ผลของชนิดและรูปแบบของวัสดุยึดเกาะต่อผลผลิตของกุ้งฝอยในบ่อดิน

จุรีรัตน์ กุลเทพพรม

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการประมง
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้
พ.ศ. 2555

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้

ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการประมง

ชื่อเรื่อง
ผลของชนิดและรูปแบบของวัสดุยึดเกาะต่อผลผลิตของกุ้งฝอยในบ่อดิน

โดย
จุรีรัตน์ กุลเทพพรม

พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการที่ปรึกษา .....
(รองศาสตราจารย์ ดร.นิวุฒิ หวังชัย)
วันที่ 25 เดือน ก.ค. พ.ศ. 2555

กรรมการที่ปรึกษา .....
(รองศาสตราจารย์ ดร.เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน)
วันที่ 26 เดือน ก.ค. พ.ศ. 2555

กรรมการที่ปรึกษา .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จงกล พรมยะ)
วันที่ 25 เดือน ก.ค. พ.ศ. 2555

ประธานกรรมการประจำหลักสูตร .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บัญญัติ มนเทียรอาสน์)
วันที่ 25 เดือน ก.ค. พ.ศ. 2555

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว .....
(รองศาสตราจารย์เพ็ญรัตน์ หงษ์วิทยากร)
รักษาราชการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
วันที่ 25 เดือน ก.ค. พ.ศ. 2555

ชื่อเรื่อง	ผลของชนิดและรูปแบบของวัสดุยึดเกาะต่อผลผลิตของกุ้งฝอยในบ่อดิน
ชื่อผู้เขียน	นางสาวจุรีรัตน์ กุลเทพพรม
ชื่อปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการประมง
ประธานกรรมการที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.นิวุฒิ หวังชัย

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาชนิดและปริมาณสัตว์ขนาดเล็กในบ่อดินโดยที่รูปแบบและวัสดุยึดเกาะที่ต่างกันต่อผลผลิตของกุ้งฝอย โดยแบ่งเป็น 3 การทดลอง คือ การทดลองที่ 1 ศึกษาชนิดและปริมาณสัตว์ขนาดเล็กที่เป็นอาหารธรรมชาติในบ่อดินที่ต่างกัน 3 รูปแบบ คือ บ่อเลี้ยงปลานิลร่วมกับไก่เนื้อ บ่อเลี้ยงปลานิลแบบพัฒนา และบ่อพักน้ำ ระยะเวลาทดลอง 90 วัน พบสัตว์ขนาดเล็กทั้งหมด 12 สกุล ซึ่งพบในบ่อเลี้ยงปลานิลร่วมกับไก่เนื้อมากที่สุด ($P<0.05$) โดยพบ *Chironomus* sp. มากที่สุด มีปริมาณเซลล์เฉลี่ย 164.00$\pm$4.00 เซลล์ต่อมิลลิลิตร การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของวัสดุยึดเกาะที่ต่างกันต่อชนิดและปริมาณสัตว์ขนาดเล็ก คือ เชือกฟาง ฟองน้ำ มุ้งไนล่อนสีฟ้า และตาข่ายพรางแสง ระยะเวลาทดลอง 60 วัน พบสัตว์ขนาดเล็ก 13 จีนัส 18 สปีชีส์ ซึ่งพบสัตว์ขนาดเล็กในวัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสงมากที่สุด ($P<0.05$) โดยพบ *Metacypris* sp. มีปริมาณเซลล์เฉลี่ย 4.40$\pm$1.94x10^4 เซลล์ต่อมิลลิลิตร และการทดลองที่ 3 ศึกษาผลของวัสดุยึดเกาะต่ออัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของกุ้งฝอย ระยะเวลาทดลอง 90 วัน พบว่า กุ้งฝอยที่เลี้ยงร่วมกับวัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสงและให้อาหารมีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย (398.97$\pm$1.15 กรัม) อัตราการรอด (84.41$\pm$0.90 เปอร์เซ็นต์) และผลผลิตรวม (1021$\pm$2.20 กรัม) ($P<0.05$) ดีกว่าการเลี้ยงกุ้งฝอยร่วมกับวัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสงและไม่ให้อาหาร และการเลี้ยงกุ้งฝอยอย่างเดียว ดังนั้นสรุปได้ว่า การเลี้ยงกุ้งฝอยร่วมกับการสร้างอาหารธรรมชาติบนวัสดุยึดเกาะและมีการให้อาหารจะช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตและมีอัตราการรอดของกุ้งฝอยสูงขึ้น

Title	Effeets of Different Types and Forms of Substrates on the Production of Riceland Prawn (*Macrobrachium lanchesteri* De Man) Cultured in Earthen Ponds
Author	Miss Jureerat Kultepprom
Degree of	Master of Science in Fisheries Technology
Advisory Committee Chairperson	Associate Professor Dr. Niwooti Whangchai

ABSTRACT

The objectives of this study were to evaluate the type and quantity of micro animals in the pond with patterns and substrates affecting the production of riceland prawn. The study was divided into three experiments. The first experiment was a study on the effect of types and quantities of micro animals as natural food in earthen ponds of 3 different types : a tilapia pond cultured with chicken, an intensive tilapia culture pond and a reservoir, conducted during a period of 90 days. Most micro animals consisting of 12 genera, were found in the tilapia pond cultured with chicken ($P<0.05$). Result showed that *Chironomus* sp. was the largest with average number of cells at 164.00±4.00 cells per milliliter. The second experiment was a study on the effect of different substrates on the type and quantity of micro animals, which consisted of plastic rope, sponge, nylon net and shading net, during a 60 day trial. Results showed 13 genera and 18 species of micro animals were found mostly in the shading net ($P<0.05$) with *Metacypris* sp. having an average number of cells at $4.40\pm1.94\times10^4$ cells per milliliter. In the third experiment, the effect of substrates on the rate of growth performance and survival rate of riceland prawn was studied within a period of 90 days. It was found that riceland prawn grown in shading net with feeding yielded better weight gain (398.97±1.15 g), survival rate (84.41±0.90 %) and total production (1021±2.20 g) ($P<0.05$), than riceland prawn grown in shading net but with no feed and those grown in riceland only. In conclusion, growing prawns with natural food on substrates with feeding, could improve the growth and survival rate of riceland prawns.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณา และความอนุเคราะห์อย่างดียิ่งจากคณาจารย์ทุกท่านที่เกี่ยวข้อง คือ รองศาสตราจารย์ ดร.นิวุฒิ หวังชัย ประธานกรรมการที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จงกล พรมยะ กรรมการที่ปรึกษา และอาจารย์ ดร.บัญชา ทองมี ที่ให้ความกรุณาชี้แนะแนวทางการวิจัย การแก้ไขปัญหา การให้คำปรึกษาในการวางแผนการดำเนินงานวิจัย การวิเคราะห์ข้อมูล และตรวจสอบแก้ไขผลงานการวิจัย ตลอดจนการตรวจทานวิทยานิพนธ์ให้มีความถูกต้อง เพื่อความสมบูรณ์ของวิทยานิพนธ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพรคุณ อาจารย์ ดร.จีรพร เพกเกาะ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ขอขอบคุณพระคุณ กองทุน Professor Dr. Keinosuke Meada ที่สนับสนุนทุนการศึกษา ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ขจรเกียรติ์ ศรีนวลสม และคุณสุฤทธิ์ สมบูรณ์ชัย ที่ให้ความอนุเคราะห์ทั้งด้านสถานที่ทำการวิจัย ห้องปฏิบัติการ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ขอขอบคุณบุคลากรทุกท่านในคณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ ที่ให้ความช่วยเหลือในทุก ๆ ด้าน

กราบขอบพระคุณ คุณพ่อชัชพงษ์ คุณแม่ศรีเรือน กุลเทพพรม ผู้ให้กำเนิดและสนับสนุนค่าใช้จ่ายในการศึกษาเล่าเรียน และนางสาวเสาวลักษณ์ กุลเทพพรม ที่ช่วยเป็นกำลังใจในยามทุกข์และสุขตลอดมา

จุรีรัตน์ กุลเทพพรม

กรกฎาคม 2555

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
ABSTRACT	(4)
กิตติกรรมประกาศ	(5)
สารบัญ	(6)
สารบัญตาราง	(8)
สารบัญภาพ	(9)
บทที่ 1 บทนำ	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
ขอบเขตของการทำวิจัย	2
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	
สัตว์ขนาดเล็ก	3
วัสดุยึดเกาะ	10
ชีววิทยาของกุ้งฝอย	12
การเลี้ยงกุ้งฝอย	14
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการวิจัย	
การทดลองที่ 1 : การศึกษาชนิดและปริมาณสัตว์ขนาดเล็กที่เป็นอาหารธรรมชาติในบ่อดินที่ต่างกัน	17
การทดลองที่ 2 : การศึกษาผลของวัสดุยึดเกาะที่ต่างกันต่อชนิดและปริมาณของสัตว์ขนาดเล็ก	21
การทดลองที่ 3 : การศึกษาผลของวัสดุยึดเกาะต่ออัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของกุ้งฝอย	25

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิจัย

การทดลองที่ 1 : การศึกษาชนิดและปริมาณสัตว์ขนาดเล็กที่เป็นอาหารธรรมชาติในบ่อดินที่ต่างกัน 28

การทดลองที่ 2 : การศึกษาผลของวัสดุยึดเกาะที่ต่างกันต่อชนิดและปริมาณของสัตว์ขนาดเล็ก 37

การทดลองที่ 3 : การศึกษาผลของวัสดุยึดเกาะต่ออัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของกุ้งฝอย 48

บทที่ 5 วิจารณ์ผลการวิจัย 54

บทที่ 6 สรุปผลการวิจัย 56

บรรณานุกรม 57

ภาคผนวก 62

ภาคผนวก ก การวิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนีย - ไนโตรเจน (Ammonia nitrogen) 63

ภาคผนวก ข การวิเคราะห์ปริมาณไนเตรท - ไนโตรเจน (Nitrate nitrogen) 66

ภาคผนวก ค การวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ (Chlorophyll a) 71

ภาคผนวก ง ประวัติผู้วิจัย 74

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	ข้อมูลเบื้องต้นของบ่อที่ใช้ในการทดลอง	17
2	การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ	19
3	การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ	23
4	การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ	26
5	ชนิดและปริมาณสัตว์ขนาดเล็กที่พบในบ่อดินที่ต่างกัน	33
6	สัตว์ขนาดเล็กสกุลเด่นที่พบในบ่อดินที่ต่างกัน	34
7	คุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงปลานิลร่วมกับไก่เนื้อ บ่อเลี้ยงปลานิลแบบพัฒนา และบ่อพักน้ำ	36
8	ชนิดและปริมาณสัตว์ขนาดเล็กที่พบในวัสดุยึดเกาะที่ต่างกัน	45
9	สัตว์ขนาดเล็กชนิดเด่นที่พบในวัสดุยึดเกาะที่ต่างกัน	46
10	คุณภาพน้ำในบ่อทดลอง	47
11	ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของกุ้งฝอยที่เลี้ยงอย่างเดียว กุ้งฝอยที่เลี้ยงร่วมกับวัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสงและไม่ให้อาหาร และกุ้งฝอยที่เลี้ยงร่วมกับวัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสงและให้อาหาร	48
12	คุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งฝอยอย่างเดียว บ่อเลี้ยงกุ้งฝอยร่วมกับวัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสงและไม่ให้อาหาร และบ่อเลี้ยงกุ้งฝอยร่วมกับวัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสงและให้อาหาร	53

สารบัญภาพ

ภาพ		หน้า
1	ลักษณะรูปร่างของสัตว์ขนาดเล็กภายใต้กล้องจุลทรรศน์	4
2	บ่อที่ใช้ในการทดลอง	18
3	Counting slide (Eosinophil Counter slide)	20
4	ชนิดของวัสดุยึดเกาะที่ใช้ในการทดลอง	22
5	ค่าเฉลี่ยของปริมาณสัตว์ขนาดเล็ก Phylum Arthropoda ในบ่อดินที่ต่างกัน	29
6	ค่าเฉลี่ยของปริมาณสัตว์ขนาดเล็ก Phylum Protozoa ในบ่อดินที่ต่างกัน	30
7	ค่าเฉลี่ยของปริมาณสัตว์ขนาดเล็ก Phylum Gastrotricha ในบ่อดินที่ต่างกัน	30
8	ค่าเฉลี่ยของปริมาณสัตว์ขนาดเล็ก Phylum Rotifera ในบ่อดินที่ต่างกัน	31
9	ค่าเฉลี่ยของปริมาณสัตว์ขนาดเล็ก Phylum Annelide ในบ่อดินที่ต่างกัน	32
10	สัตว์ขนาดเล็กสกุลเด่นที่พบในบ่อดินที่ต่างกัน	34
11	ความสัมพันธ์ระหว่างชนิดและปริมาณสัตว์ขนาดเล็กกับปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ	36
12	ค่าเฉลี่ยของปริมาณสัตว์ขนาดเล็ก Phylum Protozoa ในวัสดุยึดเกาะที่ต่างกัน	38
13	ค่าเฉลี่ยของปริมาณสัตว์ขนาดเล็ก Phylum Rotifera ในวัสดุยึดเกาะที่ต่างกัน	40
14	ค่าเฉลี่ยของปริมาณสัตว์ขนาดเล็ก Phylum Annelida ในวัสดุยึดเกาะที่ต่างกัน	41
15	ค่าเฉลี่ยของปริมาณสัตว์ขนาดเล็ก Phylum Arthropoda ในวัสดุยึดเกาะที่ต่างกัน	43
16	ค่าเฉลี่ยของปริมาณสัตว์ขนาดเล็ก Phylum Mollusca ในวัสดุยึดเกาะที่ต่างกัน	44
17	สัตว์ขนาดเล็กชนิดเด่นที่พบในวัสดุยึดเกาะที่ต่างกัน	46
18	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย (กรัม) ของกุ้งฝอยที่เลี้ยงอย่างเดียว เลี้ยงกุ้งฝอยร่วมกับวัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสงและไม่ให้อาหาร และเลี้ยงกุ้งฝอยร่วมกับวัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสงและให้อาหาร	49
19	อัตราการรอด (เปอร์เซ็นต์) ของกุ้งฝอยที่เลี้ยงอย่างเดียว เลี้ยงกุ้งฝอยร่วมกับวัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสงและไม่ให้อาหาร และเลี้ยงกุ้งฝอยร่วมกับวัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสงและให้อาหาร	50
20	ผลผลิตรวม (กรัม) ของกุ้งฝอยที่เลี้ยงอย่างเดียว เลี้ยงกุ้งฝอยร่วมกับวัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสงและไม่ให้อาหาร และเลี้ยงกุ้งฝอยร่วมกับวัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสงและให้อาหาร	51

บทที่ 1
บทนำ

ปัจจุบันการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเริ่มมีบทบาทสำคัญมากขึ้น เนื่องจากการจับสัตว์น้ำในแหล่งน้ำตามธรรมชาติมีปริมาณไม่แน่นอน และมีแนวโน้มสูงขึ้นทำให้ปริมาณสัตว์น้ำในแหล่งน้ำลดลง อันเนื่องมาจากปัญหาทางด้านสภาพแวดล้อมของแหล่งน้ำ ปัญหาความตื้นเขินของแม่น้ำ ลำคลองประกอบกับความต้องการทางด้านการอุปโภคและบริโภคของสัตว์น้ำที่มีปริมาณเพิ่มขึ้น ทำให้ปริมาณสัตว์น้ำไม่เพียงพอกับความต้องการ

กุ้งฝอย (*Macrobrachium lanchesteri* De Man) หรือ Riceland Prawn เป็นกุ้งน้ำจืดขนาดเล็กที่สามารถพบได้ตามแหล่งน้ำทั่วไปของทุกภาคในประเทศไทยทั้งในแหล่งน้ำนิ่งและน้ำไหล รวมทั้งในบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ กุ้งฝอยมีนิสัยการกินอาหารแบบไม่เลือก (omnivorous) โดยจะกินแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ ไดอะตอม จุลินทรีย์และสัตว์ขนาดเล็กรวมถึงซากของเน่าเปื่อยเป็นอาหาร กุ้งฝอยเป็นสัตว์น้ำมีความสำคัญต่อระบบนิเวศในแหล่งน้ำ โดยเป็นอาหารของปลาและสัตว์น้ำชนิดอื่น ๆ อีกทั้งยังจัดเป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงอีกชนิดหนึ่ง โดยพบว่ามีโปรตีน 15.46 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 0.88 เปอร์เซ็นต์ แคลเซียม 91 เปอร์เซ็นต์ และความร้อน 114 แคลอรี่ต่อน้ำหนัก 100 กรัม (เริงฤดี, 2515) และเป็นสัตว์น้ำที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจที่มีราคาค่อนข้างสูงถึงกิโลกรัมละ 160-200 บาท (นภาพรและสุริยา, 2540ก) อย่างไรก็ตาม การเลี้ยงกุ้งฝอยในบ่อดินก็ยังประสบกับปัญหาที่เกิดขึ้นเนื่องจากการกินกันเองของลูกกุ้งหลังลอกคราบใหม่ ๆ กุ้งตัวที่ลอกคราบใหม่ ๆ จะมีลักษณะอ่อนแอเปลือกอ่อนนิ่ม หลังจากลอกคราบได้ 3-6 ชั่วโมง เปลือกกุ้งจะเริ่มแข็งแรงขึ้นเหมือนเดิม ตัวที่ลอกคราบจะถูกตัวที่ไม่ได้ลอกคราบกินเป็นอาหาร เท่าที่ตรวจพบซากกุ้งที่ตายในบ่อพบว่าอวัยวะของกุ้งที่หายไปคือ รยางค์ ได้แก่ ขาเดิน (walking legs) ขาว่ายน้ำ (swimmeretes) บางส่วนของ abdomen บางครั้งก็เหลือเฉพาะส่วน cephalothorax เท่านั้น การสร้างวัสดุยึดเกาะ (substrate) สำหรับกุ้งที่เพิ่งลอกคราบใหม่ เพื่อหลบซ่อนมิให้กุ้งตัวอื่นเห็นแล้วมากัดกิน อาจจะช่วยทำให้การตายเนื่องจากการกินกันเองน้องลง วัสดุยึดเกาะเป็นปัจจัยที่สำคัญอีกประการหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับอัตราการรอดของกุ้งฝอย

ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้ได้ศึกษาเกี่ยวกับชนิดและรูปแบบของวัสดุยึดเกาะที่เหมาะสมกับการเลี้ยงกุ้งฝอย เพื่อสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการเพิ่มผลผลิตกุ้งฝอยต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาชนิดและปริมาณสัตว์ขนาดเล็กที่เป็นอาหารธรรมชาติในบ่อดินที่ต่างกัน
2. เพื่อศึกษาชนิดและปริมาณสัตว์ขนาดเล็กในวัสดุยึดเกาะที่ต่างกัน
3. เพื่อศึกษาผลของวัสดุยึดเกาะต่ออัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของกุ้งฝอย

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อใช้สัตว์สัตว์ขนาดเล็กเป็นอาหารของกุ้งฝอย
2. เพื่อเป็นแนวทางในการเพิ่มผลผลิตของกุ้งฝอย
3. เพื่อเป็นแนวทางในการลดต้นทุนในการผลิตอาหารเลี้ยงกุ้งฝอย
4. เพื่อเป็นแหล่งข้อมูลทางวิชาการในการส่งเสริมความรู้แก่เกษตรกร สถาบันการศึกษา และบุคคลที่มีความสนใจ
5. เพื่อเป็นแนวทางในการประกอบอาชีพแก่เกษตรกร หรือเป็นการหารายได้เสริม

ขอบเขตของการวิจัย

ศึกษาชนิดและปริมาณสัตว์ขนาดเล็กที่เป็นอาหารธรรมชาติในบ่อดินที่ต่างกัน 3 รูปแบบ คือ บ่อเลี้ยงปลานิลร่วมกับไก่เนื้อ บ่อเลี้ยงปลานิลแบบพัฒนา และบ่อพักน้ำ และทำการศึกษาผลของวัสดุยึดเกาะที่ต่างกัน 4 ชนิด คือ ฟองน้ำ เชือกฟาง อวนมุ้งฟ้า และตาข่ายพรางแสง โดยทำการศึกษาชนิดและปริมาณสัตว์ขนาดเล็ก จากนั้นนำชนิดของวัสดุยึดเกาะที่เหมาะสมไปเลี้ยงร่วมกับกุ้งฝอยโดยทำการศึกษาอัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของกุ้งฝอย

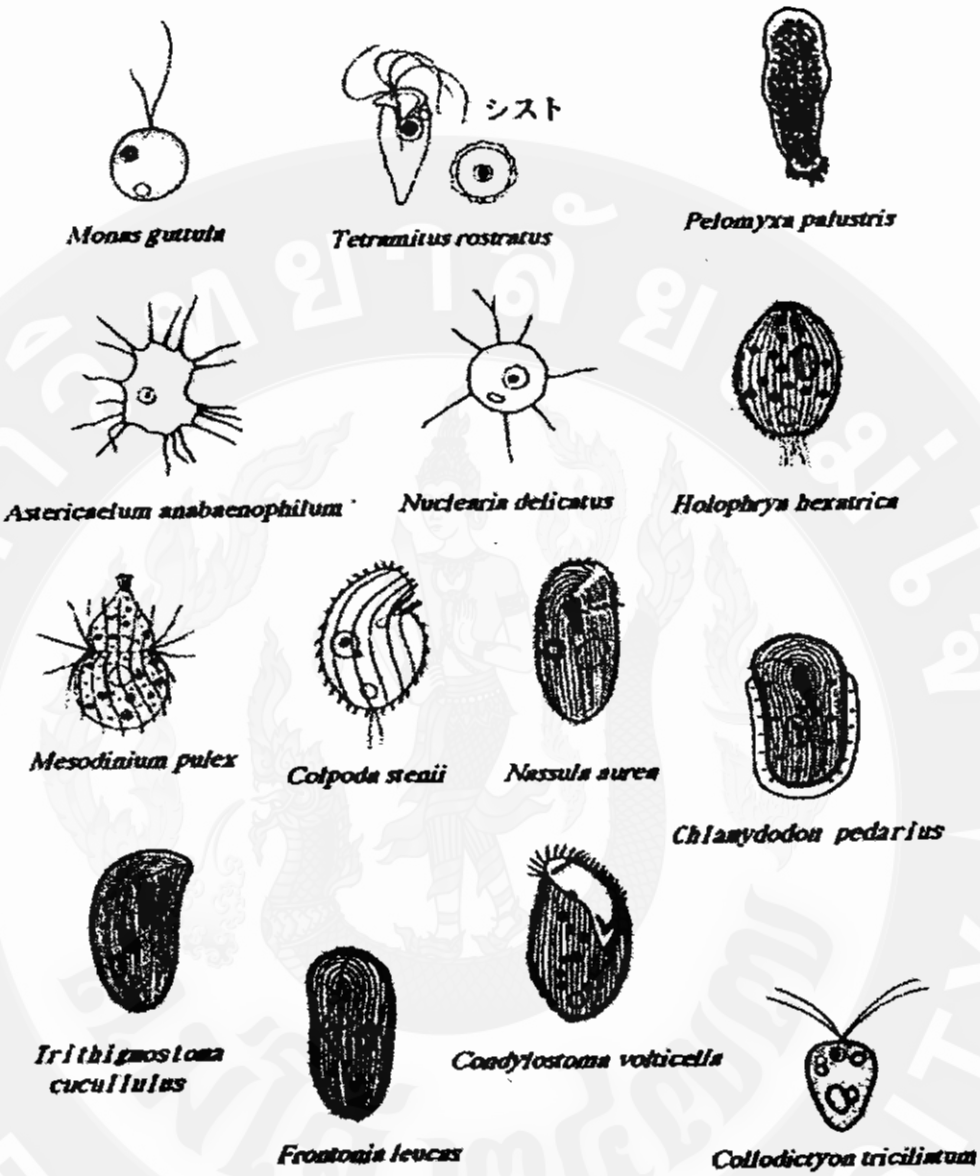
บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

สัตว์ขนาดเล็ก

สัตว์ขนาดเล็ก หรือสัตว์หน้าดินขนาดเล็ก หมายถึง สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่อาศัยอยู่ระหว่างเม็ดดินเม็ดทรายสามารถลอดผ่านสิ่งกรองที่มีขนาดตา 0.5 มิลลิเมตร ได้ แต่ยังคงค้างอยู่บนสิ่งกรองที่มีขนาดตา 0.063 มิลลิเมตร หรือ 63 ไมครอน สัตว์ขนาดเล็ก ประกอบไปด้วยสมาชิก 22 ไฟลัม จากสัตว์หลายเซลล์ที่มีทั้งหมดรวม 33 ไฟลัม แยกเป็นกลุ่มสัตว์ขนาดเล็กได้ดังนี้ Sarcomastigophora, Ciliophora, Cnidaria, Turbellaria, Gnathostomulida, Nemertinea (=Nemertina) Nematoda, Gastrotricha Rotifera, Loricifera, Priapulida, Kinorhyncha, Polychaeta, Aeolosomatidae and Potamodrilidae, Oligochaeta, Sipuncula, Tardigrada, Cladocera, Ostracoda, Mystacocarida, Copepoda, Syncarida, Thermosbaenacea, Isopoda, Tanaidacea, Amphipoda, Cumacea, Halacaroidea, Pycnogonida, Palpigradida, Insecta, Bryozoa, Entoprocta, Brachiopoda, Aplacophora, Gastropoda and Bivalvia, Holothuroidea และ Tunicata (Higgins & Thiel, eds., 1988)

Barnes (1980) ได้แบ่งประเภทของสัตว์ขนาดเล็กตามขนาดรูปร่างได้ 3 ประเภท คือ (1) macrobenthos คือ สัตว์หน้าดินขนาดใหญ่กว่าตาตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร ได้แก่ ตัวอ่อนแมลง หอย และไส้เดือนน้ำ (2) meiobenthos คือ สัตว์หน้าดินที่มีขนาดระหว่าง 0.05-1 มิลลิเมตร ได้แก่ เนมาโทด (nematode) และโคพีพอดฮาร์แพคติคอยด์ (harpacticiod copepods) และ (3) microbenthos คือ สัตว์ขนาดเล็กที่มีขนาดเล็กกว่าหรือผ่านตาตะแกรงขนาด 0.05 มิลลิเมตร ได้แก่ แบคทีเรีย ฟังไจ และโพรโทซัว โดยทั่วไปวัฏจักรชีวิตของสัตว์สัตว์ขนาดเล็กมีทั้งระยะตัวอ่อนและตัวเต็มวัยที่อยู่ในน้ำ สัตว์ขนาดเล็กมีหลายไฟลัม เช่น สัตว์ใน phylum Arthropoda เช่น แมลงในน้ำ ปู, phylum Mollusca เช่น หอย และ phylum Annelida เช่น ไส้เดือนน้ำ เป็นต้น



ภาพ 1 ลักษณะรูปร่างของสัตว์ขนาดเล็กภายใต้กล้องจุลทรรศน์

ที่มา : Itayama *et al.* (2005) อ้างโดย ศิรประภา (2553)

ศิริประภา (2553) ได้ศึกษาชนิดและปริมาณสัตว์ขนาดเล็กในระบบบำบัดน้ำนิ่งโดยใช้ผักบุ้ง พบสัตว์ขนาดเล็ก จำนวน 4 ไฟลัม คือ Sarcomastigophora 5 จีนัส 5 สปีชีส์ (22.17%) Rotifera 4 จีนัส 4 สปีชีส์ (12.06%) Ciliophora 11 จีนัส 13 สปีชีส์ (63.40%) และ Arthopoda 1 จีนัส (2.33%) รวมทั้งหมด 21 จีนัส 23 สปีชีส์ นอกจากนี้ยังพบสัตว์ขนาดเล็กในระบบน้ำหมุนเวียนก่อนการบำบัด (before treatment) จำนวน 4 ไฟลัม คือ Sarcomastigophora 7 จีนัส 8 สปีชีส์ (45.90%) Rotifera 5 จีนัส 5 สปีชีส์ (17.76%) Ciliophora 5 จีนัส 6 สปีชีส์ (34.76%) และ Arthopoda 1 จีนัส (1.64%) รวมทั้งหมด 18 จีนัส 20 สปีชีส์ และพบสัตว์ขนาดเล็กในระบบน้ำหมุนเวียนที่บำบัดโดยใช้ผักบุ้ง จำนวน 9 ไฟลัม คือ Sarcomastigophora 11 จีนัส 14 สปีชีส์ (20.09%) Rotifera 11 จีนัส 17 สปีชีส์ (22.32%) Ciliophora 13 จีนัส 16 สปีชีส์ (31.22%) Arthopoda 8 จีนัส 9 สปีชีส์ (15.47%) Platyhelminthes 2 จีนัส 2 สปีชีส์ (2.58%) Gastrotricha 2 จีนัส 2 สปีชีส์ (2.35%) Nematoda 1 สปีชีส์ (2.59%) Annilida 2 จีนัส 2 สปีชีส์ (1.66%) และ Bryozoa 1 สปีชีส์ (0.72%) รวมทั้งหมด 51 จีนัส 64 สปีชีส์

ความสำคัญของสัตว์ขนาดเล็ก

1. เป็นอาหารของสัตว์น้ำ

สัตว์ขนาดเล็กเป็นส่วนหนึ่งของผลผลิตเบื้องต้นของแหล่งน้ำ เป็นอาหารที่สำคัญของสัตว์น้ำพวก กุ้ง ปู ปลา สัตว์น้ำเหล่านี้เป็นอาหารของมนุษย์ ในสายใยอาหาร (food web) ของระบบนิเวศ สัตว์ขนาดเล็กจะอยู่ในฐานะผู้บริโภค (consumers) ซึ่งแบ่งออกเป็นประเภทตามการกินดังนี้ (1) สัตว์กินพืช (herbivore) เป็นผู้บริโภคขั้นปฐมภูมิ (primary consumers) ได้แก่ แมลงเกาะหิน (stone flies : *Protomemura*) แมลงชีปะขาว (mayflies: *Epheameroptera*) ริ้นน้ำจืดแดง (midges: *Chiromonus*) ริ้นดำ (black flies: *Simulium*) แมลงหนอนปลอกน้ำ (caddisfies: *Rhilopotanus*) (2) สัตว์กินสัตว์ (carnivore) เป็นผู้บริโภคขั้นทุติยภูมิ (secondary consumer) ได้แก่ แมลงเกาะหิน (stonefies: *Peria*) แมลงหนอนปอกน้ำ (caddisfilies: *Rhyacophila*) (3) สัตว์ที่กินทั้งพืชและสัตว์ (omnivore) ได้แก่ แมลงหนอนปลอกน้ำ (net-spining caddis: *Hydropsyche*) (4) สัตว์หน้าดินที่กินซากเน่าเปื่อยและอินทรีย์สาร (detritous) ได้แก่ หนอนแดง (blood worm: *Chironomus*) ซึ่งเป็นตัวอ่อนของริ้นน้ำจืดแดง (กัณฑรีย์, 2531)

นอกจากนี้ Sugiura *et al.* (1997) ยังพบว่า สัตว์ขนาดเล็กมีหน้าที่สำคัญในการกินแพลงก์ตอนพืชหรือสาหร่ายในห่วงโซ่อาหารในระบบนิเวศทางน้ำ (aquatic food chain) Inamori *et al.* (1996) ได้ศึกษาการควบคุมการเจริญเติบโตของสาหร่าย *Microcystis viridis* ที่เพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติการโดยใช้สัตว์ขนาดเล็กในบริเวณตัวกรองชีวภาพ พบว่า *Monas guttula* สามารถลดปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ได้ 90 เปอร์เซ็นต์ Iwami *et al.* (2000) ศึกษาการควบคุมการเจริญเติบโตของ สาหร่าย

Microcystis sp. โดยใช้สัตว์ขนาดเล็กในบริเวณตัวกรองที่ระยะเวลาการหมุนเวียนของน้ำ 4 และ 8 ชั่วโมง พบว่า *Aeolosoma hemprichi*, *Philodina erythropphthalma* และ *Monas guttula* สามารถลดปริมาณเซลล์สาหร่าย *Microcystis* sp. ได้ 51 และ 56 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และ Sugiura *et al.* (2001) ได้ศึกษาการควบคุมการเจริญเติบโตของสาหร่าย *Microcystis aeruginosa* ที่เก็บรวบรวมได้จากอ่างเก็บน้ำ โดยใช้สัตว์ขนาดเล็กในบริเวณตัวกรองชีวภาพ พบว่า *Aeolosoma hemprichi Philodina erythropphthalma* และ *Monas guttula* สามารถลดปริมาณเซลล์สาหร่าย *Microcystis aeruginosa* ได้หลังจากระยะเวลา 4 วันขึ้นไป

2. ใช้ประเมินคุณภาพน้ำ

การประเมินคุณภาพน้ำโดยใช้สัตว์ขนาดเล็ก (อลงกรณ์, 2540) มีหลายวิธีดังนี้

2.1 การใช้กลุ่มสัตว์ที่มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำหรือการใช้ดัชนี EPT

การใช้กลุ่มสัตว์ที่มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำหรือการใช้ดัชนี EPT ได้แก่ กลุ่มสัตว์ในสกุล Ephemeroptera, Plecoptera และ Trichoptera สามารถใช้ทำนายระดับมลพิษ

2.2 Surveying maro-invertebrate variety

โดยเปรียบเทียบสถานีที่ได้รับมลพิษกับสถานีที่ไม่ได้รับมลพิษเป็นการเปรียบเทียบความหลากหลายชนิด (variety) และความชุกชุม (abundance) ของสัตว์ในสถานีที่ทำการประเมิน เปรียบเทียบกับสถานีที่ไม่ได้รับมลพิษ

2.3 Biotic Indices Score

เป็นวิธีการใช้ระบบค่าคะแนนซึ่งมีหลายระบบ ระบบที่นิยมใช้ ได้แก่ The Trent Biotic Index (TBI) ซึ่งมีการให้ค่าคะแนนตามปริมาณการใช้ออกซิเจนของกลุ่มสัตว์ โดยแบ่งกลุ่มสัตว์ออกเป็น 6 กลุ่มใหญ่ ๆ ค่าคะแนนที่ได้มีตั้งแต่ 0 (แหล่งน้ำสกปรกมากไม่มีสิ่งมีชีวิตอยู่เลย) จนถึง 10 (แหล่งน้ำสะอาดไม่มีการปนเปื้อนของมลพิษ) เนื่องจากระบบ TBI ยังไม่สมบูรณ์นักจึงได้ปรับปรุงระบบ Chandler Biotic Score (CBS) โดยการรวบรวมเอาสัตว์ในท้องถิ่นรวมเข้าเป็นกลุ่มประเมินผลด้วย จึงต้องมีความชำนาญในเรื่องของอนุกรมวิธาน ผลรวมของคะแนนในแต่ละแหล่งบอกให้ทราบถึงสภาพของแหล่งตัวอย่างนั้น ๆ ค่าคะแนนมีตั้งแต่ 0 ถึง มากกว่า 3,000 ค่าคะแนนน้อยบอกให้ทราบว่ามีการปนเปื้อนของมลพิษมาก ค่าคะแนนสูงบอกให้ทราบว่าแหล่งน้ำนั้นสะอาด ในประเทศอังกฤษ นักนิเวศวิทยาได้พัฒนาระบบ Biological Monitoring Working Party (BMWP) Score ซึ่งมีหลักการคล้าย

CBS คือ ให้ค่าคะแนนตามความทนต่อมลพิษของสัตว์ในระดับวงศ์ สัตว์กลุ่มใดทนมลพิษได้มาก ค่าคะแนนจะน้อย แต่หากกลุ่มใดทนได้น้อยค่าคะแนนก็มาก

2.4 Tolerance-ranking

เป็นการดูปริมาณสัตว์หน้าดินในกลุ่มที่มีความทนทานต่อมลพิษมีพื้นฐานมาจากสิ่งมีชีวิตทุกชนิด มีช่วงสภาพทางกายภาพและเคมีที่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ สิ่งมีชีวิตบางชนิดสามารถดำรงชีวิตอยู่ในช่วงกว้าง ก็จะเป็นกลุ่มที่ทนต่อมลพิษ ระดับความทนทานต่อมลพิษกำหนดไว้ 5 ระดับ ตั้งแต่มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงมลพิษมากจนถึงทนต่อการเปลี่ยนแปลงมลพิษ

นอกจากนี้มีการใช้สัตว์หน้าดินเป็นดัชนีบ่งชี้ถึงคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำต่างๆ โดย ธีระ (2522) ได้ศึกษาสัตว์หน้าดินในอ่าวศรีราชา จังหวัดชลบุรี พบว่าสัตว์หน้าดินเป็นดัชนีบ่งถึงคุณสมบัติน้ำที่ปล่อยออกจากโรงงานแป้งมันสำปะหลังได้และพบว่าหนอนริ้นน้ำจืดแดง (*Chironomus* sp.) สามารถใช้เป็นดัชนีทางชีววิทยาที่บ่งบอกคุณสมบัติบางประการของน้ำจืด ส่วนแม่เพรียงและไส้เดือนทะเล (polychaetes) ใช้เป็นดัชนีทางชีวภาพที่บ่งชี้คุณสมบัติของน้ำบริเวณชายฝั่งได้ สำหรับแหล่งน้ำจืด นฤมล (2542) ได้จำแนกสัตว์หน้าดินออกเป็น 4 กลุ่ม เพื่อใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ถึงคุณภาพน้ำ กลุ่มที่ 1 ได้แก่ ตัวอ่อนแมลงเกาะหินและตัวอ่อนแมลงชีปะขาวบ่งชี้ถึงคุณภาพน้ำดีมาก กลุ่มที่ 2 ได้แก่ ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำมีปลอกและตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำไม่มีปลอกบ่งชี้ถึงคุณภาพน้ำดี กลุ่มที่ 3 ได้แก่ ตัวอ่อนแมลงปอ กุ้งและปู บ่งชี้ถึงคุณภาพน้ำพอใช้ กลุ่มที่ 4 ได้แก่ หนอนแดงและไส้เดือนน้ำจืด บ่งชี้ถึงคุณภาพน้ำเลว และหากไม่มีสัตว์เลยบ่งชี้ถึงคุณภาพน้ำไม่ดี

ปัจจัยที่มีผลต่อจำนวนสัตว์ขนาดเล็ก

ชนิดและปริมาณของสัตว์ขนาดเล็ก มีความแตกต่างกันตามปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้

1. กระแสน้ำและสภาพพื้นท้องน้ำ

สภาพพื้นท้องน้ำมีความสัมพันธ์กับกระแสน้ำซึ่งมีอิทธิพลในการกำหนดชนิดของสัตว์หน้าดิน โดยทั่วไปแหล่งน้ำจืดแบ่งออกตามลักษณะทางนิเวศวิทยาและการไหลของน้ำได้ 2 แบบ คือ แหล่งน้ำนิ่งและแหล่งน้ำไหล สำหรับแหล่งน้ำนิ่ง ประกอบด้วย สระ บึง หนอง อ่างเก็บน้ำ ทะเลสาบ ส่วนแหล่งน้ำไหล ประกอบด้วยลำธาร ลำคลอง แม่น้ำ สภาพพื้นท้องน้ำในแหล่งน้ำนิ่งเป็นดินโคลน โคลนปนทราย มีตะกอนอินทรีย์วัตถุต่าง ๆ สัตว์หน้าดินที่พบในเขตน้ำนิ่ง ได้แก่ หอยสองฝา ไส้เดือนน้ำ ตัวอ่อนริ้นน้ำจืด หนอนด้วกลม ในแหล่งน้ำไหลมีสัตว์หน้าดินซึ่งมีการปรับตัวพิเศษเพื่อ

การอยู่รอด ในแหล่งน้ำไหลเอื่อย ๆ พบหอยสองฝา รวมทั้งตัวอ่อนแมลงปอและชีปะขาวที่ขุดรูอยู่ ส่วนเขตน้ำไหลแรงสัตว์หน้าดินปรับตัวโดยการเกาะติดแน่นกับผิวที่อยู่อาศัย เช่น ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำสร้างปลอกเชื่อมติดกับหิน ตัวอ่อนของริ้นดำมีโครงสร้างพิเศษใช้ดูดเกาะกับวัสดุ หอยมีสารเมือกเหนียวใช้ยึดเกาะ ตัวอ่อนชีปะขาวและตัวอ่อนแมลงเกาะหินมีลำตัวแบนราบกว่าพวกที่อยู่ในแหล่งน้ำนิ่ง (สมสุข, 2524) ในหน้าดินตื้นที่กระแสน้ำไหลช้า ๆ สารอินทรีย์และอนินทรีย์จากแหล่งน้ำต่าง ๆ จะไหลเข้ามาจนกระทั่งเข้าเขตน้ำนิ่งและตกตะกอน ทำให้แหล่งน้ำมีปริมาณสารอินทรีย์เพิ่มมากขึ้นพบตัวอ่อนริ้นน้ำจืดแดง (Chironomid larvae) และไส้เดือนน้ำทูบิฟิซิด (tubificid worm) เป็นชนิดเด่น (Barnes and Mann, 1991) ถ้าสภาพของแหล่งน้ำไหลเปลี่ยนเป็นแหล่งน้ำนิ่ง สารอินทรีย์จะเพิ่มขึ้นตัวอ่อนของแมลงเกาะหินจะหายไป ประชากรของตัวอ่อนริ้นน้ำจืดแดง ตัวอ่อนชีปะขาว หนอนค้วงน้ำ และแมลงหนอนปลอกน้ำที่ไม่มีปลอกจะเพิ่มขึ้น

2. อุณหภูมิของน้ำ

อุณหภูมิของน้ำ เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและกระบวนการทางชีววิทยาของสิ่งมีชีวิต อุณหภูมิมีความสัมพันธ์กับความเข้มของแสง อุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล ทำให้ปริมาณของสัตว์หน้าดินเปลี่ยนไป จากการศึกษาของจันทิมา (2545) พบว่าปริมาณสัตว์หน้าดินมีแนวโน้มที่มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิน้ำ

3. ความเข้มแสง

แสงมีความสำคัญต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชและสาหร่ายในแหล่งน้ำ ซึ่งเป็นผลผลิตเบื้องต้นของแหล่งน้ำ ความเข้มของแสงมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิเป็นการยากที่จะบอกว่าปัจจัยใดที่มีผลต่อสัตว์หน้าดินโดยตรง จึงกล่าวได้ว่าทั้งสองปัจจัยมีอิทธิพลร่วมกัน แต่ก็มีแมลงน้ำบางชนิด เช่น ตัวอ่อนแมลงปอ (*Argia vivida*) จะมีปฏิกิริยากับแสงมากกว่าอุณหภูมิ (Pritchird, 1991)

4. ความขุ่นของน้ำ

ความขุ่นของน้ำเกิดจากสารแขวนลอยในน้ำ ได้แก่ ตะกอนอินทรีย์สาร แพลงก์ตอนและสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก ความขุ่นทำให้แสงไม่สามารถส่องผ่านลงในน้ำได้ลึก จึงลดปฏิกิริยาการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชทำให้อาหารธรรมชาติของสัตว์หน้าดินลดลง เมื่อการตกตะกอนทำให้สภาพพื้นท้องน้ำเปลี่ยนไป มีผลกระทบต่อชนิดและปริมาณสัตว์หน้าดิน (กัณฑรีย์, 2531)

5. ปริมาณอินทรีย์สารในดิน

ในพื้นท้องน้ำที่มีลักษณะเป็นโคลนจะมีสัตว์หน้าดินชุกชุมมากกว่าพื้นที่เป็นทราย (ทิพย์นันท์, 2542) พงศ์เชฎฐ์ (2537) รายงานว่าปริมาณอินทรีย์สารในดินมีแนวโน้มว่ามีผลต่อจำนวนสัตว์หน้าดิน บ่อที่มีปริมาณอินทรีย์สารสูงจะมีจำนวนสัตว์หน้าดินสูง ส่วนบ่อที่มีปริมาณอินทรีย์สารต่ำจำนวนสัตว์หน้าดินก็ลดลงเช่นเดียวกับการศึกษาชนิด ปริมาณและการแพร่กระจายของสัตว์หน้าดินบริเวณป่าชายเลน จังหวัดจันทบุรี โดย ปิยนันท์ (2524) ซึ่งพบว่าบริเวณที่มีตะกอนของอินทรียวัตถุในดินมาก ซึ่งมีแร่ธาตุอาหารอุดมสมบูรณ์จะพบจำนวนสัตว์หน้าดินมากกว่าบริเวณที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินน้อย Williams and Feltmate (1992) พบว่าในทะเลสาบน้ำตื้นที่ขุ่น มีธาตุอาหารอุดมสมบูรณ์ (eutrophic lake) จะพบตัวอ่อนริ้นน้ำจืดแดงในวงศ์ Chironomidae (*Chironomus* sp.) ส่วนในแหล่งน้ำที่ขาดแคลนธาตุอาหาร (oilgotrophic) จะพบหนอนแมลงสองปีก วงศ์ Tanypodinae (*Tanytarsus* sp.) อยู่เสมอ

6. ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ

ในแหล่งน้ำมีมากน้อยขึ้นกับอุณหภูมิของแหล่งน้ำ แร่ธาตุที่ละลายในน้ำ ความดันบรรยากาศ ลักษณะกระแสน้ำ อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชน้ำ ตลอดจนการหายใจและการย่อยสลายสารอินทรีย์ของสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในแหล่งน้ำ (กัณฑรีย์, 2531) ศุภชัย (2538) พบว่าความหนาแน่นของสัตว์หน้าดินแต่ละจุดสำรวจในแม่น้ำท่าจีนเปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ Dermolt *et al.* (1977) รายงานว่า *Chironomus anthrcainus* ในทะเลสาบ Memphremagog ประเทศแคนาดา มีการเติบโตลดลงเมื่อปริมาณออกซิเจนในบริเวณพื้นท้องน้ำลดลง

7. ปริมาณธาตุอาหาร

ปริมาณธาตุอาหารที่ละลายในน้ำที่สำคัญ ได้แก่ ไนเตรต (NO_3) และฟอสเฟต (PO_4) โดยไนเตรตเป็นสารประกอบไนโตรเจนที่สำคัญอย่างหนึ่งในแหล่งน้ำ ซึ่งพืชสามารถนำไปใช้ในการสร้างโปรตีน ไนเตรตเกิดจากของเสียไนโตรเจนที่สิ่งมีชีวิตปล่อยออกมาและเมื่อสิ่งมีชีวิตตายลงและเน่าเปื่อยจะมีสารแอมโมเนียเกิดขึ้น ในสภาพที่มีออกซิเจนจุลินทรีย์ออกซิไดซ์สารแอมโมเนียไปเป็นไนไตรต์และไนเตรต นอกจากไนเตรตเกิดจากการย่อยสลายของสิ่งมีชีวิตแล้วยังมาจากปุ๋ยที่ใช้เพื่อการเกษตรและน้ำเสีย ส่วนฟอสเฟตเป็นสารประกอบอนินทรีย์รูปแบบหนึ่งของฟอสฟอรัสซึ่งพบในปริมาณน้อย เนื่องจากถูกดูดซับโดยแพลงก์ตอนพืช แบคทีเรีย และตะกอนดิน (มั่นสิน และ ไพพรรณ, 2536) ไนเตรตและฟอสเฟตเป็นธาตุอาหารที่มีความสำคัญต่อการเติบโตของพืชน้ำและแพลงก์ตอนพืช ทำให้เกิดความอุดมสมบูรณ์ของอาหารธรรมชาติในแหล่งน้ำ (ยนต์, 2530) จากการศึกษาของ สุวลี

(2539) พบว่าตัวอ่อนริ้นน้ำจืดแดง ในวงศ์ Chironomidae (*Chironomus* sp.) และไส้เดือนน้ำ ในวงศ์ Naididae (*Dero* sp.) มีความสัมพันธ์กับฟอสเฟตอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

วัสดุยึดเกาะ

บัญชา (2551) รายงานว่า การเลี้ยงกุ้งฝอยในบ่อดินที่มีและไม่มีวัสดุยึดเกาะกำบัง ไม่มีความแตกต่างกันในแต่ละทรีทเมนต์ เนื่องจากในการทดลองอาจใส่วัสดุยึดเกาะน้อยเกินไป จึงมีผลการทดลองไม่แตกต่างกันอย่างชัดเจน ผลผลิตกุ้งฝอยในบ่อที่มีวัสดุยึดเกาะกำบังชนิดต่างๆไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ แต่ผลผลิตกุ้งฝอยในบ่อที่มีตาข่ายพรางแสงมีแนวโน้มสูงกว่าในบ่อที่มีวัสดุยึดเกาะกำบังอื่นๆ จงกล และคณะ (2547) ได้ศึกษาการเพิ่มผลผลิตกุ้งก้ามกรามในบ่อดินโดยเลี้ยงร่วมกับวัสดุเทียมเพื่อเพิ่มพื้นที่ปลอดภัยขณะกุ้งลอกคราบ พบว่า กุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงร่วมกับวัสดุเทียมที่เป็นท่อ PVC และกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงร่วมกับวัสดุเทียมที่เป็นไม้ไผ่ มีผลผลิตกุ้งก้ามกราม และประสิทธิภาพการใช้โปรตีนมากกว่ากุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงร่วมกับวัสดุเทียมที่เป็นซีเมนต์ และเลี้ยงกุ้งก้ามกรามอย่างเดียวไม่มีวัสดุเทียม ตามลำดับ แต่อัตราการรอด อัตราการแลกเนื้อ และศักยภาพทางเศรษฐศาสตร์ในการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามร่วมกับวัสดุเทียมที่เป็นท่อ PVC ได้ผลตอบแทนดีกว่ากุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงร่วมกับวัสดุเทียมที่เป็นไม้ไผ่ กุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงร่วมกับวัสดุเทียมที่เป็นซีเมนต์ และเลี้ยงกุ้งก้ามกรามอย่างเดียวไม่มีวัสดุเทียม ตามลำดับ วรศิริ และคณะ (2549) ได้ศึกษาเทคนิคการขุนกุ้งก้ามกรามเพศผู้โดยสร้างที่หลบซ่อนต่างกัน พบว่า ชุดการทดลองที่ใช้วัสดุกระเบื้องเป็นที่หลบซ่อนมีการเจริญเติบโตทางด้านน้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ยดีที่สุด คือ มีค่าเท่ากับ 7.36±0.12 กรัม รองลงมาคือ ใช้วัสดุท่อพีวีซี มีค่าเท่ากับ 6.35±0.55 กรัม และใช้วัสดุอิฐบล็อก มีค่าเท่ากับ 6.29±0.51 กรัม ส่วนชุดการทดลองที่ 1 ไม่สามารถเก็บข้อมูลได้ เมื่อนำไปวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า การเจริญเติบโตทางด้านน้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ส่วนความยาวเพิ่มขึ้นเฉลี่ยมากที่สุด คือ ใช้ท่อพีวีซีเป็นที่หลบซ่อน มีค่าเท่ากับ 2.82±0.10 เซนติเมตร รองลงมา คือ ใช้วัสดุกระเบื้องและวัสดุอิฐบล็อกเป็นที่หลบซ่อนซึ่งมีความยาวเพิ่มขึ้นเฉลี่ยเท่ากัน คือ 2.46±0.48 และ 2.46±0.07 เซนติเมตร เมื่อนำไปวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกัน ส่วนเปอร์เซ็นต์อัตราการรอดตายเฉลี่ยมากที่สุด คือ ใช้วัสดุกระเบื้องเป็นที่หลบซ่อน มีค่าเท่ากับ 87.5 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ใช้วัสดุอิฐบล็อก มีค่าเท่ากับ 78 เปอร์เซ็นต์ วัสดุท่อพีวีซีเป็นที่หลบซ่อน มีค่าเท่ากับ 77.5 เปอร์เซ็นต์ และใช้วัสดุขอนไม้ กิ่งไม้ เป็นที่หลบซ่อน 10 เปอร์เซ็นต์ ตายก่อนสิ้นสุดการทดลอง ตามลำดับ สุพัตร์ และนิพนธ์ (2547) ได้ศึกษาการอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามระยะ postlarva โดยใช้พื้นที่วัสดุหลบซ่อนขนาดต่างกันคือ ไม่ใช้วัสดุหลบซ่อน และใช้พื้นที่วัสดุหลบซ่อน 2, 4, 6, 8 และ 10 ตารางเมตร พบว่าลูกกุ้งก้ามกรามที่อนุบาลโดยใช้พื้นที่วัสดุหลบซ่อน

ต่างกันมีความยาวตัวเฉลี่ย น้ำหนักตัวเฉลี่ย น้ำหนักเพิ่มต่อวันเฉลี่ย และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) มีอัตรารอดตายเท่ากับ 51.89±12.96, 62.51±14.47, 72.01±5.76, 72.83±6.27, 64.97±3.91 และ 59.15±9.96 เปอร์เซ็นต์ พบว่าลูกกุ้งก้ามกรามที่อนุบาลโดยใช้พื้นที่วัสดุหลบซ่อน 4 และ 6 ตารางเมตร มีอัตรารอดตายสูงกว่าลูกกุ้งก้ามกรามที่อนุบาลโดยไม่ใช้วัสดุหลบซ่อนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เดชาและนงนุช (2547) พบว่า การอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามด้วยความหนาแน่นสูงในบ่อซีเมนต์แต่ละบ่อมีวัสดุหลบซ่อน ขนาด 1.0×2.0 เมตร มีอัตรารอดตาย 37.90-56.10 เปอร์เซ็นต์ และ Cohen *et al.* (1983) กล่าวว่า วัสดุหลบซ่อนไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของลูกกุ้งก้ามกราม และกล่าวว่าวัสดุหลบซ่อนช่วยทำให้ลูกกุ้งก้ามกรามมีการรบกวนและกินกันน้อยลง ทำให้มีอัตรารอดตายมากขึ้น สอดคล้องกับ Sandifer and Smith (1977) ซึ่งพบว่าการใช้วัสดุหลบซ่อนในบ่ออนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามสามารถช่วยให้ลูกกุ้งก้ามกรามมีอัตรารอดตายมากขึ้น ทั้งนี้อยู่ที่รูปแบบและวัสดุที่ใช้ทำวัสดุหลบซ่อน และ Raanna *et al.* (1984), Mulla and Rouse (1985) และ Smith and Sandifer (1975) กล่าวว่า วัสดุหลบซ่อนสามารถลดการกินกันเองของลูกกุ้งก้ามกรามได้โดยเฉพาะระหว่างการลอกคราบและหลังการลอกคราบและทำให้กุ้งก้ามกรามมีอัตรารอดตายเพิ่มขึ้น

ชีววิทยาของกุ้งฝอย

กุ้งฝอยมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Macrobrachium lanchesteri* มีชื่อสามัญคือ Riceland Prawn จัดจำแนกทางอนุกรมวิธานได้ดังนี้ (De Man, 1911)

Phylum Arthopoda

Class Crustacea

Subclass Malacostraca

Order Decapoda

Suborder Natanita

Family Palaemonidae

Genus *Macrobrachium*

Species *Macrobrachium lanchesteri*

ลักษณะทั่วไป

เป็นกุ้งน้ำจืดขนาดเล็ก มีลักษณะเด่นที่แตกต่างจากลูกกุ้งก้ามกราม หรือกุ้งฝอยชนิดอื่น คือ เปลือกคลุมหัวประกอบด้วยกรีด้านบนมีฟันหยัก 4–7 ซี่ และกรีด้านล่างมีฟันหยัก 1-2 ซี่ เปลือกคลุมหัวบางและเรียบ มีหนามแหลมเห็นชัด 2 อัน อยู่บริเวณด้านข้างส่วนหน้าของเปลือกคลุมหัว ลำตัวใสแบ่งเป็นปล้องมีทั้งหมด 6 ปล้อง มีขนาดความยาวของลำตัว 15.68-56.12 มิลลิเมตร มีขาเดิน 5 คู่ คู่ที่ 1 และคู่ที่ 2 ข้อสุดท้ายเปลี่ยนเป็นก้ามหนีบ ก้ามหนีบคู่ที่ 2 มีขนาดใหญ่และยาวกว่าก้ามหนีบคู่ที่ 1 โดยขาเดินแต่ละขาจะประกอบด้วยปล้องข้อจำนวน 7 ข้อ ปลายขาเดินคู่ที่ 3, 4 และ 5 เรียวแหลม และมีความยาวใกล้เคียงกัน ส่วนขาว่ายน้ำมี 5 คู่ อยู่ด้านล่างของลำตัวปล้องละ 1 คู่ โดยขาว่ายน้ำแต่ละข้างแยกออกเป็น 2 แผ่น อยู่ติดกัน (นภาพร และสุริยา, 2540ก)

การจำแนกเพศ

กุ้งฝอยเพศเมียจะมีอวัยวะสืบพันธุ์ (gonad) มีลักษณะเป็นสีเขียวเห็นได้ชัดจึงเห็นส่วนหัวของเพศเมียมีสีเขียวจัดในขณะที่กุ้งฝอยเพศผู้ส่วนหัวมีสีขุ่นค่อนข้างเหลืองเล็กน้อย ลักษณะอีกประการหนึ่งของความแตกต่างระหว่างเพศของกุ้งฝอยเพศผู้และเพศเมีย คือ ขาว่ายน้ำคู่ที่ 2 ของเพศผู้ตรงบริเวณขาว่ายน้ำด้านในปรากฏมีติ่งขึ้นออกมา 2 อัน คือ appendix interna และ appendix masculine ซึ่งในเพศเมียจะไม่พบ appendix masculine สำหรับขนาดลำตัวนั้น กุ้งฝอยเพศเมียจะมีลักษณะตัวโตและรูปร่างค่อนข่างอ้วน ส่วนกุ้งฝอยเพศผู้ลักษณะลำตัวจะเล็กและรูปร่างค่อนข้างเพรียว และอัตราส่วน

เพศของกุ้งฝอยเพศเมียมีมากกว่ากุ้งฝอยเพศผู้ โดยมีอัตราส่วนเพศเท่ากับ 1.31:1 (นภาพร และสุริยา, 2540ข)

การแพร่กระจาย

กุ้งฝอยชอบอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำที่มีน้ำไหลเอื่อยๆ ความลึกไม่เกิน 1 เมตร มักซ่อนตามก้อนหินและระหว่างพรรณไม้น้ำ ชอบอยู่ในน้ำนิ่ง มีปริมาณออกซิเจนระหว่าง 4.5 - 5.8 มิลลิกรัมต่อลิตร และจะพบในน้ำขุ่นมากกว่าในน้ำใส สาเหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องจากบริเวณใดที่มีน้ำใส อาหารธรรมชาติจะมีน้อย บริเวณที่พบพบว่ามีความขุ่นของน้ำอยู่ระหว่าง 180-250 FTU และปริมาณออกซิเจนละลายน้ำวัดได้ 4.5 -5.8 มิลลิเมตร เวลา 9.00 -10.00น.ซึ่งเพียงพอต่อการดำรงชีวิตของกุ้งฝอย (กรมประมง, 2540) และวิทย์ (2504) รายงานว่ากุ้งฝอยอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำจืดทั่ว ๆ ไปทุกภาคของประเทศไทย เช่น จังหวัดนครศรีธรรมราช สงขลา พระนครธนบุรี สกลนคร พิจิตร และนครสวรรค์ ตามแม่น้ำ ลำคลอง หนองบึง บ่อ คู อ่าว ลำธารเล็ก ๆ และทะเลสาบที่มีน้ำนิ่งไหลเอื่อย ๆ กุ้งฝอยเหล่านี้จะซ่อนตัวตามก้อนหินหรือท่อนไม้ตามรูและระหว่างพันธุ์ไม้น้ำต่าง ๆ ในแหล่งน้ำ ตามปกติแล้วจะพบกุ้งฝอยชอบอาศัยอยู่ในน้ำที่ลึกไม่เกิน 1 เมตร ในบริเวณที่มีพวกอินทรีย์สารทับถมกันมาก ๆ

อาหารและนิสัยการกินอาหาร

กุ้งฝอยมีนิสัยกินพวกเน่าเปื่อยเป็นอาหาร ชอบหากินตามหน้าดิน จากรายงานของนภาพรและสุริยา (2540ข) พบว่า ในกระเพาะอาหารกุ้งฝอยประกอบด้วยไดอะตอมสกุล *Navicula* และ *Diatoma* จำนวน 53.5 เปอร์เซ็นต์ สาหร่ายกลุ่มยูกลีนอยด์ (Euglenoid) สกุล *Phacus* และ *Euglena* จำนวน 19.1 เปอร์เซนต์ ตัวอ่อนแมลงสกุล *Chironomus* จำนวน 9.7 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้สุชิน (2516) พบว่า กุ้งฝอยวัยอ่อนมีนิสัยการกินอาหารแบบกินอาหารไม่เลือก และชอบอยู่บริเวณที่มีพรรณไม้น้ำเป็นที่กำบังเพื่อหลบซ่อนตัวเวลาลอกคราบ

การลอกคราบและการเจริญเติบโต

กุ้งเป็นสัตว์ที่มีเปลือกแข็งเป็นโครงค้ำจุนภายนอก (exoskeleton) การเจริญเติบโตจึงขึ้นอยู่กับการลอกคราบ กุ้งต้องดูดน้ำเข้าตัวเป็นจำนวนมากในขณะที่เปลือกใหม่ยังนิ่มอยู่ เพื่อเป็นการเพิ่มปริมาณของของเหลวในร่างกาย ทำให้ผิวเปลือก คิวติเคิล (cuticle) ยืดตัวออก เป็นการเพิ่มขนาดตัวกุ้ง หลังจากนั้นจึงสร้างเนื้อเยื่อขึ้นมา แล้วเปลือกใหม่ก็จะแข็งเป็นปกติ ลูกกุ้งจะลอกคราบครั้งแรกเมื่ออายุได้ 2 วัน อัตราการเจริญเติบโตจะขึ้นอยู่กับความถี่ในการลอกคราบ ความถี่ของการลอกคราบขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง คือ ขนาดของกุ้ง เมื่อกุ้งมีขนาดโตขึ้นความถี่ในการลอกคราบจะลดลง คุณสมบัติ

ของน้ำ ชนิดของอาหารที่ใช้เลี้ยง รวมทั้งปัจจัยภายนอกอื่น ๆ เช่น แสง อุณหภูมิ และความเค็ม ซึ่งพบว่าสภาพแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการลอกคราบมากที่สุดคือ อุณหภูมิ การเพิ่มอุณหภูมิของน้ำในช่วงที่กุ้งสามารถอยู่ได้โดยปกติจะทำให้กุ้งลอกคราบบ่อยขึ้น การลอกคราบของกุ้งเกิดขึ้นโดยการกระตุ้นจากสิ่งแวดล้อมภายนอก และถูกควบคุมด้วยฮอร์โมน 2 ตัว คือ ฮอร์โมนยับยั้งการลอกคราบ (Molting Inhibiting Hormone: MIH) และฮอร์โมนลอกคราบ (Molting Hormone) ฮอร์โมนยับยั้งการลอกคราบจะถูกกระตุ้นโดยแสง (Nordmann and Morris, 1980)

การเลี้ยงกุ้งฝอย

การเลี้ยงกุ้งฝอยในบ่อดิน

สำเนาว์ (2546) กล่าวว่าควรเป็นบ่อดินขนาด 1 งาน หรือประมาณ 0.5 ไร่ ถ้าขนาดใหญ่เกินไปจะทำให้ดูแลไม่ทั่วถึง ความลึกของบ่อประมาณ 1.5 เมตร เติมน้ำสูงประมาณ 1.0 เมตร บริเวณบ่อต้องโล่งเตียนป้องกันกบ เขียด งู หรือพวกปลาช่อน ปลาดุก ซึ่งพวกนี้จัดเป็นศัตรูของกุ้งฝอยที่สำคัญ โดยการล้อมรอบด้วยไนล่อนสีเขียวตาถี่ป้องกันสัตว์อื่นๆ ด้วย หว่านปุ๋ยคอกจำนวน 150-200 กิโลกรัม หว่านรำละเอียด 30 กิโลกรัม แล้วใส่น้ำสูง 30-50 เซนติเมตร โดยการนำน้ำเข้าบ่อนั้นต้องมีการกรองน้ำอย่างดี โดยใช้ผ้าโอล่อนแก้ว และตาข่ายสีฟ้าเพื่อกรองพวกไข่ปลาหรือลูกปลาต่างๆ ติดเข้ามาในบ่อเลี้ยงกุ้ง โดยเฉพาะไข่ปลานิลเมื่อติดเข้ามาในบ่อแล้วจะมาแพร่ลูกในบ่ออีกทำให้การเลี้ยงกุ้งฝอยอาจได้ผลผลิตไม่ดี และใส่สารกำจัดศัตรูกุ้งฝอย เช่น กากชา หางไหล เพื่อกำจัดศัตรูต่างๆ ทิ้งไว้ 3-5 วัน จะเกิดไรแดงและโรติเฟอร์จำนวนมาก สีน้ำจะเริ่มเขียวให้นำพ่อแม่พันธุ์กุ้งฝอยใส่ลงไปจำนวน 4-5 กิโลกรัม บัญชา (2551) พบว่าการเลี้ยงกุ้งฝอยในการเลี้ยงกุ้งฝอยควรใส่ปุ๋ยคอก 60-120 กิโลกรัมต่อไร่ต่อสัปดาห์ เพื่อเพิ่มความเข้มของสีน้ำและใส่วัสดุยึดเกาะกำบังซึ่งจะช่วยยึดเกาะและพรางตัวโดยเฉพาะขณะการลอกคราบจะสามารถช่วยให้อัตรารอดของกุ้งสูงขึ้น เนื่องจากกุ้งฝอยชอบอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำที่มีน้ำไหลเอื่อยๆ ความลึกไม่เกิน 1 เมตร มักซ่อนตามก้อนหินและระหว่างพรรณไม้น้ำ ชอบอยู่ในน้ำนิ่ง มีปริมาณออกซิเจนระหว่าง 4.5-5.8 มิลลิกรัมต่อลิตร และจะพบในน้ำขุ่นมากกว่าในน้ำใส สาเหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องจากบริเวณใดที่มีน้ำใสอาหารธรรมชาติจะมีน้อย บริเวณที่พบพบว่ามีความขุ่นของน้ำอยู่ระหว่าง 180-250 FTU และปริมาณออกซิเจนละลายน้ำวัดได้ 4.5-5.8 มิลลิเมตร ซึ่งเพียงพอต่อการดำรงชีวิตของกุ้งฝอย (สุชิน, 2516) วิเชียร (2523) รายงานว่า ค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำหนักเพิ่มต่อหน่วยต่อวันของกุ้งฝอยที่เลี้ยงในระดับความหนาแน่นของอัตราปล่อย 10 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าสูงและแตกต่างกว่าที่ความหนาแน่นของอัตราปล่อยที่ 30 และ 50 กรัม อย่างมีนัยสำคัญ และกุ้งฝอยที่เลี้ยงใน

น้ำขุ่นมีปริมาณการเพิ่มของผลผลิตจากการเจริญเติบโตและการขยายพันธุ์มากกว่าและแตกต่างจากกุ้งฝอยที่เลี้ยงในน้ำใสอย่างมีนัยสำคัญ แต่เมื่อศึกษาค่าเฉลี่ยของน้ำหนักเพิ่มสุทธิของกุ้งฝอยที่เลี้ยงในระดับความหนาแน่นของอัตราการปล่อย 50 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร สูงกว่าและแตกต่างกับที่ระดับความหนาแน่นของอัตราการปล่อย 10 และ 30 กรัมต่อลูกบาศก์เมตรอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้น ที่อัตราความหนาแน่นของกุ้งฝอยที่มากขึ้นจะมีต้นทุนการผลิตที่ต่ำลง สุริยา (2549) ศึกษาอัตราการปล่อยที่แตกต่างกันในการเพาะเลี้ยงกุ้งฝอยในบ่อดินขนาด 400 ตารางเมตร ที่ระดับน้ำลึก 80 เซนติเมตร อัตราการปล่อยต่างกัน 3 ระดับ คือ 5, 10, และ 20 กรัมต่อตารางเมตร หรือ 2, 4 และ 8 กิโลกรัมต่อบ่อ โดยให้อาหาร 10 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว วันละ 1 ครั้ง เป็นระยะเวลา 90 วัน ผลการศึกษาพบว่าน้ำหนักสุดท้าย น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อบ่อของชุดการทดลองที่อัตราการปล่อย 20 กรัมต่อตารางเมตร มีค่าสูงสุด ($p>0.05$) ขณะที่น้ำหนักสุดท้าย น้ำหนักเฉลี่ยต่อบ่อของชุดการทดลองที่อัตราการปล่อย 5 และ 10 กรัมต่อตารางเมตร มีค่าไม่แตกต่างกัน ($p<0.05$) ส่วนผลการศึกษาวิธีการเก็บเกี่ยวผลผลิตที่แตกต่างกันในบ่อดินขนาด 400 ตารางเมตร จำนวน 9 บ่อ ที่ระดับน้ำลึกประมาณ 80 เซนติเมตร ใช้อัตราการปล่อย 20 กรัมต่อตารางเมตร หรือ 8 กิโลกรัมต่อบ่อ ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตตามวิธีการต่าง ๆ 3 รูปแบบ คือ ชุดการทดลองที่ 1 คัดเอากุ้งฝอยที่ไม่มีไข่ออก 1 กิโลกรัม ทุก 3 วัน ชุดการทดลองที่ 2 คัดเอากุ้งฝอยออก 1 กิโลกรัม ทุก 3 วัน ชุดการทดลองที่ 3 เก็บผลผลิตหมดบ่อในครั้งเดียว พบว่าน้ำหนักสุดท้าย น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ย และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อบ่อของทุกชุดการทดลองไม่แตกต่างกัน และศุภวัฒน์ และคณะ (2532) ศึกษาการเลี้ยงกุ้งฝอยในบ่อดินแบบกึ่งพัฒนา โดยใช้บ่อดินขนาด 400 ตารางเมตร จำนวน 2 บ่อ จำนวน 2 ซ้ำ โดยการปล่อยกุ้งฝอยตัวผู้ผสมกับตัวเมียขนาดโตเต็มวัยลงเลี้ยงบ่อละ 1 และ 2 กิโลกรัม ระยะเวลาในการเลี้ยง 90 วัน โดยให้อาหารรำละเอียด และปลาป่นอัตราส่วน 5 ต่อ 1 ได้ผลผลิตกุ้งฝอย 9.4 กิโลกรัมต่อบ่อ หรือประมาณ 37.63 กิโลกรัมต่อไร่

การเลี้ยงกุ้งฝอยในบ่อซีเมนต์

นภาพร และสุริยา (2540ข) ได้ศึกษาและทดลองเกี่ยวกับผลของความหนาแน่นและความขุ่นของน้ำต่อการผลิตกุ้งฝอยในบ่อซีเมนต์ โดยในบ่อเลี้ยงกุ้งฝอยที่ใช้น้ำขุ่นมากจะมีปริมาณการกินอาหารและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อดีกว่ากุ้งฝอยที่เลี้ยงในบ่อที่ใช้น้ำขุ่นน้อยหรือในบ่อน้ำใส สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Atkin (1977) ที่พบว่าแสงสว่างจะมีผลทำให้ลูกกุ้งสกุล *Macrobrachium* ลดการเจริญเติบโต และมีการวิวัฒนาการของรูปร่างช้า เนื่องจากกุ้งจะเคลื่อนไหวเข้าหาแสงตลอดเวลา จึงทำให้กุ้งกินอาหารได้น้อยลง กระสินธุ์ (2546) ศึกษาความเป็นไปได้ในการเพาะเลี้ยงกุ้งฝอย โดยทดลองเลี้ยงกุ้งฝอยในบ่อซีเมนต์โดยใช้อาหารกุ้งสำเร็จรูป อาหารกุ้ง

สำเร็จรูปผสมโปรไบโอติคยี่ห้อลีโอไบโอติค และอาหารกุ้งสำเร็จรูปผสมโปรไบโอติคยี่ห้อนิวโปร พบว่า กุ้งสามารถเติบโตได้ในบ่อเลี้ยงโดยมีอัตราการเติบโตและของกุ้งที่เลี้ยงโดยอาหารสำเร็จรูปผสมโปรไบโอติคทั้งสองยี่ห้อดีกว่าอาหารชุดควบคุม ($p<0.05$) สำเนาว์ (2546)ได้ศึกษาการเลี้ยงกุ้งฝอยในบ่อซีเมนต์ พบว่า การเลี้ยงกุ้งฝอยในบ่อซีเมนต์ บ่อควรมีขนาด 4x6 เมตร ลึก 1 เมตร เติมน้ำสูง 0.70 เมตร นำปุ๋ยคอก 10 กิโลกรัม รำละเอียด 5 กิโลกรัม หมักไว้ในน้ำทิ้งไว้ 7 วัน แล้วเพิ่มน้ำสูง 50 เซนติเมตร อัตราการปล่อยพ่อแม่พันธุ์กุ้งประมาณ 15-20 ตัวต่อน้ำ 1 ลูกบาศก์เมตร (บ่อขนาดดังกล่าวปล่อยได้ประมาณ 240-300 ตัว) ให้อาหารประเภทปลาป่นและรำละเอียด อัตราส่วน 1: 3 อายุ 3- 4 เดือน สามารถจับขายได้ แต่จะได้ผลผลิตต่ำและได้รับผลตอบแทนน้อยอาจไม่คุ้มกับการลงทุน วิรัช (2549) ได้ศึกษาผลผลิตและอัตราการรอดตายของกุ้งฝอยที่ปล่อยพ่อแม่พันธุ์กุ้งในอัตราความหนาแน่นที่แตกต่างกัน ดำเนินการทดลองในบ่อซีเมนต์วงกลมที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 90 เซนติเมตร เป็นระยะเวลา 60 วัน ปล่อยแม่พันธุ์ในอัตรา 25, 50, 100 และ 200 ตัวต่อบ่อ อาหารที่ใช้เลี้ยงแม่พันธุ์คือ อาหารผง เมื่อไข่ฟักออกมาเป็นตัวอ่อนจนหมด จึงทำการแยกแม่กุ้งออกจากบ่อ และให้ลูกไรแดงเสริมแก่ลูกกุ้ง พบว่าเมื่อสิ้นสุดการทดลอง กุ้งฝอยมีน้ำหนักผลผลิตรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) คือ 63.74±2.29, 67.16±3.71, 27.44±2.19, และ 129.78±3.01 กรัม ตามลำดับ มีจำนวนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) คือ 336±12.10, 336±20.07, 107±8.50 และ 113±9.87 ตัว ตามลำดับ อัตราการรอดตายมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) คือ 10.85±0.39, 5.86±0.32, 0.86±0.07 และ 0.46±0.04 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และ Fujimura and Okamato (1970) กล่าวว่า ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของลูกกุ้งวัยรุ่นขึ้นอยู่กับปัจจัยดังต่อไปนี้คือ อัตราการปล่อย ปริมาณอาหารที่ให้ ปริมาณศัตรู อุณหภูมิของน้ำและปริมาณของร่มเงา และที่หลบซ่อน นอกจากนี้เขายังพบอีกด้วยว่า ลูกกุ้งวัยรุ่นขนาดเล็กขนาดเฉลี่ย 2.16 เซนติเมตร ปล่อยเลี้ยงในบ่อซีเมนต์ขนาด 2.42 X 15.24 X 0.35 เมตร ที่อยู่กลางแจ้ง ปล่อยในอัตราส่วนตั้งแต่ 3-30 ตัวต่อ 0.09 ตารางเมตร เมื่อเลี้ยงได้ 78 วัน ลูกกุ้งเจริญเติบโดความยาวเฉลี่ย 3.53 เซนติเมตร

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

การทดลองที่ 1 : การศึกษาชนิดและปริมาณสัตว์ขนาดเล็กที่เป็นอาหารธรรมชาติในบ่อดินที่ต่างกัน

1. การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design ; CRD) โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 ชุดการทดลอง ๆ ละ 3 ซ้ำ คือ ชุดการทดลองที่ 1 บ่อเลี้ยงปลานิลร่วมกับไก่เนื้อ ชุดการทดลองที่ 2 บ่อเลี้ยงปลานิลแบบพัฒนา และชุดการทดลองที่ 3 บ่อพักน้ำ ตามลำดับ

2. บ่อที่ใช้ในการทดลอง

บ่อที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ (ตาราง 1) ได้แก่ 1) บ่อเลี้ยงปลานิลร่วมกับไก่เนื้อ บ้านแม่แก็ด อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ขนาด 8,000 ตารางเมตร ลึก 1.5 เมตร 2) บ่อเลี้ยงปลานิลแบบพัฒนา ขนาด 3,200 ตารางเมตร ลึก 1.5 เมตร และ 3) บ่อพักน้ำ ขนาด 6,400 ตารางเมตร ลึก 3.0 เมตร ในคณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่

ตาราง 1 ข้อมูลเบื้องต้นของบ่อที่ใช้ในการทดลอง

	บ่อเลี้ยงปลานิลร่วมกับการเลี้ยงไก่เนื้อ	บ่อเลี้ยงปลานิลแบบพัฒนา	บ่อพักน้ำ
อัตราการใส่ปุ๋ยมูลไก่ (กิโลกรัม/ไร่/เดือน)	90	20	-
พื้นที่บ่อ (ตารางเมตร)	8,000	3,200	6,400
อัตราการปล่อย (ตัวต่อตารางเมตร)	3	3	-
จำนวนปลา (ตัว)	24,000	9,600	-

ภาพ 2 บ่อที่ใช้ในการทดลอง
หมายเหตุ (A) บ่อเลี้ยงปลานิลร่วมกับไก่เนื้อ (B) บ่อเลี้ยงปลานิลแบบพัฒนา และ (C) บ่อพักน้ำ

3. การเตรียมขวดและการแขวนขวดเก็บตัวอย่าง

ทำการเตรียมขวดพลาสติก ขนาด 5 ลิตร เจาะบริเวณด้านข้าง ขนาด 2×8 นิ้ว ทั้งสองด้าน จากนั้นทำการตัดตาข่ายพลาสติกที่มีตาขนาดเล็กตัดให้ได้ขนาดพอดีกับขวดพลาสติกแล้วเย็บตาข่ายพลาสติกด้วยเชือกไนล่อนรอบขวดพลาสติกทั้ง 4 ด้าน และด้านล่าง ส่วนด้านบนให้เย็บแนบติดกับปากขวด ส่วนภายในขวดพลาสติกใช้ตะข่ายพลาสติกเย็บเป็นรูปทรงกระบอกขนาดพอดีให้เข้ากับปากขวดพลาสติกได้ ส่วนภายในจะบรรจุด้วยฟองน้ำ จากนั้นปิดฝาขวดแล้วผูกด้วยเชือกไนล่อนพร้อมทำราวสำหรับแขวน จากนั้นนำขวดเก็บตัวอย่างที่ภายในบรรจุด้วยฟองน้ำไปแขวนไว้ โดยทำการแขวนบ่อละ 3 จุด โดยให้ขวดเก็บตัวอย่างจมน้ำให้เหลือเห็นเพียงฝาขวดประมาณ 3 นิ้ว

4. การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

ทำการเก็บน้ำตัวอย่างภายในบ่อ โดยกำหนดจุดเก็บน้ำตัวอย่างบ่อละ 3 จุด คือ บริเวณต้นบ่อ บริเวณทางน้ำเข้าตรงกลางบ่อ และท้ายบ่อบริเวณทางน้ำทิ้ง ทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำก่อนทำการทดลองและทุกๆ 15 วัน โดยทำการวิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำ ดังนี้

ตาราง 2 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

พารามิเตอร์	วิธีการวิเคราะห์	อ้างอิง
ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	pH meter (HI 9812)	APHA, 1995
ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (mg/l)	DO meter (YSI model 59)	APHA, 1995
แอมโมเนีย-ไนโตรเจน (mg/l)	Phenol method	APHA, 1995
ไนเตรต-ไนโตรเจน (mg/l)	Cadmium reduction method	APHA, 1995
ออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส (mg/l)	Stannous chloride method	APHA, 1995
คลอโรฟิลล์-เอ (µg/l)	Acetone 90%	APHA, 1995

5. การเก็บตัวอย่างสัตว์ขนาดเล็ก

ทำการเก็บตัวอย่างโดยการเปิดฝาขวดพลาสติกออก แล้วทำการดึงฟองน้ำออกมา หลังจากนั้นใช้กรรไกรสุ่มตัดฟองน้ำให้ได้ขนาด 1×1×1 ดารางเมตร ใส่ในขวดเก็บตัวอย่างขนาดเล็ก ความจุ 50 มิลลิลิตร ภายในบรรจุด้วยน้ำกลั่น จำนวน 30 มิลลิลิตร จากนั้นนำน้ำที่มีตัวอย่างฟองน้ำมาตรวจสอบชนิดและปริมาณสัตว์ขนาดเล็ก

6. การตรวจสอบชนิดและปริมาณสัตว์ขนาดเล็ก

ทำการตรวจสอบชนิดและปริมาณสัตว์ขนาดเล็กโดยวิธี Enumeration (ลัดดา และโสภณา, 2546) ดังนี้ ทำการเขย่าตัวอย่างน้ำที่มีตัวอย่างฟองน้ำ เพื่อให้สัตว์ขนาดเล็กกระจายตัวทั่วกัน (homogeneous condition) แล้วใช้ micropipette ดูดตัวอย่างน้ำมา จำนวน 30 ไมโครลิตร หยดตัวอย่างน้ำลงบน Eosinophil Counter slide (ภาพ 2) แล้วปิดด้วย cover glass จากนั้นทำการบันทึกภาพถ่ายสัตว์ขนาดเล็กภายใต้กล้องจุลทรรศน์ทันทีหลังจากเก็บตัวอย่างสัตว์ขนาดเล็ก (ตัวอย่างสด) และทำการนับจำนวนสัตว์ขนาดเล็กภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 40-100 เท่า โดยวิธี whole cell count และจดบันทึก

สูตรการคำนวณ :

พื้นที่ทั้งหมดของ Eosinophil Counter slide (mL^{-1}) = W×L×D

โดยที่ W = ความกว้างของ EC slide 2.5 มิลลิเมตร หรือ 0.25 เซนติเมตร

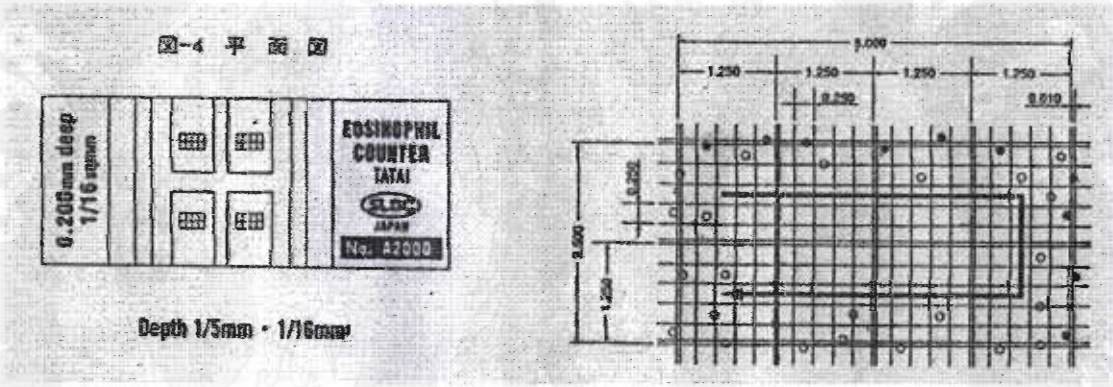
L = ความยาวของ EC slide 5.0 มิลลิเมตร หรือ 0.50 เซนติเมตร

D = ความลึกของ EC slide 0.2 มิลลิเมตร หรือ 0.02 เซนติเมตร

เซลล์สัตว์ขนาดเล็ก (cell mL^{-1}) = N×A

โดยที่ N = ค่าเฉลี่ยของจำนวนเซลล์ที่นับได้

A = พื้นที่ทั้งหมดของจำนวนช่องหรือตารางที่นับ



ภาพ 3 Counting slide (Eosinophil Counter slide)

ที่มา : ศิรประภา (2553)

7. การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากการวิจัยมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยใช้ ONE-WAY ANOVA เพื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบความแตกต่างของแต่ละชุดการทดลอง ด้วยวิธี Duncan Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS 11.5

การทดลองที่ 2 : การศึกษาผลของวัสดุยึดเกาะที่ต่างกันต่อชนิดและปริมาณของสัตว์ขนาดเล็ก

1. การวางแผนการทดลอง

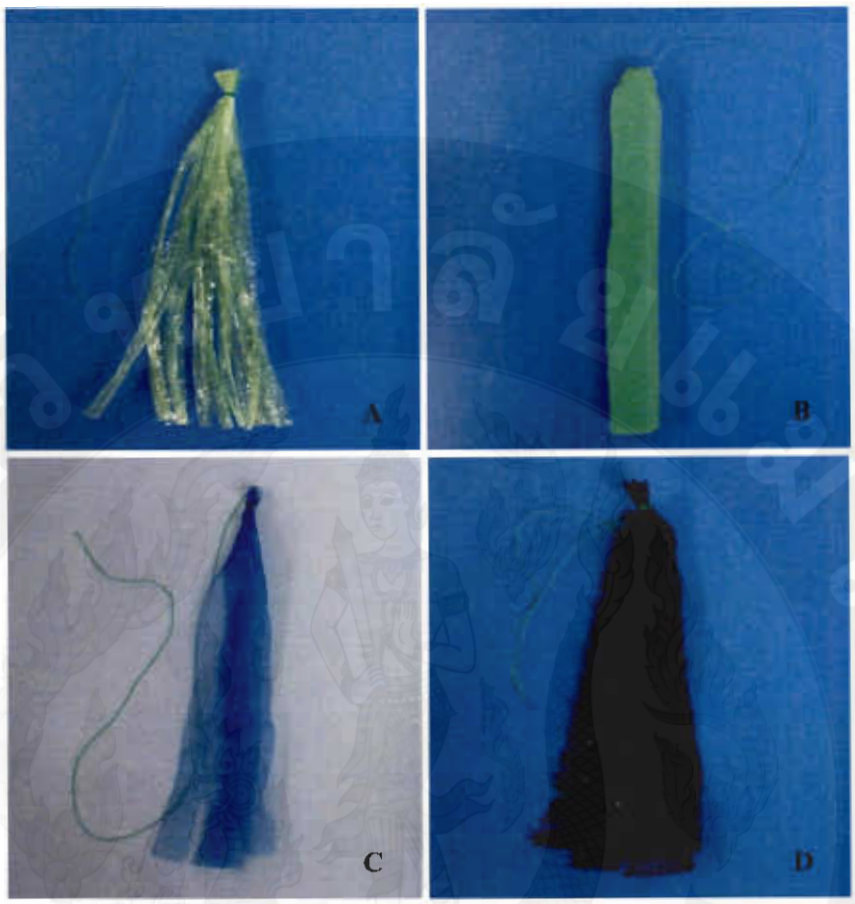
วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design ; CRD) โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 4 ชุดการทดลอง ๆ ละ 3 ซ้ำ คือ ชุดการทดลองที่ 1 วัสดุยึดเกาะเชือกฟาง ชุดการทดลองที่ 2 วัสดุยึดเกาะฟองน้ำ ชุดการทดลองที่ 3 วัสดุยึดเกาะมุ้งไนล่อนสีฟ้า และชุดการทดลองที่ 4 วัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสง ตามลำดับ

2. การเตรียมบ่อทดลอง

โดยใช้บ่อดิน ขนาด 8×14×1.5 เมตร จำนวน 1 บ่อ ทำการสูบน้ำออกจากบ่อจนแห้ง หว่านด้วยปูนขาวและดากให้แห้งทิ้งไว้อย่างน้อย 7 วัน เพื่อกำจัดศัตรูธรรมชาติ และทำการสร้างสะพานไม้ไผ่สำหรับแขวนอุปกรณ์และวัสดุยึดเกาะ จากนั้นปล่อยน้ำเข้าบ่อโดยใช้ผ้าโอล่อนปิดปากท่อเพื่อป้องกันลูกปลาเข้าไปกินสัตว์ขนาดเล็กภายในบ่อ ใช้มูลไก่บรรจุในกระสอบปุ๋ยผูกไว้บริเวณทางน้ำเข้า และบริเวณท่อน้ำทิ้งของบ่อเพื่อเพิ่มปริมารธาตุอาหารธรรมชาติภายในบ่อ

3. การเตรียมวัสดุยึดเกาะ

ทำการเตรียมวัสดุยึดเกาะเชือกฟาง วัสดุยึดเกาะฟองน้ำ วัสดุยึดเกาะมุ้งไนล่อนสีฟ้า และวัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสง 70 เปอร์เซ็นต์ ขนาดตา 3/8 นิ้ว ตัดให้ได้ขนาด 1×1×30 เซนติเมตร วัสดุยึดเกาะละ 15 แผ่น แล้วทำการมัดรวมกันด้วยเชือกไนล่อน



ภาพ 4 ชนิดของวัสดุยึดเกาะที่ใช้ในการทดลอง

หมายเหตุ (A) วัสดุยึดเกาะเชือกฟาง (B) วัสดุยึดเกาะฟองน้ำ (C) วัสดุยึดเกาะมุ้งไนล่อนสีฟ้า และ (D) วัสดุยึดเกาะตาข่ายพลางแสง

4. การเตรียมขวดและการแขวนขวดเก็บตัวอย่าง

ทำการเตรียมขวดพลาสติก ขนาด 5 ลิตร เจาะบริเวณด้านข้าง ขนาด 2×8 นิ้ว ทั้งสองด้าน จากนั้นทำการตัดตาข่ายพลาสติกที่มีตาขนาดเล็กตัดให้ได้ขนาดพอดีกับขวดพลาสติกแล้วเย็บตาข่ายพลาสติกด้วยเชือกไนล่อนรอบขวดพลาสติกทั้ง 4 ด้าน และด้านล่าง ส่วนด้านบนให้เย็บแนบติดกับปากขวด ส่วนภายในขวดพลาสติกใช้ตะข่ายพลาสติกเย็บเป็นรูปทรงกระบอกขนาดพอดีให้เข้ากับปากขวดพลาสติกได้ ส่วนภายในจะบรรจุด้วยวัสดุยึดเกาะทั้ง 4 ชนิด คือ วัสดุยึดเกาะฟองน้ำ วัสดุยึดเกาะเชือกฟาง วัสดุยึดเกาะมุ้งไนล่อนสีฟ้า และวัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสง ตามลำดับ จากนั้นทำการปิดฝาขวดแล้วผูกด้วยเชือกไนล่อนพร้อมทำราวสำหรับแขวน จากนั้นนำขวดเก็บตัวอย่างที่ภายในบรรจุด้วยวัสดุยึดเกาะทั้ง 4 ชนิด คือ วัสดุยึดเกาะฟองน้ำ วัสดุยึดเกาะเชือกฟาง วัสดุยึดเกาะมุ้งไนล่อนสีฟ้า และ

วัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสง ตามลำดับ ไปแขวนไว้โดยทำการแขวนบ่อละ 3 จุด โดยให้ขวดเก็บตัวอย่างจมน้ำให้เหลือเห็นเพียงฝาขวดประมาณ 3 นิ้ว

5. การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

ทำการเก็บน้ำตัวอย่างภายในบ่อ โดยกำหนดจุดเก็บน้ำตัวอย่างบ่อละ 3 จุด คือ บริเวณต้นบ่อ บริเวณทางน้ำเข้าตรงกลางบ่อ และท้ายบ่อบริเวณทางน้ำทิ้ง ทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำก่อนทำการทดลองและทุก ๆ 15 วัน โดยทำการวิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำ ดังนี้

ตาราง 3 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

พารามิเตอร์	วิธีการวิเคราะห์	อ้างอิง
ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	pH meter (HI 9812)	APHA, 1995
ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (mg/l)	DO meter (YSI model 59)	APHA, 1995
แอมโมเนีย-ไนโตรเจน (mg/l)	Phenol method	APHA, 1995
ไนเตรต-ไนโตรเจน (mg/l)	Cadmium reduction method	APHA, 1995
ออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส (mg/l)	Stannous chloride method	APHA, 1995
คลอโรฟิลล์-เอ (µg/l)	Acetone 90%	APHA, 1995

6. การเก็บตัวอย่างสัตว์ขนาดเล็ก

ทำการเก็บตัวอย่างสัตว์ขนาดเล็กโดยการเปิดฝาขวดพลาสติกออก แล้วทำการดึงวัสดุยึดเกาะทั้ง 4 ชนิด คือ วัสดุยึดเกาะเชือกฟาง วัสดุยึดเกาะฟองน้ำ วัสดุยึดเกาะมุ้งไนล่อนสีฟ้า และวัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสงออก จากนั้นใช้กรรไกรสุ่มตัดวัสดุยึดเกาะเชือกฟาง วัสดุยึดเกาะฟองน้ำ วัสดุยึดเกาะมุ้งไนล่อนสีฟ้า และวัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสงให้ได้ ขนาด 1×1 ตารางเมตร ใส่ในขวดเก็บตัวอย่างขนาดเล็กที่มีความจุ 50 มิลลิลิตร ภายในบรรจุด้วยน้ำกลั่น จำนวน 30 มิลลิลิตร จากนั้นนำน้ำที่มีตัวอย่างวัสดุยึดเกาะเชือกฟาง วัสดุยึดเกาะฟองน้ำ วัสดุยึดเกาะมุ้งไนล่อนสีฟ้า และวัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสงมาตรวจสอบชนิดและปริมาณสัตว์ขนาดเล็ก

7. การตรวจสอบชนิดและปริมาณสัตว์ขนาดเล็ก

ทำการตรวจสอบชนิดและปริมาณสัตว์ขนาดเล็กโดยวิธี Enumeration (ลัดดาและโสภณา, 2546) ดังนี้ ทำการเขย่าตัวอย่างน้ำที่มีตัวอย่างวัสดุยึดเกาะเชือกฟาง วัสดุยึดเกาะฟองน้ำ วัสดุยึดเกาะมุ้งไนล่อนสีฟ้า และวัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสง เพื่อให้สัตว์ขนาดเล็กกระจายตัวทั่วกัน (homogeneous condition) แล้วใช้ micropipette ดูดตัวอย่างน้ำมา จำนวน 30 ไมโครลิตร หยดตัวอย่างน้ำลงบน Eosinophil Counter slide แล้วปิดด้วย cover glass จากนั้นทำการบันทึกภาพถ่ายสัตว์ขนาดเล็กภายใต้กล้องจุลทรรศน์ทันทีหลังจากเก็บตัวอย่างสัตว์ขนาดเล็ก (ตัวอย่างสด) และทำการนับจำนวนสัตว์ขนาดเล็กภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 40-100 เท่า โดยวิธี whole cell count และจดบันทึก

สูตรการคำนวณ: (อธิบายไว้ในหน้า 20)

8. การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากการวิจัยมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยใช้ ONE-WAY ANOVA เพื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบความแตกต่างของแต่ละชุดการทดลอง ด้วยวิธี Duncan Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS 11.5

การทดลองที่ 3 : การศึกษาผลของวัสดุยึดเกาะต่ออัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของกุ้งฝอย

1. การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design ; CRD) ทำการทดลองเลี้ยงกุ้งฝอยขนาดไม่ต่างกันในบ่อดินโดยใช้วัสดุยึดเกาะที่เหมาะสมจากผลการทดลองที่ 2 โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 ชุดการทดลอง ๆ ละ 3 ซ้ำ คือ ชุดการทดลองที่ 1 เลี้ยงกุ้งฝอยอย่างเดียว ชุดการทดลองที่ 2 เลี้ยงกุ้งฝอยร่วมกับวัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสงและไม่ให้อาหาร และชุดการทดลองที่ 3 เลี้ยงกุ้งฝอยร่วมกับวัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสงและให้อาหาร ตามลำดับ

2. การเตรียมบ่อทดลองและวัสดุยึดเกาะ

โดยใช่บ่อดินขนาด 120 ตารางเมตร จำนวน 3 บ่อ ทำการสูบน้ำออกจากบ่อให้หมด แล้วโรยปูนขาวให้ทั่วบ่อเพื่อกำจัดศัตรูธรรมชาติของกุ้งฝอยออกให้หมด ทิ้งไว้ประมาณ 2 สัปดาห์ หลังจากทำการกั้นบ่อออกเป็นคอก ขนาด 40 ตารางเมตร จำนวน 9 บ่อ โดยใช้เฝือกไม้ไผ่กั้น แล้วปิดกั้นด้วยอวนสีฟ้าอีกชั้น หลังจากนั้นเติมน้ำเข้าบ่อให้ได้ระดับความลึก ประมาณ 1 เมตร ใส่ปุ๋ยมูลไก่ในอัตราส่วน 120 กิโลกรัมต่อไร่ ทิ้งไว้ประมาณ 5–7 วัน แล้วนำตาข่ายพรางแสง 70 เปอร์เซ็นต์ ขนาดตา 3/8 นิ้ว ตัดให้ได้ขนาด 2.0×0.6 ตารางเมตร กางในแนวตั้งขนานแบบเหลื่อมกันภายในบ่อ ๆ ละ 4 แถว

3. การเตรียมกุ้งฝอย

ทำการรวบรวมกุ้งฝอยจากฟาร์มเอกชน จากบ่อเลี้ยงปลาในคณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ และจากแหล่งน้ำธรรมชาติบริเวณรอบๆ มหาวิทยาลัย มาพักไว้ในบ่อซีเมนต์ ขนาด 2×4×1 เมตร เพื่อให้กุ้งฝอยปรับสภาพและฝึกให้กุ้งฝอยกินอาหาร ประมาณ 2 -3 สัปดาห์ จากนั้นทำการนับกุ้งฝอยปล่อยลงในบ่อดิน อัตรา 100 ตัวต่อตารางเมตร และทำการบันทึกและคำนวณข้อมูลเมื่อสิ้นสุดการทดลอง นำข้อมูลมาคำนวณเปรียบเทียบน้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น อัตราการรอด และผลผลิตรวม

4. อาหารและการให้อาหาร

ในการทดลองครั้งนี้ใช้อาหารกุ้งก้ามกรามเม็ดสำเร็จรูปที่มีระดับโปรตีน 35 เปอร์เซ็นต์ ให้ในอัตรา 2 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักตัว ให้อาหารวันละ 2 ครั้ง คือ เวลา 08.00 น. และเวลา 16.00 น. โดยหว่านให้ทั่วบ่อ และปรับปริมาณการให้อาหารทุก ๆ 15 วัน ตลอดการทดลอง

5. การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

ทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำก่อนทำการทดลอง และทุก ๆ สัปดาห์ ดังนี้

ตาราง 4 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

พารามิเตอร์	วิธีการวิเคราะห์	อ้างอิง
อุณหภูมิของน้ำ (°C)	DO meter (YSI model 59)/Thermometer	APHA, 1995
ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	pH meter (HI 9812)	APHA, 1995
ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (mg/l)	DO meter (YSI model 59)	APHA, 1995
ความเป็นด่าง (mg/l)	Titration method	APHA, 1995
แอมโมเนีย-ไนโตรเจน (mg/l)	Phenol method	APHA, 1995
ไนเตรต-ไนโตรเจน (mg/l)	Cadmium reduction method	APHA, 1995
ออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส (mg/l)	Stannous chloride method	APHA, 1995

6. การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพเจริญเติบโตของกุ้งฝอย

ทำการวิเคราะห์หาอัตราการเจริญเติบโต และอัตราการรอดของกุ้งฝอย โดยทำการสุ่มชั่งน้ำหนักกุ้งฝอย จำนวน 100 ตัวต่อบ่อ เพื่อหาค่าเฉลี่ยน้ำหนักกุ้งฝอยต่อตัวเมื่อเริ่มต้นการทดลอง และทุกๆ 15 วัน เก็บข้อมูลเมื่อสิ้นสุดการทดลองเพื่อวิเคราะห์หาประสิทธิภาพการเจริญเติบโต จากนั้นบันทึกและคำนวณข้อมูลเมื่อสิ้นสุดการทดลอง นำข้อมูลมาคำนวณเปรียบเทียบน้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นและอัตราการรอด ดังนี้

1) น้ำหนักที่เพิ่มเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (Weight Gain)
= น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง - น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อเริ่มการทดลอง

2) อัตราการรอด (Survival Rate) เปอร์เซ็นต์
= จำนวนกุ้งฝอยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง/จำนวนกุ้งฝอยเมื่อเริ่มการทดลอง×100

7. การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากการวิจัยมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยใช้ ONE-WAY ANOVA เพื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบความแตกต่างของแต่ละชุดการทดลอง ด้วยวิธี Duncan Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS 11.5

บทที่ 4
ผลการวิจัย

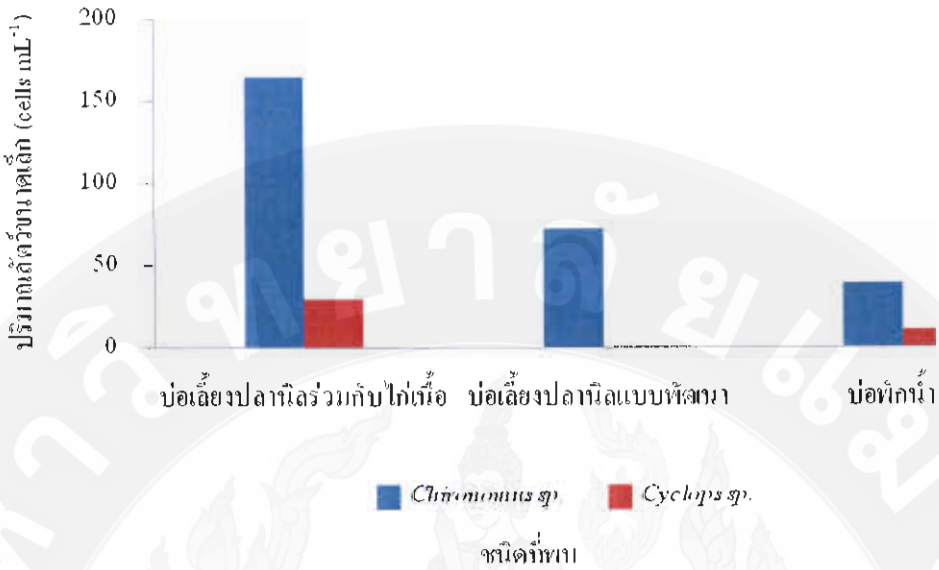
การทดลองที่ 1 : การศึกษาชนิดและปริมาณสัตว์ขนาดเล็กที่เป็นอาหารธรรมชาติในบ่อดินที่ต่างกัน

1. ชนิดและปริมาณสัตว์ขนาดเล็กที่เป็นอาหารธรรมชาติในบ่อดินที่ต่างกัน

จากการศึกษาชนิดและปริมาณสัตว์ขนาดเล็กที่เป็นอาหารธรรมชาติในบ่อดินที่ต่างกัน โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 ชุดการทดลอง ๆ ละ 3 ซ้ำ คือ ชุดการทดลองที่ 1 บ่อเลี้ยงปลานิลร่วมกับไก่เนื้อ บ้านแม่แก๊ด อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ชุดการทดลองที่ 2 บ่อเลี้ยงปลานิลแบบพัฒนา และชุดการทดลองที่ 3 บ่อพักน้ำ คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ ตามลำดับ ระยะเวลาการทดลอง 90 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบสัตว์ขนาดเล็กทั้งหมด 5 ไฟลัม 12 สกุล ประกอบด้วย Phylum Arthropoda 2 สกุล ได้แก่ *Chironomus* sp. และ *Cyclops* sp. Phylum Protozoa 4 สกุล ได้แก่ *Prorodon* sp., *Stentor* sp., *Vorticella* sp. และ *Epistylis* sp. Phylum Gastrotricha 1 สกุล ได้แก่ *Chaetonotus* sp. Phylum Rotifera 3 สกุล ได้แก่ *Philodina* sp., *Rotaria* sp. และ *Brachionus* sp.และ Phylum Annelide 2 สกุล ได้แก่ *Nais* sp. และ *Dero* sp. ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยพบสัตว์ขนาดเล็กในบ่อเลี้ยงปลานิลร่วมกับไก่เนื้อมากที่สุด มีปริมาณเซลล์เฉลี่ยรวมเท่ากับ 727.63±1.65 เซลล์ต่อมิลลิลิตร รองลงมาได้แก่ บ่อเลี้ยงปลานิลแบบพัฒนา และบ่อพักน้ำ มีปริมาณเซลล์เฉลี่ยรวมเท่ากับ 290.00±1.32 และ 100.31±0.41 เซลล์ต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ (ตาราง 5) ดังนี้

1.1 Phylum Arthropoda

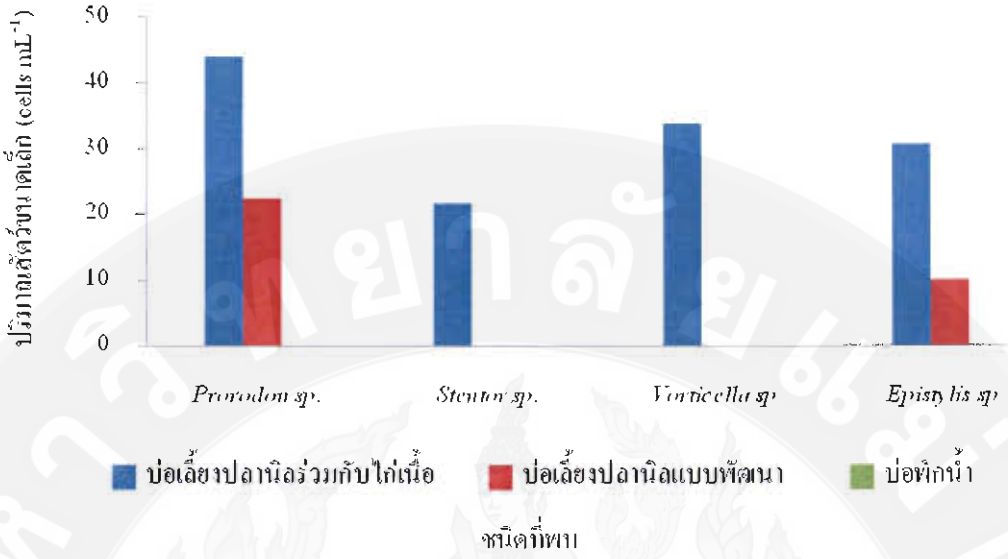
สัตว์ขนาดเล็กใน Phylum Arthropoda ที่พบในบ่อเลี้ยงปลานิลร่วมกับไก่เนื้อ จำนวน 2 สกุล ได้แก่ *Chironomus* sp. และ *Cyclops* sp. มีปริมาณเซลล์เฉลี่ยเท่ากับ 164.00±4.00 และ 29.00±1.52 เซลล์ต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ สัตว์ขนาดเล็กใน Phylum Arthropoda ที่พบในบ่อเลี้ยงปลานิลแบบพัฒนา จำนวน 1 สกุล ได้แก่ *Cyclops* sp. มีปริมาณเซลล์เฉลี่ยเท่ากับ 72.33±4.70 เซลล์ต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ซึ่งไม่พบ *Chironomus* sp. ในบ่อเลี้ยงปลานิลแบบพัฒนา และสัตว์ขนาดเล็กใน Phylum Arthropoda ที่พบในบ่อพักน้ำ จำนวน 2 สกุล ได้แก่ *Chironomus* sp. และ *Cyclops* sp. มีปริมาณเซลล์เฉลี่ยเท่ากับ 38.66±1.33 และ 10.33±0.33 เซลล์ต่อมิลลิลิตร (ภาพ 5) ตามลำดับ



ภาพ 5 ค่าเฉลี่ยของปริมาณสัตว์ขนาดเล็ก Phylum Arthropoda ในบ่อดินที่ต่างกัน

1.2 Phylum Protozoa

สัตว์ขนาดเล็กใน Phylum Protozoa ที่พบในบ่อเลี้ยงปลานิลร่วมกับไก่เนื้อ จำนวน 4 สกุล ได้แก่ *Prorodon* sp., *Stentor* sp., *Vorticella* sp. และ *Epistylis* sp. ตามลำดับ ซึ่งพบ *Prorodon* sp. มีปริมาณเซลล์เฉลี่ยมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 44.00±1.52 เซลล์ต่อมิลลิลิตร รองลงมาได้แก่ *Vorticella* sp., *Epistylis* sp. และ *Stentor* sp. มีปริมาณเซลล์เฉลี่ยเท่ากับ 33.66±0.88, 30.66±1.20 และ 21.66±0.66 เซลล์ต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ สัตว์ขนาดเล็กใน Phylum Protozoa ที่พบในบ่อเลี้ยงปลานิลแบบพัฒนา จำนวน 2 สกุล ได้แก่ *Prorodon* sp. และ *Epistylis* sp. มีปริมาณเซลล์เฉลี่ยเท่ากับ 22.33±0.33 และ 10.00±1.73 เซลล์ต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ซึ่งไม่พบ *Stentor* sp. และ *Vorticella* sp. ในบ่อเลี้ยงปลานิลแบบพัฒนา และไม่พบสัตว์ขนาดเล็กใน Phylum Protozoa ในบ่อพักน้ำ (ภาพ 6)



ภาพ 6 ค่าเฉลี่ยของปริมาณสัตว์ขนาดเล็ก Phylum Protozoa ในบ่อดินที่ต่างกัน

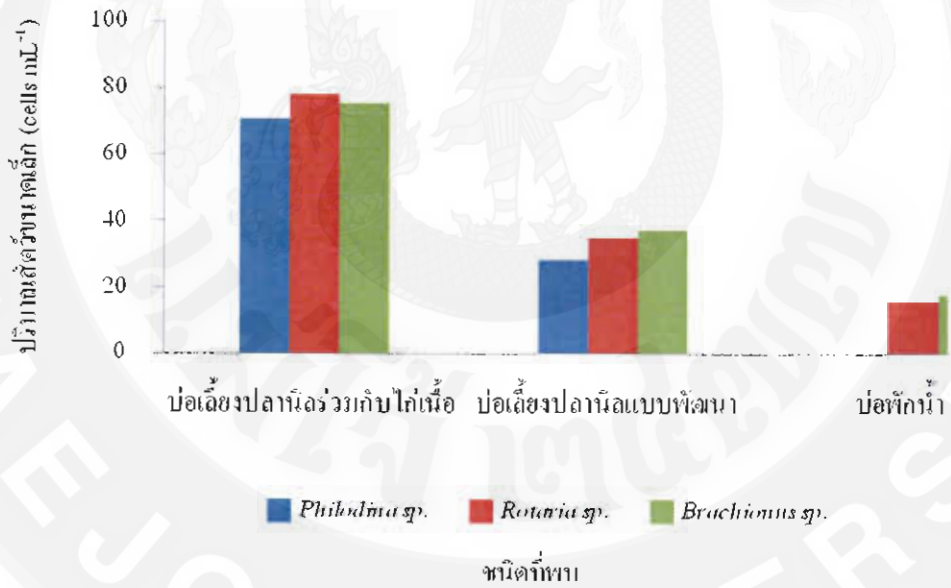
1.3 Phylum Gastrotricha

สัตว์ขนาดเล็กใน Phylum Gastrotricha ที่พบในบ่อเลี้ยงปลานิลร่วมกับไก่เนื้อ และบ่อเลี้ยงปลานิลแบบพัฒนา จำนวน 1 สกุล ได้แก่ *Chaetonotus* sp. มีปริมาณเซลล์เฉลี่ยเท่ากับ 56.00±0.57 และ 24.00±1.15 เซลล์ต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ (ภาพ 7) ซึ่งไม่พบสัตว์ขนาดเล็กใน Phylum Gastrotricha ในบ่อพักน้ำ

ภาพ 7 ค่าเฉลี่ยของปริมาณสัตว์ขนาดเล็ก Phylum Gastrotricha ในบ่อดินที่ต่างกัน

1.4 Phylum Rotifera

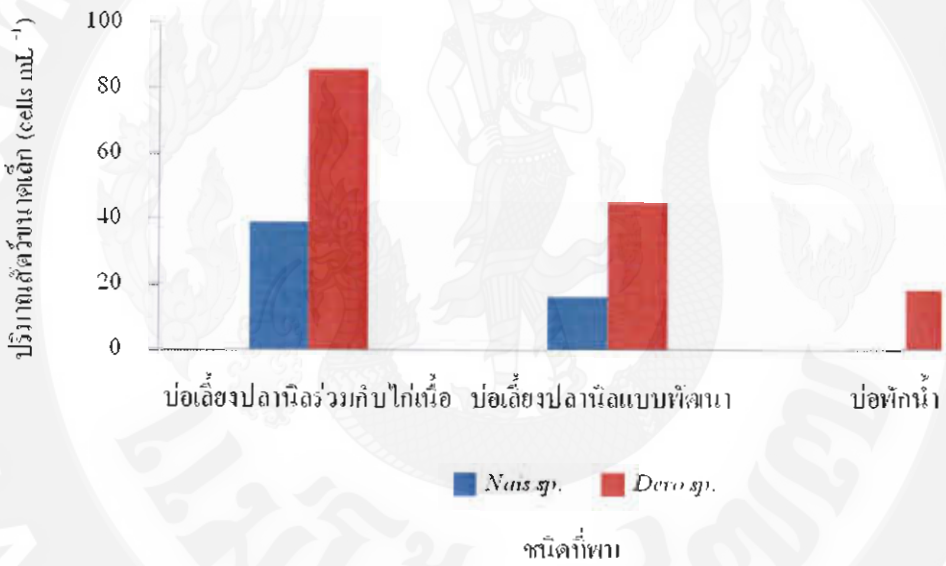
สัตว์ขนาดเล็กใน Phylum Rotifera ที่พบในบ่อเลี้ยงปลานิลร่วมกับไก่เนื้อ จำนวน 3 สกุล ได้แก่ *Philodina* sp., *Rotaria* sp. และ *Brachionus* sp. ตามลำดับ ซึ่งพบ *Rotaria* sp. มีปริมาณเซลล์เฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 70.66±2.84 เซลล์ต่อมิลลิลิตร รองลงมาได้แก่ *Brachionus* sp. และ *Philodina* sp. มีปริมาณเซลล์เฉลี่ยเท่ากับ 75.33±1.45 และ 70.66±2.84 เซลล์ต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ สัตว์ขนาดเล็กใน Phylum Rotifera ที่พบในบ่อเลี้ยงปลานิลแบบพัฒนา จำนวน 3 สกุล ได้แก่ *Philodina* sp., *Rotaria* sp. และ *Brachionus* sp. ตามลำดับ ซึ่งพบ *Brachionus* sp. มีปริมาณเซลล์เฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 37.33±2.96 เซลล์ต่อมิลลิลิตร รองลงมาได้แก่ *Rotaria* sp. และ *Philodina* sp. มีปริมาณเซลล์เฉลี่ยเท่ากับ 35.00±1.15 และ 28.33±1.85 เซลล์ต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ และสัตว์ขนาดเล็กใน Phylum Rotifera ที่พบในบ่อพักน้ำ จำนวน 2 สกุล ได้แก่ *Rotaria* sp. และ *Brachionus* sp. มีปริมาณเซลล์เฉลี่ยเท่ากับ 15.66±1.45 และ 17.66±0.88 เซลล์ต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ (ภาพ 8) ซึ่งไม่พบ *Philodina* sp. ในบ่อพักน้ำ



ภาพ 8 ค่าเฉลี่ยของปริมาณสัตว์ขนาดเล็ก Phylum Rotifera ในบ่อตินที่ต่างกัน

1.5 Phylum Annelide

สัตว์ขนาดเล็กใน Phylum Annelide ที่พบในบ่อเลี้ยงปลานิลร่วมกับไก่เนื้อ จำนวน 2 สกุล ได้แก่ *Nais* sp. และ *Dero* sp. มีปริมาณเซลล์เฉลี่ยเท่ากับ 39.00±2.88 และ 85.66±1.20 เซลล์ต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ สัตว์ขนาดเล็กใน Phylum Annelide ที่พบในบ่อเลี้ยงปลานิลแบบพัฒนา จำนวน 2 สกุล ได้แก่ *Nais* sp. และ *Dero* sp. มีปริมาณเซลล์เฉลี่ยเท่ากับ 16.00±1.15 และ 44.66±0.88 เซลล์ต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ และสัตว์ขนาดเล็กใน Phylum Annelide ที่พบในบ่อพักน้ำ จำนวน 1 สกุล ได้แก่ *Dero* sp. มีปริมาณเซลล์เฉลี่ยเท่ากับ 18.00±1.00 เซลล์ต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ (ภาพ 9) ซึ่งไม่พบ *Nais* sp. ในบ่อพักน้ำ



ภาพ 9 ค่าเฉลี่ยของปริมาณสัตว์ขนาดเล็ก Phylum Annelide ในบ่อดินที่ต่างกัน

ตาราง 5 ชนิดและปริมาณสัตว์ขนาดเล็กที่พบในบ่อดินที่ต่างกัน

สกุลที่พบ	บ่อเลี้ยงปลานิลร่วมกับไก่เนื้อ (cells mL^{-1})	บ่อเลี้ยงปลานิลแบบพัฒนา (cells mL^{-1})	บ่อพักน้ำ (cells.mL^{-1})
Phylum Arthropoda			
Chironomus sp.	164.00±4.00[a]	72.33±4.70[b]	38.66±1.33[c]
Cyclops sp.	29.00±1.52[a]	N.D.[c]	10.33±0.33[b]
Phylum Protozoa			
Prorodon sp.	44.00±1.52[a]	22.33±0.33[b]	N.D.[c]
Stentor sp.	21.66±0.66[a]	N.D.b	N.D.[b]
Vorticella sp.	33.66±0.88[a]	N.D.[b]	N.D.[b]
Epistylis sp.	30.66±1.20[a]	10.00±1.73[b]	N.D.[c]
Phylum Gastrotricha			
Chaetonotus sp.	56.00±0.57[a]	24.00±1.15[b]	N.D.[c]
Phylum Rotifera			
Philodina sp.	70.66±2.84[a]	28.33±1.85[b]	N.D.[c]
Rotaria sp.	78.00±1.15[a]	35.00±1.15[b]	15.66±1.45[c]
Brachionus sp.	75.33±1.45[a]	37.33±2.96[b]	17.66±0.88[c]
Phylum Annelide			
Nais sp.	39.00±2.88[a]	16.00±1.15[b]	N.D.[c]
Dero sp.	85.66±1.20[a]	44.66±0.88[b]	18.00±1.00[c]

หมายเหตุ : Not Detected; N.D. ตรวจไม่พบ และอักษรที่ต่างกันในแนวนอนเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

2. สัตว์ขนาดเล็กสกุลเด่นที่พบในบ่อดินที่ต่างกัน

สัตว์ขนาดเล็กสกุลเด่นที่พบในบ่อดินที่ต่างกัน คือ บ่อเลี้ยงปลานิลร่วมกับไก่เนื้อ บ่อเลี้ยงปลานิลแบบพัฒนา และบ่อพักน้ำ ระยะเวลา 90 วัน ได้แก่ *Chironomus* sp. มีปริมาณเซลล์เฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 164.00±4.00 เซลล์ต่อมิลลิลิตร รองลงมา คือ *Dero* sp. และ *Rotaria* sp. มีปริมาณเซลล์เฉลี่ยเท่ากับ 85.66±1.20 และ 78.00±1.15 เซลล์ต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ (ตาราง 6)

ตาราง 6 สัตว์ขนาดเล็กสกุลเด่นที่พบในบ่อดินที่ต่างกัน

สกุลที่พบ	บ่อเลี้ยงปลานิลร่วมกับไก่เนื้อ (cells mL^{-1})	บ่อเลี้ยงปลานิลแบบพัฒนา (cells mL^{-1})	บ่อพักน้ำ (cells mL^{-1})
Chironomus sp.	164.00±4.00	72.33±4.70	38.66±1.33
Rotaria sp.	78.00±1.15	35.00±1.15	15.66±1.45
Dero sp.	85.66±1.20	44.66±0.88	18.00±1.00

ภาพ 10 สัตว์ขนาดเล็กสกุลเด่นที่พบในบ่อดินที่ต่างกัน

หมายเหตุ (A) *Chironomus* sp. (B) *Rotaria* sp. และ (C) *Dero* sp.

3. คุณภาพน้ำระหว่างการทดลอง

จากการศึกษาคุณภาพน้ำในบ่อดินที่ต่างกัน คือ บ่อเลี้ยงปลานิลร่วมกับไก่เนื้อ บ่อเลี้ยงปลานิลแบบพัฒนา และบ่อพักน้ำ ตามลำดับ ระยะเวลา 90 วัน พบว่า ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ไนเตรท-ไนโตรเจน แอมโมเนีย-ไนโตรเจน ออร์โธฟอสเฟต และคลอโรฟิลล์ เอ มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) (ตาราง 7) โดยค่าความเป็นกรด-ด่าง พบว่า บ่อเลี้ยงปลานิลแบบพัฒนาจะมีค่าความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 8.05±0.12 รองลงมาได้แก่ บ่อเลี้ยงปลานิลร่วมกับไก่เนื้อ และบ่อพักน้ำ เท่ากับ 7.80±0.08 และ 7.43±0.10 ตามลำดับ

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ พบว่า บ่อเลี้ยงปลานิลร่วมกับไก่เนื้อมีปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 7.1±1.2 มิลลิกรัมต่อลิตร รองลงมาได้แก่ บ่อเลี้ยงปลานิลแบบพัฒนา และบ่อพักน้ำ เท่ากับ 5.8±1.1 และ 5.5±0.4 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน พบว่า บ่อเลี้ยงปลานิลร่วมกับไก่เนื้อ มีปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 0.41±0.20 มิลลิกรัมต่อลิตร รองลงมาได้แก่ บ่อเลี้ยงปลานิลแบบพัฒนา และบ่อพักน้ำ เท่ากับ 0.20±0.08 และ 0.13±0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน พบว่า บ่อเลี้ยงปลานิลร่วมกับไก่เนื้อ มีปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 0.93±0.20 มิลลิกรัมต่อลิตร รองลงมาได้แก่ บ่อเลี้ยงปลานิลแบบพัฒนา และบ่อพักน้ำ เท่ากับ 0.79±0.08 และ 0.54±0.07 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

ปริมาณออร์โธฟอสเฟต พบว่า บ่อเลี้ยงปลานิลร่วมกับไก่เนื้อ มีปริมาณออร์โธฟอสเฟตเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 1.42±0.26 มิลลิกรัมต่อลิตร รองลงมาได้แก่ บ่อพักน้ำ และบ่อเลี้ยงปลานิลแบบพัฒนา เท่ากับ 0.85±0.23 และ 0.82±0.23 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

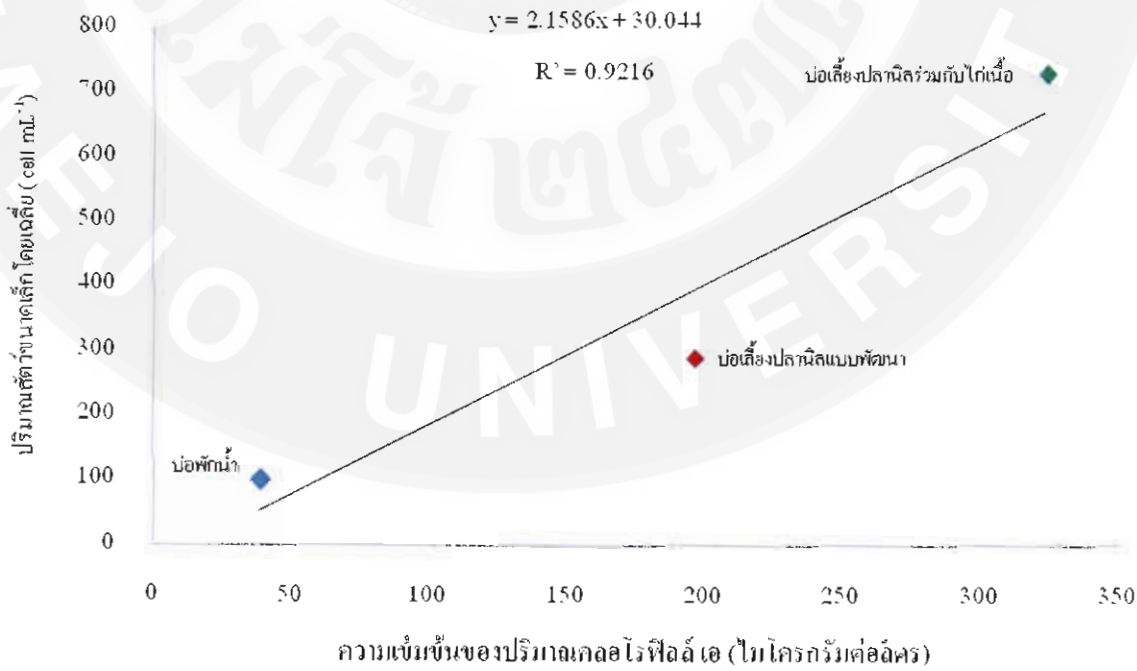
และปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ พบว่า บ่อเลี้ยงปลานิลร่วมกับไก่เนื้อ มีปริมาณคลอโรฟิลล์-เอเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 324.47±29.9 ไมโครกรัมต่อลิตร รองลงมาได้แก่ บ่อเลี้ยงปลานิลแบบพัฒนา และบ่อพักน้ำ เท่ากับ 196.38±32.1 และ 38.82±15.9 ไมโครกรัมต่อลิตรตามลำดับ

ตาราง 7 คุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงปลานิลร่วมกับไก่เนื้อ บ่อเลี้ยงปลานิลแบบพัฒนา และบ่อพักน้ำ

พารามิเตอร์	บ่อเลี้ยงปลานิลร่วมกับไก่เนื้อ	บ่อเลี้ยงปลานิลแบบพัฒนา	บ่อพักน้ำ
ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	7.80±0.08	8.05±0.12	7.43±0.10
ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	5.8±1.1	7.1±1.2	5.5±0.4
ไนเตรท-ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.41±0.20	0.20±0.08	0.13±0.05
แอมโมเนีย-ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.93±0.20	0.79±0.08	0.54±0.07
ออร์โธฟอสเฟต (มิลลิกรัมต่อลิตร)	1.42±0.26	0.82±0.23	0.85±0.23
คลอโรฟิลล์ เอ (ไมโครกรัมต่อลิตร)	324.47±29.9	196.38±32.1	38.82±15.9

หมายเหตุ : ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$)

เมื่อนำค่าที่ได้มาหาความสัมพันธ์ระหว่างชนิดและปริมาณสัตว์ขนาดเล็ก และคุณภาพน้ำ (ภาพ 11) โดยใช้สมการเชิงเส้น พบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ กับชนิดและปริมาณสัตว์ขนาดเล็กแปรผันตรงในเชิงบวกต่อกัน โดยมีค่า $R^2= 2.9216$ ได้สมการคือ $y = 2.1586x + 30.044$ แสดงให้เห็นว่าในบ่อที่มีคลอโรฟิลล์ เอ ในปริมาณที่สูงจะทำให้ชนิดและปริมาณของสัตว์ขนาดเล็กมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเช่นเดียวกัน



ภาพ 11 ความสัมพันธ์ระหว่างชนิดและปริมาณสัตว์ขนาดเล็กกับปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ

การทดลองที่ 2 : การศึกษาผลของวัสดุยึดเกาะที่ต่างกันต่อชนิดและปริมาณของสัตว์ขนาดเล็ก

1. ชนิดและปริมาณของสัตว์ขนาดเล็กในวัสดุยึดเกาะที่ต่างกัน

จากการศึกษาผลของวัสดุยึดเกาะที่ต่างกันต่อชนิดและปริมาณของสัตว์ขนาดเล็กในบ่อดิน โดยแบ่งออกเป็น 4 ชุดการทดลอง ๆ ละ 3 ซ้ำ คือ ชุดการทดลองที่ 1 วัสดุยึดเกาะเชือกฟาง ชุดการทดลองที่ 2 วัสดุยึดเกาะฟองน้ำ ชุดการทดลองที่ 3 วัสดุยึดเกาะมุ้งไนล่อนสีฟ้า และชุดการทดลองที่ 4 วัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสง ตามลำดับ ระยะเวลาการทดลอง 60 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบสัตว์ขนาดเล็กทั้งหมด 5 ไฟลัม ได้แก่ Phylum Protozoa 4 จีนัส 4 สปีชีส์ ได้แก่ *Centropyxis* sp., *Vorticella* sp., Unidentifined titinnid และ *Tintinnopsis orientalis* Phylum Rotifera 5 จีนัส 5 สปีชีส์ ได้แก่ *Trichocerca elongata*, *Keratella cochlearis*, *Lecane curvicornis*, *Ascomorpha* sp. และ *Conochilus* sp. Phylum Annelida 1 จีนัส 1 สปีชีส์ ได้แก่ Polychaete larvae Phylum Arthropoda 6 จีนัส 5 สปีชีส์ ได้แก่ *Copepod nauplii*, *Cyclopoid copepodid*, *Harpacticoid copepodid*, *Microsetella* sp., *Metacypris* sp. และ Unidentified amphipods และ Phylum Mollusca 2 จีนัส 1 สปีชีส์ ได้แก่ Gastropod larvae และ Bivalve larvae ตามลำดับ รวมทั้งหมด 18 จีนัส 16 สปีชีส์ เมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยพบสัตว์ขนาดเล็กในวัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสงมากที่สุด มีปริมาณเซลล์เฉลี่ยรวมทั้งหมดเท่ากับ $4.40\pm1.94\times10^4$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร รองลงมาได้แก่ วัสดุยึดเกาะเชือกฟาง วัสดุยึดเกาะฟองน้ำ และวัสดุยึดเกาะมุ้งไนล่อนสีฟ้า เท่ากับ 3.80 ± 1.29, 2.10 ± 0.52 และ $1.74\pm0.66\times10^4$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ (ตาราง 8) ดังนี้

1.1 Phylum Protozoa

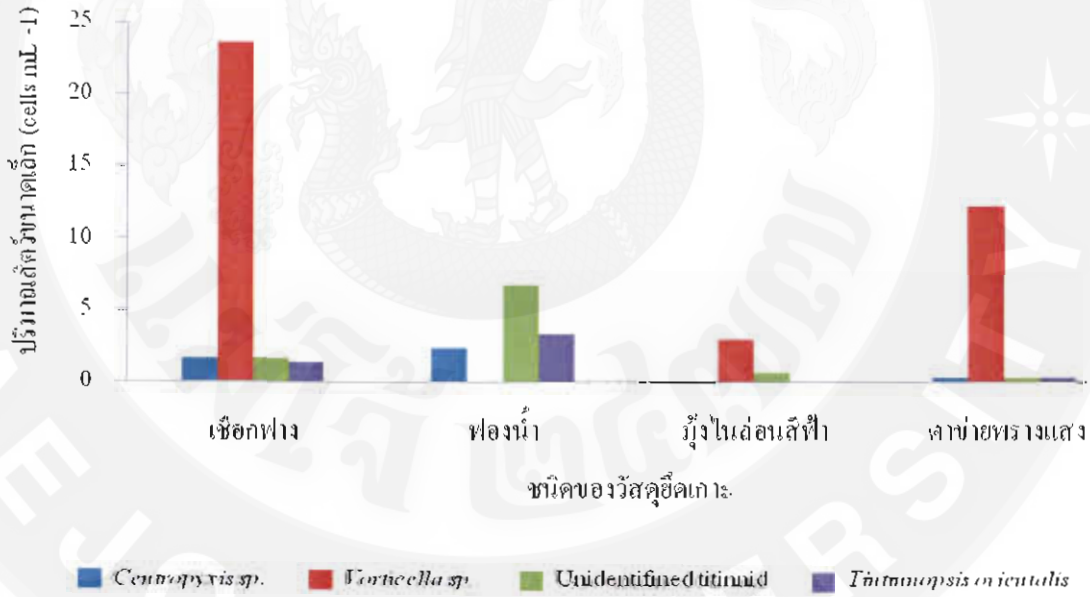
สัตว์ขนาดเล็กใน Phylum Protozoa ที่พบในวัสดุยึดเกาะเชือกฟาง จำนวน 4 จีนัส 4 สปีชีส์ ได้แก่ *Centropyxis* sp., *Vorticella* sp., Unidentifined titinnid และ *Tintinnopsis orientalis* ตามลำดับ ซึ่งพบ *Vorticella* sp. มีปริมาณเซลล์เฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ $23.66\pm7.42\times10^4$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร รองลงมาได้แก่ Unidentifined titinnid, *Centropyxis* sp. และ *Tintinnopsis orientalis* มีปริมาณเซลล์เฉลี่ยเท่ากับ 1.66 ± 0.88, 1.66 ± 0.33 และ $1.33\pm0.88\times10^4$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ

สัตว์ขนาดเล็กใน Phylum Protozoa ที่พบในวัสดุยึดเกาะฟองน้ำ จำนวน 3 จีนัส 3 สปีชีส์ ได้แก่ *Centropyxis* sp., Unidentifined titinnid และ *Tintinnopsis orientalis* ตามลำดับ ซึ่งพบ Unidentifined titinnid มีปริมาณเซลล์เฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ $6.66\pm1.20\times10^4$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร

รองลงมาได้แก่ *Tintinnopsis orientalis* และ *Centropyxis* sp. มีปริมาณเซลล์เฉลี่ยเท่ากับ 3.33±2.40 และ 2.33±0.33×10^4 เซลล์ต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ซึ่งไม่พบ *Vorticella* sp. ในวัสดุยึดเกาะฟองน้ำ

สัตว์ขนาดเล็กใน Phylum Protozoa ที่พบในวัสดุยึดเกาะมุ้งไนล่อนสีฟ้า จำนวน 2 จีนัส 2 สปีชีส์ ได้แก่ *Vorticella* sp. และ Unidentifined titinnid มีปริมาณเซลล์เฉลี่ยเท่ากับ 3.00±2.08 และ 0.66±0.33×10^4 เซลล์ต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ซึ่งไม่พบ *Centropyxis* sp. และ *Tintinnopsis orientalis* ในวัสดุยึดเกาะมุ้งไนล่อนสีฟ้า

และสัตว์ขนาดเล็กใน Phylum Protozoa ที่พบในวัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสง จำนวน 4 จีนัส 4 สปีชีส์ ได้แก่ *Centropyxis* sp., *Vorticella* sp., Unidentifined titinnid และ *Tintinnopsis orientalis* ตามลำดับ ซึ่งพบ *Vorticella* sp. มีปริมาณเซลล์เฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 12.33±5.66×10^4 เซลล์ต่อมิลลิลิตร รองลงมาได้แก่ *Centropyxis* sp., Unidentifined titinnid และ *Tintinnopsis orientalis* มีปริมาณเซลล์เฉลี่ยเท่ากับ 0.33±0.33×10^4 เซลล์ต่อมิลลิลิตร (ภาพ 12) ตามลำดับ



ภาพ 12 ค่าเฉลี่ยของปริมาณสัตว์ขนาดเล็ก Phylum Protozoa ในวัสดุยึดเกาะที่ต่างกัน

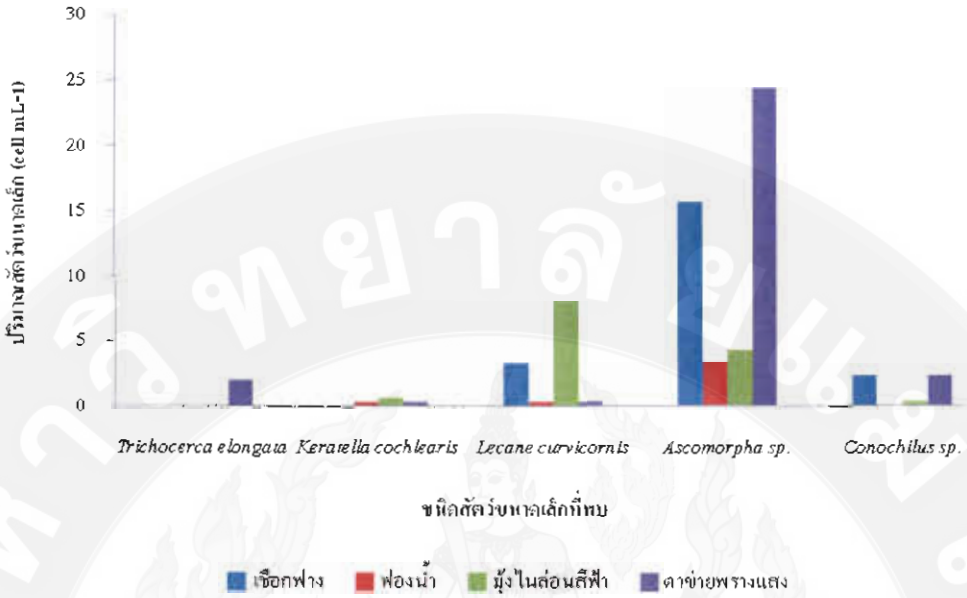
1.2 Phylum Rotifera

สัตว์ขนาดเล็กใน Phylum Rotifera ที่พบในวัสดุยึดเกาะเชือกฟาง จำนวน 3 จีนัส 3 สปีชีส์ ได้แก่ *Lecane curvicornis*, *Ascomorpha* sp. และ *Conochilus* sp. ตามลำดับ ซึ่งพบ *Ascomorpha* sp. มีปริมาณเซลล์เฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ $15.66\pm4.91\times10^4$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร รองลงมาได้แก่ *Lecane curvicornis* และ *Conochilus* sp. มีปริมาณเซลล์เฉลี่ยเท่ากับ 3.33 ± 1.85 และ $2.33\pm1.45\times10^4$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ซึ่งไม่พบ *Trichocerca elongata* และ *Keratella cochlearis* ในวัสดุยึดเกาะเชือกฟาง

สัตว์ขนาดเล็กใน Phylum Rotifera ที่พบในวัสดุยึดเกาะฟองน้ำ จำนวน 3 จีนัส 3 สปีชีส์ ได้แก่ *Keratella cochlearis*, *Lecane curvicornis* และ *Ascomorpha* sp. ตามลำดับ ซึ่งพบ *Ascomorpha* sp. มีปริมาณเซลล์เฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ $3.33\pm1.45\times10^4$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร รองลงมาได้แก่ *Keratella cochlearis* และ *Lecane curvicornis* มีปริมาณเซลล์เฉลี่ยเท่ากับ 0.33 ± 0.33 และ $0.33\pm0.33\times10^4$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ซึ่งไม่พบ *Trichocerca elongata* และ *Conochilus* sp. ในวัสดุยึดเกาะฟองน้ำ

สัตว์ขนาดเล็กใน Phylum Rotifera ที่พบในวัสดุยึดเกาะมุ้งไนล่อนสีฟ้า จำนวน 4 จีนัส 4 สปีชีส์ ได้แก่ *Keratella cochlearis*, *Lecane curvicornis*, *Ascomorpha* sp. และ *Conochilus* sp. ตามลำดับ ซึ่งพบ *Lecane curvicornis* มีปริมาณเซลล์เฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ $8.00\pm2.51\times10^4$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร รองลงมาได้แก่ *Ascomorpha* sp., *Keratella cochlearis* และ *Conochilus* sp. เท่ากับ 4.33 ± 1.85, 0.66 ± 0.33 และ $0.33\pm0.33\times10^4$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ซึ่งไม่พบ *Trichocerca elongata* ในวัสดุยึดเกาะมุ้งไนล่อนสีฟ้า

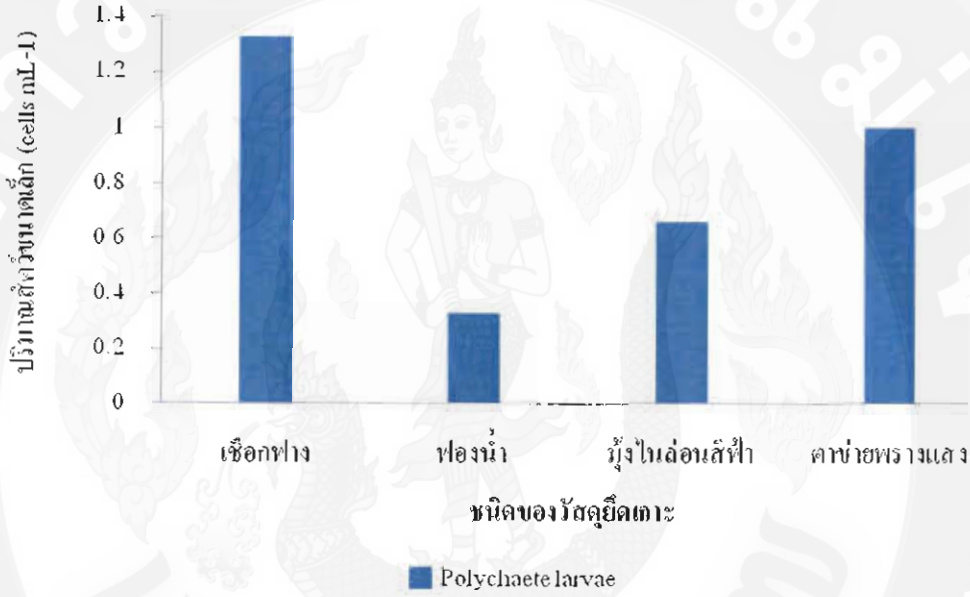
และสัตว์ขนาดเล็กใน Phylum Rotifera ที่พบในวัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสง จำนวน 5 จีนัส 5 สปีชีส์ ได้แก่ *Trichocerca elongata*, *Keratella cochlearis*, *Lecane curvicornis*, *Ascomorpha* sp. และ *Conochilus* sp. ตามลำดับ ซึ่งพบ *Ascomorpha* sp. มีปริมาณเซลล์เฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ $24.33\pm12.99\times10^4$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร รองลงมาได้แก่ *Conochilus* sp., *Trichocerca elongata*, *Keratella cochlearis* และ *Lecane curvicornis* เท่ากับ 2.33 ± 1.33, 2.00 ± 2.00, 0.33 ± 0.33 และ $0.33\pm0.33\times10^4$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร (ภาพ 13) ตามลำดับ



ภาพ 13 ค่าเฉลี่ยของปริมาณสัตว์ขนาดเล็ก Phylum Rotifera ในวัสดุยึดเกาะที่ต่างกัน

1.3 Phylum Annelida

สัตว์ขนาดเล็กใน Phylum Annelida ที่พบในวัสดุยึดเกาะเชือกฟาง วัสดุยึดเกาะฟองน้ำ วัสดุยึดเกาะมุ้งไนล่อนสีฟ้า และวัสดุยึดเกาะตาข่ายพลางแสง จำนวน 1 จีนัส 1 สปีชีส์ ได้แก่ Polychaete larvae มีปริมาณเซลล์เฉลี่ยเท่ากับ 1.33±0.66, 0.33±0.33, 0.66±0.33 และ 1.00±0.57×10^4 เซลล์ต่อมิลลิลิตร (ภาพ 14) ตามลำดับ



ภาพ 14 ค่าเฉลี่ยของปริมาณสัตว์ขนาดเล็ก Phylum Annelida ในวัสดุยึดเกาะที่ต่างกัน

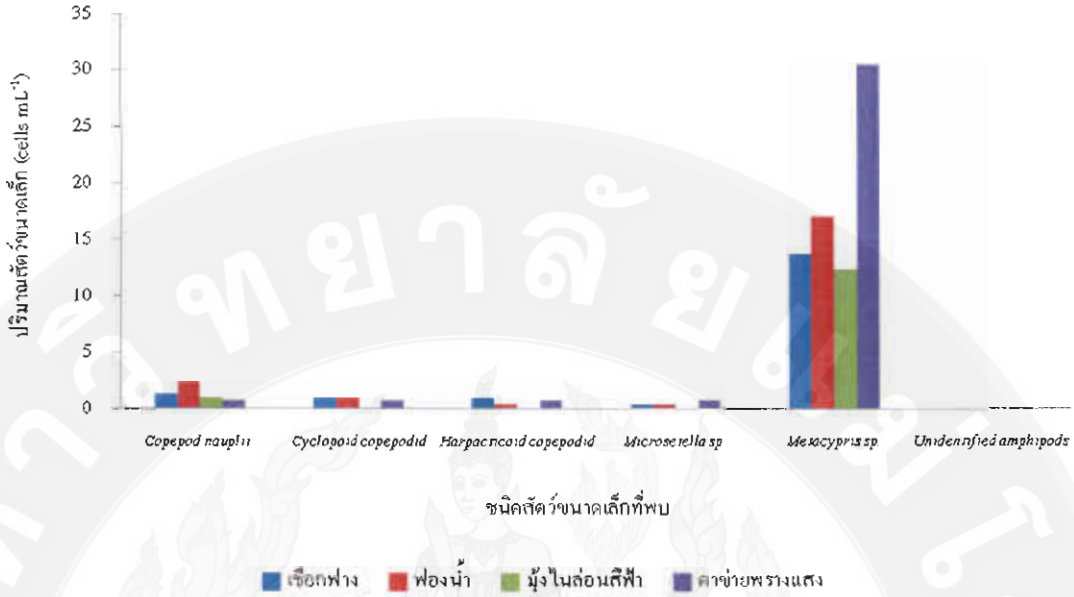
1.4 Phylum Arthropoda

สัตว์ขนาดเล็กใน Phylum Arthropoda ที่พบในวัสดุยึดเกาะเชือกฟาง จำนวน 5 จีนัส 4 สปีชีส์ ได้แก่ *Copepod nauplii*, *Cyclopoid copepodid*, *Harpacticoid copepodid*, *Microsetella* sp. และ *Metacypris* sp. ตามลำดับ ซึ่งพบ *Microsetella* sp. มีปริมาณเซลล์เฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ $13.66\pm3.71\times10^4$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร รองลงมาได้แก่ *Copepod nauplii*, *Cyclopoid copepodid*, *Harpacticoid copepodid* และ *Microsetella* sp. เท่ากับ 1.33±0.88, 1.00±0.00, 1.00±0.00, และ $0.33\pm0.33\times10^4$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ซึ่งไม่พบ Unidentified amphipods ในวัสดุยึดเกาะเชือกฟาง

สัตว์ขนาดเล็กใน Phylum Arthropoda ที่พบในวัสดุยึดเกาะฟองน้ำ จำนวน 5 จีนัส 5 สปีชีส์ ได้แก่ *Copepod nauplii*, *Cyclopoid copepodid*, *Harpacticoid copepodid*, *Microsetella* sp. และ *Metacypris* sp. ตามลำดับ ซึ่งพบ *Metacypris* sp. มีปริมาณเซลล์เฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ $17.00\pm1.52\times10^4$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร รองลงมาได้แก่ *Copepod nauplii*, *Cyclopoid copepodid*, *Harpacticoid copepodid* และ *Microsetella* sp. มีปริมาณเซลล์เฉลี่ยเท่ากับ 2.33±0.88, 1.00±0.00, 0.33±0.00, และ $0.33\pm0.33\times10^4$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ซึ่งไม่พบ Unidentified amphipods ในวัสดุยึดเกาะฟองน้ำ

สัตว์ขนาดเล็กใน Phylum Arthropoda ที่พบในวัสดุยึดเกาะมุ้งไนล่อนสีฟ้า จำนวน 3 จีนัส 3 สปีชีส์ ได้แก่ *Copepod nauplii*, *Harpacticoid copepodid* และ *Metacypris* sp. ตามลำดับ ซึ่งพบ *Metacypris* sp. มีปริมาณเซลล์เฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ $12.33\pm3.84\times10^4$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร รองลงมาได้แก่ *Copepod nauplii* และ *Harpacticoid copepodid* มีปริมาณเซลล์เฉลี่ยเท่ากับ 1.00±0.00 และ $0.33\pm0.33\times10^4$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ซึ่งไม่พบ *Cyclopoid copepodid*, *Microsetella* sp. และ Unidentified amphipods ในวัสดุยึดเกาะมุ้งไนล่อนสีฟ้า

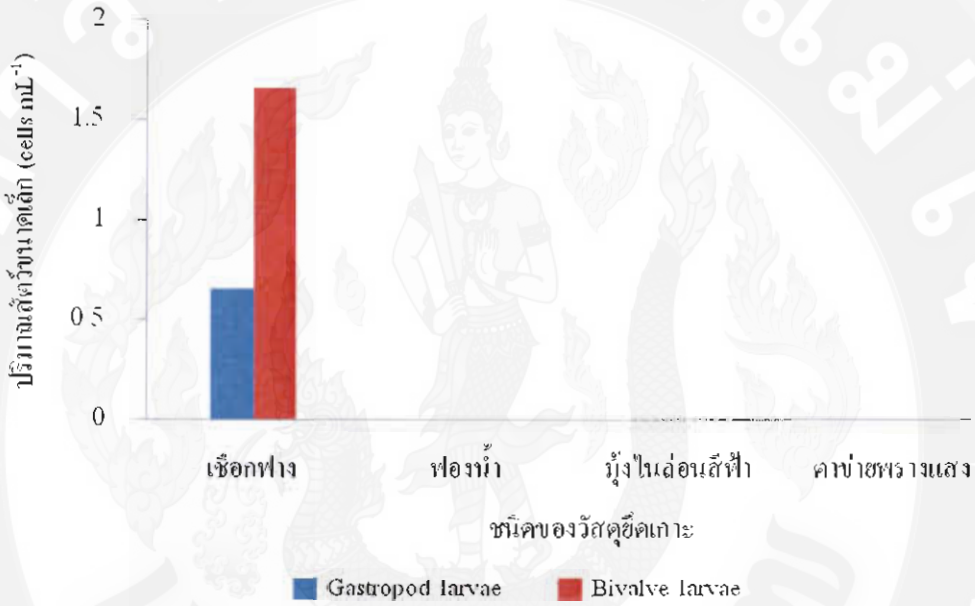
และสัตว์ขนาดเล็กใน Phylum Arthropoda ที่พบในวัสดุยึดเกาะคาข่ายพรางแสง จำนวน 6 จีนัส 5 สปีชีส์ ได้แก่ *Copepod nauplii*, *Cyclopoid copepodid*, *Harpacticoid copepodid*, *Microsetella* sp., *Metacypris* sp. และ Unidentified amphipods ตามลำดับ ซึ่งพบ *Microsetella* sp. มีปริมาณเซลล์เฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ $30.33\pm8.25\times10^4$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร รองลงมาได้แก่ *Copepod nauplii*, *Cyclopoid copepodid*, *Harpacticoid copepodid*, *Microsetella* sp. และ Unidentified amphipod มีปริมาณเซลล์เฉลี่ยเท่ากับ 0.66±0.33, 0.66±0.33, 0.66±0.33, 0.66±0.33 และ $0.33\pm0.33\times10^4$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร (ภาพ 15) ตามลำดับ



ภาพ 15 ค่าเฉลี่ยของปริมาณสัตว์ขนาดเล็ก Phylum Arthropoda ในวัสดุยึดเกาะที่ต่างกัน

1.5 Phylum Mollusca

สัตว์ขนาดเล็กใน Phylum Mollusca ที่พบในวัสดุยึดเกาะคาข่ายพรางแสง จำนวน 2 จีนัส 1 สปีชีส์ ได้แก่ Gastropod larvae และ Bivalve larvae มีปริมาณเซลล์เฉลี่ยเท่ากับ 0.66±0.33 และ $1.66\pm0.33\times10^{4}$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ซึ่งไม่พบสัตว์ขนาดเล็กใน Phylum Mollusca ในวัสดุยึดเกาะเชือกฟาง วัสดุยึดเกาะฟองน้ำ และวัสดุยึดเกาะมุ้งไนล่อนสีฟ้า (ภาพ 16) ตามลำดับ



ภาพ 16 ค่าเฉลี่ยของปริมาณสัตว์ขนาดเล็ก Phylum Mollusca ในวัสดุยึดเกาะที่ต่างกัน

ตาราง 8 ชนิดและปริมาณสัตว์ขนาดเล็กที่พบในวัสดุยึดเกาะที่ต่างกัน

ชนิดที่พบ	ชนิดของวัสดุยึดเกาะ			
	เชือกฟาง ($\times10^4$ cells mL^{-1})	ฟองน้ำ ($\times10^4$ cells mL^{-1})	มุ้งไนล่อนสีฟ้า ($\times10^4$ cells mL^{-1})	ตาข่ายพรางแสง ($\times10^4$ cells mL^{-1})
Phylum Protozoa				
Centropyxis sp.	1.66±0.33^{b}	2.33±0.33^{a}	N.D.^{d}	0.33±0.33^{c}
Vorticella sp.	23.66±7.42^{a}	N.D.^{d}	3.00±2.08^{c}	12.33±5.66^{b}
Unidentifined titinnid	1.66±0.88^{b}	6.66±1.20^{a}	0.66±0.33^{c}	0.33±0.33^{d}
Tintinnopsis orientalis	1.33±0.88^{b}	3.33±2.40^{a}	N.D.^{d}	0.33±0.33^{c}
Phylum Rotifera				
Trichocerca elongata	N.D.^{b}	N.D.^{b}	N.D.^{b}	2.00±2.00^{a}
Keratella cochlearis	N.D.^{c}	0.33±0.33^{b}	0.66±0.33^{a}	0.33±0.33^{b}
Lecane curvicornis	3.33±1.85^{b}	0.33±0.33^{c}	8.00±2.51^{a}	0.33±0.33^{c}
Ascomorpha sp.	15.66±4.91^{b}	3.33±1.45^{d}	4.33±1.85^{c}	24.33±12.99^{a}
Conochilus sp.	2.33±1.45^{a}	N.D.^{c}	0.33±0.33^{b}	2.33±1.33^{a}
Phylum Annelida				
Polychaete larvae	1.33±0.66^{a}	0.33±0.33^{d}	0.66±0.33^{c}	1.00±0.57^{b}
Phylum Arthropoda				
Copepod nauplii	1.33±0.88^{b}	2.33±0.88^{a}	1.00±0.00^{c}	0.66±0.33^{d}
Cyclopoid copepodid	1.00±0.00^{a}	1.00±0.00^{c}	N.D.^{c}	0.66±0.66^{b}
Harpacticoid copepodid	1.00±0.00^{a}	0.33±0.33^{c}	0.33±0.33^{c}	0.66±0.33^{b}
Microsetella sp.	0.33±0.33^{b}	0.33±0.33^{b}	N.D.^{c}	0.66±0.33^{a}
Metacypris sp.	13.66±3.71^{c}	17.00±1.52^{b}	12.33±3.84^{c}	30.33±8.25^{a}
Unidentified amphipods	N.D.^{b}	N.D.^{b}	N.D.^{b}	0.33±0.33^{a}
Phylum Mollusca				
Gastropod larvae	N.D.^{b}	N.D.^{b}	N.D.^{b}	0.66±0.33^{a}
Bivalve larvae	N.D.^{b}	N.D.^{b}	N.D.^{b}	1.66±0.33^{a}

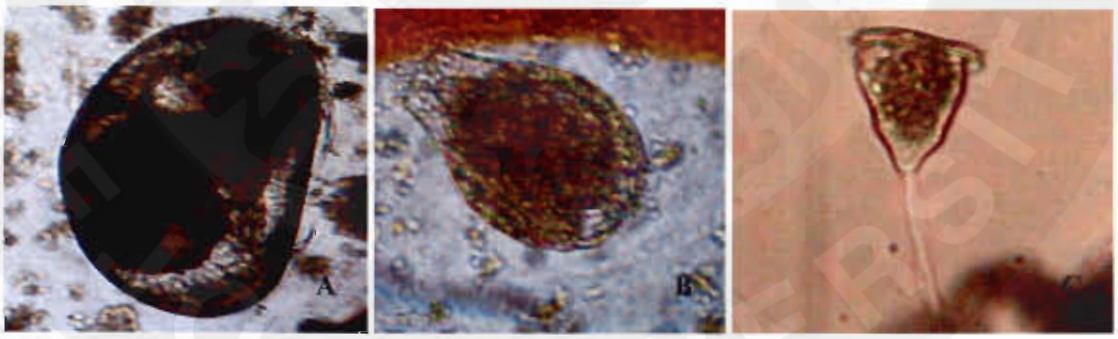
หมายเหตุ : Not Detected; N.D. ตรวจไม่พบ และอักษรที่ต่างกันในแนวนอนเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

2. สัตว์ขนาดเล็กชนิดเด่นที่พบในวัสดุยึดเกาะที่ต่างกัน

สัตว์ขนาดเล็กชนิดเด่นที่พบในวัสดุยึดเกาะที่ต่างกัน คือ วัสดุยึดเกาะเชือกฟาง วัสดุยึดเกาะฟองน้ำ วัสดุยึดเกาะมุ้งไนล่อนสีฟ้า และวัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสง ตามลำดับ ระยะเวลาการทดลอง 60 วัน ได้แก่ *Metacypris* sp. มีปริมาณเซลล์เฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ $30.33\pm8.25\times10^4$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร รองลงมา คือ *Ascomorpha* sp. และ *Vorticella* sp. มีปริมาณเซลล์เฉลี่ยเท่ากับ 24.33±12.99 และ $12.33\pm5.66\times10^4$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ (ตาราง 9)

ตาราง 9 สัตว์ขนาดเล็กชนิดเด่นที่พบในวัสดุยึดเกาะที่ต่างกัน

ชนิดที่พบ	ชนิดของวัสดุยึดเกาะ			
	เชือกฟาง ($\times10^4$ cell mL^{-1})	ฟองน้ำ ($\times10^4$ cell mL^{-1})	มุ้งไนล่อนสีฟ้า ($\times10^4$ cell mL^{-1})	ตาข่ายพรางแสง ($\times10^4$ cell mL^{-1})
Metacypris sp.	13.66±3.71	17.00±1.52	12.33±3.84	30.33±8.25
Ascomorpha sp.	15.66±4.91	3.33±1.45	4.33±1.85	24.33±12.99
Vorticella sp.	23.66±7.42	N.D.	3.00±2.08	12.33±5.66



ภาพ 17 สัตว์ขนาดเล็กชนิดเด่นที่พบในวัสดุยึดเกาะที่ต่างกัน

หมายเหตุ (A) *Metacypris* sp. (B) *Ascomorpha* sp. และ (C) *Vorticella* sp.

3. คุณภาพน้ำในบ่อทดลอง

คุณภาพน้ำในบ่อระหว่างการทดลอง พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่าง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.6±0.4 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.2±1.4 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.2±0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.40±0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณออร์โธฟอสเฟต มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.24±0.7 มิลลิกรัมต่อลิตร และปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 155.60±20.0 ไมโครกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (ตาราง 10)

ตาราง 10 คุณภาพน้ำในบ่อทดลอง

ปัจจัยคุณภาพน้ำ	ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำในการทดลอง
ความเป็นกรด-ด่า (pH)	7.6±0.4
ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	6.2±1.4
แอมโมเนีย-ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.2±0.1
ไนเตรท-ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.40±0.1
ออร์โธฟอสเฟต (มิลลิกรัมต่อลิตร)	1.24±0.7
คลอโรฟิลล์ เอ (ไมโครกรัมต่อลิตร)	155.60±20.0

หมายเหตุ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05)

การทดลองที่ 3 : การศึกษาผลของวัสดุยึดเกาะต่ออัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของกุ้งฝอย

จากการศึกษาผลของวัสดุยึดเกาะต่ออัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของกุ้งฝอยที่เลี้ยงร่วมกับวัสดุยึดเกาะที่เหมาะสมจากผลการทดลองที่ 2 ทำการเลี้ยงกุ้งฝอยขนาดไม่ต่างกันในบ่อดิน ขนาด 40 ตารางเมตร โดยแบ่งออกเป็น 3 ชุดการทดลอง ๆ ละ 3 ซ้ำ คือ ชุดการทดลองที่ 1 เลี้ยงกุ้งฝอยอย่างเดียว ชุดการทดลองที่ 2 เลี้ยงกุ้งฝอยร่วมกับวัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสงและไม่ให้อาหาร และชุดการทดลองที่ 3 เลี้ยงกุ้งฝอยร่วมกับวัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสงและให้อาหาร ตามลำดับ อัตราการปล่อย 100 ตัวต่อตารางเมตร ระยะเวลาการทดลอง 90 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย อัตราการรอด และผลผลิตรวม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (ตาราง 11) ดังนี้

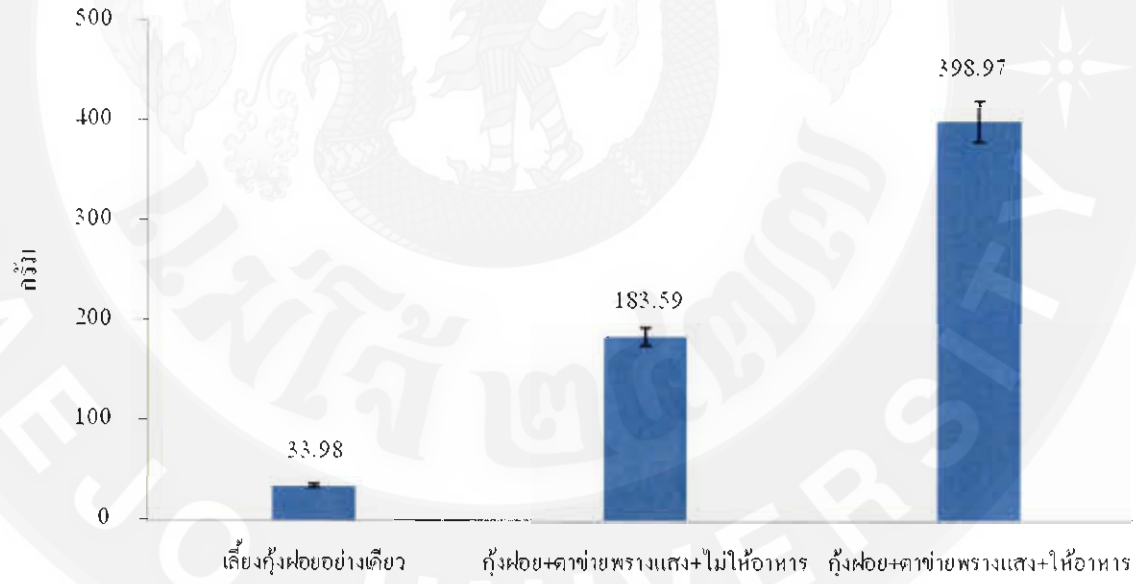
ตาราง 11 ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของกุ้งฝอยที่เลี้ยงอย่างเดียว กุ้งฝอยที่เลี้ยงร่วมกับวัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสงและไม่ให้อาหาร และกุ้งฝอยที่เลี้ยงร่วมกับวัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสงและให้อาหาร

ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของกุ้งฝอย	เลี้ยงกุ้งฝอยอย่างเดียว	กุ้งฝอยที่เลี้ยงร่วมกับวัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสงและไม่ให้อาหาร	กุ้งฝอยที่เลี้ยงร่วมกับวัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสงและให้อาหาร
น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย (กรัม)	614.54±1.22	615.55±1.24	622.81±1.39
น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย (กรัม)	33.98±1.16^{c}	183.59±1.17^{b}	398.97±1.15^{a}
อัตราการรอด (เปอร์เซ็นต์)	40.77±0.75^{c}	55.81±1.17^{b}	84.41±0.90^{a}
ผลผลิตรวม (กรัมต่อ 40 ตรม.)	648.52±2.01^{c}	799.14±2.07^{b}	1021±2.20^{a}

หมายเหตุ อักษรที่ต่างกันในแนวนอนเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

1. การเจริญเติบโตด้านน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย

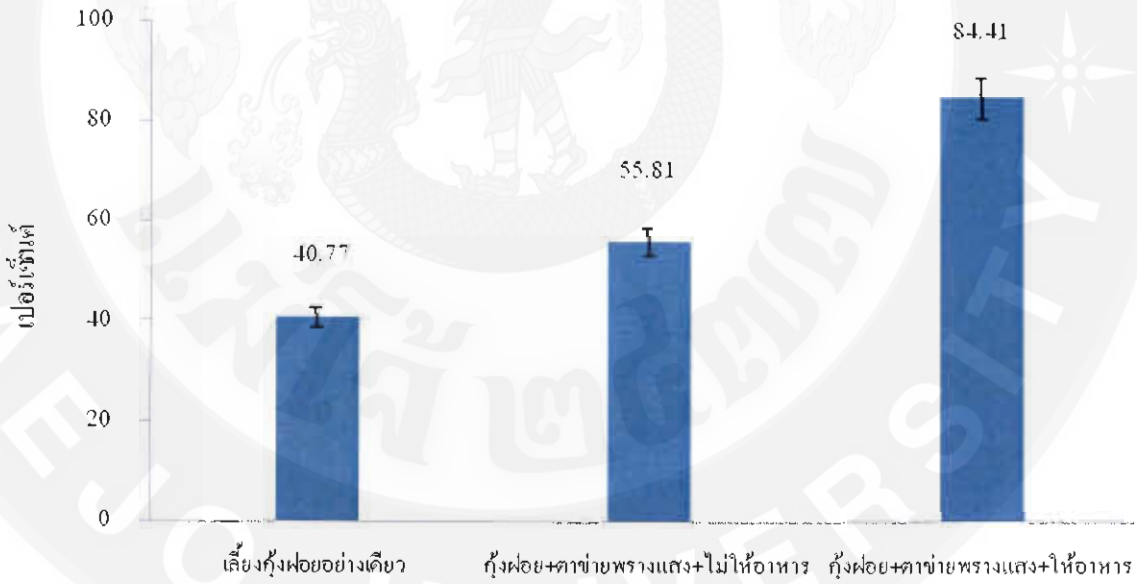
จากการศึกษาผลของวัสดุยึดเกาะต่ออัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของกุ้งฝอยที่เลี้ยงร่วมกับวัสดุยึดเกาะที่เหมาะสมจากผลการทดลองที่ 2 ทำการเลี้ยงกุ้งฝอยขนาดไม่ต่างกันในบ่อดิน ขนาด 40 ตารางเมตร โดยแบ่งออกเป็น 3 ชุดการทดลอง ๆ ละ 3 ซ้ำ คือ ชุดการทดลองที่ 1 เลี้ยงกุ้งฝอยอย่างเดียว ชุดการทดลองที่ 2 เลี้ยงกุ้งฝอยร่วมกับวัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสงและไม่ให้อาหาร และชุดการทดลองที่ 3 เลี้ยงกุ้งฝอยร่วมกับวัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสงและให้อาหาร ตามลำดับ อัตราการปล่อย 100 ตัวต่อตารางเมตร ระยะเวลาการทดลอง 90 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยกุ้งฝอยที่เลี้ยงร่วมกับวัสดุยึดเกาะตาข่ายพลางแสงและให้อาหาร มีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยสูงที่สุด มีค่าเท่ากับ 398.97±1.15 กรัม รองลงมาได้แก่ กุ้งฝอยที่เลี้ยงร่วมกับวัสดุยึดเกาะตาข่ายพลางแสงและไม่ให้อาหาร และเลี้ยงกุ้งฝอยอย่างเดียว มีค่าเท่ากับ 183.59±1.17 และ 33.98±1.16 กรัม (ภาพ 18) ตามลำดับ



ภาพ 18 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย (กรัม) ของกุ้งฝอยที่เลี้ยงอย่างเดียว เลี้ยงกุ้งฝอยร่วมกับวัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสงและไม่ให้อาหาร และเลี้ยงกุ้งฝอยร่วมกับวัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสงและให้อาหาร

2. อัตราการรอดของกุ้งฝอย

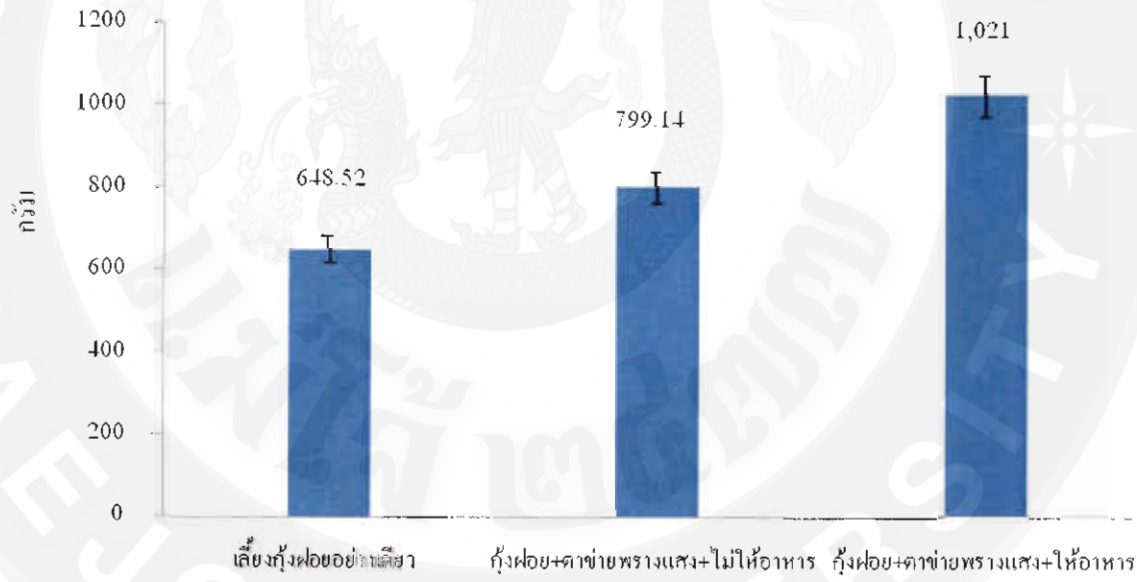
จากการศึกษาผลของวัสดุยึดเกาะต่ออัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของกุ้งฝอยที่เลี้ยงร่วมกับวัสดุยึดเกาะที่เหมาะสมจากผลการทดลองที่ 2 ทำการเลี้ยงกุ้งฝอยขนาดไม่ต่างกันในบ่อดิน ขนาด 40 ตารางเมตร โดยแบ่งออกเป็น 3 ชุดการทดลอง ๆ ละ 3 ซ้ำ คือ ชุดการทดลองที่ 1 เลี้ยงกุ้งฝอยอย่างเดียว ชุดการทดลองที่ 2 เลี้ยงกุ้งฝอยร่วมกับวัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสงและไม่ให้อาหาร และชุดการทดลองที่ 3 เลี้ยงกุ้งฝอยร่วมกับวัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสงและให้อาหาร ตามลำดับ อัตราการปล่อย 100 ตัวต่อตารางเมตร ระยะเวลาการทดลอง 90 วัน พบว่า อัตราการรอดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยกุ้งฝอยที่เลี้ยงร่วมกับวัสดุยึดเกาะตาข่ายพลางแสงและให้อาหารมีอัตราการรอดสูงที่สุดมีค่าเท่ากับ 84.41±0.90 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ กุ้งฝอยที่เลี้ยงร่วมกับวัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสงและไม่ให้อาหาร และเลี้ยงกุ้งฝอยอย่างเดียว มีค่าเท่ากับ 55.81±1.17 และ 40.77±0.75 เปอร์เซ็นต์ (ภาพ 19) ตามลำดับ



ภาพ 19 อัตราการรอด (เปอร์เซ็นต์) ของกุ้งฝอยที่เลี้ยงอย่างเดียว เลี้ยงกุ้งฝอยร่วมกับวัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสงและไม่ให้อาหาร และเลี้ยงกุ้งฝอยร่วมกับวัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสงและให้อาหาร

3. ผลผลิตรวมของกุ้งฝอย

จากการศึกษาผลของวัสดุยึดเกาะต่ออัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของกุ้งฝอยที่เลี้ยงร่วมกับวัสดุยึดเกาะที่เหมาะสมจากผลการทดลองที่ 2 ทำการเลี้ยงกุ้งฝอยขนาดไม่ต่างกันในบ่อดิน ขนาด 40 ตารางเมตร โดยแบ่งออกเป็น 3 ชุดการทดลอง ๆ ละ 3 ซ้ำ คือ ชุดการทดลองที่ 1 เลี้ยงกุ้งฝอยอย่างเดียว ชุดการทดลองที่ 2 เลี้ยงกุ้งฝอยร่วมกับวัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสงและไม่ให้อาหาร และชุดการทดลองที่ 3 เลี้ยงกุ้งฝอยร่วมกับวัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสงและให้อาหาร ตามลำดับ อัตราการปล่อย 100 ตัวต่อตารางเมตร ระยะเวลาการทดลอง 90 วัน พบว่า ผลผลิตรวมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยกุ้งฝอยที่เลี้ยงร่วมกับวัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสงและให้อาหาร มีผลผลิตรวมสูงที่สุดมีค่าเท่ากับ 1021±2.20 กรัม รองลงมาได้แก่ กุ้งฝอยที่เลี้ยงวัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสงและไม่ให้อาหาร และเลี้ยงกุ้งฝอยอย่างเดียว มีค่าเท่ากับ 799±2.07 และ 648.52±2.01 กรัม (ภาพ 20) ตามลำดับ



ภาพ 20 ผลผลิตรวม (กรัม) ของกุ้งฝอยที่เลี้ยงอย่างเดียว เลี้ยงกุ้งฝอยร่วมกับวัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสงและไม่ให้อาหาร และเลี้ยงกุ้งฝอยร่วมกับวัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสงและให้อาหาร

4. คุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งฝอย

จากการตรวจสอบคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งฝอยอย่างเดียว บ่อเลี้ยงกุ้งฝอยร่วมกับวัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสงและไม่ให้อาหาร และบ่อเลี้ยงกุ้งฝอยร่วมกับวัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสงและให้อาหาร พบว่า อุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ความขุ่นของน้ำ ความเป็นด่าง ออร์โธฟอสเฟต ไนเตรท-ไนโตรเจน และแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) (ตาราง 12) โดยอุณหภูมิของน้ำ พบว่า ในบ่อเลี้ยงกุ้งฝอยอย่างเดียว บ่อเลี้ยงกุ้งฝอยร่วมกับวัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสงและไม่ให้อาหาร และบ่อเลี้ยงกุ้งฝอยร่วมกับวัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสงและให้อาหาร มีอุณหภูมิของน้ำเฉลี่ยเท่ากับ 27.2±0.30, 27.6±0.10 และ 27.7±0.06 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

ค่าความเป็นกรด-ด่าง พบว่า ในบ่อเลี้ยงกุ้งฝอยร่วมกับวัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสงและให้อาหาร มีค่าความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 7.63±0.06 รองลงมาได้แก่ บ่อเลี้ยงกุ้งฝอยร่วมกับวัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสงและไม่ให้อาหาร และบ่อเลี้ยงกุ้งฝอยอย่างเดียว มีค่าเท่ากับ 7.46±0.40 และ 7.09±0.10 ตามลำดับ

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ พบว่า ในบ่อเลี้ยงกุ้งฝอยร่วมกับวัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสงและให้อาหาร มีปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 6.78±0.08 มิลลิกรัมต่อลิตร รองลงมาได้แก่ บ่อเลี้ยงกุ้งฝอยร่วมกับวัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสงและไม่ให้อาหาร และบ่อเลี้ยงกุ้งฝอยอย่างเดียว มีค่าเท่ากับ 6.60±0.20 และ 6.31±0.20 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

ค่าความขุ่นของน้ำ พบว่า ในบ่อเลี้ยงกุ้งฝอยร่วมกับวัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสงและให้อาหาร มีค่าความขุ่นของน้ำเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 33.53±0.06 NTU รองลงมาได้แก่ บ่อเลี้ยงกุ้งฝอยร่วมกับวัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสงและไม่ให้อาหาร และบ่อเลี้ยงกุ้งฝอยอย่างเดียว มีค่าเท่ากับ 31.98±1.18 และ 29.27±0.39 NTU ตามลำดับ

ค่าความเป็นด่าง พบว่า ในบ่อเลี้ยงกุ้งฝอยร่วมกับวัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสงและให้อาหาร มีค่าความเป็นด่างเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 100.63±0.67 มิลลิกรัมต่อลิตร รองลงมาได้แก่ บ่อเลี้ยงกุ้งฝอยร่วมกับวัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสงและไม่ให้อาหาร และบ่อเลี้ยงกุ้งฝอยอย่างเดียว มีค่าเท่ากับ 98.10±0.03 และ 94.45±0.33 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

ปริมาณออร์โธฟอสเฟต พบว่า ในบ่อเลี้ยงกุ้งฝอยร่วมกับวัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสงและให้อาหาร มีปริมาณออร์โธฟอสเฟตเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 0.16±0.23 มิลลิกรัมต่อลิตร รองลงมาได้แก่ บ่อเลี้ยงกุ้งฝอยร่วมกับวัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสงและไม่ให้อาหาร และบ่อเลี้ยงกุ้งฝอยอย่างเดียว มีค่าเท่ากับ 0.06±0.67 และ 0.02±0.52 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนพบว่า ในบ่อเลี้ยงกุ้งฝอยร่วมกับวัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสงและให้อาหาร มีปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 0.42±0.76 มิลลิกรัมต่อลิตร รองลงมาได้แก่ บ่อเลี้ยงกุ้งฝอยร่วมกับวัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสงและไม่ให้อาหาร และบ่อเลี้ยงกุ้งฝอยอย่างเดียว มีค่าเท่ากับ 0.031±0.66 และ 0.21±0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

และปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน พบว่า ในบ่อเลี้ยงกุ้งฝอยร่วมกับวัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสงและให้อาหาร มีปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 0.003±0.06 มิลลิกรัมต่อลิตร รองลงมาได้แก่ บ่อเลี้ยงกุ้งฝอยร่วมกับวัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสงและไม่ให้อาหาร และบ่อเลี้ยงกุ้งฝอยอย่างเดียว มีค่าเท่ากับ 0.002±0.02 และ 0.002±0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

ตาราง 12 คุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งฝอยอย่างเดียว บ่อเลี้ยงกุ้งฝอยร่วมกับวัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสงและไม่ให้อาหาร และบ่อเลี้ยงกุ้งฝอยร่วมกับวัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสงและให้อาหาร

พารามิเตอร์	เลี้ยงกุ้งฝอยอย่างเดียว	กุ้งฝอยที่เลี้ยงร่วมกับวัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสงและไม่ให้อาหาร	กุ้งฝอยที่เลี้ยงร่วมกับวัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสงและให้อาหาร
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	27.2±0.30	27.6±0.10	27.7±0.06
ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	7.09±0.10	7.46±0.40	7.63±0.06
ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	6.31±0.20	6.60±0.20	6.78±0.08
ความขุ่นของน้ำ (NTU)	29.27±0.39	31.98±1.18	33.53±0.06
ความเป็นด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตร)	94.45±0.33	98.10±0.03	100.63±0.67
แอมโมเนีย-ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.002±0.01	0.002±0.02	0.003±0.06
ไนเตรท-ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.21±0.05	0.031±0.66	0.42±0.76
ออร์โธฟอสเฟต (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.02±0.52	0.06±0.67	0.16±0.23

หมายเหตุ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$)

บทที่ 5
วิจารณ์ผลการวิจัย

การทดลองที่ 1 ศึกษาชนิดและปริมาณสัตว์ขนาดเล็กที่เป็นอาหารธรรมชาติในบ่อดินที่ต่างกัน คือ บ่อเลี้ยงปลานิลร่วมกับไก่เนื้อ บ่อเลี้ยงปลานิลแบบพัฒนา และบ่อพักน้ำ จากการศึกษาพบสัตว์ขนาดเล็กทั้งหมด 5 ไฟลัม 12 สกุล โดยพบสัตว์ขนาดเล็กในบ่อเลี้ยงปลานิลร่วมกับไก่เนื้อมากที่สุด โดย *Chironomus* sp. จัดเป็นสัตว์ขนาเล็กสกุลที่พบมากที่สุดโดยมีในทุกบ่อ การเป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะสัตว์ขนาดเล็กเหล่านี้มีความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับระบบนิเวศและสภาพแวดล้อมได้ดี เพราะเป็นสัตว์ประเภทที่มีการดำรงชีวิต และการกินอาหารที่ไม่เจาะจง ซึ่งสอดคล้องกับ ปิยนันท์ (2524) และพันธ์ทิพย์ (2544) กล่าวว่า บริเวณที่มีตะกอนของอินทรียวัตถุในดินมากจะพบจำนวนชนิด การแพร่กระจายของสัตว์ขนาดเล็กในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำมาก และทวีศักดิ์ และคณะ (2521) ทำการศึกษาพบว่า สัตว์หน้าดินจะมีความสัมพันธ์กับธาตุอาหาร แพลงค์ตอน ปลาและสัตว์น้ำอื่น ๆ

จำนวนชนิดและปริมาณสัตว์ขนาดเล็กที่อยู่ในบ่อดินที่ต่างกันจากการศึกษาครั้งนี้ พบว่ามีความสัมพันธ์แปรผันตรงในเชิงบวกกับปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ โดยมีค่า R^2= 0.921 และได้สมการคือ y = 2.1586x + 30.044 แสดงให้เห็นว่าในบ่อที่มีคลอโรฟิลล์ เอ ในปริมาณที่สูงจะทำให้ปริมาณของสัตว์ขนาดเล็กมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นด้วยเช่นกัน

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของวัสดุยึดเกาะที่ต่างกันต่อชนิดและปริมาณของสัตว์ขนาดเล็กทั้ง 4 ชนิด คือ วัสดุยึดเกาะเชือกฟาง วัสดุยึดเกาะฟองน้ำ วัสดุยึดเกาะมุ้งไนล่อนสีฟ้า และวัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสง จากการศึกษาพบสัตว์ขนาดเล็กทั้งหมด 13 จีนัส 18 สปีชีส์ โดยพบสัตว์ขนาดเล็กในวัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสงมากที่สุด ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่าลักษณะพื้นที่ผิวของตาข่ายพรางแสงเป็นเส้นพลาสติกที่พันกันไปมาทำให้มีซอกมุมที่ให้สัตว์ขนาดเล็กเข้ามายึดเกาะได้มากกว่า

การทดลองที่ 3 ศึกษาผลของวัสดุยึดเกาะต่ออัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของกุ้งฝอย จากการศึกษาพบว่า กุ้งฝอยที่เลี้ยงร่วมกับวัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสงและให้อาหาร มีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย อัตราการรอด และผลผลิตรวม ดีกว่ากุ้งฝอยที่เลี้ยงร่วมกับวัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสงและไม่มีการให้อาหาร และกุ้งฝอยที่เลี้ยงอย่างเดียว ($p<0.05$) ซึ่งอัตราการรอดของกุ้งฝอยที่ปล่อยเลี้ยงในบ่อดินที่ไม่มีวัสดุยึดเกาะมีอัตราการรอดที่ต่ำกว่าอาจเนื่องมาจากในระหว่างการเลี้ยงกุ้งฝอย กุ้งฝอยได้กินกันเองในช่วงเวลาลอกคราบ หรือกัดกินกันเองเวลาแย่งอาหาร เพราะไม่มีวัสดุยึดเกาะในการหลบซ่อนตัว สอดคล้องกับ Cohen *et al.* (1983) กล่าวว่าวัสดุหลบซ่อนไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของลูกกุ้งก้ามกราม และกล่าวว่าวัสดุหลบซ่อนช่วยทำให้ลูกกุ้งก้ามกรามมีการรบกวนและกินกันน้อยลงทำให้มีอัตรารอดตายมากขึ้น เช่นเดียวกับ Sandifer and Smith (1977) กล่าวว่าการใช้วัสดุ

หลบซ่อนในบ่ออนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามสามารถช่วยให้ลูกกุ้งก้ามกรามมีอัตรารอดตายมากขึ้น ทั้งนี้อยู่ที่รูปแบบและวัสดุที่ใช้ทำวัสดุหลบซ่อน และสอดคล้องกับ Raanna *et al.* (1984), Mulla and Rouse (1985) และ Smith and Sandifer (1975) กล่าวว่าวัสดุหลบซ่อนสามารถลดการกินกันเองของลูกกุ้งก้ามกรามได้โดยเฉพาะระหว่างการลอกคราบและหลังการลอกคราบและทำให้กุ้งก้ามกรามมีอัตรารอดตายเพิ่มขึ้น และ Fujimura and Okamato (1970) กล่าวว่า ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของลูกกุ้งวัยรุ่นขึ้นอยู่กับปัจจัยดังต่อไปนี้คือ อัตราการปล่อย ปริมาณอาหารที่ให้ ปริมาณศัตรู อุณหภูมิของน้ำและปริมาณของร่มเงา และที่หลบซ่อน จงกล และคณะ (2547) ได้ศึกษาการเพิ่มผลผลิตกุ้งก้ามกรามในบ่อดินโดยเลี้ยงร่วมกับวัสดุเทียมเพื่อเพิ่มพื้นที่ปลอดภัยขณะกุ้งลอกคราบ พบว่า กุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงร่วมกับวัสดุเทียมที่เป็นท่อ PVC และกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงร่วมกับวัสดุเทียมที่เป็นไม้ไผ่ มีผลผลิตกุ้งก้ามกราม และประสิทธิภาพการใช้โปรตีนมากกว่ากุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงร่วมกับวัสดุเทียมที่เป็นซีเมนต์และเลี้ยงกุ้งก้ามกรามอย่างเดียวไม่มีวัสดุเทียม ตามลำดับ แต่อัตราการรอด อัตราการแลกเนื้อ และศักยภาพทางเศรษฐศาสตร์ในการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามร่วมกับวัสดุเทียมที่เป็นท่อ PVC ได้ผลตอบแทนดีกว่ากุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงร่วมกับวัสดุเทียมที่เป็นไม้ไผ่ กุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงร่วมกับวัสดุเทียมที่เป็นซีเมนต์ และเลี้ยงกุ้งก้ามกรามอย่างเดียวไม่มีวัสดุเทียม ตามลำดับ และวรศิริ และคณะ (2549) ได้ศึกษาเทคนิคการขุนกุ้งก้ามกรามเพศผู้โดยสร้างที่หลบซ่อนต่างกัน พบว่า ชุดการทดลองที่ใช้วัสดุกระเบื้องเป็นที่หลบซ่อนมีการเจริญเติบโตทางด้านน้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ยดีที่สุด คือ มีค่าเท่ากับ 7.36±0.12 กรัม รองลงมาคือ ใช้วัสดุท่อพีวีซี มีค่าเท่ากับ 6.35±0.55 กรัม และใช้วัสดุอิฐบล็อก มีค่าเท่ากับ 6.29±0.51 กรัม ส่วนชุดการทดลองที่ 1 ไม่สามารถเก็บข้อมูลได้ เมื่อนำไปวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า การเจริญเติบโตทางด้านน้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ส่วนความยาวเพิ่มขึ้นเฉลี่ยมากที่สุด คือ ใช้ท่อพีวีซีเป็นที่หลบซ่อน มีค่าเท่ากับ 2.82±0.10 เซนติเมตร รองลงมา คือ ใช้วัสดุกระเบื้องและวัสดุอิฐบล็อกเป็นที่หลบซ่อนซึ่งมีความยาวเพิ่มขึ้นเฉลี่ยเท่ากัน คือ 2.46±0.48 และ 2.46±0.07 เซนติเมตร เมื่อนำไปวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกัน ส่วนเปอร์เซ็นต์อัตราการรอดตายเฉลี่ยมากที่สุด คือ ใช้วัสดุกระเบื้องเป็นที่หลบซ่อน มีค่าเท่ากับ 87.5 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ใช้วัสดุอิฐบล็อก มีค่าเท่ากับ 78 เปอร์เซ็นต์ วัสดุท่อพีวีซีเป็นที่หลบซ่อน มีค่าเท่ากับ 77.5 เปอร์เซ็นต์ และใช้วัสดุขอนไม้ กิ่งไม้ เป็นที่หลบซ่อน 10 เปอร์เซ็นต์ ตายก่อนสิ้นสุดการทดลอง ตามลำดับ

จากการศึกษาในครั้งนี้ พบว่าการเลี้ยงกุ้งฝอยร่วมกับการสร้างอาหารธรรมชาติบนวัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสงและมีการให้อาหารจะช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของกุ้งฝอยให้สูงขึ้น

บทที่ 6
สรุปผลการวิจัย

1. การศึกษาชนิดและปริมาณสัตว์ขนาดเล็กที่เป็นอาหารธรรมชาติในบ่อดินที่ต่างกัน 3 รูปแบบ คือ บ่อเลี้ยงปลานิลร่วมกับไก่เนื้อ บ่อเลี้ยงปลานิลแบบพัฒนา และบ่อพักน้ำ พบสัตว์ขนาดเล็กทั้งหมด 12 สกุล ซึ่งพบสัตว์ขนาดเล็กในบ่อเลี้ยงปลานิลร่วมกับไก่เนื้อมากที่สุด ($p<0.05$) โดยพบ *Chironomus* sp. มากที่สุด มีปริมาณเซลล์เฉลี่ยรวมเท่ากับ 164.00±4.00 เซลล์ต่อมิลลิลิตร

2. การศึกษาผลของวัสดุยึดเกาะที่ต่างกันต่อชนิดและปริมาณของสัตว์ขนาดเล็ก คือ วัสดุยึดเกาะเชือกฟาง วัสดุยึดเกาะฟองน้ำ วัสดุยึดเกาะมุ้งไนล่อนสีฟ้า และวัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสง พบสัตว์ขนาดเล็กทั้งหมด 13 จีนัส 18 สปีชีส์ ซึ่งพบสัตว์ขนาดเล็กในวัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสงมากที่สุด ($p<0.05$) โดยพบ *Metacypris* sp. มากที่สุด มีปริมาณเซลล์เฉลี่ยเท่ากับ $4.40\pm1.94\times10^4$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร

3. การศึกษาผลของวัสดุยึดเกาะต่ออัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของกุ้งฝอย พบว่า กุ้งฝอยที่เลี้ยงร่วมกับวัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสงและให้อาหาร มีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย (398.97±1.15 กรัม) อัตราการรอด (84.41±0.90 เปอร์เซ็นต์) และผลผลิตรวม (1021±2.20 กรัม) ($p<0.05$) ดีกว่าการเลี้ยงกุ้งฝอยร่วมกับวัสดุยึดเกาะตาข่ายพรางแสงและไม่ให้อาหาร และเลี้ยงกุ้งฝอยอย่างเดียว

ข้อเสนอแนะ

ประเด็นวิจัยที่น่าสนใจศึกษาต่อไป คือ ศึกษาความเป็นไปได้ของความคุ้มทุนในทางเศรษฐศาสตร์ เพื่อลดต้นทุนในการเลี้ยงกุ้งฝอยต่อไป

บรรณานุกรม

กรมประมง. 2540. **ผลของความหนาแน่นและความขุ่นของน้ำต่อการผลิตกุ้งฝอยในบ่อซีเมนต์.** กรุงเทพฯ: กรมประมง. น. 3-39.

กัณฑรีย์ บุญประกอบ. 2531. **นิเวศวิทยา.** กรุงเทพฯ: ฝ่ายตำราและอุปกรณ์การศึกษา มหาวิทยาลัยรามคำแหง. 322 น.

กระสินธุ์ หังสพฤษ์, บัญชา ทองมี และ สุฤทธุ์ สมบูรณ์ชัย. 2546. **การศึกษาชีวบางประการและความเป็นไปได้ในการเพาะเลี้ยงกุ้งฝอย.** เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 21 น.

จงกล พรมยะ, เทพรัตน์ อึ้งเศรษฐพันธ์, นิวุฒิ หวังชัย และขจรเกียรติ์ แซ่ตัน. 2548. **การเพิ่มผลผลิตกุ้งก้ามกรามในบ่อดินโดยเลี้ยงร่วมกับวัสดุเทียมเพื่อเพิ่มพื้นที่ปลอดภัยขณะกุ้งลอกคราบ.** เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 21 น.

จันทิมา ไตรบัญญัติกุล. 2545. **ชนิดปริมาณและการกระจายตัวของสัตว์หน้าดินและแพลงก์ตอนป่าชายเลนธรรมชาติบริเวณโครงการวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 212 น.

เดชา รอดระรัง และ นงนุช สุวรรณเพ็ง. 2547. **การอนุบาลกุ้งก้ามกรามด้วยความหนาแน่นสูงในบ่อซีเมนต์. เอกสารวิชาการฉบับที่ 15/2547.** กรุงเทพฯ: สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, กรมประมง. 22 น.

ทิพย์นันท์ งามประหยัด. 2542. **ความชุกชุม ความหลากหลายของสัตว์หน้าดินและคุณภาพน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยา.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 121 น.

ทวีศักดิ์ ปิยะกาญจน์, สุทธิชัย เตมียวนิชย์, ณิฏฐารัตน์ จิรโรจน์ และ นงนารถ เชททรี. 2521. การศึกษาเกี่ยวกับความหนาแน่นของประชากรและมวลชีวภาพของสัตว์หน้าดินในอ่าวไทยและทะเลอันดามัน. น. 209-221. <u>ใน</u> **สรุปผลซิมโปเซียมการสำรวจและวิจัยสภาวะน้ำเสียในน่านน้ำไทย.** กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

ธีระ เล็กชลยุทธ. 2522. **การใช้สัตว์หน้าดินเป็นดัชนีความเน่าเสียของน้ำที่ปล่อยจากโรงงานแป้งมันสำปะหลังในการศึกษาสภาวะน้ำเสียที่มีต่อสัตว์น้ำและการประมงที่อ่าวศรีราชา.** กรุงเทพฯ: คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 23 น.

นภาพร ศรีพุฒินิพนธ์ และ สุริยา จงโยธา. 2540ก. **ผลของความหนาแน่นและความขุ่นของน้ำต่อการผลิตกุ้งฝอยในบ่อซีเมนต์. เอกสารวิชาการฉบับที่ 34/2540.** กรุงเทพฯ: กองประมงน้ำจืด, กรมประมง. 57 น.

นภาพร ศรีพุฒินิพนธ์ และ สุริยา จงโยธา. 2540ข. **ชีววิทยาบางประการของกุ้งฝอย *Macrobrachium lanchesteri* de Man ในบึงทุ่งสร้าง จังหวัดขอนแก่น. เอกสารวิชาการฉบับที่ 35.** กรุงเทพฯ: กองประมงน้ำจืด, กรมประมง. 35 น.

นฤมล แสงประดับ. 2542. นาฬิกาสัตว์หน้าดินทางเลือกของการดูแลเฝ้าระวังคุณภาพแหล่งน้ำโดยชุมชนท้องถิ่น. **วารสารวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น** 27(4): 279-287.

บัญชา ทองมี. 2551. **การเพาะเลี้ยงกุ้งฝอย (*Macrobrachium lanchesteri* De Man) เชิงพาณิชย์.** เชียงใหม่: สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ เครือข่ายภาคเหนือ. 90 น.

ปิยนันท์ ศรีสุชาติ. 2524. **ชนิดปริมาณและการแพร่กระจายของสัตว์หน้าดินบริเวณป่าชายเลน อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 60 น.

พงศ์เชฎฐ์ พิชิตกุล. 2537. **การศึกษาชนิดและปริมาณสัตว์หน้าดินในการเตรียมบ่อเลี้ยงปลาในพื้นที่กำแพงแสน โดยการใส่ปุ๋ยมูลสุกรแห้งที่ระดับต่างกัน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 133 น.

มั่นสิน ตันฑุลเวศน์ และ ไพพรรณ พรประภา. 2536. **การจัดการคุณภาพน้ำและการบำบัดน้ำเสียในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ เล่ม 1 การจัดการคุณภาพน้ำ.** กรุงเทพฯ: ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 319 น.

เริงฤดี มหาวินิจฉัยมนตรี. 2515. ส่วนประกอบทางเคมีของสัตว์น้ำสดในประเทศไทย. น. 51-57. ใน **รายงานผลการทดลองแผนกอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ.** กรุงเทพฯ: กรมประมง.

ลัดดา วงศ์รัตน์ และ โสภณา บุญญาภิวัฒน์. 2546. **คู่มือวิธีการเก็บและวิเคราะห์แพลงก์ตอน.** กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 270 น.

วิทย์ ธารชลานุกิจ. 2504. **การศึกษาชีวประวัติกุ้งฝอยน้ำจืด.** กรุงเทพฯ: คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 51 น.

วิรัช จิ๋วแหยม, นัฏฐา วิศิษญ์วิทยากร และ วิไลลักษณ์ ไชยปะ. 2549. การวิจัยและพัฒนาการเลี้ยงกุ้งฝอยน้ำจืด 2 ชนิด แบบพัฒนา. น. บทคัดย่อ. ใน **รายงานผลการวิจัยประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2548.** ขอนแก่น: สำนักวิทยบริการ.

วิเชียร มากตุ่น. 2523. ชีววิทยาบางประการของกุ้งฝอย. 19 น. ใน **รายงานผลการวิจัยประจำปี พ.ศ. 2523.** กรุงเทพฯ: คณะกรรมการสภาวิจัยแห่งชาติ.

วรศิริ จอมวรวงศ์, ไสว พลูเกษ และ ชัยสงคราม ภูกิ่งเงิน. 2549. การศึกษาเทคนิคการขุนกุ้งก้ามกรามเพศผู้โดยสร้างที่หลบซ่อนแตกต่างกัน. บทคัดย่อ. ใน **รายงานผลการวิจัยประจำปี พ.ศ. 2549.** กาฬสินธุ์: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน.

ยนต์ มุสิก. 2530. **กำลังผลิตทางชีวภาพในบ่อปลา II.** กรุงเทพฯ: คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 87 น.

ศิริประภา ฟ้ากระจ่าง. 2553. **ผลของผักบุ้ง (*Ipomoea aquatic* Forsk.) ต่อการควบคุมการเจริญเติบโตของสาหร่าย *Microcystis* sp.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 97 น.

ศุภชัย สิทธิเลิศ. 2538. **ชนิดปริมาณและการกระจายสัตว์หน้าดินในแม่น้ำท่าจีน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 70 น.

ศุภวัฒน์ โกมลมาลย์, บัญญัติ ปิยะนันท์ และ สมัย สวัสดิพละ. 2532. การเลี้ยงกุ้งฝอยในบ่อดินแบบกึ่งพัฒนา. น. 145. ใน **รายงานประจำปีศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด. อุดรธานี:** กรมประมง.

สมสุข มัจฉาชีพ. 2524. **นิเวศวิทยา.** กรุงเทพฯ: แพร่พิทยา. 212 น.

สุชิน ทองมี. 2516. การศึกษาชีวประวัติบางประการของกุ้งฝอย. น. 40-46. ใน **รายงานประจำปีสถานีบึงบอระเพ็ด.** นครสวรรค์: กองบำรุงพันธุ์สัตว์น้ำ กรมประมง.

สุพัตร์ ศรีพัฒน์ และ นิพนธ์ จันทร์ประทัด. 2547. **การอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามระยะ Postlarva โดยใช้พื้นที่วัสดุหลบซ่อนขนาดต่างกัน. เอกสารวิชาการฉบับที่ 81/2547.** เพชรบูรณ์: สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, กรมประมง. 19 น.

สุริยา จงโยธา. 2549. **การเพาะเลี้ยงกุ้งฝอยด้วยอัตราการปล่อยและวิธีการเก็บเกี่ยวผลผลิตที่แตกต่างกัน. เอกสารวิชาการฉบับที่ 75/2549.** กรุงเทพฯ: ด่านตรวจสัตว์น้ำ ลาดกระบัง, กรมประมง. 17 น.

สุวลี สุวีระ. 2539. **การเปลี่ยนแปลงประชากรโดยการแทนที่ของสังคมสัตว์หน้าดินในบึงบอระเพ็ด.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 102 น.

สำเนาว์ เสาวกูล. 2546. กุ้งฝอยราคาดีเกินคาดตลาดกำลังต้องการ. **สัตว์น้ำเศรษฐกิจ.** 2(14): 107-110.

อลงกรณ์ ผาผง. 2540. **การทดสอบการใช้ค่าคะแนนแก่สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินเพื่อติดตามคุณภาพน้ำ.** ปัญหาพิเศษปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

APHA. AWWA and WEF. 1995. **Standard Method for the Examination of Water and Wastewater.**19th ed. Maryland: United Book Press.

Atkinson, J.M. 1997. Larval development of Freshwater Prawn (*Macrobrachium lar* Decapoda, Palaemonidae) rare in the laboratory. **Crustaceana.** 33(2): 119-132.

Barnes, R. D. 1980. **Invertebrate Zoology.** 4th ed. Japan: Holt-Saunders. 1098 p.

Cohen, D., Z. Raanan, U. Rappaport and Y. Arieli. 1983. The production of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* in Israel: Improved eonditions for intensive monoculture. **Bamidgeh,** 35:31-37.

De Man, J.G. 1911. The Deeapoda of the Siboga. **Expedition** (39): 1-131.

Dermolt, R.M., J. Kalfj, W.C. Leggctt and J. Spence. 1977. Production Chironomus, Prodadus and Chaoborus at different level of phyto-plankton biomass in lake Mamphremagog, Quebec-Veamont, p. 2001-2007. In D.D. Williams and B.W. Felmate, ed. **Aquatic Insects**. C.A.B. International, Wallingford.

Fujimura, T. and H. Okamoto. 1970. **Note on Progress made in developing a mass culturing techniques for *Macrobrachium lanchesteri* (De Man) in Hawaii.** IPEC : (mimeographed).

Higgins, R. P. and H. Thiel (eds.). 1988. **Introduction to the study of meiofauna**. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. 488 p.

Inamori, N., Y. Inamori, N. Sugiura and M. Mastumura. 1996. Degradation of toxic Microcystis viridis by mastigophora *Monas guttula* using large scale aquqtic microcosm. **Water Environment.** 19: 140-146.

Itayama, T., N. Tanaka, N. Iwami and Y. Inamori. 2005. Predators to cyanobacteria and the control of toxic cyanobacteria bloom by effective predators. **Monthly Ocean.** 37(5): 358-367.

Iwami, N., N. Sugiura, T. Ityama and M. Matsumura. 2000. Control of cyanobacteria Microcyatis using predatory microanimals inhabiting bioreactor. **Environmental Technology.** 21: 591-596.

Mulla, M. A. and D. B. Rouse. 1985. Comparisions of four techniques for prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) nursery rearing. **Journal of World Aquaculture Society.** 16: 227-235.

Nordmann, J. and J. F. Morris. 1980. Depletion of Neurosecretory Granules and Membrane Retrieval in the Sinus Gland of the Crab. **Cell Tiss.** 205: 31–34.

Pennak, R.W. 1953. **Freshwater Invertebrates of the United States.** The Ronal Press Company, New York.

Sandifer, P. A. and T. I. J. Smith. 1977. Intensive rearing of postlarval Malaysian prawns (*Macrobrachium rosenbergii*) in a closed cycle nursery system. **Proceedings of the World Mariculture Society.** 8: 225-235.

Smith, T. I. J. and P. A. Sandifer. 1975. Increased production of tank-reared *Macrobrachium rosenbergii* through use of artificial substrates. **Proceedings of the World Mariculture Society.** 6: 55-66.

Sugiura, N., N. Iwami, T. Itayama and Y. Inamori. 1997. Population dynamics of grazer *Monas guttula* and prey *Microcystis viridis* using aquatic large scale microcosm. **Water Enviroment.** 20: 332-337.

Sugiura, N., N. Iwami, T. Itayama and Y. Inamori. 2001. Evaluation for reduction of growing *Microcystis* sp. by bioreactor with predative microanimals. **Water Treatment Biology.** 37(2): 55-61.

Raanan, Z., D. Cohen, U. Rappaport and G. Zohar. 1984. The production of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* in Israel: **The effect of added substrates on yields in a monoculture situation.** Bamidgeh. 36: 35-40.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนีย - ไนโตรเจน (Ammonia nitrogen)

การวิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนีย - ไนโตรเจน (Ammonia nitrogen)

แอมโนเนีย-ไนโตรเจน ในแหล่งน้ำเกิดขึ้นเนื่องจากการย่อยสลายของสารอินทรีย์ที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบสำคัญ เช่น โปรตีนและจากการขับถ่ายของเสียของสัตว์น้ำ แอมโมเนียในแหล่งน้ำ ปรากฏอยู่ 2 รูปแบบคือ NH_3 และ NH_4 จะเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-ด่าง (pH) และอุณหภูมิของแหล่งน้ำ แอมโมเนียในรูป NH_3 ในปริมาณที่เข้มข้นจะเกิดโทษต่อสัตว์น้ำหลายอย่าง เช่น การระคายเคืองของเหงือก การหายใจ การขับถ่ายของเสียความเป็นกรด-ด่าง ในเลือดสูง รบกวนกระบวนการบางอย่างของเอนไซม์บางตัว เป็นต้นระดับความเป็นพิษของแอมโมเนียต่อสัตว์น้ำขึ้นอยู่กับชนิดและสภาพแวดล้อมอื่นๆ ประกอบกัน

อุปกรณ์

1. Spectrophotometer และ Cuvette
2. กระดาษกรอง
3. อุปกรณ์เครื่องแก้ว เช่น ขวดรูปชมพู่ ปิเปต

สารเคมี

1. Oxidizing solution

เตรียมสารโซเดียมโปคลอไรด์ (5%) หรือ ใช้น้ำยาฟอกสี เช่น ไฮเตอร์, คลอรอกซ์ที่มีคลอรีน ประมาณ 5 % จำนวน 10 ml. ผสมกับน้ำกลั่น 40 ml. ปรับ pH ของสารละลายให้อยู่ระหว่าง 6.5-7.0 ด้วยกรดเกลือ (HCl) สารละลายนี้ควรเตรียมใหม่ทุกอาทิตย์

2. Rochelle salt solution

ละลายสาร Rochelle salt ($KNaC_4H_4O_6.4H_2O$) จำนวน 50 กรัม ในน้ำกลั่น 100 ml. แล้วต้ม 30 นาที ทิ้งให้เย็นแล้วเติม Manganous sulphate ($MnSO_4$) 50 มิลลิกรัม เติมน้ำกลั่นที่ปราศจากแอมโมเนียให้ได้ปริมาตรครบ 100 ml.

3. Phenate solution

ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 2.5 กรัม และ ฟีนอล (Phenol) 10 กรัม ในน้ำกลั่นที่ปราศจากแอมโมเนียให้ได้ปริมาตรครบ 100 ml. ให้เก็บไว้ในตู้เย็น (ควรเตรียมใหม่ทุกอาทิตย์)

4. Standard ammonium chloride solution

ชั่ง NH_4Cl ที่อบแห้ง 3.819 กรัม ละลายในน้ำกลั่นที่ปราศจากแอมโมเนีย ให้ได้ปริมาตร 1,000 ml. จะได้สารละลายแอมโมเนียมาตรฐานที่มีความเข้มข้น 1,000 mg/l จากนั้นดูดสารละลาย มาจำนวน 5 ml. เจือจางด้วยน้ำกลั่น 500 ml. จะได้สารละลายแอมโมเนียมาตรฐาน ที่มีความเข้มข้น 10 mg/l จากนั้นดูดสารละลาย 15 ml. เจือจางด้วยน้ำกลั่น 500 ml. จะได้สารละลายแอมโมเนียมาตรฐานที่มีความเข้มข้น 0.3 mg/l ใช้เป็น Standard ammonium chloride solution

วิธีการ

1. ดูดน้ำตัวอย่างที่ผ่านการกรองด้วยกระดาษกรอง จำนวน 10 ml. ลงใน บีกเกอร์ 50 ml.
2. ขณะที่เขย่าน้ำตัวอย่างใน บีกเกอร์ ให้เติมสารละลาย
   - Rochelle salt solution 1 หยด
   - Oxidizing solution 0.5 ml.
   - Phenate solution 0.6 ml.
3. ตั้งทิ้งไว้อย่างน้อย 15 นาที เพื่อให้สารละลายทำปฏิกิริยาเต็มที่
4. นำไปวัดค่าการดูดซับแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่คลื่น 630 นาโนเมตร (nm) พร้อมกับ Reagent blank โดยใช้น้ำกลั่น และเตรียม Standard solution โดยใช้ Standard Ammonium chloride (0.3 mg/l) อย่างละ 10 ml. แทนตัวอย่างน้ำและเติมสารละลายใน ข้อ 2
5. คำนวณค่าความเข้มข้นแอมโมเนียโดยเปรียบเทียบกับสารละลายแอมโมเนียมาตรฐาน ดังนี้

คำนวณปริมาณ Total ammonia nitrogen ด้วยสมการ

$$\frac{C1}{C2}=\frac{A1}{A2} \quad \text{หรือ} \quad C2 = \frac{C1 \times A2}{A1}$$

C1 = ความเข้มข้นของ Total ammonia-nitrogen ใน Standard solution (0.3)

C2 = ความเข้มข้นของ Total ammonia-nitrogen ใน Sample

A1 = ค่า Absorbance ของ Standard solution

A2 = ค่า Absorbance ของ Sample

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์ปริมาณไนเตรท - ไนโตรเจน (Nitrate nitrogen)

การวิเคราะห์ปริมาณไนเตรท - ไนโตรเจน (Nitrate nitrogen)

ไนเตรท-ไนโตรเจน เป็นสารประกอบของไนโตรเจนที่พบมากที่สุดในลำธาร ทะเลสาบ ซึ่งจะพบในปริมาณมากหรือน้อยขึ้นกับลักษณะ และวิธีการใช้ที่ดินในทางการเกษตร เนื่องจากไนเตรตเป็นสารประกอบที่สามารถูกชะล้างได้ง่าย เมื่อมีการไหลผ่านของน้ำบนพื้นดิน ดังนั้น ปริมาณไนเตรตจะลงสู่แหล่งน้ำมากขึ้น เมื่อมีการพังทลายของดินมาก ปริมาณของไนเตรตสามารถใช้เป็นตัวชี้ถึงระดับความสมบูรณ์ของแหล่งน้ำได้ โดยปกติจะมีความเป็นพิษต่อสัตว์น้ำน้อย เมื่อเทียบกับไนไตรท์และแอมโมเนีย นอกจากนี้ไนเตรตยังมีประโยชน์ต่อพืชในการดูดซึมไปใช้ในขบวนการสร้างโปรตีนอีกด้วย ในการวิเคราะห์หาปริมาณไนไตรท์ จะทำการวิเคราะห์โดยวิธีการ เทียบสีกับสารประกอบมาตรฐานที่เตรียมขึ้นจากนั้นนำค่าที่ได้มาสร้างกราฟมาตราฐาน ส่วนการวิเคราะห์หาปริมาณไนเตรตต้องใช้หลักการ Reduce ไนไตรตให้เป็นไนไตรท์ก่อน โดยการผ่านน้ำตัวอย่างไปลงในคอลัมน์ที่บรรจุแคดเมี่ยมเคลือบด้วยทองแดง จากนั้นทำการวิเคราะห์โดยวิธีการเดียวกับการหาปริมาณไนไตรท์

อุปกรณ์

1. Spectrophotometer และ Cuvette
2. กระดาษกรอง
3. อุปกรณ์เครื่องแก้ว เช่น ขวดรูปชมพู่ ปิเปต
4. หลดคอลัมน์(Reduction Column)

สารเคมี

1. Diazotizing Reagent

ชั่งสาร Sulfanilamide 5 กรัม ละลายในสารละลายกรดเกลือ โดยใช้กรดเกลือ (HCl) เข้มข้นปริมาตร 50 ml. ละลายในน้ำกลั่น 300 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 500 มิลลิลิตร

2. Coupling Reagent

ชั่งสาร N-(1-napthyl)-ethylenediamine-dihydrochloride 0.500 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 500 ml. เก็บในขวดสีชา เตรียมสารละลายใหม่ทุกเดือนหรือเมื่อสารละลายเป็นสีน้ำตาล

3. NH_4Cl-EDTA Solution (เข้มข้น)

ชั่งสารละลาย NH_4Cl 150 กรัมในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร

4. NH_4Cl-EDTA Solution (เจือจาง)

ดูดสารละลาย NH_4Cl-EDTA Solution (เข้มข้น) 50 มิลลิลิตร เจือจางด้วยน้ำกลั่น ให้เป็น 2,000 มิลลิลิตร เติมสารละลาย Disodium Ethyenediamine Tetracetate จำนวน 0.3 กรัม ทำการปรับ pH ให้ได้ 7.5 (โดยเติมสารละลาย NaOH)

5. Stock Nitrate Solution (เข้มข้น)

ชั่งสารละลาย KNO_3 ที่ผ่านการอบแห้ง 0.7218 กรัม ละลายในน้ำกลั่นให้ได้ 1,000 มิลลิลิตร

6. Standard nitrate solution

ดูดสารละลาย Stock Nitrate Solution (เข้มข้น) ในข้อ 5 ด้วย volumetric pipette จำนวน 50 มิลลิลิตร ละลายในน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตรครบ 500 มิลลิลิตร

7. Copper sulfate 2%

ชั่งสารละลาย Copper sulfate จำนวน 20 กรัม ละลายในน้ำกลั่นให้ได้ 1,000 มิลลิลิตร

8. กรดเกลือ (HCl) เข้มข้น 6 N

9. ผง Cadmium

วิธีการวิเคราะห์

1. การเตรียมแคดเมียม (Cadmium)

นำผง Cadmium ประมาณ 25 กรัม แช่ในกรด HCl (กรดเกลือ) เข้มข้น 6 N กวนด้วยแท่งแก้วจนสะอาด (ประมาณ 5 นาที) เทกรดทิ้ง และล้างด้วยน้ำกลั่นหลาย ๆ ครั้งจนหมดกลิ่นกรด จากนั้นนำสารละลาย Copper sulfate 2% ประมาณ 200 มิลลิลิตร เทลงไป กวนด้วยแท่งแก้วนานประมาณ 5 นาที หรือจนกระทั่งสีน้ำเงินจางหายไป สะเด็ดสารละลายให้แห้ง แล้วเติม Copper sulfate 2% ของใหม่ลงไป กวนด้วยแท่งแก้วเหมือนเดิม ทำตามขั้นตอนหลาย ๆ ครั้ง จนเกิดผลึกสีน้ำตาลเกิดขึ้น จากนั้นล้างด้วยน้ำกลั่นจนกระทั่งไม่มีผลึกสีน้ำตาลติดอยู่

2. การเตรียมคอลัมน์แคดเมียม (Cadmium Column)

เติมน้ำกลั่นลงในคอลัมน์เปล่า จากนั้นตักแคดเมียมที่เตรียมไว้ลงในคอลัมน์ให้ได้ความสูงประมาณ 18.5 เซนติเมตร รักษาระดับน้ำให้ท่วมแคดเมียม ทำการล้างแคดเมียม โดยใช้สารละลาย NH_4Cl-EDTA Solution (เจือจาง) จำนวน 200 มิลลิลิตร ผ่านคอลัมน์ลงอย่างช้า ๆ และให้เตรียมสารละลาย Standard Nitrate Solution จำนวน 100 มิลลิลิตร กับสารละลาย NH_4Cl-EDTA Solution (เข้มข้น) 2 มิลลิลิตร จากนั้นเทสารละลายลงในคอลัมน์ให้ไหลในอัตรา 7-10 มิลลิลิตร/นาที

3. การเตรียมน้ำตัวอย่างและการผ่านน้ำลงในคอลัมน์

ดูดน้ำตัวอย่างที่ผ่านการกรองด้วยกระดาษกรอง จำนวน 100 มิลลิลิตร ผสมกับสารละลาย NH_4Cl-EDTA Solution (เข้มข้น) จำนวน 2 มิลลิลิตร จากนั้นเทลงในคอลัมน์ ปล่อยให้ไหลผ่านในอัตรา 7-10 มิลลิลิตร/นาที (ใช้เวลาประมาณ 10-15 นาที) ทิ้งน้ำ 25 มิลลิลิตร แรกทิ้งและเก็บปริมาตรที่เหลือไว้

4. การสร้างสี และการวัดค่า Abs (การวิเคราะห์ค่าไนเตรท)

ดูดสารละลายหลังจากผ่านคอลัมน์ จำนวน 50 มิลลิลิตร โดยผ่านคอลัมน์ต้องไม่เกิน 15 นาที จากนั้นเติมสารละลาย Diazotizing Reagent จำนวน 1 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันทิ้งไว้ 2-4 นาที แล้วเติมสารละลาย Coupling Reagent จำนวน 1 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันทิ้งไว้อย่างน้อย 10 นาที แต่ไม่เกิน 2 ชั่วโมง จากนั้นนำไปวัดค่าดูดซับแสง (Abs) ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่คลื่น 543 นาโนเมตร (nm)

5. การหา Recovery factor

5.1 โดยการดูดสารละลาย Standard Nitrate Solution (0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร) จำนวน 100 มิลลิลิตร มาผสมกับ สารละลาย NH_4Cl-EDTA Solution (เจือจาง) จำนวน 2 มิลลิลิตร จากนั้นเทลงในคอลัมน์ ปล่อยให้ไหลผ่านในอัตรา 7-10 มิลลิลิตรต่อนาที ทิ้งน้ำ 25 มิลลิลิตร แรก และเก็บปริมาตรที่เหลือไว้

5.2 ดูดสารละลายที่เก็บไว้ 50 มิลลิลิตร เติมสารละลาย Diazotizing Reagent จำนวน 1 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันทิ้งไว้ 2-4 นาที แล้วเติมสารละลาย Coupling Reagent จำนวน 1 มิลลิลิตรเขย่าให้เข้ากัน ทิ้งไว้อย่างน้อย 10 นาที แต่ไม่เกิน 2 ชั่วโมง ไปวัดค่าการดูดซับแสง (Abs) ด้วยด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่คลื่น 543 นาโนเมตร (nm)

5.3 หาค่า F (Recovery factor) = $\frac{\text{0.1 ml/l ของ Nitrite nitrogen}}{\text{ความเข้มข้นของ Nitrite nitrogen ที่หา}} \times 100$

6. คำนวณหาค่าความเข้มข้น Nitrate nitrogen ดังนี้

Nitrate nitrogen (mg/l) = $\{(A-B) \times F\} / 100$

โดยที่ A= ความเข้มข้นของไนไตรท์ ที่ผ่าน Column

B= ความเข้มข้นของไนไตรท์ ที่ไม่ผ่าน Column

F= Recovery factory

7. ทำการแปลงค่า Nitrate nitrogen ให้เป็น Nitrate (มิลลิกรัมต่อลิตร) โดยคูณด้วย 4.43

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ (Chlorophyll a)

การวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ (Chlorophyll a)

การวัดความอุดมสมบูรณ์ของระบบนิเวศแหล่งน้ำ ทำได้โดยการวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์-เอและมวลชีวภาพของสาหร่าย (Algae biomes) มีปัจจัยสำคัญที่ควบคุมการสร้างคือสารอาหารโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ฟอสฟอรัส โดยปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ ของแพลงก์ตอนพืชเป็นดัชนีบ่งบอกถึงผลผลิตเบื้องต้น (Primary productivity) ของแหล่งน้ำ ซึ่งปริมาณคลอโรฟิลล์ เอจะขึ้นกับปริมาณแอมโมเนีย ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ฯลฯ

อุปกรณ์

1. เครื่องกรองตัวอย่างพร้อมอุปกรณ์
2. เครื่องหมุนเหวี่ยง (Centrifuge)
3. Spectrophotometer และ Cuvette
4. อุปกรณ์เครื่องแก้ว

สารเคมี

1. Methanol 90%

ตวงน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตรใส่ใน volumetric flask แล้วเติม methanol ลงไปปรับปริมาตรให้ครบ 1,000 มิลลิลิตร ควรเก็บไว้ในขวดสีชา

วิธีการ

1. กรองน้ำตัวอย่างประมาณ 50-100 มิลลิลิตร(ขึ้นอยู่กับความเข้มของคลอโรฟิลล์เอโดยสังเกตุจากสีของน้ำ) ด้วยเครื่องกรองน้ำ (Vacuum pump) โดยใช้กระดาษกรองแบบ GF/C หรือแบบ Membrane

2. ใส่ Methanol 90% ในหลอดประมาณ 10 มิลลิลิตร จากนั้นนำกระดาษที่กรองในข้อ 1. ใส่ลงไปในหลอดที่เตรียมไว้ ห่อด้วยกระดาษฟอยด์นำไปต้มในน้ำที่มีอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 20 นาที

3. จากนั้นนำออกมาปั่นด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงโดยใช้ความเร็ว 3000 รอบ/นาที เป็นเวลา 10 นาที เพื่อให้สารละลายตกตะกอน นำสารที่ตกตะกอนแล้วไป ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องก่อนระมัดระวังอย่าให้หลอดกระทบกระเทือน

4. นำสารไปวัดค่าการดูดซับคลื่นแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ช่วงคลื่น 750, 665, 645 และ 630 นาโนเมตร

5. การคำนวณ

คลอโรฟิลล์-เอ ($\mu g/l$) = $(11.6\ D_{665} - 1.31\ D_{645} - 0.14\ D_{630}) \times F$

F = (ปริมาณรวมของสารที่สกัด (ml)/ปริมาณน้ำตัวอย่าง (L) x 1/ความกว้าง Cuvette (cm)

D_{665} = ค่าดูดซับแสงที่ช่วงคลื่น 665 nm - ค่าดูดซับแสงที่ช่วงคลื่น 750 nm

D_{645} = ค่าดูดซับแสงที่ช่วงคลื่น 645 nm - ค่าดูดซับแสงที่ช่วงคลื่น 750 nm

D_{635} = ค่าดูดซับแสงที่ช่วงคลื่น 630 nm - ค่าดูดซับแสงที่ช่วงคลื่น 750 nm

ภาคผนวก ง
ประวัติผู้วิจัย

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นางสาวจุรีรัตน์ กุลเทพพรม	
เกิดเมื่อ	9 ตุลาคม 2527	
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2543	มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนบ้านดงป่าสัก จังหวัดน่าน
	พ.ศ. 2546	มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสตรีศรีน่าน จังหวัดน่าน
	พ.ศ. 2549	ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา น่าน สาขาวิชา การประมง
	พ.ศ. 2551	ปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ล้านนา น่าน วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา การประมง
ประวัติการทำงาน	พ.ศ. 2552 – ปัจจุบัน	ผู้ช่วยวิจัย สังกัด คณะเทคโนโลยีการประมง และทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่

ผลงานวิจัย

จุรีรัตน์ กุลเทพพรม และนิวุฒิ หวังชัย. 2555. **ชนิดและปริมาณสัตว์ขนาดเล็กในบ่อเลี้ยงปลานิลจากระบบการเลี้ยงต่างกันในเขตภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย.** 184-193 น. <u>ใน</u> **งานการประชุมวิชาการ"การผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 24.** วันที่ 8 มิถุนายน 2555. มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.