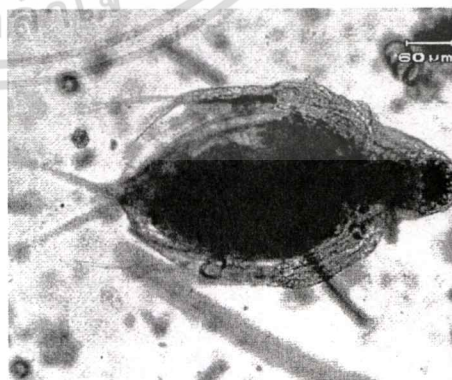


Hexarthra sp

Phylum Arthropoda



Tropocyclops sp.



Moina macrocopa

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล

นาย นำถม ตั้งคำ

วัน เดือน ปีเกิด

15 พฤศจิกายน พ.ศ. 2526

ที่อยู่

จังหวัด กรุงเทพมหานคร

ประวัติการศึกษา

2547 วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขา วิทยาศาสตร์
การประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบัน
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้