



รายงานผลการวิจัย

เรื่อง การเพาะเลี้ยงปลาน้ำทรายในกระชังร่วมกับปลานิลในบ่อดิน แบบเศรษฐกิจพอเพียง
เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน

The culture of sand goby (*Oxyeleotris marmoratus*)/Nile tilapia
(*Oreochromis niloticus*) culture in an integrated cage-cum-pond system:
sufficiency economic for sustainable development

โครงการวิจัยย่อยภายใต้ชุดโครงการ : การผลิตสัตว์น้ำเศรษฐกิจ เพื่อสร้างมูลค่า
เพิ่มความปลอดภัยด้านอาหาร

ได้รับการจัดสรรงบประมาณวิจัย

ประจำปี 2555

จำนวน 200,000

หัวหน้าโครงการ

นายองกล

พรมยะ

ผู้ร่วมโครงการ

นายชนกันต์

จิตมนัส

นาย ขจรเกียรติ

แซ่ตัน

งานวิจัยเสร็จสิ้นสมบูรณ์

10 กรกฎาคม 2556

คำนิยม

รายงานผลงานวิจัยฉบับนี้สำเร็จดูสว่างเป็นอย่างดี คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ และสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ(วช.) ที่ได้ให้การสนับสนุนทุนอุดหนุนการวิจัย ซึ่งได้รับการจัดสรรงบประมาณการวิจัยประจำปี 2554 และปีงบประมาณ 2555 ในการทำวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบพระคุณ คณาจารย์ ข้าราชการ เจ้าหน้าที่ และนักศึกษา คณะเทคโนโลยีการประมง และทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ให้ความช่วยเหลือด้านอุปกรณ์ เครื่องมือ ตลอดจนสถานที่ทำการวิจัย ขอขอบพระคุณผู้ที่เกี่ยวข้อง และคณะผู้ร่วมทำงาน ที่ให้ความร่วมมือช่วยเหลือ ทำให้งานวิจัยสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

คณะผู้วิจัย

สารบัญ

	หน้า
สารบัญตาราง	ข
สารบัญตารางภาคผนวก	ค
สารบัญภาพ	ง-ช
บทคัดย่อ	1
คำนำ	5
วัตถุประสงค์	6
การตรวจเอกสาร	7
อุปกรณ์และวิธีการวิจัย	29
ผลการวิจัย	
ผลการวิจัยในปีงบประมาณ 2554	36
ผลการวิจัยในปีงบประมาณ 2555	57
วิจารณ์ผลการวิจัย	69
สรุปผลการวิจัย	72
เอกสารอ้างอิง	73
ภาคผนวก	78

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 แสดงระยะเวลาทำการวิจัย และแผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย	34
ตารางที่ 2 แสดงประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลานู๋ทราย	36
ตารางที่ 3 แสดงประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลานิลแดง ที่เลี้ยงในกระชังระยะเวลา 6 เดือน	41
ตารางที่ 4 แสดงคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี	43
ตารางที่ 5 แสดงคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีในการอนุบาลลูกปลานู๋ในตู้กระจก	68

สารบัญตารางภาคผนวก

	หน้า
ตารางภาคผนวกที่ 1	79
ตารางภาคผนวกที่ 3	79
ตารางภาคผนวกที่ 3	79
ตารางภาคผนวกที่ 4	79
ตารางภาคผนวกที่ 5	79
ตารางภาคผนวกที่ 6	80
ตารางภาคผนวกที่ 7	80
ตารางภาคผนวกที่ 8	80
ตารางภาคผนวกที่ 9	80
ตารางภาคผนวกที่ 10	81
ตารางภาคผนวกที่ 11	81
ตารางภาคผนวกที่ 12	81
ตารางภาคผนวกที่ 13	82
ตารางภาคผนวกที่ 14	82
ตารางภาคผนวกที่ 15	82
ตารางภาคผนวกที่ 16	83
ตารางภาคผนวกที่ 17	83
ตารางภาคผนวกที่ 18	83

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1	แสดงลักษณะของปลานู๋ทราย 8
ภาพที่ 2	ความแตกต่างลักษณะเพศของปลานู๋เพศผู้-เพศเมีย 10
ภาพที่ 3	ปลานิลแดง (Promya, 2008) 14
ภาพที่ 4	สาหร่าย <i>Spirulina platensis</i> ขนาด scale 20 μ m 15
ภาพที่ 5	แผ่นวงกลม (Secchi Disc) ใช้วัดความขุ่นใสของน้ำ 20
ภาพที่ 6	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในรอบหนึ่งวัน 22
ภาพที่ 7	การเตรียมกระชังเลี้ยงพ่อ-แม่พันธุ์ปลานู๋ 31
ภาพที่ 8	พ่อ-แม่พันธุ์ปลานู๋ทั้ง 3 หน่วยทดลอง 31
ภาพที่ 9	ตู้กระจกขนาด 10X24X15 ซม. ใช้อนุบาลลูกปลานู๋ 32
ภาพที่ 10	น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม/ตัว) ของปลานู๋ทราย 37
	แต่ละหน่วยการทดลองระยะเวลา 6 เดือน
ภาพที่ 11	อัตราน้ำหนักเพิ่มขึ้นของปลานู๋ทราย แต่ละหน่วยการทดลอง ระยะเวลา 6 เดือน 37
ภาพที่ 12	อัตราการเจริญเติบโตเฉพาะ ของปลานู๋ทราย 38
	แต่ละหน่วยการทดลองระยะเวลา 6 เดือน
ภาพที่ 13	อัตราการเจริญเติบโตของปลานู๋ทราย แต่ละหน่วยการทดลองระยะเวลา 6 เดือน 38
ภาพที่ 14	อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลานู๋ทราย 39
	แต่ละหน่วยการทดลองระยะเวลา 6 เดือน
ภาพที่ 15	ประสิทธิภาพการใช้โปรตีนของปลานู๋ทราย 39
	แต่ละหน่วยการทดลองระยะเวลา 6 เดือน
ภาพที่ 16	อัตราการรอดตายของปลานู๋ทราย แต่ละหน่วยการทดลอง ระยะเวลา 6 เดือน 40
ภาพที่ 17	ต้นทุนในการผลิต ของปลานู๋ทราย แต่ละหน่วยการทดลอง ระยะเวลา 6 เดือน 40
ภาพที่ 18	อัตราน้ำหนักเพิ่มขึ้นของปลานิลแดง 41
	แต่ละหน่วยการทดลองระยะเวลา 6 เดือน
ภาพที่ 19	อัตราการเจริญเติบโตเฉพาะของปลานิลแดง 42
	แต่ละหน่วยการทดลอง ระยะเวลา 6 เดือน
ภาพที่ 20	อัตราการเจริญเติบโตของปลานิลแดง แต่ละหน่วยการทดลอง ระยะเวลา 6 เดือน 42

สารบัญภาพ(ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 21 อัตราการรอดตายของปลานิลแดง แต่ละหน่วยการทดลองระยะเวลา 6 เดือน	43
ภาพที่ 22 ค่าความโปร่งแสงของน้ำ แต่ละหน่วยการทดลอง ระยะเวลา 6 เดือน	44
ภาพที่ 23 ค่าอุณหภูมิอากาศและน้ำ (องศาเซลเซียส) แต่ละหน่วยการทดลองระยะเวลา 6 เดือน	44
ภาพที่ 24 ค่าความเป็นกรด – ด่าง แต่ละหน่วยการทดลอง ระยะเวลา 6 เดือน	45
ภาพที่ 25 ค่าความนำไฟฟ้า (uS/cm) แต่ละหน่วยการทดลอง ระยะเวลา 6 เดือน	45
ภาพที่ 26 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (mg/L) แต่ละหน่วยการทดลอง ระยะเวลา 6 เดือน	46
ภาพที่ 27 ปริมาณออร์โทฟอสเฟตฟอสฟอรัส (mg/L) แต่ละหน่วยการทดลองระยะเวลา 6 เดือน	46
ภาพที่ 28 ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน (mg/L) แต่ละหน่วยการทดลอง ระยะเวลา 6 เดือน	47
ภาพที่ 29 ปริมาณไนเตรทไนโตรเจน (mg/L) แต่ละหน่วยการทดลอง ระยะเวลา 6 เดือน	47
ภาพที่ 30 เฉลี่ยความหลากหลายและองค์ประกอบของแพลงก์ตอน	48
ภาพที่ 31 คิวชั้น Cyanophyta(Cell/L) แต่ละหน่วยการทดลอง ระยะเวลา 6 เดือน	49
ภาพที่ 32 แพลงก์ตอนพืช Division Cyanophyta ก. <i>Chroococcus</i> sp. ข. <i>Microsystis</i> sp. ค. <i>Nostoc</i> sp. ง. <i>Oscillatoria</i> sp	49
ภาพที่ 33 คิวชั้น Chlorophyta (Cell/L) แต่ละหน่วยการทดลอง ระยะเวลา 6 เดือน	50
ภาพที่ 34 แพลงก์ตอนพืช Division Chlorophyta ก. <i>Actinastrum hantzschii</i> sp. ข. <i>Ankistrodesmus</i> sp. ค. <i>Cosmarium</i> ง. <i>Chlorella</i> sp	50
ภาพที่ 35 คิวชั้น Cryptophyta (Cell/L) แต่ละหน่วยการทดลอง ระยะเวลา 6 เดือน	50
ภาพที่ 36 แพลงก์ตอนพืช Division Cryptophyta (<i>Cryptomonas</i>)	51
ภาพที่ 37 คิวชั้น Bacillariohyta (Cell/L) แต่ละหน่วยการทดลอง ระยะเวลา 6 เดือน	52
ภาพที่ 38 แพลงก์ตอนพืช Division Bacillariohyta ก. <i>Cymbella</i> sp. ข. <i>Cyclotella</i> sp. ค. <i>Gyrosigma</i> sp. ง. <i>Synedra</i> sp.	52
ภาพที่ 39 คิวชั้น Euglenophyta (Cell/L) แต่ละหน่วยการทดลอง ระยะเวลา 6 เดือน	53
ภาพที่ 40 แพลงก์ตอนพืช Division Euglenophyta ก. <i>Euglena</i> sp. ข. <i>Phacus</i> sp. ค. <i>Phacus</i> sp. ง. <i>Trachelomonas</i> sp	53
ภาพที่ 41 Phylum Artrophoda (Cell/L) แต่ละหน่วยการทดลอง ระยะเวลา 6 เดือน	54

สารบัญภาพ(ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 42 แพลงก์ตอนสัตว์ Phylum Artropoda ก. <i>Copepod sp.</i> ข. <i>Naupilus sp.</i> ค. <i>Keratella sp.</i>	54
ภาพที่ 43 Phylum Rotifera (Cell/L) แต่ละหน่วยการทดลอง ระยะเวลา 6 เดือน	55
ภาพที่ 44 แพลงก์ตอนสัตว์ Phylum Rotifera (Rotifera)	55
ภาพที่ 45 Phylum Chordata (Cell/L) แต่ละหน่วยการทดลอง ระยะเวลา 6 เดือน	56
ภาพที่ 46 แพลงก์ตอนสัตว์ Phylum Chordata ก – ข ไข่ปลาและลูกปลาวัยอ่อน	56
ภาพที่ 47 น้ำหนักเฉลี่ยของ พ่อ-แม่พันธุ์ปลา ที่ได้รับอาหารต่างกัน ในแต่ละหน่วยการทดลองตลอด ระยะเวลา 12 เดือน	57
ภาพที่ 48 ค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศเมีย (Gonadosomatic index, %GSI) เฉลี่ยของแม่พันธุ์ปลา ที่ได้รับอาหารต่างกัน ในแต่ละหน่วยการทดลองตลอดระยะเวลา 12 เดือน	58
ภาพที่ 49 ค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศผู้ (Gonadosomatic index, %GSI) เฉลี่ยของพ่อพันธุ์ปลา ที่ได้รับอาหารต่างกัน ในแต่ละหน่วยการทดลองตลอดระยะเวลา 12 เดือน	59
ภาพที่ 50 จำนวนไข่ ของแม่พันธุ์ปลา หน่วยการทดลองที่ 3, 4 และ 5 มากกว่าหน่วยทดลองอื่นๆ	60
ภาพที่ 51 อัตราการฟักไข่ (%) ของลูกปลา หน่วยการทดลองที่ 1 และ 5 มากกว่าหน่วยทดลองอื่นๆ	61
ภาพที่ 52 อัตราการรอด (%) ของลูกปลา ในหน่วยการทดลองที่ 5, 4 และ 3 มากกว่าหน่วยทดลองที่ 2 และ 1 ตลอดระยะเวลา 1 สัปดาห์	62
ภาพที่ 53 น้ำหนักเฉลี่ย(กรัม/ตัว)ของลูกปลา ทราย แต่ละหน่วยการทดลอง ระยะเวลา 3 เดือน	63
ภาพที่ 54 อัตราน้ำหนักเพิ่มขึ้นของลูกปลา ทราย แต่ละหน่วยการทดลอง ระยะเวลา 3 เดือน	64
ภาพที่ 55 อัตราการเจริญเติบโตเฉพาะ ของลูกปลา ทรายแต่ละหน่วยการทดลอง ระยะเวลา 3 เดือน	64

สารบัญภาพ(ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 56 อัตราการเจริญเติบโตของลูกปลานู๋ทรายแต่ละหน่วยการทดลอง ระยะเวลา 3 เดือน	65
ภาพที่ 57 อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของลูกปลานู๋ทรายแต่ละหน่วยการทดลอง ระยะเวลา 3 เดือน	65
ภาพที่ 58 ประสิทธิภาพการใช้โปรตีนของลูกปลานู๋ทราย ในแต่ละหน่วยการทดลอง ระยะเวลา 3 เดือน	66
ภาพที่ 59 อัตราการรอดตายของลูกปลานู๋ทราย แต่ละหน่วยการทดลอง ระยะเวลา 3 เดือน	66
ภาพที่ 60 ต้นทุนในการผลิต ของปลานู๋ทราย แต่ละหน่วยการทดลอง ระยะเวลา 3 เดือน	67
ภาพที่ 61 ลูกปลานู๋ทรายในแต่ละหน่วยการทดลองที่ 3 และ 4 มีอัตราการเจริญเติบโตดีที่สุด	67

การเพาะเลี้ยงปลาน้ำทรายในกระชังร่วมกับปลานิลแดงในบ่อดิน
แบบเศรษฐกิจพอเพียง เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน

The Culture of Sand Goby (*Oxyeleotris marmoratus*)/Red Tilapia
(*Oreochromis niloticus*) Culture in an Integrated Cage-cum-pond System:
Sufficiency Economic for Sustainable Development

จงกล พรหมยะ¹ ชนกนันต์ จิตมนัส¹ และจอร์เกียร์ดี แซ่ตัน¹

Jongkon Promya¹, Chanagun Jimanus¹ and Kajornried Srinounsam¹

¹คณะเทคโนโลยีการประมง และทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จ.เชียงใหม่ 50290

บทคัดย่อ

การเลี้ยงปลาน้ำทรายในกระชังร่วมกับปลานิลแดง ในบ่อดิน โดยใช้กระชังทดลองขนาด 1x1x1 เมตร น้ำหนักปลาเริ่มต้น 140-150 กรัม/ตัว อัตราการปล่อย 4 ตัว/ตารางเมตร แบ่งการทดลอง เป็น 3 การทดลองๆ ละ 3 ซ้ำ ดังนี้ T₁) การเลี้ยงปลาน้ำทรายโดยอาหารที่เป็นปลาสด (ชุดควบคุม) รวมกับการเลี้ยงปลานิลที่ความหนาแน่น 1 ตัว/ตารางเมตร T₂) การเลี้ยงปลาน้ำทรายโดยอาหารที่เป็นปลาสดผสมกับสไปรูลิना 3% รวมกับการเลี้ยงปลานิลที่ความหนาแน่น 2 ตัว/ตารางเมตร และ T₃) การเลี้ยงปลาน้ำทรายโดยอาหารที่เป็นปลาสดผสมกับ สไปรูลิना 5% รวมกับการเลี้ยงปลานิลที่ความหนาแน่น 4 ตัว/ตารางเมตร และให้อาหารปลาน้ำทราย 3-10%/น้ำหนักตัวปลา/วัน ทำการศึกษาการเจริญเติบโต ค่าดัชนีการเจริญพันธุ์ของปลาน้ำทรายเพศเมีย และ ต้นทุนการ เก็บข้อมูลทุกๆ 30 วัน ระยะเวลา 6 เดือน พบว่า การทดลองที่ 3 มีอัตราการเจริญเติบโต น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน และ ค่าดัชนีการเจริญพันธุ์ของปลาน้ำทรายเพศเมีย (0.03±0.01-6.25±0.43%) สูงกว่า การทดลองที่ 2 และ 1 (ชุดควบคุม) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ต้นทุนการผลิตปลาในการทดลองที่ 1 เท่ากับ 242.33±0.12 บาท/กิโลกรัม ดีกว่า การทดลองที่ 2 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ความหลากหลาย และ องค์ประกอบของแพลงก์ตอน การทดลองที่ 1 มีแพลงก์ตอนพืช ใน Division Cyanophyta, Division Chlorophyta และแพลงก์ตอนสัตว์ Phylum Arthropoda มากกว่าการทดลองอื่น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) คุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี ทั้ง 3 การทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ สรุปได้ว่าการเลี้ยงปลาน้ำทราย โดยอาหารที่เป็นปลาสดผสมกับ สไปรูลิना 5% รวมกับการเลี้ยงปลานิลที่ความ

หนาแน่น 4 ตัว/ตารางเมตร มีผลทำให้การเจริญเติบโต และค่าดัชนีการเจริญพันธุ์ของปลานู๋ทรายเทศเมีย เพิ่มขึ้น

การเพาะพันธุ์ปลานู๋ทราย ในกระชังขนาด 1x1x1 เมตร น้ำหนัก พ่อ-แม่พันธุ์เฉลี่ย 152 ± 2.17 - 154.58 ± 1.42 กรัม/ตัว อัตราการปล่อย 2 ตัว/ตารางเมตรวางแผนแบบ CRD จำนวน 5 การทดลองๆ 3 ซ้ำ ดังนี้ การทดลองที่ 1 พ่อแม่พันธุ์ปลานู๋ใช้ฮอร์โมนสังเคราะห์ superfact ความเข้มข้น 5-10 ไมโครกรัม (ชุดควบคุม) การทดลองที่ 2, 3, 4 และ 5 พ่อแม่พันธุ์ปลานู๋ใช้ฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองปลาใน ความเข้มข้น 0.5, 1, 1.5 และ 2 dose ตามลำดับ และนำพ่อ-แม่พันธุ์มาฉีดฮอร์โมน และปล่อยให้ผสมกันเองในกระชัง เพื่อหาจำนวนไข่ อัตราการฟักไข่ อัตราการรอดของลูกปลาระยะเวลา 1 สัปดาห์ พบว่า จำนวนไข่แม่พันธุ์ปลานู๋ทราย ในหน่วยทดลองที่ 3, 4 และ 5 มีจำนวนไข่เท่ากับ $19,683 \pm 1,868$ ฟอง $19,115 \pm 983$ ฟอง และ $19,750 \pm 2,264$ ฟอง ตามลำดับ อัตราการฟักไข่ของ พ่อ-แม่พันธุ์ปลานู๋ ในหน่วยทดลองที่ 1 และ 5 มีค่าเท่ากับ $73.20 \pm 3.96\%$ และ $70.13 \pm 0.85\%$ อัตราการรอดของลูกปลาระยะเวลา 1 สัปดาห์ ในหน่วยทดลองที่ 5, 4 และ 3 มีค่าเท่ากับ $65.33 \pm 3.06\%$ $65.67 \pm 2.08\%$ และ $65.00 \pm 1.00\%$ ตามลำดับ และมากกว่าหน่วยทดลองอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) สรุปได้ว่า การเพาะพันธุ์ปลานู๋ทราย ในหน่วยทดลองที่ 3, 4 และ 5 มีผลให้ จำนวนไข่ อัตราการฟักไข่ อัตราการรอดของลูกปลาระยะเวลา 1 สัปดาห์ ดีกว่าหน่วยทดลองอื่นๆ

การอนุบาลลูกปลานู๋ทราย ในตู้กระจกขนาด 12 X 24 X 15 นิ้ว มีน้ำหนักเริ่มต้น 0.56 ± 0.10 - 0.59 ± 0.02 กรัม/ตัว อัตราปล่อย 180 ตัว/ตู้ หรือ ประมาณ 1,000 ตัว/ตารางเมตร วางแผนแบบ CRD แบ่งการทดลอง 4 การทดลองๆ ละ 3 ซ้ำดังนี้ 1) อนุบาลลูกปลานู๋ทราย โดยใช้อาหารผง (ชุดควบคุม) 2) อนุบาลลูกปลานู๋ทราย โดยใช้ Rotifer 3) อนุบาลลูกปลานู๋ทราย โดยใช้ *Moina* และ 4) อนุบาลลูกปลานู๋ทราย โดยใช้ *Artemia* เพื่อหาประสิทธิภาพการเจริญเติบโต และต้นทุนการอนุบาล โดยเก็บข้อมูลทุกๆ 30 วัน ระยะเวลา 90 วัน พบว่า อัตราน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น การทดลองที่ 3 และ 4 มีค่าเท่ากับ 805.52 ± 110.27 และ $782.46 \pm 58.63\%$ อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ การทดลองที่ 2, 3 และ 4 มีค่ามากกว่า การทดลองที่ 1 อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และ ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน การทดลองที่ 4 มีค่าเท่ากับ 1.59 ± 0.14 หน่วย และ 0.73 ± 0.03 หน่วย และมากกว่าหน่วยทดลองอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และต้นทุนในการอนุบาล การทดลองที่ 4, 3, 2 และ 1 มีค่าเท่ากับ 40.12 ± 0.77 , 37.28 ± 1.61 , 38.55 ± 0.33 และ 38.21 ± 0.17 บาท/ตัว ตามลำดับ สรุปได้ว่า การการอนุบาลลูกปลานู๋ทราย การทดลองที่ 4 มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และ ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน ดีกว่าหน่วยทดลองอื่นๆ

คุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี มีความเหมาะสมตามเกณฑ์ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และ ความหลากหลาย และองค์ประกอบของแพลงก์ตอนในการเลี้ยงปลานู๋ทราย ร่วมกับปลานิลแดง โดยหน่วยทดลองที่ 1 มีแนวโน้มความหลากหลาย และองค์ประกอบของแพลงก์ตอนสูงที่สุด โดยพบมาก ใน

Division Cyanophyta และ Division Chlorophyta แพลงก์ตอนสัตว์ Phylum Artrophoda มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$)

คำสำคัญ : เพาะอนุบาลเลี้ยง ปลาน้ำจืด ปลานิล ปลาหมอสี การเจริญเติบโต คำนวณการเจริญพันธุ์

Abstract

The culture of Sand gobies (*Oxyeleotris marmoratus*)/Red tilapias (*Oreochromis niloticus*) culture in an integrated cage-cum-pond system was conducted. The experiment was conducted in net pond ($1 \times 1 \times 1 \text{ m}^3$). Sand gobies initially stocked were 148-150 gm/fish in weight and 4 fishes/ m^2 . The CRD composed of three experiments with three replications each was applied including T_1 Fresh fish (control) + with culture Red Tilapia 1 fish/ m^2 , T_2 Fresh fish+3% *Spirulina* + with culture Red Tilapia 2 fishes/ m^2 , T_3 Fresh fish+3% *Spirulina* + with culture Red Tilapias 4 fishes/ m^2 and feed 3-10% /fish weight/day. The study was growth performance, gonadosomatic index of female Sand gobies and cost produced. Data was collected every 30 day for 6 months period. It was found that Sand gobies with T_3 had significantly ($p<0.05$) higher average daily growth, weight gain, specific growth rate, protein efficiency ratio and gonadosomatic index of female Sand gobies (0.03 ± 0.01 - $6.25 \pm 0.43\%$) than these reared with T_2 and T_1 . The cost produced of fish with T_1 ($242.33 \pm 0.12 \text{ Bath/Kg}$) had better than T_2 and T_3 ($p<0.05$) respectively. Water quality was no significantly difference. The diversity of plankton division Cyanophyta, division Chlorophyta and Phylum Arthophoda with T_1 had significantly ($p<0.05$) higher than T_2 and T_3 . It can be concluded that the T_3 , used as feed of sand gobies, enhanced in growth performance and gonadosomatic index of female increased of Sand gobies.

Breeding of Sand gobies (*Oxyeleotris marmoratus*) in cage-cum-pond system was conducted. The experiment was conducted in net pond ($1 \times 1 \times 1 \text{ m}^3$). Sand gobies initially stocked were 152 ± 2.17 - $154.58 \pm 1.42 \text{ gm/fish}$ in weight and 2 fishes/ m^2 . The CRD composed of five experiments with three replications each was applied including T_1) Broodstock Sand gobies injection hormone superfact concentrations 5-10 mg (control), T_2 , T_3 , T_4 and T_5 Broodstock Sand gobies injection hormone from Common Carp pituitary gland concentrations 0.5, 1, 1.5 and 2 dose, respectively. The Broodstock Sand gobies weight 152 ± 2.17 - $154.58 \pm 1.42 \text{ gm/fish}$, injection hormone was conducted in cage-cum-pond. The objective of this experiment was to compare the eggs number, hatching rate and survival rate of fry for 1 week. It was found that eggs number of sand gobies T_3 , T_4 , and T_5 were $19,683 \pm 1,868$, $19,115 \pm 983$ and $19,750 \pm 2,264$ eggs (respectively), hatching rate with T_1 and T_5 were

73.20±3.96% and 70.13±0.85% and survival rate with T₅, T₄ and T₃ were 65.33±3.06%, 65.67±2.08% and 65.00±1.00%, respectively and had significantly ($p<0.05$) better than the other experiments. It can be concluded that breeding sand goby, the experiment T₃, T₄, and T₅ had the eggs number, hatching rate and survival rate of fry for 1 week had better than the other experiments.

Nursing of Sand gobies (*Oxyeleotris marmoratus*) was conducted in aquarium (12x24x15 inches³). Sand gobies initially stocked were 0.56±0.10-0.59±0.02 gm/fish in weight and 180 fishes / aquarium or 1,000 fishes /m². The CRD composed of four experiments with three replications each was applied including T₁ nursing with powder feed (control), T₂ nursing with Rotifer, T₃ nursing with *Moina* and T₄ nursing with *Artemia*. The study was growth performance and cost produced. Data was collected every 30 day for 90 day period. It was found that weight gain with T₃ and T₄ were 805.52 ± 110.27 and 782.46 ± 58.63%, specific growth rate with T₂, T₃ and T₄ higher than T₁, feed conversion ratio and effective use of protein were 1.59±0.14 units and 0.73±0.03 units and better than the other experiments, significantly ($p<0.05$). The cost produced of fish with T₄, T₃, T₂ and T₁ were 40.12±0.77, 37.28±1.61, 38.55±0.33 and 38.21±0.17 bath/fish, respectively and no significantly difference. It can be concluded that the T₄ nursing of Sand gobies, enhanced in feed conversion ratio and effective use of protein had better than the other experiments. Water quality was no significantly difference. The diversity of plankton division Cyanophyta, division Chlorophyta and Phylum Arthropoda with T₁ had significantly ($p<0.05$) higher than T₂ and T₃.

Keywords: Sand goby, tilapia, Nursing, Culture, growth performance and Gonadosomatic index

คำนำ

องค์กรระดับสากลที่มีมาตรฐานการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอินทรีย์ชัดเจนคือสหพันธ์เกษตรอินทรีย์นานาชาติ (International Federation of Organic Agriculture Movements, IFOAM) ซึ่งเป็นมาตรฐานขั้นต่ำ (IFOAM Basic Standards, IBS) หน่วยรับรอง (Certification Body, CB) สามารถนำไปกำหนดมาตรฐานให้สูงกว่า IBS ได้แต่กำหนดให้ต่ำกว่าไม่ได้ มาตรฐาน IFOAM ที่ใช้ในปัจจุบัน คือ Version 2005 การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอินทรีย์คือ กระบวนการผลิตสัตว์น้ำ เพื่อให้ได้ผลผลิตหรือผลิตภัณฑ์ ที่เป็นไปตามหลักการ และมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ ด้านการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอินทรีย์ เป็นการรวมกระบวนการทุกขั้นตอนเช่นการจัดการระบบนิเวศ การใช้ปัจจัยการผลิต การเพาะพันธุ์ การเลี้ยง อาหาร สัตว์ สุขภาพสัตว์ ความเป็นธรรมในสังคมเป็นต้นวัตถุประสงค์ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอินทรีย์ เพื่อที่จะให้ได้ผลผลิตหรือผลิตภัณฑ์จากกระบวนการ ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมปลอดภัยต่อผู้ผลิตและผู้บริโภค โดยมีหลักการการผลิต แบบเกษตรผสมผสาน รักษาความหลากหลายทางชีวภาพ หมุนเวียนการใช้ทรัพยากรภายในฟาร์ม ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ห้ามใช้สิ่งที่ผ่านการคัดแปรพันธุกรรม ปุ๋ยเคมี ฮอร์โมนสังเคราะห์ สารที่นอกเหนือจากรายการที่อนุญาต เนื่องจากพื้นที่ทำการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำส่วนมากของเกษตรกรไทย ผ่านการทำกรเพาะเลี้ยงโดยใช้สารเคมีมาเป็นระยะเวลานาน ทำให้อาจมีปุ๋ยเคมี สารเคมีและสิ่งต้องห้าม สำหรับการทำการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอินทรีย์ ตกค้างอยู่ จึงต้องมีระยะการปรับเปลี่ยนอย่างน้อย 1 รอบการผลิต ซึ่งหมายถึงช่วงระยะเวลา ตั้งแต่การเตรียมบ่อ จนกระทั่งได้รับการรับรองมาตรฐานอินทรีย์จากหน่วยรับรองด้วย (เจียงใหม่นิวส์, 2552) เพื่อมุ่งสู่การพัฒนาที่สมดุล ยั่งยืน และมีภูมิคุ้มกัน เพื่อความอยู่ดีมีสุข มุ่งสู่สังคมที่มีความสุขอย่างยั่งยืน (วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี, 2551)

มีการเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์ปลาน้ำจืดในบ่อ ในบ่อดิน และปล่อยปลาชนิดที่ 2 นอกกระชังในบ่อดิน อาศัยเศษอาหาร ที่เหลือจากปลาในบ่อ ซึ่งสัตว์น้ำชนิดที่ 2 เป็นสัตว์น้ำที่มีการเจริญเติบโต ประมาณ 8 เดือน เช่น ปลานิล ปล่อยในอัตราส่วน 2 ตัว/ตารางเมตร (ลูกปลาอายุ 2 เดือน ขนาดปลายาว 3 – 6 นิ้ว) ซึ่งสัตว์น้ำชนิดที่ 2 ต้องการเพียงเศษอาหาร ที่มีสารอาหารจำพวกไนโตรเจน ซึ่งไนโตรเจน เป็นแหล่งอาหาร ของสาหร่ายและแพลงก์ตอน ซึ่งสาหร่ายและแพลงก์ตอนเอง สามารถเป็นอาหารแก่ปลานิลเป็นต้น (มานพ, 2536) ซึ่งโครงการการเพาะเลี้ยงปลาน้ำจืดในกระชังร่วมกับปลานิลในบ่อดิน แบบเศรษฐกิจพอเพียง เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืนและมีความปลอดภัยด้านอาหาร โดยปลาชนิดที่ 2 อาศัยอาหารที่เกิดขึ้นเอง จากธรรมชาติ เป็นการเลี้ยงสัตว์น้ำ แบบอินทรีย์ ที่ยั่งยืน สามารถเป็นรูปแบบการเลี้ยงปลาแก่ เกษตรกร โดยเฉพาะกลุ่มผู้เลี้ยงปลาในกระชังบริเวณ แม่น้ำปิง ปัจจุบันมีปัญหาเรื่องการระบาดของโรคในโครงการนี้น่าจะเป็นรูปแบบการเลี้ยงปลาที่ดีแก่เกษตรกร และผู้สนใจต่อไป

ดังนั้นเพื่อเป็นส่วนหนึ่งที่ได้ช่วยให้มีการขับเคลื่อนโครงการ การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอินทรีย์ ของประเทศไทย ทำให้เกิดการพัฒนาย่อยๆขึ้น เป็นการจกระบบนิเวศน์ ในแหล่งน้ำให้ยั่งยืน และเป็นการทำ การเกษตรแบบอินทรีย์ ที่เป็นรูปธรรม ผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดที่จะนำปลานู๋ทราย มาเลี้ยงร่วมกับปลานิลแดง เพื่อให้ปลา ช่วยส่งเสริมเกื้อกูลให้เกิดความสมดุลของระบบนิเวศภายในบ่อ โดยกินเศษอาหารที่เหลือพื้นกันบ่อหรืออาหารธรรมชาติที่สร้างมากเกินไป อีกทั้งเมื่อสิ้นสุดการเลี้ยงยังได้ผลผลิตของปลาเพิ่มอีกด้วย

ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการวิจัย “การเพาะเลี้ยงปลานู๋ทรายในกระชังร่วมกับปลานิลแดง ในบ่อดินแบบเศรษฐกิจพอเพียง เพื่อการพัฒนาย่อยๆขึ้น” จะเป็นข้อมูลเบื้องต้นด้านการเลี้ยง และสามารถนำไปส่งเสริมให้เกษตรกรและผู้สนใจใช้เป็นแนวทางที่จะพัฒนาและขับเคลื่อนโครงการ การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอินทรีย์ ของประเทศไทย ทำให้เกิดการพัฒนาย่อยๆขึ้น เป็นการจกระบบนิเวศน์ ในแหล่งน้ำให้ยั่งยืน และเป็นการทำ การเกษตรแบบอินทรีย์ ที่เป็นรูปธรรม เป็นการสร้างอาหารปลอดภัย ในการเลี้ยงปลาในบ่อดิน แบบเศรษฐกิจพอเพียงได้อย่างยั่งยืนต่อไปในอนาคต

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการเติบโต ความคงของไข่ ปลานู๋ทราย ในการเลี้ยงร่วมกับปลานิล ในบ่อดิน แบบเศรษฐกิจพอเพียง เพื่อการพัฒนาย่อยๆขึ้น
2. เพื่อศึกษาอัตราอาหารผสมสาหร่ายที่เหมาะสมกับการเลี้ยงปลานู๋ทราย อัตราที่เหมาะสมของการเลี้ยง ปลานู๋ทราย กับการเลี้ยงร่วมกับปลานิล ในบ่อดินแบบเศรษฐกิจพอเพียง เพื่อการพักที่ยั่งยืน
3. เพื่อศึกษาอัตราความเข้มข้น ของสารโมโนจากต่อมได้สมองต่อการพักออกเป็นตัว อัตราการเจริญเติบโต และอัตราการรอดของลูก ปลานู๋ทราย
4. เพื่อศึกษาปัจจัยคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีบางประการ (ศึกษาในปีที่ 1และ2) และความหลากหลายชนิดของแพลงก์ตอน ตลอดจนความสัมพันธ์ของปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่างๆ ในระบบการเลี้ยงปลานิล ร่วมกับปลาปลานู๋ทราย ในบ่อดินแบบเศรษฐกิจพอเพียง
5. เพื่อนำความรู้ที่ได้จากการวิจัยทั้งหมดไปเป็นส่วนสำคัญเพื่อการขับเคลื่อนโครงการ การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอินทรีย์ ของประเทศไทย ทำให้เกิดการพัฒนาย่อยๆขึ้น เป็นการจกระบบนิเวศน์ ในแหล่งน้ำให้ยั่งยืน และเป็นการทำ การเกษตรแบบอินทรีย์ ที่เป็นรูปธรรม

การตรวจเอกสาร

ปลาบู่ทราย (Sand Gody) ปลาบู่ หรือบู่ทราย บู่จาก บู่ทอง บู่เอื้อย บู่สิงโต มีชื่อสามัญว่า Sand Gody, Marbled Sleepy Gody และชื่อวิทยาศาสตร์ *Oxyleotris mamorata* Bleeker ปลาบู่เป็นปลาที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่ง ซึ่งผลผลิตส่วนใหญ่ถูกส่งออกไปจำหน่ายต่างประเทศได้แก่ สหราชอาณาจักร โปรตุเกส มาเลเซีย ฯลฯ ทำรายได้เข้าประเทศ ปีละหลายสิบล้านบาท เนื่องจากความต้องการปลาบู่ทรายจากต่างประเทศมีเพิ่มขึ้นทุกปีเป็นผลให้ปลาบู่ทรายมีราคาแพงขึ้น ในอดีตการเลี้ยงปลาบู่ทราย นิยมเลี้ยงกันมาในกระชังแถบลุ่มน้ำและลำน้ำสาขาบริเวณภาคกลางตั้งแต่จังหวัดนครสวรรค์ อุทัยธานี เรื่อยมาจนถึงจังหวัดปทุมธานี โดยมีจังหวัดนครสวรรค์ เป็นแหล่งเลี้ยงส่งออกที่ใหญ่ที่สุด (กรมประมง, 2550)

1. รูปร่างลักษณะของปลาบู่ทราย

ปลาบู่ทราย (ภาพที่ 1) มีลักษณะลำตัวกลมยาว ความลึกลำตัวประมาณ 1 ใน 3.5 ของความยาวมาตรฐานของลำตัว ส่วนหัวยาว 1 ใน 2.8 ของความยาวมาตรฐานของลำตัว หัวค่อนข้างโต และด้านบนของหัวแบนราบ ปากกว้างใหญ่เปิด ทางด้านบนคอนมูมปากเฉียงลงและยาวถึงระดับกึ่งกลางตา ขากรรไกรล่างยื่นยาวกว่าขากรรไกรบน ทั้งขากรรไกรบนและล่างมีฟันแหลมซี่เล็กๆ ลักษณะฟันเป็นแบบฟันแถวเดียว ลูกตากลมใหญ่โปนกลมอยู่บนหัวถัดจากริมฝีปากบนเล็กน้อย รูมูกคู่หน้าเป็นหลอดยื่นขึ้นมาอยู่ติดกับร่องที่แบ่งจะงอยปากกับริมฝีปากบน ครีบหูและครีบหาง มีลักษณะกลมมนใหญ่ มีลวดลายดำ สลับขาว มีก้านครีบอกยื่นอยู่ 15-16 ก้าน ครีบหลัง 2 ครีบ ครีบอันหน้าสั้นเป็นหนาม 6 ก้าน เป็นก้านครีบท่อนและเป็นหนาม ครีบอันหลังเป็นก้านครีบท่อน 11 ก้าน ครีบท้องหรือครีบอกอยู่แนวเดียวกับครีบหูและมีก้านครีบท่อน 5 ก้าน ครีบอกของปลาบู่ใน Subfamily Eleotrinae แยกจากกันอย่างสมบูรณ์ ซึ่งแตกต่างจากปลาบู่ชนิดอื่นในครอบครัว Gobiidae ซึ่งมีครีบท้องติดกันเป็นรูปจาน ครีบก้นอยู่ในแนวเดียวกับครีบหลังอันที่สอง มีก้านครีบท่อน 7 ก้าน และมีอยู่ในแนวเดียวกับครีบหลังอันที่สอง และมีความยาวครีบท้องเท่ากับครีบหลังอันที่สอง ส่วนของครีบท้องมีลายสีน้ำตาลดำ แดงสลับขาวเป็นแถบ ๆ และมีจุดสีดำ กระจายอยู่ทั่วไป ลำตัวมีเกล็ดแบบหนามคล้ายซีหิว และมีแถบสีดำขวางลำตัว 4 แถบ ด้านท้องมีสีอ่อน สีตัวของปลาบู่ทรายแตกต่างกันไปตามถิ่น ที่อยู่อาศัย (กรมประมง, 2550)

ลักษณะเกี๊ยว ลำตัวมีเกี๊ยว 2 ลักษณะ คือ เกี๊ยวกลมขอบเรียบ และเกี๊ยวมีปลายแหลมเป็นหนาม บริเวณส่วนหัวจะมีเกี๊ยวกลมขอบเรียบ ส่วนบริเวณลำตัวเป็นเกี๊ยวมีปลายแหลมเป็นหนาม เส้นข้างลำตัวจะมีเกี๊ยวประมาณ 70-90 เกี๊ยว ลำตัวมีสีน้ำตาลหรือสีน้ำตาลเทา ส่วนบนของตัวมีจุดสีดำประปราย ด้านท้องมีลักษณะสีขาวจาง ส่วนหลังและด้านข้างลำตัวจะมีสีขาวปนเหลือง แถบจะเห็นได้ชัดบริเวณหาง ครีบทุกครีบจะมีลายดำพาดขวาง ยกเว้นครีบหลังจะมีสีน้ำตาลปนดำ ปลาอุกทรายจัดเป็นปลาน้ำจืดและเป็นปลาชนิดเดียวในครอบครัวนี้ที่มีขนาดใหญ่ที่สุด ปกติมีขนาดประมาณ 30 เซนติเมตร เคยพบยาวถึง 60 เซนติเมตร (กรมประมง, 2550)



ภาพที่1 แสดงลักษณะของปลาอุกทราย

ที่มา : <http://www.geocities.com/welcometonica121/new-29.htm>

2. การแพร่กระจาย

ปลาอุกทราย เป็นปลาที่เราสามารถพบได้ทั่วไปในน้ำจืดและน้ำกร่อยเล็กน้อย ในหลายประเทศ โดยเฉพาะในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และหมู่เกาะมลายู ไคแก บอร์เนียว เกาะสุมาตราอินโดนีเซีย มาเลเซีย จีน ไทย สำหรับในประเทศไทยพบปลาอุกทรายพันธุ์ทั่วไปตามแม่น้ำ ลำคลองและสาขาทั่วทุกภาคตามหนองบึง และอ่างเก็บน้ำต่าง ๆ เช่น แม่น้ำเจ้าพระยา ปากน้ำโพ บึงบอระเพ็ด แม่น้ำลพบุรี แม่น้ำท่าจีน อ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์ จังหวัดขอนแก่น อ่างเก็บน้ำลำตะคอง จังหวัดนครราชสีมา อ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์ จังหวัดอุตรดิตถ์ อ่างเก็บน้ำบางพระ จังหวัดชลบุรี อ่างเก็บน้ำเขื่อนบางลาง จังหวัดยะลา จังหวัดสุโขทัย จังหวัดพิจิตร จังหวัดพิจิตร และทะเลน้อย จังหวัดสงขลา (กรมประมง, 2550; ทวี และบุรินทร์, 2544) โดยสามารถอาศัยในน้ำที่มีปริมาณออกซิเจนตั้งแต่ 3 mg/L ขึ้นไป ความเป็นด่าง (Alkalinity) 35-221 mg/L ความกระด้าง (Hardness) 23-164 mg/L ความเป็นกรดต่ำ 6.3-8.6 (<http://www.geocities.com/welcometonica121/new-29.htm>) ปลาอุกชอบอาศัยอยู่ที่มืด ตามซอกหิน โพงไม้ รากหญ้าหนาๆ ชอบฝังตัวอยู่ในพื้นดินอ่อน หรือพื้นทราย เป็นปลาที่ชอบอยู่กับที่นิ่งๆ เชื่องช้า แต่จะมีความว่องไวมากเมื่อเจออาหารเข้าหาเหยื่อ และเมื่อมีสิ่งผิดปกติเกิดขึ้น (ปิยากร, 2546)

ปลาทุทรายเป็นปลากินเนื้อเป็นอาหาร เช่น ลูกกุ้ง ลูกปลา แมลงในน้ำ หอย ฯลฯ ซึ่งปลาทุทรายวัยแตกต่างกัน จะมีนิสัยการกินที่แตกต่างกัน เช่น ในช่วงที่ฟักออกจากไข่ใหม่ๆ จะกินสาหร่ายและแพลงก์ตอนพืชเป็นอาหาร ต่อจากนั้นจะกินแพลงก์ตอนสัตว์ ที่มีขนาดเล็กที่ลูกปลาสามารถกินได้ จากการวิเคราะห์ นิสัยการกินอาหารของปลาทุทราย พบว่า ปลาทุทรายที่มีขนาด 1.0-10.0 เซนติเมตร อาหารที่พบเป็นกุ้ง 75% และปลา 25% ส่วนปลาทุทรายที่มีขนาด 10.1-20.0 เซนติเมตรอาหารที่พบเป็น กุ้ง 58% ปลา 40% และปู 2% และปลาทุทรายที่มีขนาด 20.1 เซนติเมตรอาหารที่พบเป็นปลา 72% และกุ้ง 28% <http://www.geocities.com/welcometonica121/new-29.htm>) โดยปริมาณอาหารที่กินในแต่ละวันจะมีน้ำหนักเท่ากับน้ำหนักของตัวปลา (ยูพินท์, 2536)

3. การเพาะเลี้ยงปลาทุ

ปลาทุมียาราคาแพงจึงเป็นที่ต้องการของตลาดในประเทศและต่างประเทศเป็นจำนวนมากทำให้มีผู้สนใจเลี้ยงปลาทุอย่างกว้างขวาง การเลี้ยงปลาทุมียุ่งยากในบ่อซีเมนต์ บ่อดินและกระชัง แต่ที่นิยมเลี้ยงกันมากเป็นการเลี้ยงในกระชัง ส่วนบ่อดินก็มีผู้เลี้ยงกันอยู่บ้างทั้งในรูปแบบเดี่ยว แบบรวม และแบบผสมผสาน สำหรับการเลี้ยงในบ่อซีเมนต์มีการเลี้ยงอยู่น้อยมากเพราะลงทุนสูงและต้องการน้ำสะอาดในการเลี้ยง (กรมประมง, 2550) การศึกษาการสืบพันธุ์ของปลาทุทรายเพศผู้ *Oxyeleotris marmoratus* ตัวเต็มวัยจำนวน 84 ตัว จากแหล่งน้ำ ชลประทาน เขตจังหวัดปัตตานี เป็นเวลาติดต่อกัน 13 เดือน ตั้งแต่เดือน มีนาคม 2545 ถึง มีนาคม 2546 จากการวิเคราะห์เนื้อเยื่ออวัยวะทุกเดือน พบว่าการสร้างเซลล์สืบพันธุ์มีการพัฒนาการพร้อมกันเป็นกลุ่มตลอดความยาวของอวัยวะ จากการศึกษาพบว่าปลาทุทราย *O. Marmoratus* สร้างอสุจิเป็นฤดูกาลและมีระยะปล่อยน้ำเชื้อที่ชัดเจน โดยปลาทุทรายทุกตัวมีอวัยวะอยู่ในระยะปล่อยน้ำเชื้อ คิดเป็น 100% และ 66 % ในเดือนพฤศจิกายน และเดือนพฤษภาคม ตามลำดับ จากการศึกษาโครงสร้างโดยละเอียดของกระบวนการสร้างอสุจิ พบว่าอสุจิของปลาทุทรายประกอบด้วย 3 ส่วน คือส่วนหัว ซึ่งไม่มีโครโมโซม(acrosome) ส่วนกลาง (midpiece) มีขนาดสั้น และส่วนหางมีขนาดยาว หางมีครีบข้าง (lateral fins) แกนกลางของหางประกอบด้วย axonem ซึ่งมีโครงสร้างหลักคือ 9+2 ไมโครทิวบูล (microtubule) สำหรับนิวเคลียสของอสุจิมีลักษณะสมมาตร ส่วนท้ายของนิวเคลียสเป็นร่องลึกเรียก nuclear fossa อสุจิของปลาชนิดนี้มี centriolar complex อยู่นอก nuclear fossa ซึ่งแตกต่างจากปลาทุทรายบางชนิด การศึกษาครั้งนี้ได้เปรียบเทียบลักษณะของอสุจิและกระบวนการสร้างอสุจิของปลาทุทรายปลาบางชนิดต่างๆที่อยู่ในตระกูลใกล้เคียงกัน (Jintamas et al., 2005)

3.1 ความแตกต่างระหว่างเพศ (ไชย, 2552)

การสังเกตลักษณะความแตกต่างระหว่างปลาทุเพศผู้เพศเมีย (ภาพที่ 2) ดูได้จากอวัยวะเพศที่อยู่ใกล้รูทวาร ปลาเพศผู้มีอวัยวะเพศเป็นแผ่นเนื้อขนาดเล็กสามเหลี่ยมปลายแหลม ส่วนตัวเมียอวัยวะเพศเป็นแผ่นเนื้อขนาดใหญ่และป้านตอนปลายไม่แหลมแต่เป็นรูขนาดใหญ่ลักษณะคล้ายถ้วยน้ำชาขนาดเล็ก

พร้อมผสมพันธุ์ปลายอวัยวะเพศผู้และเมียมีสีแดง บางครั้งเห็นเส้นเลือดฝอยสีแดงที่มาเลี้ยงอวัยวะเพศได้ชัดเจน



ภาพที่ 2 ความแตกต่างลักษณะเพศของปลาน้ำจืดเพศผู้และเมีย

การคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์ที่ดีมีผลทำให้อัตราการฟักและอัตราการรอดตายสูง และได้ลูกปลาที่แข็งแรง พ่อแม่พันธุ์ปลาที่ดีควรมีลักษณะดังนี้

1. ควรเป็นปลาวัยเจริญพันธุ์ เพราะไข่ที่ได้อัตราการฟักและอัตราการรอดตายสูง
2. พ่อแม่พันธุ์ควรมีน้ำหนักอยู่ในช่วง 300-500 กรัม แต่ไม่เกิน 1 กิโลกรัม และไม่ควรเป็นปลาที่อ้วนหรือผอมเกินไป
3. เมื่อจับพ่อแม่พันธุ์ขึ้นมาจากที่กักขังใหม่ๆ ควรรีบคัดปลาที่มีสีนวลดูปราศเปรี้ยว และควรเป็นปลาที่ปรับสู่สภาพเดิมได้เร็วเมื่อหายตกใจ ไม่ควรคัดพ่อแม่พันธุ์ที่สีเหลืองซีดปกติ

3.2 วิธีการเพาะพันธุ์ (ไชย, 2552)

การเพาะพันธุ์ปลาน้ำจืดมี 2 วิธี คือ การฉีดฮอร์โมนและการเลียนแบบธรรมชาติ สำหรับวิธีหลังสามารถผลิตพันธุ์ปลาได้จำนวนมากและได้อัตราการรอดตายสูง

1. วิธีการฉีดฮอร์โมน การเพาะพันธุ์ปลาน้ำจืดเริ่มครั้งแรกในปี พ.ศ.2515 โดยนำปลาน้ำจืดเพศผู้ที่มีน้ำหนัก 168 และ 170 กรัม เพศเมีย 196 กรัม และ 202 กรัม มาทำการฉีดฮอร์โมนเพียงครั้งเดียวด้วยต่อมใต้สมองของปลาในขนาด 1,500 กรัม ร่วมกับคลอรีโอติก โกนาโดโทรปิน (Chorionic Gonadotropin, C.G.) จำนวน 250 หน่วยมาตรฐาน (International Unit, I.U.) ฉีดเข้าตัวปลาโดยเฉลี่ยตัวละ 62.5 หน่วยมาตรฐาน หลังจากฉีดฮอร์โมนแล้วนำพ่อแม่พันธุ์ไปปล่อยลงในบ่อซีเมนต์ ขนาด 2x3 ตารางเมตร น้ำลึก 75 เซนติเมตร และใช้ทางมะพร้าวเป็นวัสดุให้แม่ปลาวางไข่ ปรากฏว่าแม่ปลาที่มีน้ำหนัก 202 กรัม วางไข่ประมาณ 10,000 ฟอง มีอัตราการฟัก 90 เปอร์เซ็นต์

การเพาะเลี้ยงปลาน้ำทรายในกระชังร่วมกับปลานิลแดงในบ่อดิน
แบบเศรษฐกิจพอเพียง เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน

**The Culture of Sand Goby (*Oxyeleotris marmoratus*)/Red Tilapia
(*Oreochromis niloticus*) Culture in an Integrated Cage-cum-pond System:
Sufficiency Economic for Sustainable Development**

จงกต พรหมยะ¹ ชนกกันต์ จิตมนัส¹ และขจรเกียรติ แซ่ตัน¹
Jongkon Promya¹, Chanagun Jilmanus¹ and Kajorngied Srinounsam¹

¹คณะเทคโนโลยีการประมง และทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จ.เชียงใหม่ 50290

บทคัดย่อ

การเลี้ยงปลาน้ำทรายในกระชังร่วมกับปลานิลแดง ในบ่อดิน โดยใช้กระชังทดลองขนาด 1x1x1 เมตร น้ำหนักปลาเริ่มต้น 140-150 กรัม/ตัว อัตราการปล่อย 4 ตัว/ตารางเมตร แบ่งการทดลอง เป็น 3 การทดลองๆ ละ 3 ซ้ำ ดังนี้ T₁) การเลี้ยงปลาน้ำทรายโดยอาหารที่เป็นปลาสด (ซुकควบคุม) รวมกับการเลี้ยงปลานิลที่ความหนาแน่น 1 ตัว/ตารางเมตร T₂) การเลี้ยงปลาน้ำทรายโดยอาหารที่เป็นปลาสดผสมกับสไปรูลิน่า 3% รวมกับการเลี้ยงปลานิลที่ความหนาแน่น 2 ตัว/ตารางเมตร และ T₃) การเลี้ยงปลาน้ำทรายโดยอาหารที่เป็นปลาสดผสมกับ สไปรูลิน่า 5% รวมกับการเลี้ยงปลานิลที่ความหนาแน่น 4 ตัว/ตารางเมตร และให้อาหารปลาน้ำทราย 3-10% น้ำหนักตัวปลา/วัน ทำการศึกษาการเจริญเติบโต ค่าดัชนีการเจริญพันธุ์ของปลาน้ำทรายเทศเมียบ และ คำนวณการ เก็บข้อมูลทุกๆ 30 วัน ระยะเวลา 6 เดือน พบว่า การทดลองที่ 3 มีอัตราการเจริญเติบโต น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน และ ค่าดัชนีการเจริญพันธุ์ของปลาน้ำทรายเทศเมียบ (0.03±0.01-6.25±0.43%) สูงกว่า การทดลองที่ 2 และ 1 (ซुकควบคุม) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) คำนวณการผลผลิตปลาในการทดลองที่ 1 เท่ากับ 242.33±0.12 บาท/กิโลกรัม คิดว่า การทดลองที่ 2 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ความหลากหลาย และ องค์ประกอบของแพลงก์ตอน การทดลองที่ 1 มีแพลงก์ตอนพืช ใน Division Cyanophyta, Division Chlorophyta และแพลงก์ตอนสัตว์ Phylum Arthropoda มากกว่าการทดลองอื่น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) คุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี ทั้ง 3 การทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ สรุปได้ว่าการเลี้ยงปลาน้ำทราย โดยอาหารที่เป็นปลาสดผสมกับ สไปรูลิน่า 5% รวมกับการเลี้ยงปลานิลที่ความ

หนาแน่น 4 ตัว/ตารางเมตร มีผลทำให้การเจริญเติบโต และค่าดัชนีการเจริญพันธุ์ของปลานู๋ทรายเทศเมีย เพิ่มขึ้น

การเพาะพันธุ์ปลานู๋ทราย ในกระชังขนาด 1x1x1 เมตร น้ำหนัก พ่อ-แม่พันธุ์ เฉลี่ย 152 ± 2.17 - 154.58 ± 1.42 กรัม/ตัว อัตราการปล่อย 2 ตัว/ตารางเมตรวางแผนแบบ CRD จำนวน 5 การทดลองๆ 3 ซ้ำ ดังนี้ การทดลองที่ 1 พ่อแม่พันธุ์ปลานู๋ใช้ฮอร์โมนสังเคราะห์ superfact ความเข้มข้น 5-10 ไมโครกรัม (ชุดควบคุม) การทดลองที่ 2, 3, 4 และ 5 พ่อแม่พันธุ์ปลานู๋ใช้ฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองปลาในความเข้มข้น 0.5, 1, 1.5 และ 2 dose ตามลำดับ และนำพ่อ-แม่พันธุ์มาฉีดฮอร์โมน และปล่อยให้ผสมกันเองในกระชัง เพื่อหาจำนวนไข่ อัตราการฟักไข่ อัตราการรอดของลูกปลาระยะเวลา 1 สัปดาห์ พบว่า จำนวนไข่แม่พันธุ์ปลานู๋ทราย ในหน่วยทดลองที่ 3, 4 และ 5 มีจำนวนไข่เท่ากับ $19,683 \pm 1,868$ ฟอง $19,115 \pm 983$ ฟอง และ $19,750 \pm 2,264$ ฟอง ตามลำดับ อัตราการฟักไข่ของ พ่อ-แม่พันธุ์ปลานู๋ ในหน่วยทดลองที่ 1 และ 5 มีค่าเท่ากับ $73.20 \pm 3.96\%$ และ $70.13 \pm 0.85\%$ อัตราการรอดของลูกปลาระยะเวลา 1 สัปดาห์ ในหน่วยทดลองที่ 5, 4 และ 3 มีค่าเท่ากับ $65.33 \pm 3.06\%$ $65.67 \pm 2.08\%$ และ $65.00 \pm 1.00\%$ ตามลำดับ และมากกว่าหน่วยทดลองอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) สรุปได้ว่าการเพาะพันธุ์ปลานู๋ทราย ในหน่วยทดลองที่ 3, 4 และ 5 มีผลให้ จำนวนไข่ อัตราการฟักไข่ อัตราการรอดของลูกปลาระยะเวลา 1 สัปดาห์ ดีกว่าหน่วยทดลองอื่นๆ

การอนุบาลลูกปลานู๋ทราย ในตู้กระจกขนาด 12 X 24 X 15 นิ้ว มีน้ำหนักเริ่มต้น 0.56 ± 0.10 - 0.59 ± 0.02 กรัม/ตัว อัตราปล่อย 180 ตัว/ตู้ หรือ ประมาณ 1,000 ตัว/ตารางเมตร วางแผนแบบ CRD แบ่งการทดลอง 4 การทดลองๆ ละ 3 ซ้ำดังนี้ 1) อนุบาลลูกปลานู๋ทราย โดยใช้อาหารผง (ชุดควบคุม) 2) อนุบาลลูกปลานู๋ทราย โดยใช้ Rotifer 3) อนุบาลลูกปลานู๋ทราย โดยใช้ *Moina* และ 4) อนุบาลลูกปลานู๋ทราย โดยใช้ *Artemia* เพื่อหาประสิทธิภาพการเจริญเติบโต และต้นทุนการอนุบาล โดยเก็บข้อมูลทุกๆ 30 วัน ระยะเวลา 90 วัน พบว่า อัตราน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น การทดลองที่ 3 และ 4 มีค่าเท่ากับ 805.52 ± 110.27 และ $782.46 \pm 58.63\%$ อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ การทดลองที่ 2, 3 และ 4 มีค่ามากกว่า การทดลองที่ 1 อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และ ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน การทดลองที่ 4 มีค่าเท่ากับ 1.59 ± 0.14 หน่วย และ 0.73 ± 0.03 หน่วย และมากกว่าหน่วยทดลองอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และต้นทุนในการอนุบาล การทดลองที่ 4, 3, 2 และ 1 มีค่าเท่ากับ 40.12 ± 0.77 , 37.28 ± 1.61 , 38.55 ± 0.33 และ 38.21 ± 0.17 บาท/ตัว ตามลำดับ สรุปได้ว่าการอนุบาลลูกปลานู๋ทราย การทดลองที่ 4 มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และ ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน ดีกว่าหน่วยทดลองอื่นๆ

คุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี มีความเหมาะสมตามเกณฑ์ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และ ความหลากหลาย และองค์ประกอบของแพลงก์ตอนในการเลี้ยงปลานู๋ทราย ร่วมกับปลานิลแดง โดยหน่วยทดลองที่ 1 มีแนวโน้มความหลากหลาย และองค์ประกอบของแพลงก์ตอนสูงที่สุด โดยพบมาก ใน

Division Cyanophyta และ Division Chlorophyta แพลงก์ตอนสัตว์ Phylum Arthropoda มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$)

คำสำคัญ : เพาะอนุบาลเลี้ยง ปลานู๋ทราย ปลานิล สไปรูลิน่า การเจริญเติบโต ดัชนีการเจริญพันธุ์

Abstract

The culture of Sand gobies (*Oxyeleotris marmoratus*)/Red tilapias (*Oreochromis niloticus*) culture in an integrated cage-cum-pond system was conducted. The experiment was conducted in net pond ($1 \times 1 \times 1 \text{ m}^3$). Sand gobies initially stocked were 148-150 gm/fish in weight and 4 fishes / m^2 . The CRD composed of three experiments with three replications each was applied including T_1 Fresh fish (control) + with culture Red Tilapia 1 fish/ m^2 , T_2 Fresh fish+3% *Spirulina* + with culture Red Tilapia 2 fishes/ m^2 , T_3 Fresh fish+3% *Spirulina* + with culture Red Tilapias 4 fishes/ m^2 and feed 3-10% /fish weight/day. The study was growth performance, gonadosomatic index of female Sand gobies and cost produced. Data was collected every 30 day for 6 months period. It was found that Sand gobies with T_3 had significantly ($p<0.05$) higher average daily growth, weight gain, specific growth rate, protein efficiency ratio and gonadosomatic index of female Sand gobies (0.03 ± 0.01 - $6.25 \pm 0.43\%$) than these reared with T_2 and T_1 . The cost produced of fish with T_1 (242.33 ± 0.12 Bath/Kg) had better than T_2 and T_3 ($p<0.05$) respectively. Water quality was no significantly difference. The diversity of plankton division Cyanophyta, division Chlorophyta and Phylum Arthropoda with T_1 had significantly ($p<0.05$) higher than T_2 and T_3 . It can be concluded that the T_3 , used as feed of sand gobies, enhanced in growth performance and gonadosomatic index of female increased of Sand gobies.

Breeding of Sand gobies (*Oxyeleotris marmoratus*) in cage-cum-pond system was conducted. The experiment was conducted in net pond ($1 \times 1 \times 1 \text{ m}^3$). Sand gobies initially stocked were 152 ± 2.17 - 154.58 ± 1.42 gm/fish in weight and 2 fishes / m^2 . The CRD composed of five experiments with three replications each was applied including T_1) Broodstock Sand gobies injection hormone superfact concentrations 5-10 mg (control), T_2 , T_3 , T_4 and T_5 Broodstock Sand gobies injection hormone from Common Carp pituitary gland concentrations 0.5, 1, 1.5 and 2 dose, respectively. The Broodstock Sand gobies weight 152 ± 2.17 - 154.58 ± 1.42 gm/fish, injection hormone was conducted in cage-cum-pond. The objective of this experiment was to compare the eggs number, hatching rate and survival rate of fry for 1 week. It was found that eggs number of sand gobies T_3 , T_4 , and T_5 were $19,683 \pm 1,868$, $19,115 \pm 983$ and $19,750 \pm 2,264$ eggs (respectively), hatching rate with T_1 and T_5 were

73.20±3.96% and 70.13±0.85% and survival rate with T₃, T₄ and T₅ were 65.33±3.06%, 65.67±2.08% and 65.00±1.00%, respectively and had significantly ($p<0.05$) better than the other experiments. It can be concluded that breeding sand goby, the experiment T₃, T₄, and T₅ had the eggs number, hatching rate and survival rate of fry for 1 week had better than the other experiments.

Nursing of Sand gobies (*Oxyleotris marmoratus*) was conducted in aquarium (12x24x15 inches³). Sand gobies initially stocked were 0.56±0.10-0.59±0.02 gm/fish in weight and 180 fishes / aquarium or 1,000 fishes /m². The CRD composed of four experiments with three replications each was applied including T₁ nursing with powder feed (control), T₂ nursing with Rotifer, T₃ nursing with *Moina* and T₄ nursing with *Artemia*. The study was growth performance and cost produced. Data was collected every 30 day for 90 day period. It was found that weight gain with T₃ and T₄ were 805.52 ± 110.27 and 782.46 ± 58.63%, specific growth rate with T₂, T₃ and T₄ higher than T₁, feed conversion ratio and effective use of protein were 1.59±0.14 units and 0.73±0.03 units and better than the other experiments, significantly ($p<0.05$). The cost produced of fish with T₄, T₃, T₂ and T₁ were 40.12±0.77, 37.28±1.61, 38.55±0.33 and 38.21±0.17 bath/fish, respectively and no significantly difference. It can be concluded that the T₄, nursing of Sand gobies, enhanced in feed conversion ratio and effective use of protein had better than the other experiments. Water quality was no significantly difference. The diversity of plankton division Cyanophyta, division Chlorophyta and Phylum Arthropoda with T₁ had significantly ($p<0.05$) higher than T₂ and T₃.

Keywords: Sand goby, tilapia, Nursing, Culture, growth performance and Gonadosomatic index

คำนำ

องค์กรระดับสากลที่มีมาตรฐานการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอินทรีย์ชัดเจนคือสหพันธ์เกษตรอินทรีย์นานาชาติ (International Federation of Organic Agriculture Movements, IFOAM) ซึ่งเป็นมาตรฐานขั้นต่ำ (IFOAM Basic Standards, IBS) หน่วยรับรอง (Certification Body, CB) สามารถนำไปกำหนดมาตรฐานให้สูงกว่า IBS ได้แต่กำหนดให้ต่ำกว่าไม่ได้ มาตรฐาน IFOAM ที่ใช้ในปัจจุบัน คือ Version 2005 การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอินทรีย์คือ กระบวนการผลิตสัตว์น้ำ เพื่อให้ได้ผลิตผลหรือผลิตภัณฑ์ ที่เป็นไปตามหลักการ และมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ ด้านการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอินทรีย์ เป็นการรวมกระบวนการทุกขั้นตอนเช่นการจัดการระบบนิเวศ การใช้ปัจจัยการผลิต การเพาะพันธุ์ การเลี้ยง อาหาร สัตว์ สุขภาพสัตว์ ความเป็นธรรมในสังคมเป็นต้นวัตถุประสงค์ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอินทรีย์ เพื่อที่จะให้ได้ผลิตผลหรือผลิตภัณฑ์จากกระบวนการ ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมปลอดภัยต่อผู้ผลิตและผู้บริโภค โดยมีหลักการการผลิต แบบเกษตรผสมผสาน รักษาความหลากหลายทางชีวภาพ หมุนเวียนการใช้ทรัพยากรภายในฟาร์ม ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ห้ามใช้สิ่งที่ผ่านการคัดแปรพันธุกรรม ปุ๋ยเคมี ฮอร์โมนสังเคราะห์ สารที่นอกเหนือจากรายการที่อนุญาต เนื่องจากพื้นที่ทำการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำส่วนมากของเกษตรกรไทย ผ่านการทำกรเพาะเลี้ยงโดยใช้สารเคมีมาเป็นระยะเวลานาน ทำให้อาจมีปุ๋ยเคมี สารเคมีและสิ่งต้องห้าม สำหรับการทำการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอินทรีย์ ตกค้างอยู่ จึงต้องมีระยะการปรับเปลี่ยนอย่างน้อย 1 รอบการผลิต ซึ่งหมายถึงช่วงระยะเวลา ตั้งแต่การเตรียมบ่อ จนกระทั่งได้รับการรับรองมาตรฐานอินทรีย์จากหน่วยรับรองด้วย (เชียงใหม่นิวส์, 2552) เพื่อมุ่งสู่การพัฒนาที่สมดุล ยั่งยืน และมีภูมิคุ้มกัน เพื่อความอยู่ดีมีสุข มุ่งสู่สังคมที่มีความสุขอย่างยั่งยืน (วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี, 2551)

มีการเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์ปลาน้ำจืดในบ่อดิน และปล่อยปลาชนิดที่ 2 นอกกระชังในบ่อดิน อาศัยเศษอาหาร ที่เหลือจากปลาในบ่อ ซึ่งสัตว์น้ำชนิดที่ 2 เป็นสัตว์น้ำที่มีการเจริญเติบโต ประมาณ 8 เดือน เช่น ปลานิล ปลอกในอัตราส่วน 2 ตัว/ตารางเมตร (ลูกปลาอายุ 2 เดือน ขนาดปลาวัย 3 – 6 นิ้ว) ซึ่งสัตว์น้ำชนิดที่ 2 ต้องการเพียงเศษอาหาร ที่มีสารอาหารจำพวกไนโตรเจน ซึ่งไนโตรเจน เป็นแหล่งอาหาร ของสาหร่ายและแพลงก์ตอน ซึ่งสาหร่ายและแพลงก์ตอนเอง สามารถเป็นอาหารแก่ปลานิลเป็นต้น (มานพ, 2536) ซึ่งโครงการการเพาะเลี้ยงปลาน้ำจืดในกระชังร่วมกับปลานิลในบ่อดิน แบบเศรษฐกิจพอเพียง เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืนและมีความปลอดภัยด้านอาหาร โดยปลาชนิดที่ 2 อาศัยอาหารที่เกิดขึ้นเอง จากธรรมชาติ เป็นการเลี้ยงสัตว์น้ำ แบบอินทรีย์ ที่ยั่งยืน สามารถเป็นรูปแบบการเลี้ยงปลาแก่ เกษตรกร โดยเฉพาะกลุ่มผู้เลี้ยงปลาในกระชังบริเวณ แม่น้ำปิง ปัจจุบันมีปัญหาเรื่องการระบาดของโรคในโครงการนี้น่าจะเป็นรูปแบบการเลี้ยงปลาที่ดีแก่เกษตรกร และผู้สนใจต่อไป

ดังนั้นเพื่อเป็นส่วนหนึ่งที่ได้ช่วยให้มีการขับเคลื่อนโครงการ การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอินทรีย์ ของประเทศไทย ทำให้เกิดการพัฒนายังยั่งยืน เป็นการจกระบบนิเวศน์ ในแหล่งน้ำให้ยั่งยืน และเป็นการทำ การเกษตรแบบอินทรีย์ ที่เป็นรูปธรรม ผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดที่จะนำปลานู๋ทราย มาเลี้ยงร่วมกับปลานิลแดง เพื่อให้ปลา ช่วยส่งเสริมเกื้อกูลให้เกิดความสมดุลของระบบนิเวศภายในบ่อ โดยกินเศษอาหารที่เหลือพื้นกันบ่อหรืออาหารธรรมชาติที่สร้างมากเกินไป อีกทั้งเมื่อสิ้นสุดการเลี้ยงยังได้ผลผลิตของปลาเพิ่มอีกด้วย

ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการวิจัย “การเพาะเลี้ยงปลานู๋ทรายในกระชังร่วมกับปลานิลแดง ในบ่อดินแบบเศรษฐกิจพอเพียง เพื่อการพัฒนายั่งยืน” จะเป็นข้อมูลเบื้องต้นด้านการเลี้ยง และสามารถนำไปส่งเสริมให้เกษตรกรและผู้สนใจใช้เป็นแนวทางที่จะพัฒนาและขับเคลื่อนโครงการ การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอินทรีย์ ของประเทศไทย ทำให้เกิดการพัฒนายังยั่งยืน เป็นการจกระบบนิเวศน์ ในแหล่งน้ำให้ยั่งยืน และเป็นการทำ การเกษตรแบบอินทรีย์ ที่เป็นรูปธรรม เป็นการสร้างอาหารปลอดภัย ในการเลี้ยงปลาในบ่อดิน แบบเศรษฐกิจพอเพียงได้อย่างยั่งยืนต่อไปในอนาคต

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการเติบโต ความคดของไข่ ปลานู๋ทราย ในการเลี้ยงร่วมกับปลานิล ในบ่อดิน แบบเศรษฐกิจพอเพียง เพื่อการพัฒนายั่งยืน
2. เพื่อศึกษาอัตราอาหารผสมสาหร่ายที่เหมาะสมกับการเลี้ยงปลานู๋ทราย อัตราที่เหมาะสมของการเลี้ยง ปลานู๋ทราย กับการเลี้ยงร่วมกับปลานิล ในบ่อดินแบบเศรษฐกิจพอเพียง เพื่อการพักที่ยั่งยืน
3. เพื่อศึกษาอัตราความเข้มข้น ของฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองต่อการฟักออกเป็นตัว อัตราการเจริญเติบโต และอัตราการรอดของลูก ปลานู๋ทราย
4. เพื่อศึกษาปัจจัยคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีบางประการ (ศึกษาในปีที่ 1และ2) และความหลากหลายชนิดของแพลงก์ตอน ตลอดจนความสัมพันธ์ของปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่างๆ ในระบบการเลี้ยงปลานิล ร่วมกับปลาปลานู๋ทราย ในบ่อดินแบบเศรษฐกิจพอเพียง
5. เพื่อนำความรู้ที่ได้จากการวิจัยทั้งหมดไปเป็นส่วนสำคัญเพื่อการขับเคลื่อนโครงการ การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอินทรีย์ ของประเทศไทย ทำให้เกิดการพัฒนายังยั่งยืน เป็นการจกระบบนิเวศน์ ในแหล่งน้ำให้ยั่งยืน และเป็นการทำ การเกษตรแบบอินทรีย์ ที่เป็นรูปธรรม

การตรวจเอกสาร

ปลาทุทราย (Sand Goby) ปลาทุ หรือทุทราย ทุจาก ทุทอง ทุเอื้อย ทุสิงโต มีชื่อสามัญว่า Sand Goby, Marbled Sleepy Goby และชื่อวิทยาศาสตร์ *Oxyleotris mamorata* Bleeker ปลาทุเป็นปลาที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่ง ซึ่งผลผลิตส่วนใหญ่ถูกส่งออกไปจำหน่ายต่างประเทศได้แก่ สหราชอาณาจักร โปรตุเกส มาเลเซีย ฯลฯ ทำรายได้เข้าประเทศปีละหลายสิบล้านบาท เนื่องจากความต้องการปลาทุทรายจากต่างประเทศมีเพิ่มขึ้นทุกปีเป็นผลให้ปลาทุทรายมีราคาแพงขึ้น ในอดีตการเลี้ยงปลาทุทราย นิยมเลี้ยงกันมาในกระชังแถบถุ่มน้ำและลำน้ำสาขาบริเวณภาคกลางตั้งแต่จังหวัดนครสวรรค์ อุทัยธานี เรื่อยมาจนถึงจังหวัดปทุมธานี โดยมีจังหวัดนครสวรรค์ เป็นแหล่งเลี้ยงส่งออกที่ใหญ่ที่สุด (กรมประมง, 2550)

1. รูปร่างลักษณะของปลาทุทราย

ปลาทุทราย (ภาพที่ 1) มีลักษณะลำตัวกลมยาว ความลึกลำตัวประมาณ 1 ใน 3.5 ของความยาวมาตรฐานของลำตัว ส่วนหัวยาว 1 ใน 2.8 ของความยาวมาตรฐานของลำตัว หัวค่อนข้างโต และด้านบนของหัวแบนราบ ปากกว้างใหญ่เปิด ทางด้านบนตอนมุมปากเฉียงลงและยาวถึงระดับกึ่งกลางตา ขากรรไกรล่างยื่นยาวกว่าขากรรไกรบน ทั้งขากรรไกรบนและล่างมีฟันแหลมซี่เล็กๆ ลักษณะฟันเป็นแบบฟันแถวเดียว ลูกตาลักษณะโปนกลมอยู่บนหัวถัดจากริมฝีปากบนเล็กน้อย รูมุกคู่หน้าเป็นหลอดยื่นขึ้นมาอยู่ติดกับร่องที่แบ่งจะงอยปากกับริมฝีปากบน ครีบหูและครีบหาง มีลักษณะกลมมนใหญ่ มีลวดลายดำ สลับขาว มีก้านครีบอกอยู่ 15-16 ก้าน ครีบหลัง 2 ครีบ ครีบอกหน้าสั้นเป็นหนาม 6 ก้าน เป็นก้านครีบสั้นและเป็นหนาม ครีบอกหลังเป็นก้านครีบอก 11 ก้าน ครีบท้องหรือครีบอกอยู่แนวเดียวกับครีบหูและมีก้านครีบอก 5 ก้าน ครีบอกของปลาทุใน Subfamily Eleotrinac แยกจากกันอย่างสมบูรณ์ ซึ่งแตกต่างจากปลาทุชนิดอื่นในครอบครัว Gobiidae ซึ่งมีครีบท้องติดกันเป็นรูปจาน ครีบก้นอยู่ในแนวเดียวกับครีบอกหลังอันที่สอง มีก้านครีบอก 7 ก้าน และมีอยู่ในแนวเดียวกับครีบอกหลังอันที่สอง และมีความยาวครีบอกเท่ากับครีบอกหลังอันที่สอง ส่วนของครีบอกมีลายสีน้ำตาลดำ แดงสลับขาวเป็นแถบ ๆ และมีจุดสีดำ กระจายอยู่ทั่วไป ลำตัวมีเกล็ดแบบหนามคล้ายซีหิว และมีแถบสีดำขวางลำตัว 4 แถบ ด้านท้องมีสีอ่อน สีตัวของปลาทุทรายแตกต่างกันไปตามถิ่นที่อยู่อาศัย (กรมประมง, 2550)

ลักษณะเกี๊ยว ลำตัวมีเกี๊ยว 2 ลักษณะ คือ เกี๊ยวกลมขอบเรียบ และเกี๊ยวมีปลายแหลมเป็นหนาม บริเวณส่วนหัวจะมีเกี๊ยวกลมขอบเรียบ ส่วนบริเวณลำตัวเป็นเกี๊ยวมีปลายแหลมเป็นหนาม เส้นข้างลำตัวจะมีเกี๊ยวประมาณ 70-90 เกี๊ยว ลำตัวมีสีน้ำตาลหรือสีน้ำตาลเทา ส่วนบนของตัวมีจุดสีดำประปราย ด้านท้องมีลักษณะสีขาวจาง ส่วนหลังและด้านข้างลำตัวจะมีสีขาวปนเหลือง แถบจะเห็นได้ชัดบริเวณหาง ครีบทูครีบจะมีลายดำพาดขวาง ยกเว้นครีบท้องจะมีสีน้ำตาลปนดำ ปลาบุ๋มทรายจัดเป็นปลาน้ำจืดและเป็นปลาขนาดเล็กและเป็นปลาชนิดเดียวในครอบครัวนี้ที่มีขนาดใหญ่ที่สุด ปกติมีขนาดประมาณ 30 เซนติเมตร เคยพบยาวถึง 60 เซนติเมตร (กรมประมง, 2550)



ภาพที่ 1 แสดงลักษณะของปลาบุ๋มทราย

ที่มา : <http://www.geocities.com/welcometonica121/new-29.htm>

2. การแพร่กระจาย

ปลาบุ๋มทราย เป็นปลาที่เราสามารถพบได้ทั่วไปในน้ำจืดและน้ำกร่อยเล็กน้อย ในหลายประเทศ โดยเฉพาะในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และหมู่เกาะมลายู ไคแก๋ บอร์เนียว เกาะสุมาตราอินโดนีเซีย มาเลเซีย จีน ไทย สำหรับในประเทศไทยพบปลาบุ๋มทรายพันธุ์ทั่วไปตามแม่น้ำ ลำคลองและสาขาทั่วทุกภาคตามหนองบึง และอ่างเก็บน้ำต่าง ๆ เช่น แม่น้ำเจ้าพระยา ปากน้ำโพ บึงบอระเพ็ด แม่น้ำลพบุรี แม่น้ำท่าจีน อ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์ จังหวัดขอนแก่น อ่างเก็บน้ำลำตะคอง จังหวัดนครราชสีมา อ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์ จังหวัดอุตรดิตถ์ อ่างเก็บน้ำบางพระ จังหวัดชลบุรี อ่างเก็บน้ำเขื่อนบางลาง จังหวัดยะลา จังหวัดสุโขทัย จังหวัดพิจิตร จังหวัดพิษณุโลก และทะเลน้อย จังหวัดสงขลา (กรมประมง, 2550; ทวี และยุพินท์, 2544) โดยสามารถอาศัยในน้ำที่มีปริมาณออกซิเจนตั้งแต่ 3 mg/L ขึ้นไป ความเป็นด่าง (Alkalinity) 35-221 mg/L ความกระด้าง (Hardness) 23-164 mg/L ความเป็นกรดด่าง 6.3-8.6 (<http://www.geocities.com/welcometonica121/new-29.htm>) ปลาบุ๋มชอบอาศัยอยู่ที่มืด ตามซอกหิน โพงไม้ รากหญ้าหนาๆ ชอบฝังตัวอยู่ในพื้นดินอ่อน หรือพื้นทราย เป็นปลาที่ชอบอยู่กับที่นิ่งๆ เชื่องช้า แต่จะมีความว่องไวมากเมื่อเจอผู้ล่าเข้าหาเหยื่อ และเมื่อมีสิ่งผิดปกติเกิดขึ้น (ปิยากร, 2546)

ปลาบู๋ทรายเป็นปลากินเนื้อเป็นอาหาร เช่น ลูกกุ้ง ลูกปลา แมลงในน้ำ หอย ฯลฯ ซึ่งปลาบู๋ทราย ้วยแตกต่างกัน จะมีนิสัยการกินที่แตกต่างกัน เช่น ในช่วงที่ฟักออกจากไข่ใหม่ๆจะกินสาหร่ายและ แพลงก์ตอนพืชเป็นอาหาร ต่อจากนั้นจะกินแพลงก์ตอนสัตว์ ที่มีขนาดเล็กที่ลูกปลาสามารถกินได้ จากการวิเคราะห์ นิสัยการกินอาหารของปลาบู๋ทราย พบว่า ปลาบู๋ทรายที่มีขนาด 1.0-10.0 เซนติเมตร อาหาร ที่ พบเป็นกุ้ง 75% และปลา 25% ส่วนปลาบู๋ทรายที่มีขนาด 10.1-20.0 เซนติเมตรอาหารที่พบเป็น กุ้ง 58% ปลา 40% และปู 2% และปลาบู๋ทรายที่มีขนาด 20.1 เซนติเมตรอาหารที่พบเป็นปลา 72% และกุ้ง 28% <http://www.geocities.com/welcometonica121/new-29.htm>) โดยปริมาณอาหารที่กินในแต่ละวันจะมีน้ำหนักเท่ากับน้ำหนักของตัวปลา (อุพนธ์, 2536)

3. การเพาะเลี้ยงปลาบู๋

ปลาบู๋มีราคาแพงจึงเป็นที่ต้องการของตลาดในประเทศและต่างประเทศเป็นจำนวนมากทำให้มี ผู้สนใจเลี้ยงปลาบู๋อย่างกว้างขวาง การเลี้ยงปลาบู๋มีเลี้ยงกันในบ่อซีเมนต์ บ่อดินและกระชัง แต่ที่นิยม เลี้ยงกันมากเป็นการเลี้ยงในกระชัง ส่วนบ่อดินก็มีผู้เลี้ยงกันอยู่บ้างทั้งในรูปการเลี้ยงแบบเดี่ยว แบบรวม และแบบผสมผสาน สำหรับการเลี้ยงในบ่อซีเมนต์มีการเลี้ยงอยู่น้อยมากเพราะลงทุนสูงและต้องการน้ำ สะอาดในการเลี้ยง (กรมประมง, 2550) การศึกษาการสืบพันธุ์ของปลาบู๋ทรายเพศผู้ *Oxyeleotris marmoratus* ตัวเต็มวัยจำนวน 84 ตัว จากแหล่งน้ำ ชลประทาน เขตจังหวัดปัตตานี เป็นเวลาติดต่อกัน 13 เดือน ตั้งแต่เดือน มีนาคม 2545 ถึง มีนาคม 2546 จากการวิเคราะห์เนื้อเยื่ออวัยวะทุกเดือน พบว่าการ สร้างเซลล์สืบพันธุ์มีการพัฒนาการพร้อมกันเป็นกลุ่มตลอดความยาวของอวัยวะ จากการศึกษาพบว่าปลา บู๋ทราย *O. Marmoratus* สร้างอสุจิเป็นฤดูกาลและมีระยะปล่อยน้ำเชื้อที่ชัดเจน โดยปลาบู๋ทรายทุกตัวมี ออวัยวะอยู่ในระยะปล่อยน้ำเชื้อ คิดเป็น 100% และ 66 % ในเดือนพฤศจิกายน และเดือนพฤษภาคม ตามลำดับ จากการศึกษาโครงสร้างโดยละเอียดของกระบวนการสร้างอสุจิ พบว่าอสุจิของปลาบู๋ทราย ประกอบด้วย 3 ส่วน คือส่วนหัว ซึ่งไม่มีโครโมโซม(acrosome) ส่วนกลาง (midpiece) มีขนาดสั้น และส่วน หางมีขนาดยาว หางมีครีบข้าง (lateral fins) แกนกลางของหางประกอบด้วย axonem ซึ่งมีโครงสร้างหลัก คือ 9+2 ไมโครทิวบูล (microtubule) สำหรับนิวเคลียสของอสุจิมียูทิลไลซอร์สมาตร ส่วนท้ายของนิวเคลียส เป็นร่องลึกเรียก nuclear fossa อสุจิของปลาบู๋ทรายมี centriolar complex อยู่บน nuclear fossa ซึ่ง แตกต่างจากปลาบู๋ทรายบางชนิด การศึกษาครั้งนี้ได้เปรียบเทียบลักษณะของอสุจิและกระบวนการสร้าง อสุจิของปลาบู๋ทรายปลาบางชนิดต่างๆที่อยู่ในตระกูลใกล้เคียงกัน (Jintamas et al., 2005)

3.1 ความแตกต่างระหว่างเพศ (ไชย, 2552)

การสังเกตลักษณะความแตกต่างระหว่างปลาบู๋เพศผู้เพศเมีย (ภาพที่ 2) ดูได้จากอวัยวะเพศที่ อยู่ใกล้รูทวาร ปลาบู๋เพศผู้มีอวัยวะเพศเป็นแผ่นเนื้อขนาดเล็กสามเหลี่ยมปลายแหลม ส่วนตัวเมียอวัยวะเพศ เป็นแผ่นเนื้อขนาดใหญ่และป้านตอนปลายไม่แหลมแต่เป็นรูขนาดใหญ่ลักษณะคล้ายถ้วยน้ำชาขนาดเล็ก

พร้อมผสมพันธุ์ปลายอวัยวะเพศผู้และเมียมีสีแดง บางครั้งเห็นเส้นเลือดฝอยสีแดงที่มาเลี้ยงอวัยวะเพศได้ชัดเจน



ภาพที่ 2 ความแตกต่างลักษณะเพศของปลาน้ำจืดเพศผู้เพศเมีย

การคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์ที่ดีมีผลทำให้อัตราการฟักและอัตราการรอดตายสูง และได้ลูกปลาที่แข็งแรง พ่อแม่พันธุ์ปลาที่ดีควรมีลักษณะดังนี้

1. ควรเป็นปลาวัยเจริญพันธุ์ เพราะไข่ที่ได้อัตราการฟักและอัตราการรอดตายสูง
2. พ่อแม่พันธุ์ควรมีน้ำหนักอยู่ในช่วง 300-500 กรัม แต่ไม่เกิน 1 กิโลกรัม และไม่ควรเป็นปลาที่อ้วนหรือผอมเกินไป
3. เมื่อจับพ่อแม่พันธุ์ขึ้นมาจากที่กักขังใหม่ ๆ ควรรีบคัดปลาที่มีสีนวลดูปราศเปรี้ยว และควรเป็นปลาที่ปรับสีสู่สภาพเดิมได้เร็วเมื่อหายตกใจ ไม่ควรคัดพ่อแม่พันธุ์ที่สีเหลืองซีดปกติ

3.2 วิธีการเพาะพันธุ์ (ไชย, 2552)

การเพาะพันธุ์ปลาน้ำจืดมี 2 วิธี คือ การฉีดฮอร์โมนและการเลียนแบบธรรมชาติ สำหรับวิธีหลังสามารถผลิตพันธุ์ปลาได้จำนวนมากและได้อัตราการรอดตายสูง

1. วิธีการฉีดฮอร์โมน การเพาะพันธุ์ปลาน้ำจืดครั้งแรกในปี พ.ศ.2515 โดยนำปลาน้ำจืดเพศผู้ที่มีน้ำหนัก 168 และ 170 กรัม เพศเมีย 196 กรัม และ 202 กรัม มาทำการฉีดฮอร์โมนเพียงครั้งเดียวด้วยต่อมใต้สมองของปลาในขนาด 1,500 กรัม ร่วมกับคลอรีโอติก โกนาโดโทรปิน (Chorionic Gonadotropin, C.G.) จำนวน 250 หน่วยมาตรฐาน (International Unit, I.U.) ฉีดเข้าตัวปลาโดยเฉลี่ยตัวละ 62.5 หน่วยมาตรฐาน หลังจากฉีดฮอร์โมนแล้วนำพ่อแม่พันธุ์ไปปล่อยลงในบ่อซีเมนต์ ขนาด 2x3 ตารางเมตร น้ำลึก 75 เซนติเมตร และใช้ทางมะพร้าวเป็นวัสดุให้แม่ปลาวางไข่ ปรากฏว่าแม่ปลาที่มีน้ำหนัก 202 กรัม วางไข่ประมาณ 10,000 ฟอง มีอัตราการฟัก 90 เปอร์เซ็นต์

2. วิธีการเลียนแบบธรรมชาติ หลังจากปล่อยพ่อแม่พันธุ์ปลาได้ 3 วันแล้ว ปักกระเบื้องแผ่นเรียบขนาด 40x60 เซนติเมตรหรือวัสดุอื่นที่ง่ายต่อการโยกย้ายลำเลียง เช่น หลักไม้ คอไม้ ฯลฯ เพื่อให้ปลาว่ายน้ำได้ นำแผ่นกระเบื้องเหล่านี้ไปปักไว้เป็นจุดๆ รอบบ่อแต่ละจุดปักเป็นกระโจมสามเหลี่ยมและหันด้านที่ขรุขระไว้ข้างใน โดยปักด้านกว้างลงในดินก้นบ่อ พร้อมทั้งทำเครื่องหมายปักหลักไม้ไว้แสดงบริเวณที่ปักกระเบื้องเพื่อสะดวกในการตรวจสอบและเก็บรังไข่ เมื่อปลาเริ่มมีความคุ้นเคยกับกระเบื้องแผ่นเรียบดีแล้ว ในตอนเย็นจนถึงตอนเช้ามีปลาส่วนใหญ่มักเริ่มทำการวางไข่ผสมพันธุ์ที่กระเบื้องแผ่นเรียบ ส่วนใหญ่ปลาจะวางไข่ติดด้านในของกระโจมกระเบื้องรังไข่ปลาส่วนใหญ่เป็นรูวงรี แต่จะมีบางครั้งเป็นรูวงกลม ลักษณะไข่ปลาเป็นรูปหยดน้ำ สีใส ด้านแหลมของไข่มีกาวยึดติดอยู่ไว้ใช้ในการยึดไข่ให้ติดกับวัสดุ ช่วงเช้าหรือเย็นของทุกวันให้ทำการตรวจสอบแผ่นกระเบื้องและนำกระเบื้องที่มีรังไข่ปลาติดไปปัก การลำเลียงรังไข่ปลาควรให้แผ่นกระเบื้องที่มีไข่ปลาแช่น้ำอยู่ตลอดเวลา ข้อควรระวังในการเก็บรังไข่ขึ้นมาปัก คือ เมื่อพบกระเบื้องที่มีรังไข่ติดอยู่แล้ว ต้องนำขึ้นไปปักทันที เพราะถ้านำกลับลงไปปักไว้ที่เดิมพ่อแม่พันธุ์ปลาที่เฝ้าอยู่ใกล้ๆ จะมากินไข่หมด ในกรณีกระเบื้องแผ่นเรียบที่ผ่านการใช้งานมานานควรทำความสะอาดโดยแช่แผ่นกระเบื้องในสารเคมีกำจัดเชื้อรา ได้แก่ ไตรฟูลารีนความเข้มข้น 0.1 พีพีเอ็ม แช่ตลอดคืน ก่อนนำไปปักเป็นกระโจมในบ่อ

- วิวัฒนาการของไข่ปลาไข่ที่ยังไม่ได้รับการผสมมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.83 มิลลิเมตร ความยาวของไข่ประมาณ 1.67 มิลลิเมตรเมื่อยึดติดกับวัสดุ ลูกปลาใช้เวลาฟักออกเป็นตัวหลุดออกจากเปลือกไข่จมลงสู่พื้นประมาณ 32 ชั่วโมง ถึง 5 วัน แล้วลอยไปตามกระแสน้ำ ลูกปลาอายุ 2 วันหลังฟัก ลูกปลาเริ่มกินอาหารเนื่องจากถุงไข่แดงยุบหมดและเห็นปากชัดเจน มีการว่ายน้ำในลักษณะแนวคี่ คือ พุ่งขึ้นและจมลง มีความยาวเฉลี่ย 4 มิลลิเมตร

อายุประมาณ 7 วัน ลูกปลามีความยาวประมาณ 4.6 มิลลิเมตร มีลายสีดำเข้มที่บริเวณส่วนท้องด้านล่างไปจนถึงครีบทองค่าง

อายุประมาณ 15 วัน ลูกปลามีความยาวเพิ่มขึ้นเป็น 5.05 มิลลิเมตร

อายุประมาณ 20 วัน ลูกปลามีความยาวเพิ่มขึ้นเป็น 7.6 มิลลิเมตร

อายุประมาณ 30 วัน ลูกปลามีความยาวประมาณ 8-10 มิลลิเมตร เกิดลายพาดขวางลำตัวคล้ายพ่อแม่ ส่วนเนื้อใสไม่ลายและสามารถมองเห็นอวัยวะภายใน

อายุประมาณ 37-45 วัน ลูกปลามีลักษณะคล้ายพ่อแม่เพียงมีขนาดเล็ก ส่วนที่เป็นเนื้อใสเปลี่ยนเป็นขุนสีน้ำตาลเหลือง

3.3 การอนุบาลลูกปลา (ไชย, 2552)

การอนุบาลลูกปลาแบ่งตามอายุของลูกปลาเป็น 3 ระยะคือ

1. การอนุบาลในบ่อซีเมนต์ขนาดเล็ก

2. การอนุบาลในบ่อซีเมนต์ขนาดใหญ่

3. การอนุบาลในบ่อขนาดใหญ่หรือในบ่อคิน

1. การอนุบาลในบ่อซีเมนต์ขนาดเล็ก การอนุบาลช่วงนี้เป็นช่วงที่สำคัญในการเพาะขยายพันธุ์ปลานู การอนุบาลลูกปลาให้ได้อัตราการรอดตายต่ำหรือสูงขึ้นอยู่กับปัจจัยสำคัญ 4 ประการ คือ อัตราการปล่อย การจัดการน้ำในการอนุบาลการให้อาหาร ชนิดอาหารและการให้อาหาร

1.1 อัตราการปล่อยลูกปลานูวัยอ่อน ควรปล่อยอัตรา 20,000 ตัวต่อ 6 ตารางเมตร หรือ ปริมาณ 3,300 ตัว/ตารางเมตร

1.2 การจัดการน้ำในการอนุบาล เนื่องจากลูกปลานูวัยอ่อนมีขนาดเล็กมากและบอบช้ำง่าย ดังนั้น การจัดการระบบน้ำต้องทำอย่างนุ่มนวลเพื่อไม่ให้ลูกปลานูช้ำ ในการอนุบาลวันแรกควรเติมน้ำโดยกรอกผ่านผ้าโอลอนแก้วให้ได้ระดับเฉลี่ย 20-25 เซนติเมตร แล้วนำลูกปลานูวัยอ่อนมาปล่อย หลังจากนั้นให้เพิ่มระดับน้ำทุกวันๆ ละ 5 เซนติเมตร จนได้ระดับน้ำเฉลี่ย 40-45 เซนติเมตร จึงเริ่มถ่ายน้ำ 50 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณน้ำทั้งหมดทุกวันจนลูกปลาอายุได้ 1 เดือน

การเพิ่มระดับน้ำในระยะแรกควรเปิดน้ำเข้าช้าๆ อย่าเปิดน้ำรุนแรงเพราะลูกปลาในช่วงระยะนี้บอบบางมากและเพื่อไม่ให้ของเสียที่อยู่กันบ่อพุ่งกระเจายขึ้นเป็นอันตรายต่อลูกปลานูวัยอ่อน ส่วนการถ่ายเทน้ำในบ่อควรถ่ายน้ำออกโดยใช้วิธีกลักน้ำผ่านกล่องกรองน้ำ การสร้างกล่องกรองน้ำนี้ควรให้มีขนาดพอเหมาะ กับบ่ออนุบาลเพื่อสะดวกในการทำงานและขนย้าย กล่องกรองน้ำทำด้วยโครงไม้หรือท่อพีวีซีบุด้วยผ้าโคลนแก้ว การถ่ายน้ำออกควรทำอย่างช้าๆ เพราะลูกปลานูวัยอ่อนสูบน้ำที่คุดอกทิ้งไม่ได้ ลูกปลาจะไปติดตามแผงผ้ากรองตายได้ในช่วงท้ายของการอนุบาลประมาณ 1-2 อาทิตย์ สามารถเปลี่ยนผ้ากรองให้มีขนาดตาใหญ่ขึ้นอีกเล็กน้อยจากเดิม โดยให้มีความสัมพันธ์กับขนาดลูกปลานู

1.3 การให้อาหาร การให้อาหารในบ่ออนุบาลสำหรับลูกปลานูวัยอ่อนในช่วงครึ่งเดือนแรกจำเป็นต้องปล่อยให้อาหารผ่านหัวทรายอย่างช้าๆ และค่อยๆ เพราะลูกปลาในระยะนี้ยังไม่สามารถว่ายน้ำทนกระแสน้ำที่เคลื่อนตามแรงดันอากาศมากๆ ได้

1.4 ชนิดอาหารและการให้อาหาร อาหารที่ใช้ในการอนุบาลลูกปลานูส่วนใหญ่เป็นอาหารธรรมชาติ ยกเว้นระยะแรกที่ลูกปลาเพิ่งฟักจะให้อาหารไข่ระยะต่อมาให้ไรดิเฟอร์และไรแดง

2. การอนุบาลในบ่อซีเมนต์ขนาดใหญ่ เมื่อลูกปลาอายุได้ประมาณ 1 เดือน ก็ทำการย้ายไปอนุบาลต่อในบ่อซีเมนต์ขนาด 50 ตารางเมตร ที่มีระดับน้ำประมาณ 40-50 เซนติเมตร โดยคัดลูกปลาให้มีขนาดใกล้เคียงกัน แล้วปล่อยลูกปลาในอัตราตารางเมตรละ 100-160 ตัว ในช่วงสัปดาห์แรกให้อาหารธรรมชาติมีชีวิต ได้แก่ ไรแดง หนอนแดง ฯลฯ ประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวปลา ช่วงสัปดาห์ที่สองเริ่มฝึกให้กินอาหารสมทบที่มีสูตรอาหารประกอบด้วยปลาเบ็ด 94 เปอร์เซ็นต์ ไรทะเล 5 เปอร์เซ็นต์ วิตามินเกลือแร่ 1 เปอร์เซ็นต์ การฝึกให้ลูกปลานูกินอาหารสมทบ ควรค่อยๆ

ลดปริมาณไรแดงและเพิ่มอาหารสมทบ สำหรับอาหารสมทบนั้นเป็นก้อนเล็กๆ โยนให้ลูกปลาบู่รอบบ่อ และควรเปลี่ยนถ่ายน้ำทุกวันๆ ละ 5-10 เซนติเมตร การเลี้ยงปลาบู่ในบ่อกลางแจ้งอาจจะประสบปัญหาสาหร่ายชนิดที่ไม่ต้องการโดยเฉพาะพวกที่เป็นเส้นใยขึ้นทั่วบ่อระหว่างอนุบาลลูกปลาซึ่งยากลำบากต่อการดูแล ควรใช้น้ำเขียวเดิมเป็นระยะๆ ตามความเหมาะสมของคุณภาพน้ำ ความขุ่นและสีของน้ำ อีกทั้งช่วยขยายอาหารธรรมชาติในบ่อได้แก่ ไรแดง อีกด้วย

3. การอนุบาลในบ่อขนาดใหญ่ หรือในบ่อดิน การอนุบาลลูกปลาบู่ขนาด 2.5 เซนติเมตรขึ้นไปส่วนใหญ่เลี้ยงในบ่อซีเมนต์และบ่อดินส่วนการเลี้ยงในกระชังนั้นปรากฏว่าไม่ค่อยประสบผลสำเร็จ มีอัตราการรอดและการเจริญเติบโตต่ำไม่เหมาะสมที่จะใช้อนุบาลลูกปลานี้ดังกล่าว

สำหรับการอนุบาลลูกปลานี้ขนาดดังกล่าวในบ่อซีเมนต์ลูกปลาจะมีอัตราการรอดสูงกว่าบ่อดินและรวบรวมปลาบู่ได้สะดวก แต่อัตราการเจริญเติบโตช้าโดยปล่อยลูกปลานี้ขนาด 5 เซนติเมตร จำนวน 3,000 ตัว หรือตารางเมตรละ 60 ตัว ให้อาหารประกอบด้วย ปลาเป็ด 94 เปอร์เซ็นต์ รำละเอียด 5 เปอร์เซ็นต์ วิตามินเกลือแร่ 1 เปอร์เซ็นต์ ระยะเวลาเลี้ยง 90 วันอัตราการรอดประมาณ 85 เปอร์เซ็นต์ ลูกปลาที่มีน้ำหนักเฉลี่ย 1.46 กรัม เพิ่มขึ้นเป็น 4.97 กรัม ความยาวเฉลี่ย 5 เซนติเมตรเพิ่มเป็น 7.55 เซนติเมตร นอกจากนี้การติดตั้งระบบน้ำหมุนเวียนโดยดึงน้ำจากบ่อพักมาเลี้ยงลูกปลาบู่แล้วปล่อยกลับสู่บ่อดินหมุนเวียนตลอดเวลาก็สามารถทำได้

การเลี้ยงปลานิลแดง

ปลานิลแดงสายพันธุ์ของไทย(ภาพที่ 3) จากการตรวจสอบทางเทคนิคอิเล็กโตรโฟรีซิส (Electrophoresis) โดยมหาวิทยาลัยฟิลิปปินส์ และมหาวิทยาลัยสเตอร์ลิง สรุปได้ว่า ปลานิลแดงเป็นปลาสายพันธุ์ของไทย เป็นลูกผสมระหว่างปลานิล (*Oreochromis niloticus*) และปลาหมอเทศ (*Oreochromis mossambicus*) โดยมีความถี่ของยีนส์ ปลานิล 78 เปอร์เซ็นต์ และปลาหมอเทศ 22 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้น ปลานิลแดงจึงมีลักษณะของปลานิลและปลาหมอเทศรวมกัน คือ มีปากเฉียงขึ้นคล้ายกับปลาหมอเทศ ลำตัวคล้ายปลานิล (มานพและคณะ , 2530) ปลานิลแดงหรือปลาทับทิม เป็นปลาเศรษฐกิจอีกชนิดหนึ่งที่ตลาดต้องการสีส้มสดใสเข้ม จึงมีนักวิจัยคิดค้นคว้า พืช และสาหร่ายเร่งสีปลาก่อนจำหน่ายสู่ตลาด

จากการศึกษาปลาในธรรมชาติพบว่า ปลาจะเริ่มมีการสะสมคาโรทีนอยด์มากในช่วงการวางไข่ แอสตาแซนทีน จะมีการถ่ายทอด มาทางรังไข่ของเพศเมีย ส่วนในเพศผู้ก็จะมีการสะสมคาโรทีนอยด์เพื่อเพิ่มสีที่ ผิวในช่วงการสืบพันธุ์ เพื่อเป็นการดึงดูดความสนใจจากเพศเมีย และยังพบการสะสมคาโรทีนอยด์ที่เนื้อเยื่อและตับด้วย คาโรทีนอยด์ยังมีบทบาทสำคัญที่ทำให้การพัฒนาของปลาในระยะวัยอ่อนเป็นไปอย่างปกติ มีรายงานว่าแอสตาแซนทีนที่พบในไข่จะทำหน้าที่คล้ายฮอร์โมนในการกระตุ้นให้เกิดการปฏิสนธิของปลา Rainbow Trout นอกจากนี้ยังทำให้ เชื้ออสุจิของปลาเกิดพฤติกรรม Chemotaxis

เพิ่มขึ้น มีรายงานว่า การใช้แอสตาแซนทีนเสริมในอาหาร จะสามารถเพิ่มการเจริญเติบโต อัตราการสมบูรณ์เพศ และความตกของไข่ในปลา Rainbow Trout และความสัมพันธ์ระหว่างเม็ดสีของ ไข่กับ อัตราการตายในช่วงพัฒนาตัวอ่อน โดยจะทำให้ตัวอ่อนมีความทนทานต่อสภาพที่มีออกซิเจนต่ำ อุณหภูมิและแอมโมเนียในระดับสูง ๆ ได้ดี (Tacon, 1981 อ้างโดย ชลธิชา, 2541) การศึกษาผลของ แอสตาแซนทีนต่อสี และการเจริญเติบโตของปลานิลสีแดง พบว่า ปลานิลสีแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารผสม แอสตาแซนทีนที่ระดับ 300 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม พบว่า ลำตัวปลานิลสีแดงมีความเข้มกว่า ชุดการทดลองอื่น ๆ ภายในระยะเวลา 1 เดือน แต่เมื่อเลี้ยงปลานิลสีแดงเพิ่มขึ้นเป็นเวลา 3 เดือน ปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ผสมแอสตาแซนทีนทุกระดับมีความเข้มของสีไม่แตกต่างกัน แต่แตกต่างจาก ปลาที่ไม่ได้เลี้ยงด้วยแอสตาแซนทีน (ชลธิชา, 2541)

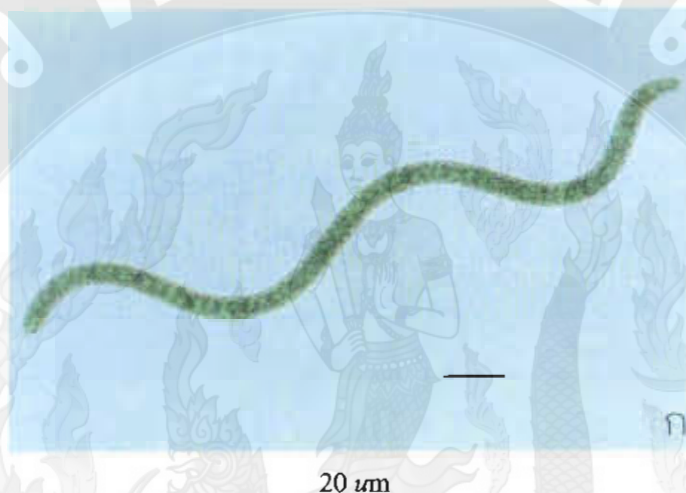
การใช้สาหร่าย *Spirulina* สดอนุบาล และเลี้ยงปลานิลแดงจนถึงระยะวางไข่ พบว่า ปลานิลมี อัตราการผสมพันธุ์ อัตราการฟักออกเป็นตัว และอัตราการรอดของลูกปลาสูงกว่า การใช้อาหารปลาทั่วไป และสาหร่าย *Spirulina* สดทำให้เนื้อปลามีกรดไขมันจำพวก linoleic acid, Gamma - linolenic acid (GLA) และ $\Sigma n - 6$ สูงกว่าในเนื้อปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมทั่วไป และเนื้อปลามีโปรตีนสูง สีสันดี จากนั้นนำเนื้อปลาที่ได้ ไปทำซาซิมิ (Sashimi) ปรากฏว่า ได้รับความนิยมในญี่ปุ่น (Lu and Toshio, 2003) การผสมสาหร่าย *Spirulina* sp. และสาหร่าย *Cladophora* sp. ในอาหารผสมเพื่อเลี้ยงปลานิลสีแดง จะทำให้มีปริมาณคาโรทีนอยด์สะสมในเนื้อมากกว่าการใช้อาหารผสมธรรมดา ซึ่งคาโรทีนอยด์จะ ช่วยทำให้เนื้อปลามีสีแดงอมชมพูน่ารับประทาน และยังเป็นแหล่งโปรวิตามินเออีกด้วย (สุรศักดิ์, 2544)



ภาพที่ 3 ปลานิลแดง (Promya, 2008)

สาหร่ายสไปรูลินา

การจัดจำแนกสาหร่ายสไปรูลินา *Spirulina platensis* (ภาพที่ 4) ในแง่ของอนุกรมวิธานได้ยึดตามหลักของ Bold and Wynne (1978) และ Venkataraman (1983) ดังนี้ Kingdom Monera Division Cyanophyta Class Cyanophyceae Oeder Oscillatoriales Family Oscillatoriaceae Genus *Spirulina* Species *Spirulina platensis*



ภาพที่ 4 สาหร่าย *Spirulina platensis* ขนาด scale 20 μm

คุณสมบัติของสาหร่ายสไปรูลินาสาหร่ายสไปรูลินา จัดเป็นแหล่งอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการที่สำคัญโดยเฉพาะ อุดมไปด้วยโปรตีนที่มีอยู่ประมาณสูงถึง 50–70% ของน้ำหนักเซลล์แห้ง มีคาร์โบไฮเดรตอยู่ประมาณ ร้อยละ 12-20 นอกจากนี้สาหร่ายสไปรูลินา ยังเป็นแหล่งที่มีศักยภาพในการผลิตสารเคมีสำคัญซึ่งไม่ค่อยพบในสิ่งมีชีวิตหรือแหล่งอาหารอื่น โดยประกอบไปด้วย กรดอมิโนที่จัดเรียงกันอย่างได้สัดส่วนสมดุลถึง 18 ตัว กรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีพันธะคู่หลายพันธะ (Polyunsaturated fatty acid, PUFA) โดยเฉพาะกรดแกมมาลิโนเลนิก หรือ GLA (g – linolenic acid, 18:3 w 6) มีวิตามินที่มีคุณค่าหลายชนิด เช่น วิตามินบี 1, 2, 3 และ บี 12 วิตามินซี และวิตามินอี นอกจากนี้ยังประกอบด้วยรงควัตถุธรรมชาติ เช่น ไฟโคไซยานิน (Phycocyanin) และแคโรทีนอยด์ชนิด Myxoxanthophyll, Zeaxanthin และสารพอลิแซ็กคาไรด์ (Polysaccharides) เป็นต้น (มารศรี, 2549)

จงกล และขจรเกียรติ (2548) ได้ทำการรวบรวมองค์ความรู้เกี่ยวกับคุณค่าทางโภชนาการที่สำคัญของสาหร่ายสไปรูลินาไว้ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

คุณค่าทางโภชนาการของสาหร่ายสไปรูลินา

1. สารสีหรือรงควัตถุ (Pigment)

สาหร่ายสไปรูลินามีองค์ประกอบของสารสีหรือรงควัตถุหลายชนิด ได้แก่ คลอโรฟิลล์ เอ แคโรทีนอยด์ และไฟโคบิลิน (phycobilin) และแคโรทีน (carotene) โดยสาหร่ายสไปรูลินามี แคโรทีนอยด์ ทั้งหมด 1.7 มิลลิกรัมต่อกรัมของน้ำหนักแห้ง สามารถแยกออกเป็นชนิดต่างๆ ดังนี้ เบต้าแคโรทีน (beta-carotene) 26 เปอร์เซ็นต์, เบต้าแคโรทีน 5, 6 อีพอกไซด์ (beta carotene-5,6-epoxide) 5 เปอร์เซ็นต์ เอ็ค-ไคนิโนน (echinenone) 7 เปอร์เซ็นต์ คริปโตแซนธิน (cryptoxanthin) 23 เปอร์เซ็นต์ มิกโซแซนโทฟิลล์ (myxoxanthophyll) 24 เปอร์เซ็นต์ และซีแซนธิน (xexanthin) 9 เปอร์เซ็นต์ รงควัตถุเหล่านี้เป็นสารที่ทำให้เกิดสีเหลือง ส้ม หรือ สีแดง จึงสามารถช่วยเพิ่มสีสันในปลาโดยเฉพาะปลาสวยงามให้มีสีสันสวยงาม

2. โปรตีน (Protein)

โดยทั่วไปสาหร่ายสไปรูลินา (*S. platensis*) แห้งมีเปอร์เซ็นต์โปรตีนอยู่ระหว่าง 50-70 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของสารเคมีหรือสูตรอาหารที่ใช้ในการเพาะเลี้ยง โดยประกอบด้วยกรดอะมิโนที่จำเป็นหลายชนิด ได้แก่ ไอโซลิวซีน (isoleucine), ลิวซีน (leucine), ไลซีน (lysine), เมทไธโอนีน (methionine), ฟีนิลอะลานีน (phenylalanine), ทรีโรนีน (threonine), ทริปโตเฟน (tryptophan), วาลีน (valine), อาร์จินีน (arginine) และฮิสติดีน (histidine) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบปริมาณโปรตีนและกรดอะมิโนที่จำเป็นในสาหร่ายสไปรูลินากับแหล่งอาหารอื่นๆ ดังแสดงในตารางที่ 1

3. ไขมัน (lipids) และกรดไขมัน (fatty acid)

สาหร่ายสไปรูลินามีเปอร์เซ็นต์ไขมันระหว่าง 2 – 7.3 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง และ ไขมันในสาหร่ายสไปรูลินาส่วนใหญ่ ประกอบด้วยกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว โดยเฉพาะกรด ลินอเลอิก (linoleic acid) ซึ่งเป็นกรดไขมันชนิดที่จำเป็นต่อปลา ซึ่งสภาวะแวดล้อมในการเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลินามีส่วนสำคัญ ในการควบคุมการสังเคราะห์ไขมัน และกรดไขมันของสาหร่าย สไปรูลินา ปัจจัยที่สำคัญในการควบคุมการสังเคราะห์ ได้แก่ ปริมาณสารอาหาร เช่น ปริมาณไนโตรเจน คือปริมาณไนโตรเจนในสารอาหารลดลง ปริมาณไขมันในเซลล์สาหร่ายก็จะลดลงภายในระยะเวลา 2-3 วัน

การเสริมสาหร่ายสไปรูลินาในสูตรอาหารในการเลี้ยงปลาน้ำจืด จะมีผลต่อการเจริญเติบโต การพัฒนาของอวัยวะสืบพันธุ์ และการเจริญพันธุ์ (สมศักดิ์, 2547)

4. วิตามินและเกลือแร่

สาหร่ายสไปรูลินาเป็นแหล่งของวิตามินและเกลือแร่หลายชนิด โดยสาหร่ายสไปรูลินาแห้ง ประกอบไปด้วยวิตามิน 10 ชนิด ปริมาณต่อกิโลกรัม คือ ไบโอติน (biotin) 0.4 มิลลิกรัม วิตามินบี 2 มิลลิกรัม แคลเซียมแพนโทธีเนต (Ca – pantothenate) 11 มิลลิกรัม กรดโฟลิก (folic acid) 0.5 มิลลิกรัม อินโนซิทอล (inosital) 350 มิลลิกรัม กรดนิโคตินิก (nicotinic acid) 118 มิลลิกรัม ไพริดอกซิน (pyridoxine) 3 มิลลิกรัม ไรโบฟลาวิน (ryboflavine) 40 มิลลิกรัม ไธอะมีน (thiamine) 55 มิลลิกรัม และวิตามินอี 190 มิลลิกรัม

สำหรับสาหร่ายสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินจะประกอบไปด้วยเซลล์หลายชนิด คือ แคลเซียม 1,315 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 8,942 มิลลิกรัม เหล็ก 580 มิลลิกรัม โซเดียม 412 มิลลิกรัม คลอไรด์ 4,400 มิลลิกรัม แมกนีเซียม 1,915 มิลลิกรัม แมงกานีส 25 มิลลิกรัม สังกะสี 39 มิลลิกรัม และ โพแทสเซียม 15,400 มิลลิกรัม (Vankataraman, 1983 อ้างโดย ขจรเกียรติ, 2550)

แพลงก์ตอน

แพลงก์ตอนหมายถึง สิ่งมีชีวิตซึ่งลอยอยู่ในน้ำสุดแต่กลืนลมจะพาไป (ลัดดา, 2542) มีการศึกษาแพลงก์ตอนในน้ำจืด น้ำกร่อย และน้ำเค็มอย่างต่อเนื่อง เพื่อศึกษากำลังผลผลิตของแหล่งน้ำ ห่วงโซ่อาหาร สายใยอาหารและลำดับขั้นการกินอาหารของสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำต่างๆ โดยเริ่มจากแพลงก์ตอน นอกจากนี้แพลงก์ตอนบางกลุ่มเป็นตัวชี้ ซึ่งจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณธาตุอาหารที่สำคัญได้แก่ ฟอสฟอรัส (P) ไนโตรเจน (N) และซิลิกอน (Si) เป็นต้น (สมพงษ์ , 2538)

ลัดดา (2542) สามารถแบ่งแพลงก์ตอนออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ ตามความสามารถในการสังเคราะห์แสงและสร้างอาหารเองได้ คือ

1. แพลงก์ตอนพืช (Phytoplankton) คือ แพลงก์ตอนที่มีความสามารถสังเคราะห์แสงและสร้างอาหารเองได้ ได้แก่ พืชขนาดเล็กและสาหร่ายต่างๆ เช่น สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (Blue green algae) สาหร่ายสีเขียว (Green algae) ไดอะตอม (Diatom) โปรโตซัวที่สามารถสังเคราะห์แสงได้บางชนิด (Photosynthetic protozoa) เป็นต้น

2. แพลงก์ตอนสัตว์ (Zooplankton) คือ แพลงก์ตอนที่ไม่สามารถสังเคราะห์แสงและสร้างอาหารเองได้เหมือนแพลงก์ตอนพืช เช่น โปรโตซัว (Protozoa) ตัวอ่อนของสัตว์ (Animal larvae) สิ่งมีชีวิตพวกกุ้ง ปู แมงกะพรุน และลูกปลาขนาดเล็ก เป็นต้น

ความหลากหลายของ แพลงก์ตอนพืช (Phytoplankton)

แพลงก์ตอนพืช จัดเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีความสำคัญยิ่งต่อระบบนิเวศ เนื่องจากสิ่งมีชีวิตกลุ่มนี้มีความสามารถในการสังเคราะห์แสงและสร้างอาหารเองได้ ดังนั้นแพลงก์ตอนพืชจึงจัดเป็นผู้ผลิตปฐมภูมิ (Primary producers) ของห่วงโซ่ (Food chain) และสายใยอาหาร (Food web) เราสามารถพบแพลงก์ตอนพืชได้ทั้งในระบบนิเวศน้ำจืด ระบบนิเวศน้ำเค็ม ตลอดจนในระบบนิเวศน้ำกร่อย โดยแพลงก์ตอนพืชส่วนใหญ่จะเป็นสิ่งมีชีวิตพวกสาหร่ายไม่ว่าจะเป็นสาหร่ายที่เป็นโปรคาริโอตหรือสาหร่ายที่เป็นยูคาริโอต โดยพบว่าในทะเล (Sea) และทะเลสาป (Lake) จะพบแพลงก์ตอนพืชในกลุ่มไดอะตอม (Diatoms) และกลุ่มไดโนแฟลกเจลเลต (Dinoflagellates) เป็นกลุ่มหลัก (Dominant group) ส่วนในแหล่งน้ำจืด (Freshwater) จะพบสาหร่ายสีเขียว (Green algae) โดยเฉพาะพวกเคสมิด (Desmids) เป็นกลุ่มหลัก (Boney, 1975)

จกกล (2552) การจัดหมวดหมู่ตาม Bold and Wynne (1985) มีทั้งหมด 6 Division

1. Division Cyanophyta เป็นสิ่งมีชีวิตที่เกิดขึ้นมานานกว่า 3 พันล้านปี และเป็นสิ่งมีชีวิตพวกแรกที่สามารถสังเคราะห์แสง สร้างออกซิเจนให้แก่บรรยากาศโลก สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินไม่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส จึงจัดเป็นพวกโปรคาริโอติก ซึ่งจะมีลักษณะที่คล้ายกับพวกแบคทีเรีย นอกจากนี้ยังไม่พบส่วนของคลอโรพลาสต์ ไมโทคอนเดรีย กอลจิบอดี และเอนโดพลาสมิกเรติคูลัมในเซลล์ และเป็นสาหร่ายชนิดไม่มีหนวด ได้แก่ สีเขียวแกมน้ำเงิน (blue green algae)

2. Division Chlorophyta สาหร่ายสีเขียวส่วนใหญ่มีสีเขียวเหมือนหญ้า (grass green algae) ทั้งนี้เพราะภายในคลอโรพลาสต์มีรงควัตถุพวกคลอโรฟิลล์เอ และบีจำนวนมาก ซึ่งจะบดบังรงควัตถุสีอื่น ๆ ไว้ นอกจากนั้นก็มีรงควัตถุพวกแคโรทีนอยด์และแซนโทฟิลล์อีกหลายชนิด รงควัตถุทั้งหมดอยู่ในคลอโรพลาสต์ ซึ่งมีรูปร่างได้หลายแบบ คุณสมบัติเหล่านี้สามารถนำมาจัดจำแนกสาหร่ายสีเขียวได้อย่างชัดเจน สาหร่ายสีเขียวส่วนใหญ่จะมีไฟรีนอยด์ในคลอโรพลาสต์ ซึ่งเป็นศูนย์กลางของการสร้างแป้งในเซลล์ของสาหร่าย ได้แก่ สีเขียว (green algae)

3. Division Euglenophyta ส่วนใหญ่เป็นพวกเซลล์เดียวที่มีหนวดเซลล์มีสีเขียวสด บางชนิดเซลล์ใสไม่มีสี (ไม่มีคลอโรพลาสต์) พวกหลังนี้ดำรงชีวิตแบบสัตว์โดยกินสิ่งเน่าเปื่อยหรือตะกอนเป็นอาหาร (saprophytic and hotozoic form) ยูพลินอยด์จะมีหนวด 2 เส้น หรือมากกว่า ได้แก่ Euglenoid

4. Division Chrysophyta ได้แก่ สีน้ำตาลแกมทอง (golden algae) สีเขียวแกมเหลือง (yellow green algae) และพวกไดอะตอม (diatom) เข้าไว้ด้วยกันทั้ง 3 พวกนี้มีลักษณะเหมือนกันคือ มีสารจำนวนแคโรทีนอยด์มากกว่าคลอโรฟิลล์ รูปแบบของเซลล์มีทั้งเซลล์เดี่ยวและกลุ่มเซลล์ ที่มีหนวดเคลื่อนไหวได้ เซลล์เดี่ยวที่ไม่มีหนวดแบบคอกคอยด์ (cocoid form) มีระยะพาล์มเลตา เส้นสายมีทั้งแตกแขนงและไม่แตกแขนง และแบบที่มีโครงสร้างของเซลล์พาราเมโคมา

5. Division Pyrrophyta ส่วนใหญ่เป็นเซลล์เดียวมีหนวด 2 เส้น ถ้าเป็นโคโลนีจะเป็นโคโลนีเทียม (pseudocolony) บางชนิดลอยอยู่ในน้ำ บางชนิดเกาะบนวัสดุอื่นหรืออาศัยอยู่บนสิ่งมีชีวิตอื่น เช่น ปลา ปะการัง ดอกไม้ทะเล ฯลฯ ได้แก่ dinoflagellates

6. Division Cryptophyta เป็นสาหร่ายในกลุ่มเล็ก ๆ มีอยู่ประมาณ 24 สกุล พบทั้งในน้ำจืดและน้ำทะเล มีทั้งที่ดำรงชีวิตเป็นอิสระและอาศัยอยู่ร่วมกันกับสัตว์แบบพึ่งพาอาศัยกัน ในตำราบางเล่มอาจรวมเข้าไว้ใน Division Pyrrophyta ได้แก่ Cryptomonads

ความหลากหลายของ แพลงก์ตอนสัตว์ (ถัดมา, 2540)

แพลงก์ตอนสัตว์ เป็นสิ่งมีชีวิตกลุ่มที่ไม่สามารถสร้างอาหารพวกสารอินทรีย์ได้ด้วยตัวเอง จึงจัดว่าเป็นสัตว์ประเภท heterotrophic หรือกลุ่ม secondary production ในระบบนิเวศของน้ำ แพลงก์ตอนสัตว์มีจำนวนมากกว่าแพลงก์ตอนพืชมาก (แพลงก์ตอนพืชมีไม่น้อยกว่า 3 Divisions) และในกลุ่มแพลงก์ตอนยังแบ่งออกเป็นกลุ่มแพลงก์ตอนใหญ่ ๆ อีก 2 กลุ่ม คือแพลงก์ตอนถาวร (holoplankton) และแพลงก์ตอนชั่วคราว (meroplankton) ในกลุ่มแพลงก์ตอนถาวร Copepoda เป็นกลุ่มแพลงก์ตอนที่มีความสำคัญมากที่สุดคือ มีจำนวนชนิดมาก ปริมาณของแต่ละชนิดมาก และมีการแพร่กระจายอย่างกว้างขวาง พวกแพลงก์ตอนชั่วคราวได้แก่ ตัวอ่อนของพวกเบนโรสหลายไฟลัม เช่น Platyhelminthes , Nemertinea , Bryozoa , Brachiopoda , Phoronida , Echinodermata , Hemichordata เป็นต้น บางไฟลัมประกอบด้วยทั้งแพลงก์ตอนชั่วคราวและแพลงก์ตอนถาวร ได้แก่ Rotifera , Annelida , Mollusca และ Chordata แพลงก์ตอนสัตว์บางกลุ่มมีความสามารถพิเศษคือ สามารถอพยพย้ายถิ่นอาศัยในแนวดิ่ง (vertical migration)

1.1 องค์ประกอบของแพลงก์ตอนสัตว์

แพลงก์ตอนสัตว์ประกอบด้วยสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง จำนวน 16 ไฟลัม ดังนี้

1. Phylum Protozoa (Protozoans)
2. Phylum Cnidaria (Jellyfishes, sea anemones)
3. Phylum Ctenophora (Comb-jellies)
4. Phylum Platyhelminthes (Flat worms)
5. Phylum Nemertinea (Ribbon worms)
6. Phylum Rotifera (Rotifers)
7. Phylum Chaetognatha (Arrow worms)
8. Phylum Annelida (Segmented worms)
9. Phylum Arthropoda (Arthropods)
10. Phylum Phoronida (Phoronids)
11. Phylum Ectoprocta (=Bryozoa) (Moss animals)
12. Phylum Brachiopoda (Lamp shells)
13. Phylum Mollusca (Mollusks)
14. Phylum Echinodermata (Spiny – skinned animals)
15. Phylum Hemichordata (Hemichordates)
16. Phylum Chordata (Chordates)

ประโยชน์ของแพลงก์ตอนสัตว์

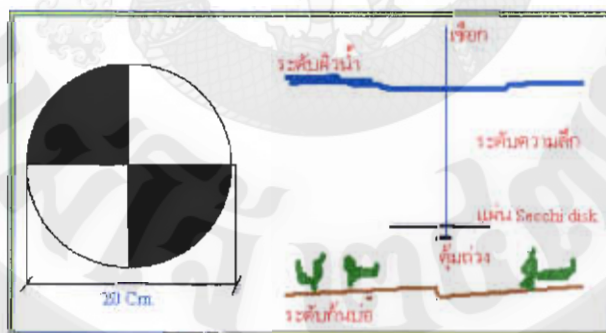
ประโยชน์ของแพลงก์ตอนสัตว์ที่สำคัญมี 5 ประการ ดังนี้

- 1.2.1 เป็นอาหารของสัตว์น้ำและมนุษย์
- 1.2.2 เป็นตัวชี้ (indicator) ของกระแสน้ำในมหาสมุทร เป็นตัวชี้แหล่งน้ำมันและแหล่งทำการประมง
- 1.2.3 เป็นวัตถุคิป์ในอุตสาหกรรม
- 1.2.4 เป็นประโยชน์ในการวิจัยวิทยาการสาขาต่าง ๆ

คุณภาพน้ำสำหรับการประมงและการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

1. ความโปร่งใส (Transparency)

วัดเป็นระยะความลึกของน้ำสามารถมองเห็นวัตถุเป็นแผ่นวงกลม (Secchi disc) ที่หย่อนลงไป ในน้ำจนถึงความลึกที่มองไม่เห็นแผ่นวัตถุดังกล่าว หากแหล่งน้ำใดมีค่าความโปร่งใสอยู่ระหว่าง 30-60 ซม. นับว่ามีความเหมาะสมแก่การเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ หากมีค่าต่ำกว่า 30 ซม. แสดงว่าน้ำมีความขุ่นมากเกินไปหรือมีปริมาณแพลงก์ตอนมากเกินไป ซึ่งอาจทำให้เกิดภาวะขาดแคลนออกซิเจนขึ้นได้ แต่ถ้าค่ามีความโปร่งใสสูงกว่า 60 ซม. ขึ้นไป แสดงว่าแหล่งน้ำนั้นไม่ค่อยสมบูรณ์ (อนุพงศ์, 2554)



ภาพที่ 5 แผ่นวงกลม (Secchi Disc) ใช้วัดความขุ่นใสของน้ำ
ที่มา: โกสินทร์ (2544)

2. อุณหภูมิ (Temperature)

การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในธรรมชาติจะค่อยๆ ไปอย่างช้า ๆ และไม่ก่อให้เกิดปัญหาต่อการดำรงชีวิตสัตว์น้ำ อุณหภูมิของร่างกายสัตว์น้ำจะเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิของน้ำและสภาพแวดล้อมที่มันอาศัยอยู่ แต่ต้องอยู่ในขอบเขตที่เหมาะสม ปลาจะสามารถทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของน้ำในช่วงจำกัด เมื่ออุณหภูมิของน้ำสูงขึ้นกิจกรรมต่าง ๆ ในการดำรงชีวิตก็จะสูงขึ้น เมื่ออุณหภูมิลดลงกิจกรรมเหล่านั้นก็จะลดลงไปด้วยตามกฎของ (Van Hoff's Law) ซึ่งกล่าวว่า

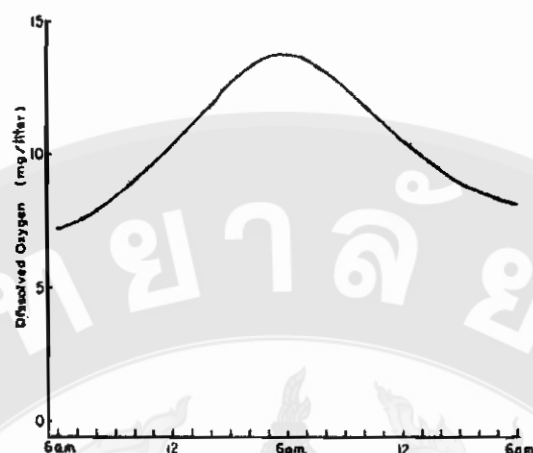
ขบวนการ เมตาบอลิซึม (Metabolic rate) ของสิ่งมีชีวิตจะเพิ่มเป็น 2-3 เท่า เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น 10 องศาเซลเซียส เช่น การหายใจ, การว่ายน้ำ, การกิน, การย่อยของอาหาร, การขับถ่ายและการเดินของหัวใจ เป็นต้น ปลาในเขตร้อนเช่น ประเทศไทยชอบอาศัยอยู่ในน้ำอุณหภูมิ 25-32 °C บ่อเลี้ยงปลาธรรมชาติโดยทั่วไปเนื่องจากมีปริมาณแร่ธาตุสารแขวนลอย แผลงก่ตอน และความขุ่นค่อนข้างสูง ดังนั้นตอนกลางวันที่มีแดดจัดผิวน้ำชั้นบนจะดูดซับความร้อนไว้ได้มาก อาจมีอุณหภูมิสูงกว่า 35 °C ส่วนน้ำชั้นล่างที่มีอุณหภูมิต่ำอาจเกิดการแบ่งชั้นของอุณหภูมิความลึก (Thermal stratification) แต่มักปรากฏในแหล่งน้ำที่มีขนาดใหญ่ ส่วนในบ่อเลี้ยงปลามีพื้นที่น้อย ความลึกไม่เกิน 2 เมตร จะไม่ค่อยเกิดปรากฏการณ์ดังกล่าว โดยสรุป การป้องกันผลกระทบอุณหภูมิที่มีต่อสัตว์น้ำควรป้องกันไม่ให้อุณหภูมิของแหล่งน้ำมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วหรือผิดปกติไปจากสภาพที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ หรือฤดูกาลและ ไม่ควรเกินในช่วงอุณหภูมิปกติในการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ (อนุพงศ์, 2554)

3. ความเป็นกรด-ด่างของน้ำ (pH)

สภาพกรดหรือด่างของน้ำเป็นตัวแปรที่บ่งบอกปริมาณของไฮโดรเจนไอออน (H^+) ในน้ำ ค่าที่ใช้ในการวัดมีค่าอยู่ระหว่าง 1 ถึง 10 น้ำที่มีอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และมีค่าสภาพกรดหรือด่างเท่ากับ 7 จัดว่าน้ำดังกล่าวอยู่ในสภาพที่เป็นกลาง น้ำตามธรรมชาติจะมีค่าสภาพกรดหรือด่างแปรผันอยู่ระหว่าง 5.0 ถึง 10.0 โดยน้ำทะเลจะมีค่าสภาพกรดหรือด่างค่อนข้างคงที่ คือ มีค่าประมาณ 8.3 ค่าสภาพกรดหรือด่างที่เหมาะสมสำหรับสิ่งมีชีวิตในน้ำจืดจะอยู่ในช่วง 6.5 ถึง 9.0 (Boyd, 1998) โดยค่าสภาพกรดหรือด่างของน้ำที่ต่ำกว่า 6.5 จะทำให้สิ่งมีชีวิตในน้ำบางชนิดเจริญเติบโตช้าลง (Lloyd, 1992) และสิ่งมีชีวิตส่วนใหญ่ในน้ำจะตายเมื่อน้ำมีค่าสภาพกรดหรือด่างต่ำกว่า 4.0 หรือสูงกว่า 11.0 (Lawson, 1995)

4. ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolved oxygen)

ปริมาณออกแก๊สออกซิเจนที่สิ่งมีชีวิตในน้ำสามารถนำไปใช้ได้ จะอยู่ในรูปของออกซิเจนที่ละลายในน้ำปริมาณออกซิเจนที่ละลายในแหล่งน้ำ จะมาจากแก๊สออกซิเจนในอากาศที่แพร่ลงไปในน้ำ และอีกส่วนหนึ่งจะเป็นผลพลอยได้จากกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืชน้ำ หมายความว่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำจะเพิ่มขึ้นเมื่อมีการเติมอากาศ ด้วยการใช้อุปกรณ์เติมอากาศประเภทต่าง ๆ ลมและคลื่นที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ และการที่แหล่งน้ำมีพืชน้ำและสาหร่าย อย่างไรก็ตามพืชน้ำก็สามารถทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีปริมาณลดลงหากมีปริมาณที่หนาแน่นมากเกินไป เนื่องจากการหายใจ (Respiration) ของพืชน้ำและกระบวนการย่อยสลาย (Decomposition) ของพืชน้ำที่ตาย ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเป็นหนึ่งในตัวแปรที่สำคัญที่สุดของน้ำในแหล่งน้ำ กล่าวคือ เมื่อปริมาณออกซิเจนต่ำอาจทำให้ปลาและสิ่งมีชีวิตในน้ำตาย โดยทั่วไปปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำควรมีความเข้มข้นสูงกว่า 5 มิลลิกรัม/ลิตร (Lawson, 1995)



ภาพที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในรอบหนึ่งวัน
ที่มา: Boyd (1998)

5. ปริมาณฟอสฟอรัส (phosphorus)

ฟอสฟอรัสที่พบในแหล่งน้ำธรรมชาติ จะอยู่ในรูปฟอสเฟต (PO_4) ของทั้งสารอนินทรีย์และสารอินทรีย์ฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารหลักที่เป็นตัวจำกัดผลผลิตของพืชในน้ำ แหล่งน้ำที่มีปริมาณฟอสฟอรัสสูงเกินไป จะทำให้สาหร่ายเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว (algal bloom) สำหรับแหล่งน้ำนิ่ง เช่น ทะเลสาบ (lake) ที่จัดว่าอยู่ในสถานะไม่อุดมสมบูรณ์ (oligotrophic lake) จะมีปริมาณฟอสฟอรัสต่ำกว่า 0.010 มิลลิกรัม/ลิตร และทะเลสาบที่จัดว่าอยู่ในสถานะค่อนข้างอุดมสมบูรณ์ (mesotrophic lake) จะมีปริมาณฟอสฟอรัสอยู่ในช่วง 0.010 ถึง 0.020 มิลลิกรัม/ลิตร ส่วนทะเลสาบที่จัดว่าอยู่ในสถานะที่อุดมสมบูรณ์ (eutrophic lake) จะมีปริมาณของฟอสฟอรัสสูงกว่า 0.020 มิลลิกรัม/ลิตร (Mueller และ Helsel, 1999) ปริมาณฟอสฟอรัสรวมในน้ำและสารอินทรีย์ที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ ในแม่น้ำในเขตร้อนที่จัดว่าไม่ได้อยู่ในสถานะเน่าเสียจะมีปริมาณอยู่ในช่วง 0.62 ถึง 1.86 มิลลิกรัม/ลิตร ส่วนปริมาณของฟอสฟอรัสในรูปที่ละลายในน้ำ (soluble reactive phosphorus) ที่พบในแม่น้ำที่ไม่อยู่ในสถานะที่เน่าเสียจะมีปริมาณอยู่ในช่วง 0.016 ถึง 0.031 มิลลิกรัม/ลิตร (Furnas, 1992) สารประกอบฟอสเฟตจัดว่าไม่เป็นพิษต่อมนุษย์และสัตว์น้ำ ถ้ามีปริมาณไม่สูงมากจนเกินไป (Boyd, 1998)

6. ปริมาณแอมโมเนีย ($\text{NH}_3\text{-N}$)

ธาตุไนโตรเจนเป็นหนึ่งในธาตุอาหารที่เป็นตัวจำกัดในช่วงการสร้างอาหารหรือกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืชน้ำ (Photosynthesis) ธาตุไนโตรเจนในแหล่งน้ำตามธรรมชาติจะมาจากหลายแหล่ง ได้แก่ เจือปนมากับน้ำฝน (Rainfall) ละลายปะปนมากับน้ำที่ไหลบ่าลงแหล่งน้ำ (surface run-off) กระบวนการตรึงไนโตรเจนของสิ่งมีชีวิตบางชนิดในแหล่งน้ำ (*In situ* N_2 -fixation) แพร่ออกมาจากตะกอนก้นแหล่งน้ำ (Bottom sediment) และ สิ่งขับถ่ายของสิ่งมีชีวิต เช่น ปลา แอมโมเนียเป็นผลผลิตขั้นต้นในกระบวนการย่อยสลายอินทรีย์สารที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบโดยทั่วไป ความเข้มข้น

ของแอมโมเนียที่ละลายในน้ำที่อยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัยสำหรับสัตว์น้ำ ควรมีค่าต่ำกว่า 0.05 มิลลิกรัม/ลิตร (Lawson, 1995)

7. ปริมาณไนเตรด (NO_3^- -N)

สารประกอบไนเตรดเป็นผลผลิตจากการปฏิกิริยาออกซิเดชันของไนโตรเจนในกระบวนการไนตริฟิเคชัน โดยแบคทีเรียที่ใช้ออกซิเจน (aerobic bacteria) ไนเตรดเป็นสารประกอบที่เป็นพิษของพืชน้ำ ในเทรตที่ไม่ได้ถูกพืชนำไปใช้อาจจะถูกเปลี่ยนกลับไปเป็นไนโตรเจนและแอมโมเนียด้วยปฏิกิริยารีดักชัน (reduction) ที่มีชื่อเรียกเฉพาะว่ากระบวนการดีไนตริฟิเคชัน โดยแบคทีเรียที่ไม่ต้องการออกซิเจนในกระบวนการย่อยสลายหรือหายใจ (anaerobic bacteria) เมื่อเปรียบเทียบกับสารประกอบไนโตรเจนในรูปอื่น ๆ ไนเตรดจะมีความเป็นพิษต่อสัตว์น้ำต่ำที่สุด

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปิยากร (2546) ศึกษาเกี่ยวกับปลาน้ำจืด *Oxyeleotris marmoratus* เพศเมียที่โตเต็มวัย จากแหล่งน้ำธรรมชาติในเขตจังหวัดปัตตานี ระหว่างเดือนมีนาคม 2545 ถึงเดือนมีนาคม 2546 นำมาศึกษาวงจรการสืบพันธุ์และ โครงสร้างเนื้อเยื่อรังไข่ด้วยกล้องจุลทรรศน์ธรรมดา และกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน พบว่า ปลาน้ำจืดโตเต็มวัยมีน้ำหนักเฉลี่ย 124.3 ± 10.5 กรัม และความยาวทั้งสิ้นเฉลี่ย 21.0 ± 0.6 เซนติเมตร โดยพบระยะไข่สุกมีค่าสูงสุดในช่วงเดือนตุลาคมและเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2545 และระยะไข่หลังวางไข่มีค่าสูงสุด 2 ครั้งคือ เดือนกันยายน พ.ศ. 2545 และเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2546 และตลอดการศึกษามีระยะไข่สุกเกิดขึ้นมากที่สุดถึง 10 เดือน จากการศึกษาค่าดัชนีการเจริญพันธุ์พบว่า ปลาน้ำจืดมีค่าดัชนีการเจริญพันธุ์เปลี่ยนแปลงตลอดทั้งปีและมีค่าสูงสุด 5.92% ในเดือนพฤศจิกายน ส่วนค่าความคดของไข่ไม่มีค่าเฉลี่ย $17,004 \pm 1,224$ ฟอง / ตัว จากการศึกษาครั้งนี้สรุปได้ว่า (1) การเจริญและพัฒนาารังไข่ของปลาน้ำจืดมีการเปลี่ยนแปลงตามการพัฒนาของเซลล์ไข่ที่มีการพัฒนาพร้อมกันเป็นกลุ่ม (group synchronous oocyte development) (2) ช่วงเวลาที่มีการวางไข่และสืบพันธุ์สูงสุดคือ เดือนพฤศจิกายน (3) เซลล์ในชั้นแกรนูลโลซาของเซลล์ไข่น่าจะมีบทบาทสำคัญในการสร้างสเตียรอยด์ฮอร์โมนให้กับเซลล์ไข่ระยะโพลีเคสเทิล

Jintamas et al. (2005) ศึกษาวงจรสืบพันธุ์ของปลาน้ำจืดเพศผู้ *Oxyeleotris marmoratus* ตัวเต็มวัยจำนวน 84 ตัว จากแหล่งน้ำ ธรรมชาติ เขตจังหวัดปัตตานี เป็นเวลาติดต่อกัน 13 เดือน ตั้งแต่เดือนมีนาคม 2545 ถึง มีนาคม 2546 จากการวิเคราะห์เนื้ออวัยวะทุกเดือน พบว่าการสร้างเซลล์สืบพันธุ์มีการพัฒนาพร้อมกันเป็นกลุ่มตลอดความยาวของอวัยวะ จากการศึกษาพบว่าปลาน้ำจืด *O. Marmoratus* สร้างอสุจิเป็นฤดูกาลและมีระยะปล่อยน้ำเชื้อที่ชัดเจน โดยปลาน้ำจืดทุกตัวมีอสุจิอยู่ในระยะปล่อยน้ำเชื้อ คิดเป็น 100% และ 66 % ในเดือนพฤศจิกายน และเดือนพฤษภาคมตามลำดับ จากการศึกษาโครงสร้างโดยละเอียดของกระบวนการสร้างอสุจิ พบว่าอสุจิของปลาน้ำจืดประกอบด้วย 3 ส่วน คือ

ส่วนหัว ซึ่งไม่มีโครโซม(acrosome) ส่วนกลาง(midpiece) มีขนาดสั้น และส่วนหางมีขนาดยาว หางมีครีบบ้าง(lateral fins)แกนกลางของหางประกอบด้วยaxonem ซึ่งมีโครงสร้างหลักคือ 9+2 ไมโครทิวบูล(microtubule) สำหรับนิวเคลียสของอสุจิมียูทกษระสมมาตร ส่วนท้ายของนิวเคลียสเป็นร่องลึกเรียก nuclear fossa อสุจิของปลาชนิดนี้มีcentriolar complex อยู่นอกnuclear fossa ซึ่งแตกต่างจากปลาน้ำจืดบางชนิด การศึกษาครั้งนี้ได้เปรียบเทียบลักษณะของอสุจิและกระบวนการสร้างอสุจิของปลาน้ำจืดบางชนิดต่างๆที่อยู่ในตระกูลใกล้เคียงกัน

ศิริลักษณ์ (2551) การศึกษานิสัยการกินอาหารของปลากลาย (*Chitala ornata*) กดเหลือง (*Hemibagrus nemurus*) และปูทราย(*Oxyeleotris marmorata*) ในกัววันพะเยา โดยศึกษาจากองค์ประกอบและสัดส่วนอาหารในกระเพาะ และอัตราส่วนความยาวลำตัวต่อความยาวทางเดินอาหาร จากการศึกษาพบว่าองค์ประกอบและสัดส่วนของอาหารในกระเพาะปลากลาย ประกอบด้วยปลาร้อยละ 32.4 กุ้งร้อยละ 11.35 แมลงน้ำร้อยละ 5.11 หอยร้อยละ 2.5 เศษซากร้อยละ 0.6 และไม่สามารถจำแนกได้ร้อยละ 48.04 กดเหลืองประกอบด้วยปลาร้อยละ 40.36 เศษพืชร้อยละ 15.53 หอยร้อยละ 12.19 กุ้งฝอยร้อยละ 5.88 ปูร้อยละ 5.39แมลงร้อยละ 3.67 และ ไม่สามารถจำแนกได้ร้อยละ 16.98 และปูทรายประกอบด้วย ปลาร้อยละ 43.1 กุ้งฝอยร้อยละ 17.5แมลงร้อยละ 3.30 หอยร้อยละ 1.45 และ ไม่สามารถจำแนกได้ร้อยละ 34.65 มีอัตราส่วนความยาวลำตัวต่อความยาวลำไส้เท่ากับ $1 : 0.49 \pm 0.04$, $1 : 0.92 \pm 0.12$ และ $1 : 0.44 \pm 0.04$ ตามลำดับ ปลาทั้ง 3 ชนิดนี้มีนิสัยการกินอาหารเป็นปลากินเนื้อ

เจษฎา (ม.ป.ป.) ความเป็นไปได้ในการเพาะพันธุ์และอนุบาลลูกปลาน้ำจืดเพื่อเป็นการทดแทนการรวบรวมลูกปลาจากธรรมชาติ พบว่า วิธีการอนุบาลลูกปลาน้ำจืดสามารถแบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงแรกอายุ 1-30 วัน ช่วงที่สองแยกเป็นการอนุบาลในน้ำกร่อย และน้ำจืดที่อายุ 31-55 วัน พบว่าลูกปลาที่อนุบาลในน้ำจืดมีอัตราการรอดร้อยละ 50-60 ความยาวเฉลี่ย 1.80 เซนติเมตร และลูกปลาที่อนุบาลในน้ำกร่อยมีอัตราการรอดร้อยละ 91.43-96.77 ความยาวเฉลี่ย 1.80 ± 0.26 เซนติเมตร ลูกปลาที่ได้รับโรติเฟอร์น้ำจืดเป็นอาหารที่อายุ 1-30 วันมีอัตราการรอดร้อยละ 32.4-55.3 โรแดงและอาร์ทีเมียเป็นอาหารในช่วงลูกปลาอายุ 30-60 วัน พบว่ามีอัตราการรอดร้อยละ 91.43-96.77 การอนุบาลลูกปลาด้วยความหนาแน่นที่ 2,818 และ 15,800 ตัว มีอัตราการรอดร้อยละ 96.77 และ 90.55 ตามลำดับ จึงมีความเป็นไปได้ในการเพาะและอนุบาลลูกปลาน้ำจืดเพื่อจำหน่ายต่อไป

การศึกษากาเลีย่งพ่อแม่พันธุ์ปลาบึก ให้สามารถเพาะผสมเทียมได้ ในระยะเวลาที่เร็วขึ้น โดยการเสริมสาหร่ายสไปรูลินาในสูตรอาหารเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์ แบ่งเป็น 3 การทดลอง การทดลองที่ 1 การเลี้ยงปลาบึกอายุ 1 ปี ด้วยสูตรอาหารผสมสาหร่ายสไปรูลินาที่ระดับต่างกัน เพื่อศึกษาการเจริญเติบโต คุณค่าทางโภชนาการ แคโรทีนอยด์ สีเนื้อ และการเจริญพันธุ์ของปลาบึก แบ่งออกเป็น 4 หน่วยทดลอง คือ 0, 15, 30 และ 100 เปอร์เซ็นต์ แทนปลาป่น ให้อาหาร 3 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ระยะเวลาการทดลอง 1 ปี พบว่า ทั้งสี่หน่วยการทดลอง ที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายสไปรูลินาระดับ

ต่างกัน มีผลต่อการเจริญเติบโต คุณค่าทางโภชนาการ และการเจริญพันธุ์ แต่เมื่อนำค่าที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) โดยอาหารผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 15% มีแนวโน้มในการเจริญเติบโตและคุณค่าทางโภชนาการ โดยรวมดีกว่าหน่วยการทดลองอื่น สรุปได้ว่าสาหร่ายสไปรูลีนาช่วยในการเจริญเติบโต และการพัฒนาการเจริญพันธุ์ของปลาบึก (จารุวัลย์, 2552)

Amornsakun *et al* (2003) ศึกษาระยะเวลาในการย่อยอาหาร พบว่า ระยะเวลาในการย่อยโรติเฟอร์ของลูกปลานุ่ทรายอายุ 3-18 วัน เท่ากับ 130-180 นาที ระยะเวลาในการย่อยโรติเฟอร์และอาร์ทีเมียของลูกปลานุ่ทรายอายุ 21-27 วัน เท่ากับ 110-120 นาที และระยะเวลาในการย่อยไรแดงของลูกปลานุ่ทรายอายุ 30-45 วันเท่ากับ 80-100 นาที ที่อุณหภูมิของน้ำ 25-29 °C ค่าเฉลี่ยจำนวนโรติเฟอร์ที่ลูกปลาอายุ 3, 6, 9, 12, 15, และ 18 วัน กินทั้งวัน ได้แก่ 58.8, 95.4, 64.0, 88.8, 134.0 และ 147.4 ตัว/ลูกปลา ตามลำดับ ลูกปลาอายุ 21-27 วัน จะกินอาหารทั้งโรติเฟอร์และอาร์ทีเมีย ค่าเฉลี่ยจำนวนโรติเฟอร์ที่ลูกปลาอายุ 21, 24 และ 27 วัน กินทั้งวัน ได้แก่ 126.8, 42.8 และ 43.4 ตัว/ลูกปลา ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยจำนวนอาร์ทีเมียที่ลูกปลาอายุ 21, 24 และ 27 วัน กินทั้งวัน ได้แก่ 54.8, 142.8 และ 197.6 ตัว/ลูกปลา ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยจำนวนไรแดงที่ลูกปลาอายุ 30, 33, 36, 39, 42 และ 45 วัน กินทั้งวัน ได้แก่ 177.4, 179.4, 214.8, 249.6, 362.8 และ 366.2 ตัว/ลูกปลา ตามลำดับ

Amornsakun *et al* (2003) พ่อแม่พันธุ์ปลานุ่ทรายวางไข่โดยอาศัยการเลียนแบบธรรมชาติในบ่อดิน แล้วรวบรวมไข่ไปฟัก ไข่ที่ได้รับการผสมพันธุ์นำมาฟักในตู้กระจก ศึกษาประเภทของอาหารในแต่ละระยะของการเจริญเติบโตโดยใช้ถังไฟเบอร์กลาสขนาดปริมาตร 500 ลิตร (ปริมาตรน้ำ 300 ลิตร) ใส่ลูกปลาอายุ 2 วันหลังจากที่ฟักเป็นตัว (เริ่มกินอาหาร) จำนวนถึงละ 1,000-1,500 ตัว พบว่าลูกปลาอายุ 3-18 วัน (ความยาวลำตัวเฉลี่ย 0.31-0.41 ซม.) กินโรติเฟอร์เป็นอาหารเพียงอย่างเดียว ขณะที่ลูกปลาอายุ 21-27 วัน (ความยาวลำตัวเฉลี่ย 0.44-0.65 ซม.) กินทั้งโรติเฟอร์และอาร์ทีเมียและเมื่อลูกปลาอายุ 30-45 วัน (ความยาวลำตัวเฉลี่ย 0.69-2.15 ซม.) กินไรแดงเพียงอย่างเดียว

ธีารัง และคณะ (ม.ป.ป.) ลูกปลานุ่ทรายผลิตโดยวิธีการเลียนแบบธรรมชาติ โดยใช้บ่อดิน พบอัตราการปฏิสนธิเฉลี่ย 98.45 % ระยะเวลาในการฟักไข่ปลา ประมาณ 28 ชั่วโมง 10 นาที และมีอัตราการฟักเฉลี่ย 59.33 % ที่อุณหภูมิของน้ำ 27.0-30.5 องศาเซลเซียส ลูกปลาที่ฟักออกมาใหม่มีความยาว 2.39 ± 0.12 มม. ปริมาณของไข่แดงประมาณ 55.32 ± 14.85 ลูกบาศก์ไมโครเมตร ไข่แดงยุบตัวอย่างสมบูรณ์ประมาณ 82 ชั่วโมงหลังจากฟักออกเป็นตัว ที่อุณหภูมิของน้ำ 27.0-30.5 องศาเซลเซียส

สุนิษฐ์ และ เจนจิตต์ (2543) นำไข่ปลานุ่ที่ได้รับการผสมแล้ว มาทดลองฟักในน้ำที่มีความเค็ม 0, 5, 10 และ 20 ส่วนในพัน ผลปรากฏว่าอัตราฟักเฉลี่ยในน้ำความเค็ม 0 ส่วนในพันหรือน้ำจืดสูงที่สุด 93% ซึ่งสูงกว่าการฟักในน้ำความเค็ม 5 และ 10 ส่วนในพันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ในขณะที่ความเค็ม 20 ส่วนในพันไข่ไม่สามารถฟักเป็นตัวได้เลย เมื่อนำลูกปลานุ่ทรายที่ฟักในน้ำจืดมาทดลองอนุบาลตั้งแต่อายุ 1 วัน ถึง 60 วันในน้ำความเค็ม 3 ระดับคือ 0, 10 และ 20 ส่วนในพัน พบว่าลูกปลาที่

อนุบาลที่ความเต็ม 0 ส่วนในพัน ตายหมดภายใน 23 วัน และอัตราการรอดของลูกปลาที่อนุบาลในความเต็ม 10 และ 20 ส่วนในพัน เมื่ออายุ 60 วัน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีอัตราการรอดเฉลี่ย 96.88% และ 95.89% ตามลำดับ แต่การเจริญเติบโตของลูกปลาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) คือเมื่อลูกปลามีอายุ 60 วัน มีความยาวเฉลี่ย 1.94 ซม. และ 1.82 ซม. และน้ำหนักเฉลี่ย 78 มก. และ 66 มก. ตามลำดับผลการทดลองชี้ให้เห็นแนวทางใหม่ในการผลิตพันธุ์ปลาบุหรายเชิงพาณิชย์ ด้วยการอนุบาลลูกปลาวัยอ่อนในน้ำกร่อย

จิระภา และคณะ (2548) การศึกษาชนิดของอาหารเพื่อใช้ในการอนุบาลลูกปลาบุหรายวัยรุ่น ด้วยการให้อาร์ทีเมียร่วมกับอาหารผสมโดย โดยอาหารผสมสูตรที่ 1 ประกอบ ปลาเป็ด : อาร์ทีเมีย : แป้ง : น้ำมันปลา : วิตามิน = 45 : 45 : 8.5 : 0.5 : 1 อาหารผสมสูตรที่ 3 ประกอบด้วยปลาเป็ด : อาร์ทีเมีย : แป้ง : น้ำมันปลา : วิตามิน = 20 : 70 : 8 : 1 : 1 และ อาหารสูตรที่ 4 คือ อาร์ทีเมียมีชีวิต 100% โดยปรับลดปริมาณอาร์ทีเมียมีชีวิตเป็น 75, 50, 25 และ 0% ในระหว่างการเลี้ยงทุก 2 สัปดาห์ จนครบ 8 สัปดาห์ และให้อาหารสูตรที่ 1, 2 และ 3 100% ในสัปดาห์ที่ 9-26 พบว่าปลาบุที่ได้รับอาหารสูตร 1 และ 3 มีค่าน้ำหนักเฉลี่ยและน้ำหนักเพิ่มต่อวันน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ปลาบุที่ได้รับอาหารสูตรที่ 1, 2, 3 และ 4 มีค่าเปอร์เซ็นต์การกระจายตัวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยกลุ่มปลาที่ได้รับอาหารสูตรที่ 4 มีค่าเปอร์เซ็นต์สูงสุดในกลุ่มที่มีน้ำหนักมากกว่า 5 กรัม ผลจากการศึกษาแสดงให้เห็นว่า การให้อาร์ทีเมีย 100% ทำให้ปลาบุมีการเจริญเติบโตดีที่สุดและมีแนวโน้มว่าสามารถใช้อาหารเสริมร่วมกับอาร์ทีเมียในการอนุบาลปลาบุวัยรุ่นได้

จงกล และคณะ (2546) การศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอน และคุณภาพน้ำในเขื่อนแม่จัดสมบูรณ์ชล อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ สรุปผลการศึกษา พบแพลงก์ตอนพืช เรียงลำดับตามสกุลจากจำนวนมากไปหาน้อยในแต่ละ Division Chlorophyta พบสกุล *Starastrum* sp., *Spondylosium* sp., *Endorina* sp., *Oocystis* sp., *Chlorella* sp., *Cosmarium* sp., *Pediastrum* sp., *Ankistrodesmus* sp., *Teloredron* sp., *Closterium* sp., *Spirogyra* sp., *Gonium* sp., *Volvox* sp., Division Chrysophyta พบสกุล *Navicula* sp., *Melosira* sp., *Pleurosigma* sp., *Rhizosolenia* sp., *Dinobryon* sp., *Synedra* sp., *Gomphonema* sp., *Fragilaria* sp., Division Cyanophyta พบสกุล *Phytolybya* sp., *Anabaena* sp., *Oscillatoria* sp., *Chroococcus* sp., *Microcystis* sp., *Gloeocapsa* sp. Division Englenophyta พบสกุล *Phacus* sp., *Euglena* sp. Division Pyrophyta พบสกุล *Peridinium* sp., *Ceratium* sp. แพลงก์ตอนสัตว์ในเขื่อนแม่จัดสมบูรณ์ชล อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ พบแพลงก์ตอนสัตว์ 3 Phylum ได้แก่ Phylum Protozoa, Rotifera และ Arthropoda ใน Phylum Protozoa พบ 1 สกุล คือ *Diffugia* sp. ใน Phylum Rotifera พบ 4 สกุล คือ *Keratella* sp., *Polyarthra* sp., *Brachionus* sp., *Trichocerca* sp. ใน Phylum Arthropoda พบ 7 สกุล คือ *Macrocyclus* sp., *Nauplius*, *Calanoid Copepod*, *Bosmina* sp., *Moina* sp., *Diaptomus* sp., และ *Diaphanosoma* sp. การศึกษาคุณภาพน้ำ อุณหภูมิมีค่า 27.20-34.50 °C อุณหภูมิ

อากาศมีค่า 25.00-38.50°C ความโปร่งแสงมีค่า 0.27-4.10 เมตร ความขุ่นมีค่า 0.09-68.50 NTU pH มีค่า 5.80-7.60 Conductivity มีค่า 90.00-210.00 $\mu\text{S}/\text{cm}$ TDS มีค่า 40.00-130.00 ppm Alkalinity 38.00-108.00 mg/l $\text{NH}_3\text{-N}$ มีค่า 0.001 -0.86 mg/l $\text{NO}_2\text{-N}$ มีค่า 0.001-0.13 mg/l $\text{NO}_3\text{-N}$ มีค่า 0.00-2.70 mg/l DO มีค่า 3.00-9.00 mg/l BOD มีค่า 0.001-4.50 mg/l Total-p มีค่า 0.00-4.3 mg/l Chlorophyll-a มีค่า 0.01-2.08 $\mu\text{g}/\text{l}$ โดยเมื่อเปรียบเทียบกับในแต่ละจุดจะสรุปได้ว่าค่า BOD, TKN มีความแตกต่างทางสถิติ ($P<0.05$)

ศิริเพ็ญ (2544) การศึกษาคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่จัดสมบูรณ์ชล โดยพิจารณาจากผลการศึกษาคุณภาพน้ำและสาหร่ายในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2540 – 2544 พบว่าคุณภาพน้ำมีการเปลี่ยนแปลงในแต่ละช่วงปี แต่ยังมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน ผลการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของสาหร่าย พบทั้งหมด 6 คิวชั้น 64 สกุล และ 97 ชนิด โดยองค์ประกอบของสาหร่ายส่วนใหญ่อยู่ใน คิวชั้น Cyanophyta และ Chlorophyta ส่วนสาหร่ายในคิวชั้น Chlorophyta ที่เป็นชนิดเด่น ได้แก่ *Ankistrodesmus* sp., *Chlorella vulgaris* Beij., *Closterium* sp. และ *Staurastrum* sp. ดังนั้นเมื่อพิจารณาผลการศึกษาด้านกายภาพ พบว่าคุณภาพน้ำของอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่จัดสมบูรณ์ชล จัดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินในประเภทที่ 2 ซึ่งนำไปใช้ประโยชน์เพื่อการอุปโภคบริโภคโดยผ่านกระบวนการบำบัดที่เหมาะสมก่อน นอกจากนี้หากประเมินคุณภาพน้ำโดยใช้สาหร่ายชนิดเด่น สามารถจัดได้ว่าเป็นแหล่งน้ำที่มีความอุดมสมบูรณ์ระดับปานกลาง (mesotrophic status)

ธีรศักดิ์ (2540) การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเพิ่มปริมาณอย่างมากของแพลงก์ตอนพืช *Microcystis aeruginosa* Kotz. ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่กวงอุดมธารา พบว่าปริมาณสารอาหารอันได้แก่ soluble reactive phosphorus ฟอสฟอรัสรวม และแอมโมเนียไนโตรเจน มีความสัมพันธ์ในเชิงบวก นอกจากนั้นยังมีความสัมพันธ์ในเชิงลบกับค่าความเป็นกรดค่า และค่าความเป็นด่างของน้ำ พบว่า *Microcystis aeruginosa* Kotz. เพิ่มปริมาณอย่างมากในฤดูฝนและฤดูหนาว โดยเฉพาะในเดือนมกราคม 2540 มีปริมาณชีวภาพคิดเป็น 73.60% ของปริมาณชีวภาพทั้งหมด พบการกระจายทั่วไปในแหล่งน้ำทั้งทางน้ำเข้าและทางน้ำออก และบริเวณกลางอ่างเก็บ พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 122 คุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่กวงอุดมธารา เมื่อจัดตามความมากน้อยของสารอาหารพบว่า เป็นอ่างเก็บน้ำที่มีสารอาหารปานกลางจนถึงสารอาหารมาก และเมื่อจัดตามมาตรฐาน คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน จัดอยู่ในประเภท 2 ซึ่งสามารถนำมาอุปโภค และบริโภคได้ แต่ต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคและกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำก่อน

ปรีชาติ (2543) การศึกษาชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนพืชในแม่น้ำพองและแม่น้ำชี ในจังหวัดขอนแก่น ในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2543 โดยเก็บตัวอย่างในแม่น้ำสายละ 4 จุด ทั้งหมด 3 ครั้ง จากการศึกษาพบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 30 สกุล ค 36 ชนิด โดยในแม่น้ำพองพบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 26 สกุล 32 ชนิด และไม่สามารถตรวจเอกลักษณ์ได้ 2 ชนิด ในแม่น้ำชีพบแพลงก์

ดอนพืชทั้งหมด 20 สกุล 23 ชนิด ไม่สามารถตรวจเอกลักษณ์ได้ 2 ชนิด นอกจากนี้ยังพบว่าแม่น้ำทั้งสองมีค่าดัชนีความคล้ายคลึงกันเท่ากับ 0.6545 และในแม่น้ำชีมีค่าดัชนีความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชสูงกว่าแม่น้ำพอง โดยในแม่น้ำชีมีค่าดัชนีความหลากหลายเท่ากับ 1.044 และในแม่น้ำพองมีค่าเท่ากับ 0.667 ตามลำดับ ในแม่น้ำพองยังมีชนิดของแพลงก์ตอนพืชที่เป็นดัชนีบ่งชี้สภาพของแหล่งน้ำที่มีปัญหามลพิษทางน้ำ 20 ชนิด มีจำนวนรวมทั้งหมด 3641.919 ตัว/ลิตร และในแม่น้ำชีพบ 14 ชนิด มีจำนวนรวมทั้งหมด 297.624 ตัว/ลิตร แสดงว่าแม่น้ำพองมีคุณภาพน้ำต่ำกว่าแม่น้ำชี

ทิพสุคนธ์ และอภิรักษ์ (2552) การสำรวจและศึกษาสภาวะการประมงและสภาวะทางสังคมและเศรษฐกิจของประมงในเขื่อนแม่กวงอุดมธาร และการศึกษาชนิดและขนาดของข่ายที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพในเขื่อนแม่กวงอุดมธาร พบว่าขนาดตาข่ายทำให้มีผลต่อประสิทธิภาพการจับ (CPUE) มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ชนิดปลาที่จับด้วยข่าย ได้แก่ ปลาขี้ยก (*Mystacoleucus marginatus*) ปลาสร้อยขาว (*Henicorhynchus siamensis*) ปลาสร้อยนกเขา (*Osteochilus hasselti*) ปลาซา (*Labiobarbus siamensis*) ปลาตะเพียนขาว (*Barbodes gonionotus*) ปลานุ่ทราย (*Oxyeleotris marmoratus* Bleeker) ปลากดเหลือง (*Hemibagrus nemurus*) และปลาแขยงข้างลาย (*Mystus mysticetus*) เป็นต้น

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

1. การเตรียมหน่วยทดลอง

จัดเตรียมบ่อทดลอง บ่อดินขนาด 10 x 20 x 2 เมตร ระดับน้ำในบ่อลึก 1.5 เมตร จำนวน 3 บ่อ และทำคอกเลี้ยงปลาปลาทุทราย ด้วยตาข่ายพลาสติกจำนวน 3 หน่วยทดลองๆ แต่ละหน่วยการทดลองปล่อยปลาทุทรายในระดับความหนาแน่น 2 ตัว/ตารางเมตร ไม่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำในบ่อตลอดการทดลอง โดยการวางแผนการทดลองดังนี้

หน่วยทดลองที่ 1 เลี้ยงปลาทุทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติก (ชุดควบคุม) รวมกับการเลี้ยงปลาชนิดที่ระดับความหนาแน่น 1 ตัว/ตารางเมตร

หน่วยทดลองที่ 2 เลี้ยงปลาทุทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติกผสมสไปรูลิน่า 3% รวมกับการเลี้ยงปลาชนิดที่ระดับความหนาแน่น 2 ตัว/ตารางเมตร

หน่วยทดลองที่ 3 เลี้ยงปลาทุทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติกผสมกับสาหร่ายสไปรูลิน่า 5% รวมกับการเลี้ยงปลาชนิดที่ระดับความหนาแน่น 4 ตัว/ตารางเมตร

ทุกบ่อมีการสร้างอาหารธรรมชาติ: โดยใส่ปุ๋ยคอก ในอัตรา 20 กก./ไร่/สัปดาห์

2. การเตรียมปลาทดลอง

ปลาทุทรายที่ใช้ในการทดลองขนาดน้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 2-5 กรัม นำลูกปลามาพักให้ปรับตัวในบ่อด้วยความหนาแน่น 10 ตัว/ตารางเมตร ให้ปลาคุ้นเคยกับสภาพอาหารที่ใช้ทดลองโดยให้ปลากินอาหารที่เป็นพลาสติก โปรตีน 30% โดยน้ำหนักแห้ง วันละ 2 ครั้ง เวลาประมาณ 9.00 น. และ 15.00 น. จนปลาทดลองคุ้นเคยและยอมรับอาหารแล้ว จึงสุ่มนับและชั่งน้ำหนักลูกปลาเริ่มต้นแล้วนำปลาลงบ่อทดลองตามอัตราที่กำหนด

ลูกปลานิลที่ใช้ในการทดลองเป็นปลานิลแปลงเพศด้วยกาวเครื่อแดงที่มีขนาดน้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 20-30 กรัม (ลูกปลาอายุ 2 เดือน ขนาดปลายาว 3 – 6 นิ้ว) โดยนำลูกปลามาพักให้ปรับตัวในบ่อด้วยความหนาแน่น 20 ตัว/ตารางเมตร ให้ปลาคุ้นเคยกับสภาพอาหารที่ใช้ทดลองโดยให้ปลากินอาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดลอยน้ำโปรตีน 30% วันละ 2 ครั้ง เวลาประมาณ 9.00 น. และ 15.00 น. จนปลาทดลองคุ้นเคยและยอมรับอาหารแล้ว จึงสุ่มนับและชั่งน้ำหนักลูกปลาเริ่มต้นแล้วนำปลาลงบ่อทดลองตามอัตราที่กำหนด

3. การวางแผนการทดลอง

ศึกษาอัตราการผสมพลาสติก กับสาหร่าย ใช้เป็นอาหารให้กับปลาทุทราย และหาความหนาแน่นที่เหมาะสมของปลานิลและปลาทุทราย ในระบบการเลี้ยงปลาทุทราย ร่วมกับปลานิลในบ่อดิน แบบเศรษฐกิจพอเพียง

วางแผนการทดลอง แบบ CRD โดยสุ่มนับลูกปลานุ่ทราย และลูกปลานิลแล้วปล่อยลงในหน่วยทดลองทั้ง 3 หน่วยทดลอง ๆ ละ 3 ซ้ำ แต่ละหน่วยการทดลอง ปล่อยปลานุ่ทรายในระดับความหนาแน่น 2 ตัว/ตารางเมตร ดังนี้

หน่วยทดลองที่ 1 เลี้ยงปลานุ่ทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติก (หุคควบคุม)รวมกับการเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 1 ตัว/ตารางเมตร

หน่วยทดลองที่ 2 เลี้ยงปลานุ่ทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติกผสมสไปรูลิน่า 3% รวมกับการเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 2 ตัว/ตารางเมตร

หน่วยทดลองที่ 3 เลี้ยงปลานุ่ทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติกผสมสไปรูลิน่า 5%รวมกับการเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 4 ตัว/ตารางเมตร

ให้อาหารปลานุ่ทราย เป็นพลาสติกผสมสาหร่าย ที่ผลิตขึ้นเอง โปรตีน 30% โดยน้ำหนักแห้ง ในอัตรา 3-10% ของน้ำหนักตัวปลา/วัน ให้อาหารวันละ 2 ครั้ง (08.00 - 09.00 น. และ 15.00 - 16.00 น.) ส่วนปลานิล ไม่ให้อาหาร ตลอดระยะเวลาการทดลอง

ทดลองเลี้ยงเป็นเวลา 150 วัน โดยสุ่มเก็บข้อมูลน้ำหนักและความยาวของปลาทดลองทุกเดือน จำนวน 20% สำหรับปลานุ่ทราย และเก็บข้อมูล 20% สำหรับปลานิล ในแต่ละบ่อของแต่ละหน่วยทดลอง ตลอดระยะเวลาการทดลอง โดยงดให้อาหาร 1 วัน ก่อนการชั่งวัด ปรับปริมาณอาหารที่ให้ ทุก 1 เดือน นำข้อมูลไปวิเคราะห์ ประสิทธิภาพการเติบโตต่อไป

4. การเตรียมปลาทดลองหาค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศ

4.1 การเตรียมปลานุ่ทรายเพื่อวิเคราะห์การหาค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศ ของปลานุ่ (ภาพที่ 7 และ 8) ปลาที่ใช้ในการทดลองขนาดน้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 150 กรัม นำปลามาพักให้ปรับตัวในบ่อด้วยความหนาแน่น 2-3 ตัว/ตารางเมตร ให้ปลาคุ้นเคยกับสภาพอาหารที่ใช้ทดลองโดยให้ปลากินอาหารที่เป็นพลาสติก โปรตีน 30% โดยน้ำหนักแห้ง วันละ 2 ครั้ง เวลาประมาณ 9.00 น. และ 15.00 น. จนปลาทดลองคุ้นเคยและยอมรับอาหารแล้ว จึงสุ่มนับและชั่งวัดน้ำหนักปลาเริ่มต้น แล้วนำปลาลงบ่อ และกระชังทดลอง ตามอัตราที่กำหนดและให้อาหารตามข้อ 3 โดยให้อาหาร 5% โดยน้ำหนักแห้ง ของน้ำหนักตัวปลา/วัน ให้อาหารวันละ 2 ครั้ง (08.00 - 09.00 น. และ 15.00 - 16.00 น.) ส่วนปลานิล ไม่ให้อาหารแต่ปลานิลช่วยกินเศษอาหารที่เหลือจากปลานุ่ ตลอดระยะเวลาการทดลอง 12 เดือน โดยสุ่มเก็บข้อมูลน้ำหนักและความยาวของปลาทดลองทุกเดือน และเก็บข้อมูล 20% ของปลาที่เลี้ยง ในแต่ละหน่วยทดลอง ตลอดระยะเวลา 12 เดือน ก่อนการสุ่มเก็บข้อมูลน้ำหนักและความยาว งดให้อาหาร 1 วัน ปรับปริมาณอาหารที่ให้ ทุก 1 เดือน นำข้อมูลไปวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศต่อไป



ภาพที่ 7 การเตรียมกระชังเลี้ยงพ่อ-แม่เพาะพันธุ์ปลานู๋ ภาพที่ 8 พ่อ-แม่พันธุ์ปลานู๋ทั้ง 3 หน่วยทดลอง

5. การเพาะพันธุ์ปลานู๋ทราย

ใช้ฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองของปลาไน เปรียบเทียบกับฮอร์โมนสังเคราะห์ วางแผนการทดลองแบบ CRD โดยใช้อัตราความเข้มข้นของ ฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองของปลาไน ที่ระดับต่างๆ โดยวางแผนการทดลอง 5 หน่วยทดลองๆ 3 ซ้ำดังนี้

หน่วยทดลองที่ 1 พ่อแม่พันธุ์ปลานู๋ทราย ใช้ฮอร์โมนสังเคราะห์ที่ใช้กับการผลิตสัตว์น้ำทั่วไป หรือมีชื่อการค้าว่า superfact ความเข้มข้น 5-10 ไมโครกรัม(ชุดควบคุม)

หน่วยทดลองที่ 2 พ่อแม่พันธุ์ปลานู๋ทราย ใช้ฮอร์โมนสังเคราะห์จากต่อมใต้สมองปลาไน ความเข้มข้น 0.5 dose

หน่วยทดลองที่ 3 พ่อแม่พันธุ์ปลานู๋ทราย ใช้ฮอร์โมนสังเคราะห์จากต่อมใต้สมองปลาไน ความเข้มข้น 1 dose

หน่วยทดลองที่ 4 พ่อแม่พันธุ์ปลานู๋ทราย ใช้ฮอร์โมนสังเคราะห์จากต่อมใต้สมองปลาไน ความเข้มข้น 1.5 dose

หน่วยทดลองที่ 5 พ่อแม่พันธุ์ปลานู๋ทราย ใช้ฮอร์โมนสังเคราะห์จากต่อมใต้สมองปลาไน ความเข้มข้น 2 dose

นำพ่อ-แม่พันธุ์ปลานู๋ทรายที่ฉีดฮอร์โมน ทั้ง 5 หน่วยทดลองๆ 3 ซ้ำ รวม 15 ซ้ำหรือ 15 กระชัง โดยใช้กระชังมุ้งสีฟ้าขนาด 1 ตารางเมตร/ปลา 1 คู่ รวมปลาทั้งหมด 15 คู่ ให้ออกซิเจน และใส่กระเบื้องเพื่อให้ไข่ติด ระยะเวลาประมาณ 3 วัน ไข่ปลาติดกระเบื้อง สุ่มนับจำนวนไข่ และนำไข่ปลาติดกระเบื้องมาฟักในตู้กระจก เพื่อหาอัตราการฟักไข่ อัตราการรอด นำลูกปลาไปอนุบาล ในข้อ 6 ต่อไป

6. การอนุบาลลูกปลานู๋ทราย

ใช้อาหารผงทั่วไปและแพลงก์ตอนสัตว์ เปรียบเทียบแต่ละหน่วยทดลอง โดยการทดลองในตู้กระจกขนาด 12 X 24 X 15 นิ้ว (0.30 X 0.60 X 0.38 เมตร) อัตราปล่อย 180 ตัว/ตู้ หรือ ประมาณ 1,000 ตัว/ตารางเมตร (ดังภาพที่ 9)

วางแผนการทดลองแบบ CRD ระยะเวลากการอนุบาลลูกปลา ประมาณ 1-3 เดือน โดยวางแผนการทดลอง 3 หน่วยทดลองๆ 3 ซ้ำดังนี้

หน่วยทดลองที่ 1 อนุบาลลูกปลานู๋ทราย โดยใช้อาหารผงทั่วไป (ชุดควบคุม)

หน่วยทดลองที่ 2 อนุบาลลูกปลานู๋ทราย โดยใช้แพลงก์ตอน Rotifer

หน่วยทดลองที่ 3 อนุบาลลูกปลานู๋ทราย โดยใช้แพลงก์ตอนไรแดง

หน่วยทดลองที่ 4 อนุบาลลูกปลานู๋ทราย โดยใช้แพลงก์ตอน Artemia

การอนุบาลให้อาหารผง 5 กรัม/ตารางเมตร/มือ และโรติเฟอร์ 20 ตัว (น้ำหนัก 0.001 กรัม/ตัว/ปริมาตรน้ำ 1 ลิตร) ให้ 2 ลิตร/ตารางเมตร/มือ ส่วน *Moina* และ *Artemia* ให้ 40 กรัม/ตารางเมตร/มือ ต่อมับจำนวนลูกปลาเพื่อหา การเจริญเติบโต อัตราการรอด ในการอนุบาลแต่ละครั้ง นำลูกปลาไปเลี้ยงต่อไป



ภาพที่ 9 ตู้กระจกขนาด 12 X 24 X 15 นิ้ว ใช้อนุบาลลูกปลานู๋ทราย

7. การตรวจสอบประสิทธิภาพการเจริญเติบโตในการเลี้ยงปลา และอนุบาลปลา

นับและชั่งน้ำหนักปลาในแต่ละบ่อ ทุก 1 เดือน ตลอดการทดลองในแต่ละการทดลอง นำข้อมูลที่ได้ไปปรับปริมาณการให้อาหาร และคำนวณหาค่าต่าง ๆ ดังนี้

$$\text{ก. อัตราน้ำหนักเพิ่มขึ้น (Weight gain; \%)} = \frac{\text{น้ำหนักสุดท้าย} - \text{น้ำหนักเริ่มต้น}}{\text{น้ำหนักเริ่มต้น}} \times 100$$

ข. อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific growth rate; %/day) เท่ากับ

$$\text{SGR} = \frac{(\ln \text{ น้ำหนักปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} - \ln \text{ น้ำหนักปลาเมื่อเริ่มทดลอง})}{\text{จำนวนวันที่ทำการทดลอง}} \times 100$$

ค. อัตราการเจริญเติบโต (Average daily growth; กรัม/ตัว/วัน)

น้ำหนักปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง – น้ำหนักปลาเมื่อเริ่มทดลอง

จำนวนวันที่ทำการทดลอง

ง. อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (Feed Conversion Rate; หน่วย)

$$FCR = \frac{\text{น้ำหนักอาหารที่ให้ (g)}}{\text{น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น (g)}}$$

จ. ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน (Protein efficiency ratio; หน่วย)

$$PER = \frac{\text{น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น}}{\text{ปริมาณโปรตีนที่กิน}}$$

ฉ. อัตราการรอดตาย (Survival rate; %) = $\frac{\text{จำนวนปลาที่เหลือ}}{\text{จำนวนปลาเริ่มต้น}} \times 100$

ช. ต้นทุนในการผลิต (ผันแปร) = อาหารปลา + ราคาลูกพันธุ์ปลา + ค่าแรงงาน

8. การวิเคราะห์คุณภาพ ทางกายภาพ เคมีและชีวภาพ

ทำการวิเคราะห์ปัจจัยคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี ทุก 15 วัน จนเสร็จสิ้นการทดลอง
ได้แก่

- ค่าความโปร่งแสงของน้ำ โดยใช้ Secchi disc
- อุณหภูมิอากาศและน้ำ โดยใช้ Thermometer
- ค่าความเป็นกรด – ด่างโดยใช้ pH meter (Schott-Gerate CG 840)
- ค่าความนำไฟฟ้า โดยใช้ Conductivity meter
- ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ โดยวิธี Azide modification
- ปริมาณออร์โทฟอสเฟตฟอสฟอรัส โดยวิธี Stannous chloride
- ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน โดยวิธี Direct Nesslerization
- ปริมาณไนเตรทไนโตรเจน โดยวิธี Phenoldisulfonic acid

ผลการวิจัยในปีงบประมาณ 2554

การศึกษาอัตราการเจริญเติบโต อัตราน้ำหนักเพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน อัตราการรอดและต้นทุนในการผลิต (ผันแปร) ของ การเลี้ยงปลานู๋ทรายในกระชังร่วมกับปลานิลแดง รวมถึงศึกษาคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี และ ความหลากหลายของแพลงก์ตอน โดยแบ่งการทดลองเป็น 3 หน่วยทดลอง คือ หน่วยทดลองที่ 1 การ เลี้ยงปลานู๋ทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติก (หุคควบคุม) รวมกับการเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 1 ตัว/ตารางเมตร หน่วยทดลองที่ 2 การเลี้ยงปลานู๋ทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติกผสมสไปรูลิน่า 3% รวม กับ การเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 2 ตัว/ตารางเมตร และ หน่วยทดลองที่ 3 การเลี้ยงปลานู๋ทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติกผสม สไปรูลิน่า 5%รวมกับการเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 4 ตัว/ตาราง เมตร เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า

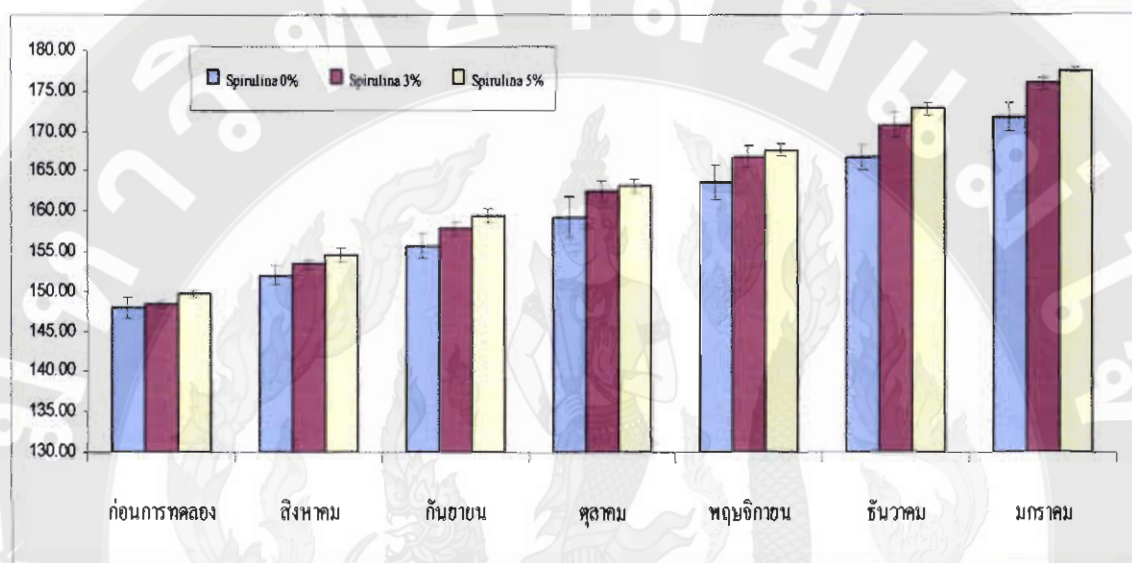
1. การเติบโตของปลานู๋ทราย

การเติบโตของปลานู๋ทราย 3 หน่วยทดลองมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยหน่วย ทดลองที่ 3 เลี้ยงปลานู๋ทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติกผสมสไปรูลิน่า 5% รวมกับการเลี้ยงปลานิลที่ระดับ ความหนาแน่น 4 ตัว/ตารางเมตร มีการเติบโตโดยรวมดีกว่าหน่วยทดลองอื่น คือ อัตราน้ำหนักเพิ่มขึ้น $18.49 \pm 0.11\%$ อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ $0.092 \pm 0\%$ อัตราการเจริญเติบโต 0.151 ± 0 กรัม/ตัว/วัน อัตรา การเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ 23.53 ± 0.23 ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน 0.212 ± 0 อัตราการรอดตาย $75 \pm 0\%$ และต้นทุนในการผลิต 251.32 ± 0.09 บาท ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลานู๋ทราย

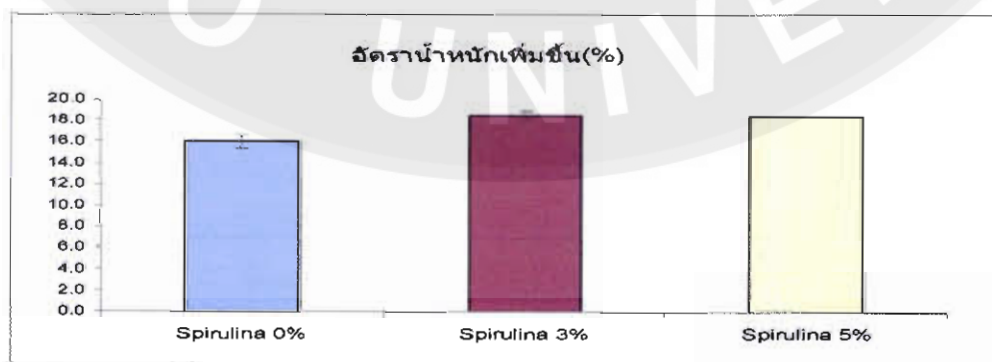
หน่วยการทดลอง	<i>Spirulina</i> 0%	<i>Spirulina</i> 3%	<i>Spirulina</i> 5%
อัตราน้ำหนักเพิ่มขึ้น(%)	15.99 ± 0.58^b	18.43 ± 0.42^a	18.49 ± 0.11^a
อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (%)	0.081 ± 0^b	0.092 ± 0^a	0.092 ± 0^a
อัตราการเจริญเติบโต(กรัม/ตัว/วัน)	0.129 ± 0^b	$0.149 \pm 0a^b$	0.151 ± 0^a
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ	26.62 ± 0.65^a	23.44 ± 0.41^b	23.53 ± 0.23^b
ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน	0.186 ± 0^b	0.211 ± 0^a	0.212 ± 0^a
อัตราการรอดตาย (%)	66.667 ± 8.33^{ns}	75 ± 0^{ns}	75 ± 0^{ns}
ต้นทุนในการผลิต (บาท)	242.33 ± 0.12^c	247.70 ± 0.10^b	251.32 ± 0.09^a

1.1 น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม/ตัว) ของปลานู๋ทรายในแต่ละหน่วยการทดลองระยะเวลา 6 เดือน มีน้ำหนักเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่เลี้ยง ทั้ง 3 หน่วยทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยหน่วยทดลองที่ 3 เลี้ยงปลานู๋ทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติกผสมสไปรูลิน่า 5% ร่วมกับการเลี้ยงปลานิล ที่ระดับความหนาแน่น 4 ตัว/ตารางเมตร มีน้ำหนักเฉลี่ยดีกว่าหน่วยทดลองอื่นๆ และมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยเฉพาะเดือนธันวาคมและมกราคม ดังภาพที่ 10



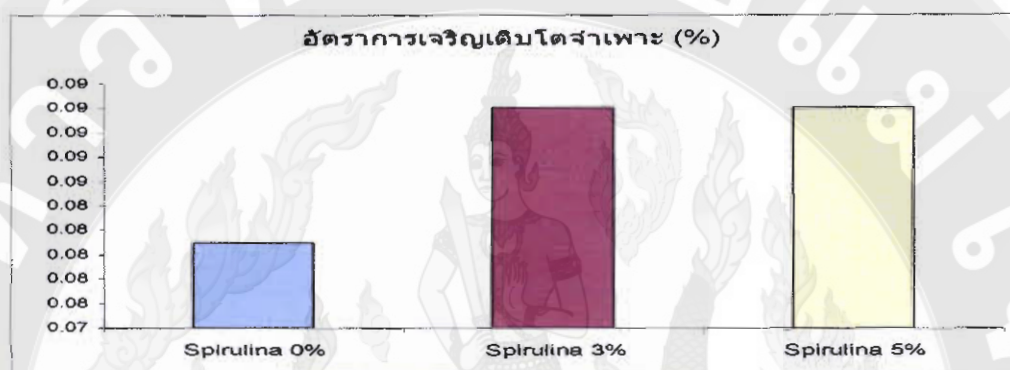
ภาพที่ 10 น้ำหนักเฉลี่ย(กรัม/ตัว)ของปลานู๋ทราย แต่ละหน่วยการทดลอง ระยะเวลา 6 เดือน

1.2 อัตราน้ำหนักเพิ่มขึ้น(%) หน่วยทดลองที่ 3 เลี้ยงปลานู๋ทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติกผสมสไปรูลิน่า 5% ร่วมกับการเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 4 ตัว/ตารางเมตร มีอัตราน้ำหนักเพิ่มขึ้นสูงสุดที่ 18.49 ± 0.11 % รองลงมาคือ หน่วยทดลองที่ 2 เลี้ยงปลานู๋ทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติกผสมสไปรูลิน่า 3% ร่วมกับการเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 2 ตัว/ตารางเมตร และ หน่วยทดลองที่ 1 เลี้ยงปลานู๋ทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติก (หุคควบคุม)ร่วมกับการเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 1 ตัว/ตารางเมตร คือ $18.43 \pm 0.42\%$ และ $15.99 \pm 0.58\%$ ตามลำดับ โดยมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) ดัง ภาพที่ 11



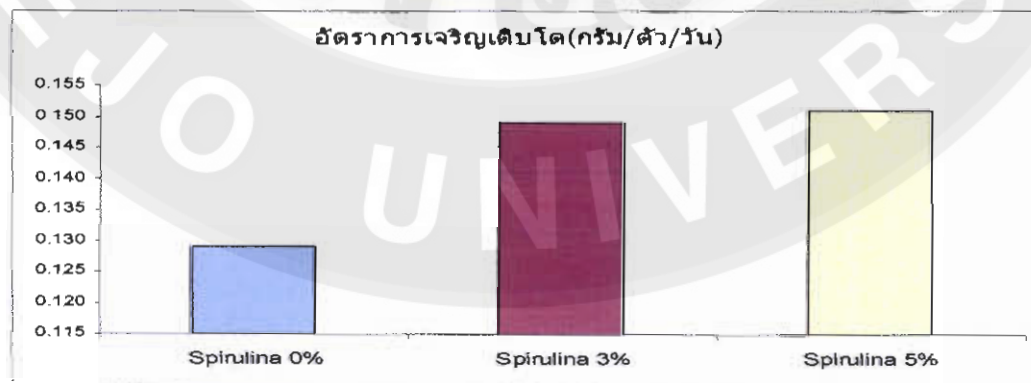
ภาพที่ 11 อัตราน้ำหนักเพิ่มขึ้นของปลานู๋ทราย แต่ละหน่วยการทดลอง ระยะเวลา 6 เดือน

1.3 อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (%) หน่วยทดลองที่ 2 เลี้ยงปลาบู่ทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติกผสม สไปรูลิน่า 3% ร่วมกับการเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 2 ตัว/ตารางเมตร และหน่วยทดลองที่ 3 เลี้ยงปลาบู่ทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติกผสม สไปรูลิน่า 5% ร่วมกับการเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 4 ตัว/ตารางเมตร มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงสุดคือ 0.092 ± 0 % รองลงมาคือ หน่วยทดลองที่ 1 เลี้ยงปลาบู่ทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติก (ชุดควบคุม) ร่วมกับการเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 1 ตัว/ตารางเมตร คือ $0.081 \pm 0\%$ โดยมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังภาพที่ 12



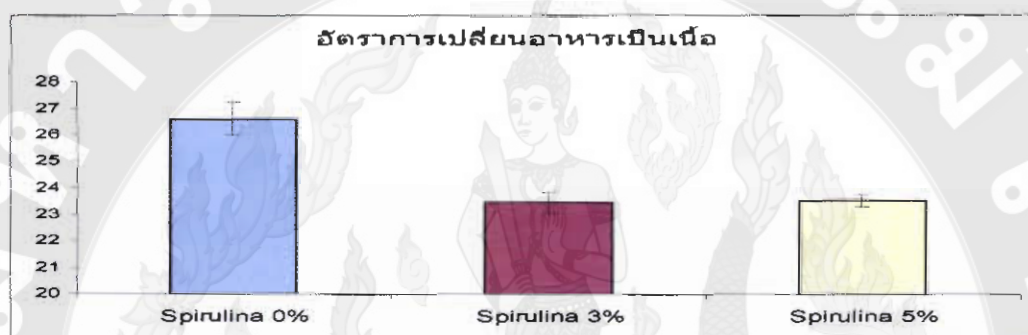
ภาพที่ 12 อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของปลาบู่ทราย แต่ละหน่วยการทดลอง ระยะเวลา 6 เดือน

1.4 อัตราการเจริญเติบโต (กรัม/ตัว/วัน) หน่วยทดลองที่ 3 เลี้ยงปลาบู่ทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติกผสม สไปรูลิน่า 5% ร่วมกับการเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 4 ตัว/ตารางเมตร มีอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดคือ 0.151 ± 0 กรัม/ตัว/วัน รองลงมาคือหน่วยทดลองที่ 2 เลี้ยงปลาบู่ทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติกผสม สไปรูลิน่า 3% ร่วมกับการเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 2 ตัว/ตารางเมตร และหน่วยทดลองที่ 1 เลี้ยงปลาบู่ทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติก (ชุดควบคุม) ร่วมกับการเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 1 ตัว/ตารางเมตร คือ 0.149 ± 0 กรัม/ตัว/วัน และ 0.129 ± 0 กรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ โดยมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังภาพที่ 13



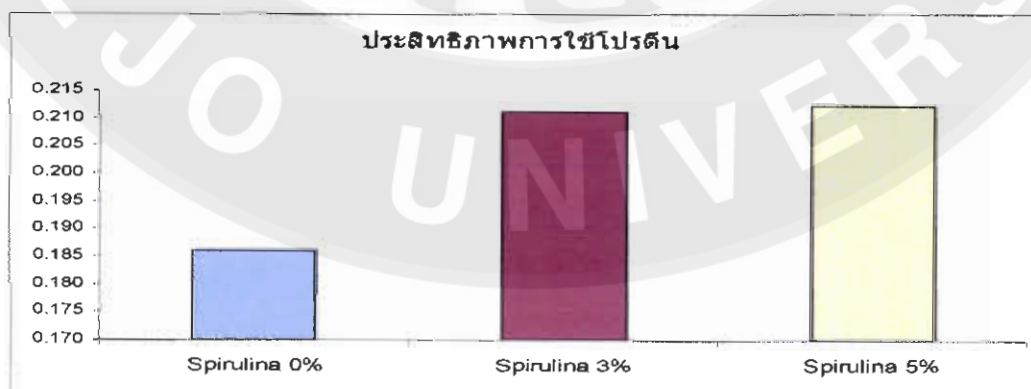
ภาพที่ 13 อัตราการเจริญเติบโตของปลาบู่ทราย แต่ละหน่วยการทดลอง ระยะเวลา 6 เดือน

1.5 อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ หน่วยทดลองที่ 2 เลี้ยงปลานู๋ทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติกผสม สไปรูลิน่า 3% ร่วมกับการเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 2 ตัว/ตารางเมตร มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อดีที่สุดคือ 23.44 ± 0.41 รองลงมาคือ หน่วยทดลองที่ 3 เลี้ยงปลานู๋ทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติกผสม สไปรูลิน่า 5% ร่วมกับการเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 4 ตัว/ตารางเมตร และ หน่วยทดลองที่ 1 เลี้ยงปลานู๋ทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติก (ชุดควบคุม) ร่วมกับการเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 1 ตัว/ตารางเมตร คือ 23.53 ± 0.23 และ 26.62 ± 0.65 ตามลำดับ โดยมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังภาพที่ 14



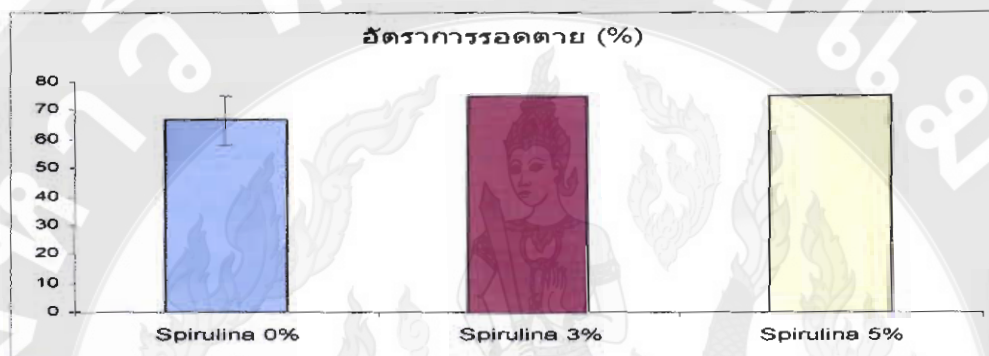
ภาพที่ 14 อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลานู๋ทราย แต่ละหน่วยการทดลองระยะเวลา 6 เดือน

1.6 ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน หน่วยทดลองที่ 3 เลี้ยงปลานู๋ทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติกผสมสไปรูลิน่า 5% ร่วมกับการเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 4 ตัว/ตารางเมตร มีประสิทธิภาพการใช้โปรตีนสูงที่สุดคือ 0.212 ± 0 รองลงมาคือหน่วยทดลองที่ 2 เลี้ยงปลานู๋ทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติกผสม สไปรูลิน่า 3% ร่วมกับการเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 2 ตัว/ตารางเมตร และ หน่วยทดลองที่ 1 เลี้ยงปลานู๋ทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติก (ชุดควบคุม) ร่วมกับการเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 1 ตัว/ตารางเมตร คือ 0.211 ± 0 และ 0.186 ± 0 ตามลำดับ มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังภาพที่ 15



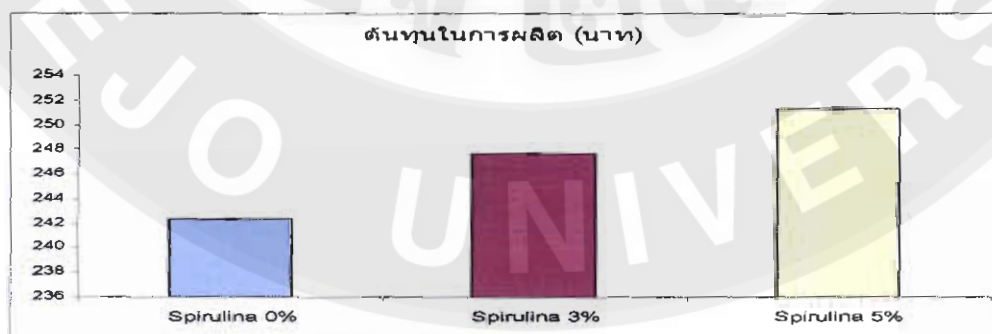
ภาพที่ 15 ประสิทธิภาพการใช้โปรตีนของปลานู๋ทราย แต่ละหน่วยการทดลอง ระยะเวลา 6 เดือน

1.7 อัตราการรอดตาย (%) หน่วยทดลองที่ 2 เลี้ยงปลานู๋ทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติกผสม สไปรูลิน่า 3% ร่วมกับการเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 2 ตัว/ตารางเมตร และ หน่วยทดลองที่ 3 เลี้ยงปลานู๋ทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติกผสม สไปรูลิน่า 5% ร่วมกับการเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 4 ตัว/ตารางเมตร มีแนวโน้มอัตราการรอดตายสูง คือ $70 \pm 0\%$ รองลงมาคือ หน่วยทดลองที่ 1 เลี้ยงปลานู๋ทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติก (ชุดควบคุม) ร่วมกับการเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 1 ตัว/ตารางเมตร คือ $66.667 \pm 8.33\%$ แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังภาพที่ 16



ภาพที่ 16 อัตราการรอดตายของปลานู๋ทราย แต่ละหน่วยการทดลอง ระยะเวลา 6 เดือน

1.8 ต้นทุนในการผลิต (บาท) หน่วยทดลองที่ 1 เลี้ยงปลานู๋ทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติก (ชุดควบคุม) ร่วมกับการเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 1 ตัว/ตารางเมตร มีต้นทุนในการผลิตน้อยที่สุด คือ 242.33 ± 0.12 บาท รองลงมาคือหน่วยทดลองที่ 2 เลี้ยงปลานู๋ทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติกผสม สไปรูลิน่า 3% ร่วมกับการเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 2 ตัว/ตารางเมตร และ หน่วยทดลองที่ 3 การเลี้ยงปลานู๋ทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติกผสมสไปรูลิน่า 5% ร่วมกับการเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 4 ตัว/ตารางเมตร คือ 247.70 ± 0.10 บาท และ 251.32 ± 0.09 บาท โดยมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังภาพที่ 17



ภาพที่ 17 ต้นทุนในการผลิต ของปลานู๋ทราย แต่ละหน่วยการทดลอง ระยะเวลา 6 เดือน

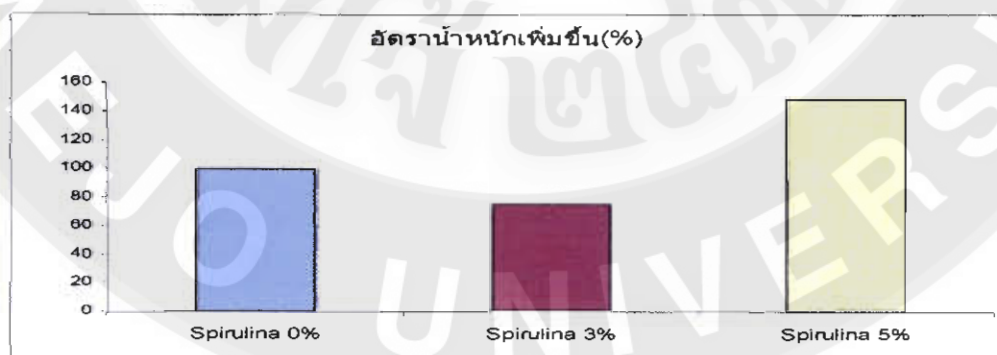
2. การเติบโตของปลานิลแดง

การเติบโตของปลานิลแดง ทั้ง 3 หน่วยทดลองมีความแตกต่างกัน โดย หน่วยทดลองที่ 3 การเลี้ยงปลานิลทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติกผสมสไปรูลิน่า 5% ร่วมกับการเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 4 ตัว/ตารางเมตร มีการเติบโตโดยรวมดีกว่าหน่วยทดลองอื่น คือ อัตราน้ำหนักเพิ่มขึ้น 148.62 % อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ 0.50 % อัตราการเจริญเติบโต 8.79 กรัม/ตัว/วัน และอัตราการรอดตาย 69.44 % ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การเติบโตของปลานิลแดงที่เลี้ยงในกระชัง ระยะเวลา 6 เดือน

หน่วยการทดลอง	<i>Spirulina</i> 0%	<i>Spirulina</i> 3%	<i>Spirulina</i> 5%
อัตราน้ำหนักเพิ่มขึ้น(%)	99.18	73.84	148.62
อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (%)	0.37	0.30	0.50
อัตราการเจริญเติบโต (กรัม/ตัว/วัน)	5.28	7.69	8.79
อัตราการรอดตาย (%)	75.00	45.31	69.44

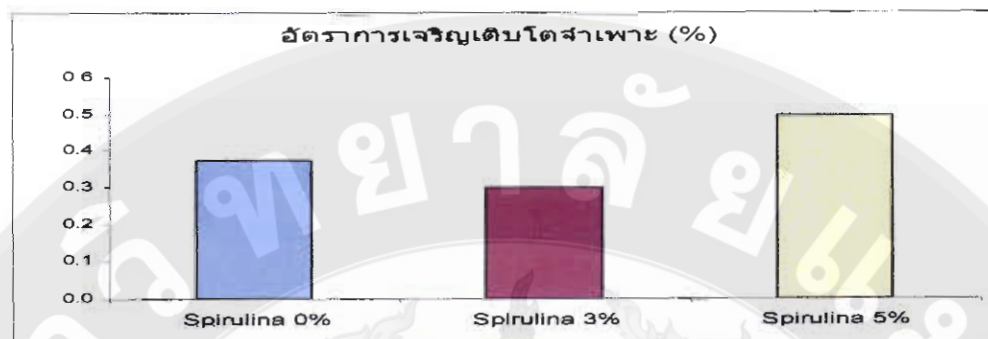
2.1 อัตราน้ำหนักเพิ่มขึ้น(%) หน่วยทดลองที่ 3 เลี้ยงปลานิลทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติกผสมสไปรูลิน่า 5% ร่วมกับการเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 4 ตัว/ตารางเมตร มีอัตราน้ำหนักเพิ่มขึ้นสูงที่สุดคือ 148.62 % รองลงมาคือ หน่วยทดลองที่ 1 เลี้ยงปลานิลทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติก (ซุคควบคุม) ร่วมกับการเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 1 ตัว/ตารางเมตร และ หน่วยทดลองที่ 2 เลี้ยงปลานิลทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติกผสมสไปรูลิน่า 3% ร่วมกับการเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 2 ตัว/ตารางเมตร คือ 99.18 % และ 73.84 % ตามลำดับ ดังภาพที่ 18



ภาพที่ 18 อัตราน้ำหนักเพิ่มขึ้นของปลานิลแดง แต่ละหน่วยการทดลอง ระยะเวลา 6 เดือน

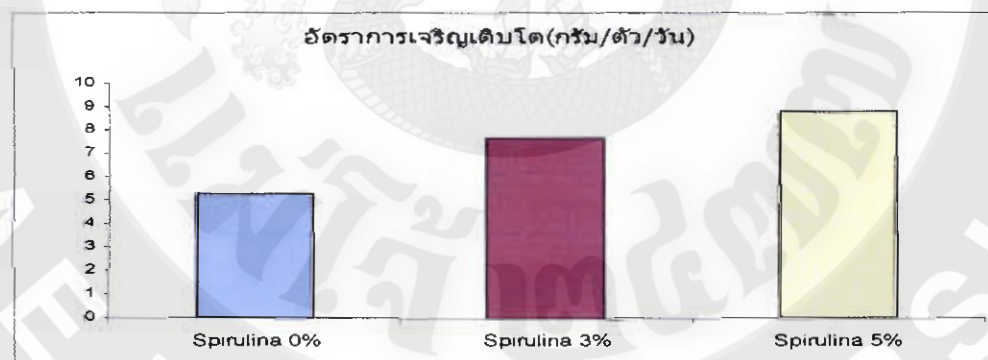
2.2 อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (%) หน่วยทดลองที่ 3 เลี้ยงปลานิลทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติกผสม สไปรูลิน่า 5% ร่วมกับการเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 4 ตัว/ตารางเมตร มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงที่สุดคือ 0.50% รองลงมาคือ หน่วยทดลองที่ 1 เลี้ยงปลานิลทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติก (ซุคควบคุม) ร่วมกับการเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 1 ตัว/ตารางเมตร และ หน่วย

ทดลองที่ 2 เลี้ยงปลานู๋ทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติกผสม สไปรูลิน่า 3% ร่วมกับการเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 2 ตัว/ตารางเมตร คือ 0.37 % และ 0.30 % ตามลำดับ ดังภาพที่ 19



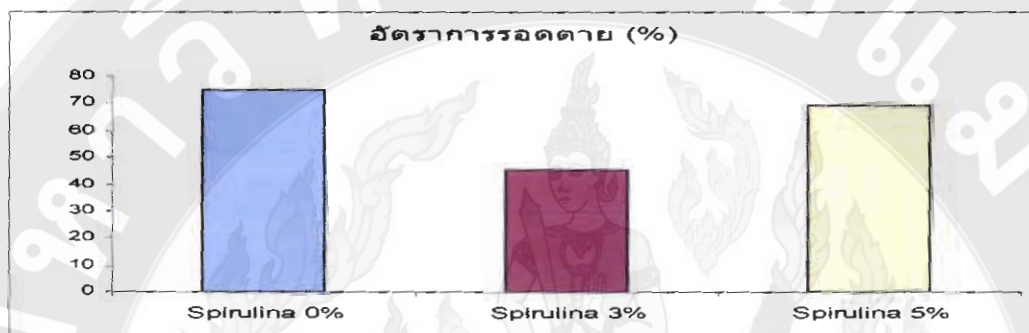
ภาพที่ 19 อัตราการใช้สปิรูลิน่าของปลานิลแดง แต่ละหน่วยการทดลอง ระยะเวลา 6 เดือน

2.3 อัตราการใช้สปิรูลิน่า หน่วยทดลองที่ 3 เลี้ยงปลานู๋ทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติกผสม สไปรูลิน่า 5% ร่วมกับการเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 4 ตัว/ตารางเมตร มีอัตราการใช้สปิรูลิน่าสูงที่สุดคือ 8.79 กรัม/ตัว/วัน รองลงมาคือ หน่วยทดลองที่ 2 เลี้ยงปลานู๋ทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติกผสม สไปรูลิน่า 3% ร่วมกับการเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 2 ตัว/ตารางเมตร และ หน่วยทดลองที่ 1 เลี้ยงปลานู๋ทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติก (ชุดควบคุม) ร่วมกับการเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 1 ตัว/ตารางเมตร คือ 7.69 กรัม/ตัว/วัน และ 5.28 กรัม/ตัว/วันตามลำดับ ดังภาพที่ 20



ภาพที่ 20 อัตราการใช้สปิรูลิน่าของปลานิลแดง แต่ละหน่วยการทดลอง ระยะเวลา 6 เดือน

2.4 อัตราการรอดตาย (%) หน่วยทดลองที่ 1 เลี้ยงปลานู๋ทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติก (ชุดควบคุม) ร่วมกับการเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 1 ตัว/ตารางเมตร มีอัตราการรอดตายสูงที่สุดคือ 75 % รองลงมาคือ หน่วยทดลองที่ 3 เลี้ยงปลานู๋ทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติกผสมสไปรูลิน่า 5% ร่วมกับการเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 4 ตัว/ตารางเมตร และหน่วยทดลองที่ 2 เลี้ยงปลานู๋ทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติกผสมกับ สาหร่าย สไปรูลิน่า 3% ร่วมกับการเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 2 ตัว/ตารางเมตร คือ 69.44 % และ 45.31 % ตามลำดับ ดังภาพที่ 21



ภาพที่ 21 อัตราการรอดตายของปลานิลแดง แต่ละหน่วยการทดลอง ระยะเวลา 6 เดือน

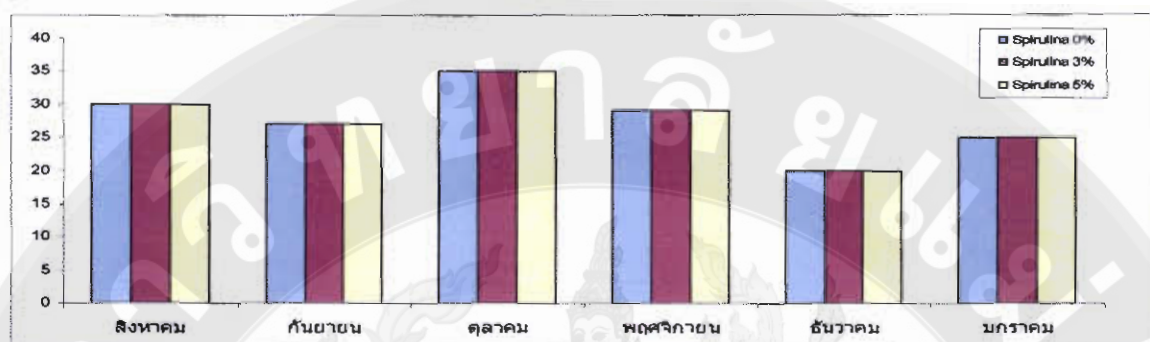
3. คุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี

ปัจจัยคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีจากการเพาะเลี้ยงปลานู๋ทรายในกระชังร่วมกับปลานิลแดง ในบ่อดิน ทั้ง 3 หน่วยทดลองแต่ละปัจจัยไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี

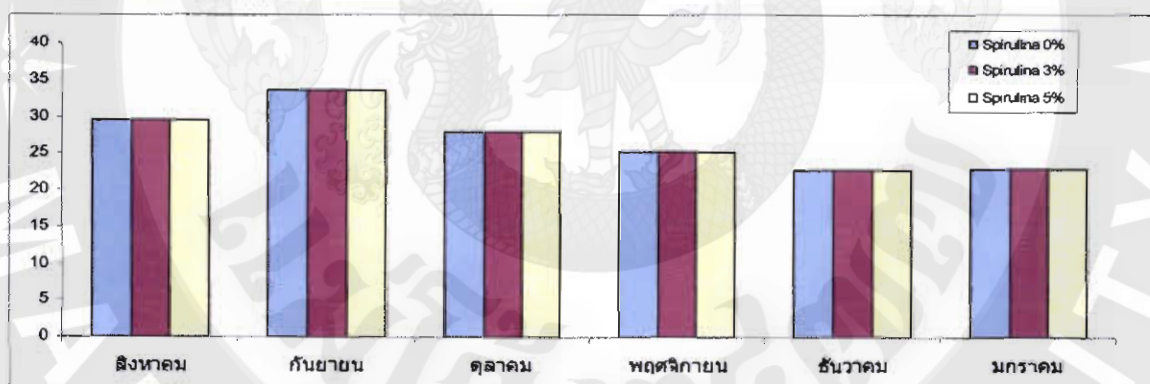
หน่วยการทดลอง	Spirulina 0%	Spirulina 3%	Spirulina 5%
ค่าความโปร่งแสงของน้ำ	27.67±0.00 ^{ns}	27.67±0.00 ^{ns}	27.67±0.00 ^{ns}
อุณหภูมิอากาศและน้ำ	27±0.00 ^{ns}	27±0.00 ^{ns}	27±0.00 ^{ns}
ค่าความเป็นกรด - ด่าง	7.98±0.02 ^b	8.03±0.01 ^{ab}	8.09±0.03 ^a
ค่าความนำไฟฟ้า(μs/cm)	55.61±2.54 ^{ns}	52.63±1.66 ^{ns}	55.21±3.19 ^{ns}
ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ(mg/L)	5.81±0.43 ^{ns}	5.80±0.18 ^{ns}	5.96±0.14 ^{ns}
ปริมาณออร์โธฟอสเฟตฟอสฟอรัส (mg/L)	2.66±0.07 ^{ns}	2.62±0.03 ^{ns}	2.59±0.03 ^{ns}
ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน (mg/L)	0.19±0.03 ^{ns}	0.11±0.01 ^{ns}	0.25±0.11 ^{ns}
ปริมาณไนเตรทไนโตรเจน(mg/L)	0.03±0.00 ^{ns}	0.05±0.00 ^{ns}	0.05±0.01 ^{ns}

3.1 ค่าความโปร่งแสงของน้ำ มีค่าสูงสุดในเดือนตุลาคม เท่ากับ 35 เซนติเมตร และมีค่าต่ำสุดในเดือนธันวาคม เท่ากับ 20 เซนติเมตร ในแต่ละเดือนทั้ง 3 หน่วยทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) ดัง ภาพที่ 22



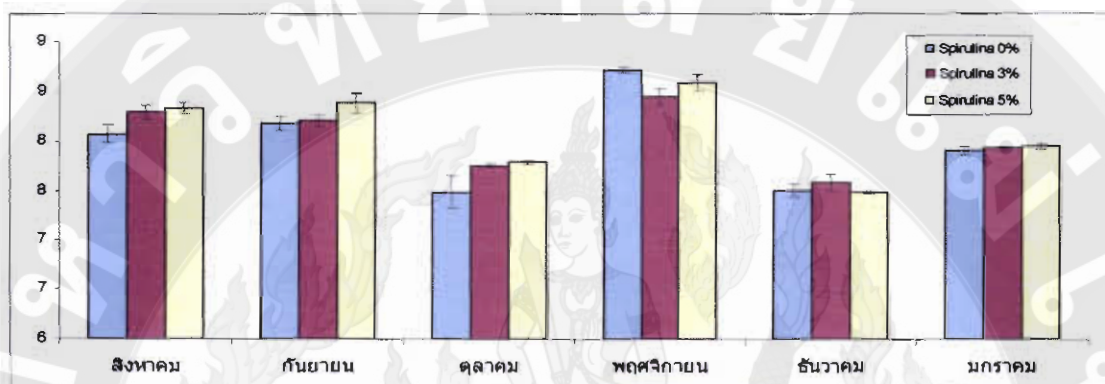
ภาพที่ 22 ค่าความโปร่งแสงของน้ำ แต่ละหน่วยการทดลอง ระยะเวลา 6 เดือน

3.2 อุณหภูมิน้ำ มีค่าสูงสุดในเดือนกันยายน เท่ากับ 33.6 องศาเซลเซียส และมีค่าต่ำสุดในเดือนธันวาคม เท่ากับ 22.8 องศาเซลเซียส ในแต่ละเดือนทั้ง 3 หน่วยทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ดัง ภาพที่ 23



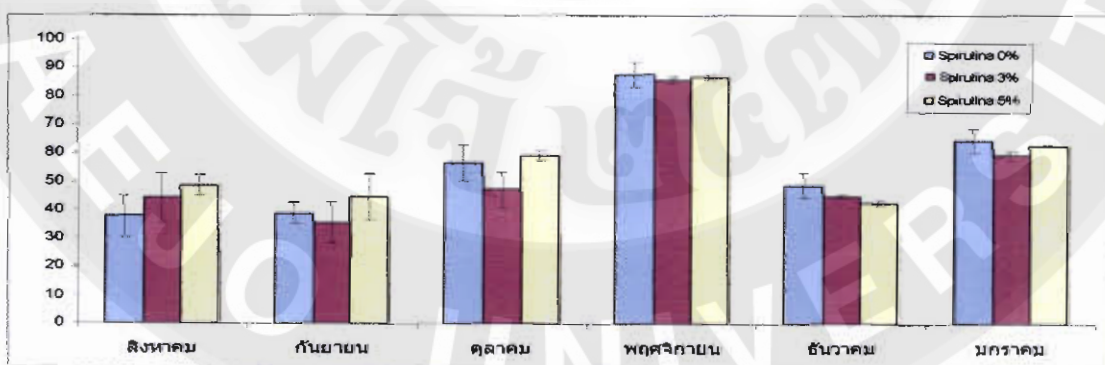
ภาพที่ 23 ค่าอุณหภูมิน้ำ (องศาเซลเซียส) แต่ละหน่วยการทดลอง ระยะเวลา 6 เดือน

3.3 ค่าความเป็นกรด – ด่าง มีค่าสูงสุดในเดือนพฤศจิกายน หน่วยทดลองที่ 1 เลี้ยงปลาบุทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติก (ชุดควบคุม) ร่วมกับปลาปาลานิลที่ระดับความหนาแน่น 1 ตัว/ตารางเมตร มีค่าเท่ากับ 8.71 ± 0.03 และมีค่าต่ำสุดในเดือนธันวาคม หน่วยทดลองที่ 3 เลี้ยงปลาบุทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติกผสมกับสาหร่ายสไปรูลีนา 5% ร่วมกับปลาปาลานิลที่ระดับความหนาแน่น 4 ตัว/ตารางเมตร มีค่าเท่ากับ 7.48 ± 0.02 ทั้ง 3 หน่วยทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ดังภาพที่ 24



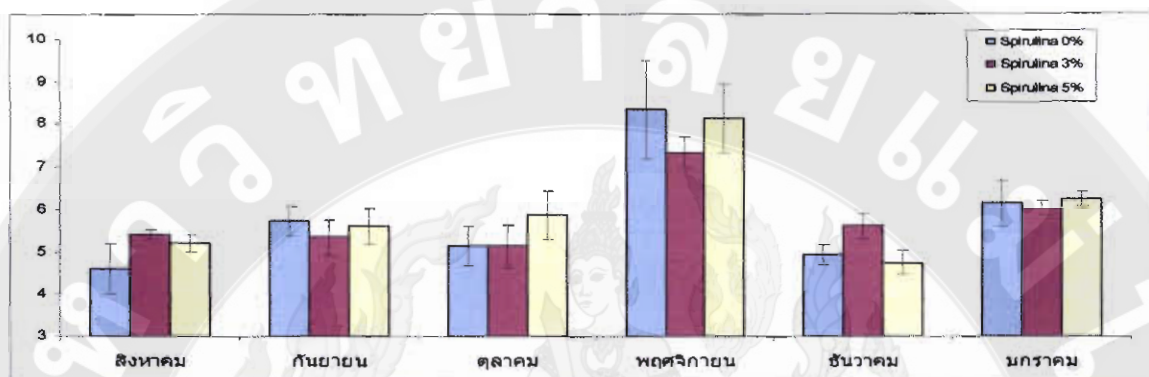
ภาพที่ 24 แสดงค่าความเป็นกรด – ด่าง แต่ละหน่วยการทดลอง ระยะเวลา 6 เดือน

3.4 ค่าความนำไฟฟ้า ($\mu\text{S}/\text{cm}$) มีค่าสูงสุดในเดือนพฤศจิกายน หน่วยทดลองที่ 1 เลี้ยงปลาบุทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติก (ชุดควบคุม) มีค่าเท่ากับ $87.67 \pm 4.33 \mu\text{S}/\text{cm}$ และมีค่าต่ำสุดในเดือนกันยายน หน่วยทดลองที่ 2 เลี้ยงปลาบุทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติกผสมกับ สาหร่าย สไปรูลีนา 3% ร่วมกับการเลี้ยงปลาปาลานิลที่ระดับความหนาแน่น 2 ตัว/ตารางเมตร มีค่าเท่ากับ $35.33 \pm 7.42 \mu\text{S}/\text{cm}$ ทั้ง 3 หน่วยทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ดังภาพที่ 25



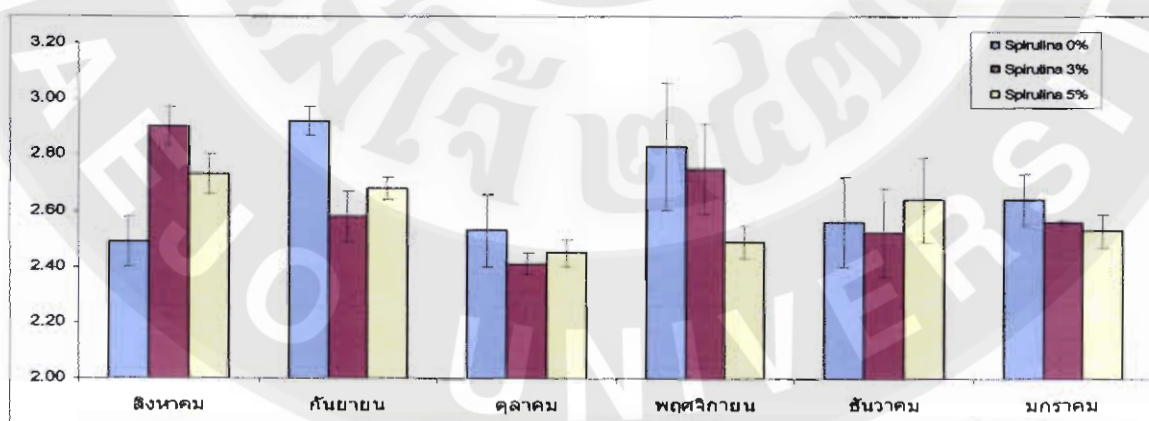
ภาพที่ 25 แสดงค่าความนำไฟฟ้า($\mu\text{S}/\text{cm}$) แต่ละหน่วยการทดลอง ระยะเวลา 6 เดือน

3.5 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (mg/L) มีค่าสูงสุดในเดือนพฤศจิกายน หน่วยทดลองที่ 1 เลี้ยงปลาบู่ทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติก (ชุดควบคุม) มีค่าเท่ากับ 8.33 ± 1.16 mg/L และมีค่าต่ำสุดในเดือนสิงหาคม หน่วยทดลองที่ 1 เลี้ยงปลาบู่ทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติก (ชุดควบคุม) มีค่าเท่ากับ 4.6 ± 0.60 mg/L ทั้ง 3 หน่วยทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ดังภาพที่ 26



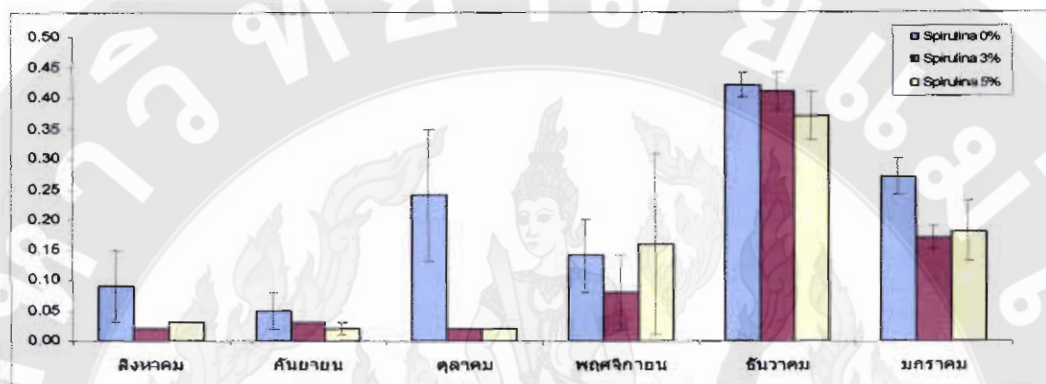
ภาพที่ 26 แสดงปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (mg/L) แต่ละหน่วยการทดลอง ระยะเวลา 6 เดือน

3.6 ปริมาณออร์โทฟอสเฟตฟอสฟอรัส (mg/L) มีค่าสูงสุดในเดือนกันยายน หน่วยทดลองที่ 1 เลี้ยงปลาบู่ทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติก (ชุดควบคุม) ร่วมกับการเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 1 ตัว/ตารางเมตรมีค่าเท่ากับ 2.92 ± 0.05 mg/L และมีค่าต่ำสุดในเดือนตุลาคม หน่วยทดลองที่ 2 เลี้ยงปลาบู่ทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติกผสมสไปรูลินา 3% ร่วมกับการเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 2 ตัว/ตารางเมตร มีค่าเท่ากับ 2.41 ± 0.04 mg/L โดยมีความแตกต่างกันทางสถิติ ในเดือนสิงหาคม และเดือนกันยายน ดังภาพที่ 27



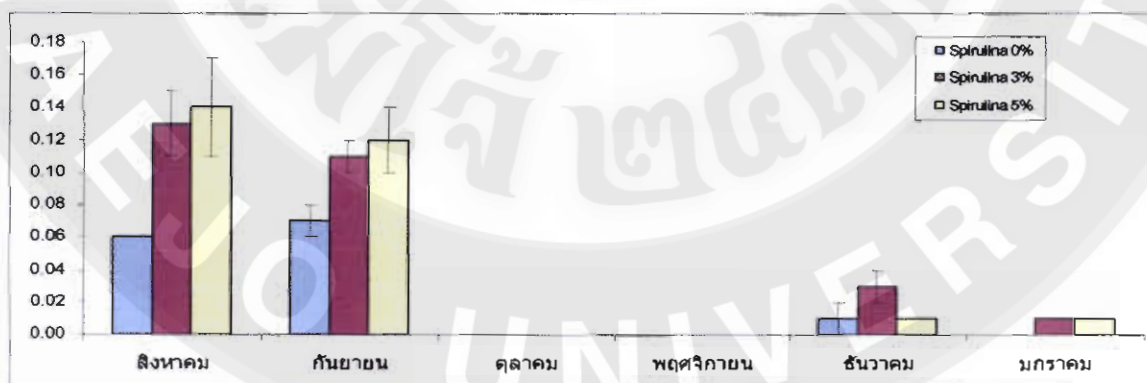
ภาพที่ 27 แสดงปริมาณออร์โทฟอสเฟตฟอสฟอรัส (mg/L) ในแต่ละหน่วยการทดลอง ระยะเวลา 6 เดือน

3.7 ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน (mg/L) มีค่าสูงสุดในเดือนธันวาคม หน่วยทดลองที่1 เลี้ยงปลาบุทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติก (ชุดควบคุม) ร่วมกับการเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 1 ตัว/ตารางเมตร มีค่าเท่ากับ 0.42 ± 0.02 mg/L และมีค่าต่ำสุดในเดือนสิงหาคม มีค่าเท่ากับ 0.02 ± 0 mg/L ทั้ง 3 หน่วยทดลองในแต่ละเดือน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้นเดือนตุลาคม มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยหน่วยทดลองที่1 มีค่ามากกว่า หน่วยทดลองที่ 2 และ 3 ดังภาพที่ 28



ภาพที่ 28 แสดงปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน (mg/L) แต่ละหน่วยการทดลอง ระยะเวลา 6 เดือน

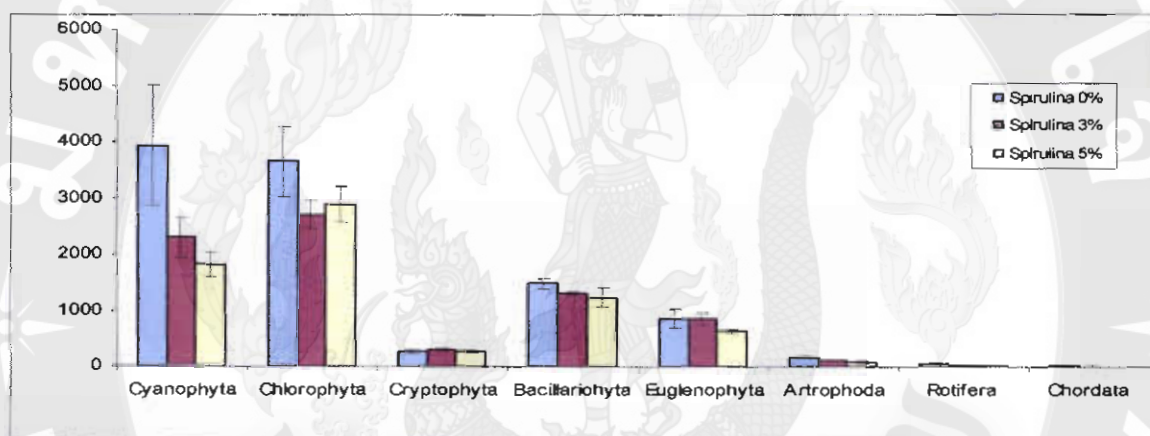
3.8 ปริมาณไนเตรทไนโตรเจน (mg/L) มีค่าสูงสุดในเดือนสิงหาคม หน่วยทดลองที่3 เลี้ยงปลาบุทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติกผสมสไปรูลิน่า 5% ร่วมกับการเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 4 ตัว/ตารางเมตร มีค่าเท่ากับ 0.14 ± 0.03 mg/L และมีค่าต่ำสุดในเดือนตุลาคม และพฤศจิกายน ทั้ง 3 หน่วยทดลองในแต่ละเดือน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้นเดือนสิงหาคม และกันยายน มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยหน่วยทดลองที่ 2 และ 3 มีค่ามากกว่า หน่วยทดลองที่ 1 ดังภาพที่ 29



ภาพที่ 29 แสดงปริมาณไนเตรทไนโตรเจน (mg/L) แต่ละหน่วยการทดลอง ระยะเวลา 6 เดือน

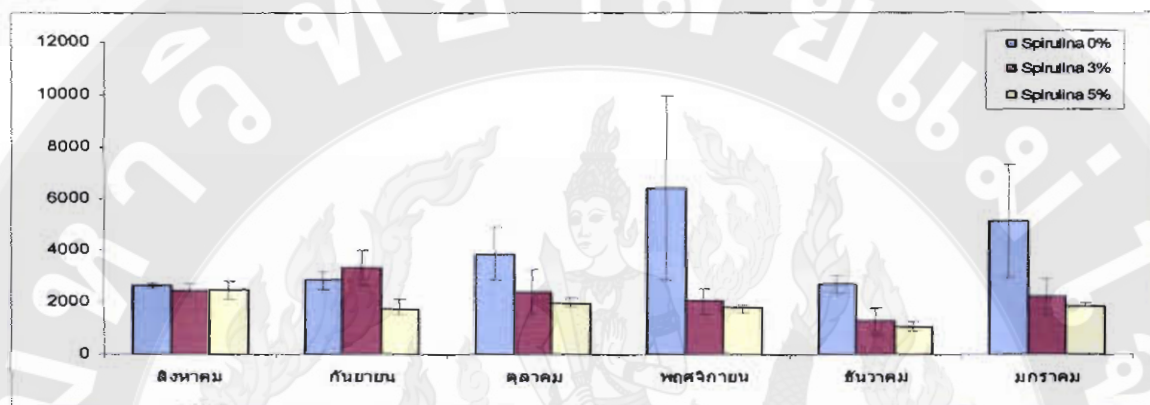
4. ความหลากหลายและองค์ประกอบของแพลงก์ตอน ในบ่อเลี้ยงปลาบู่ร่วมกับปลานิลแดง

ความหลากหลายและองค์ประกอบของแพลงก์ตอน สามหน่วยทดลองมีความแตกต่างกัน โดยแพลงก์ตอนพืชไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่หน่วยทดลองที่เลี้ยงปลาบู่ทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติก (ชุดควบคุม) มีแนวโน้มความหลากหลายและองค์ประกอบของแพลงก์ตอนพืชสูงที่สุด คือ คิวซี้น Cyanophyta 3930.74 ± 1087.38 Cell/L, คิวซี้น Chlorophyta 3649.68 ± 627.56 Cell/L, คิวซี้น Cryptophyta 263.98 ± 41.37 Cell/L, คิวซี้น Bacillariohyta 1481.62 ± 94.32 Cell/L และคิวซี้น Euglenophyta 861.92 ± 172.15 Cell/L แพลงก์ตอนสัตว์ Phylum Artrophoda มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยหน่วยทดลองที่เลี้ยงปลาบู่ทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติก (ชุดควบคุม) มีความหลากหลายและองค์ประกอบของแพลงก์ตอนพืชสูงที่สุด คือ 167.23 ± 13.55 Cell/L ดังภาพที่ 30

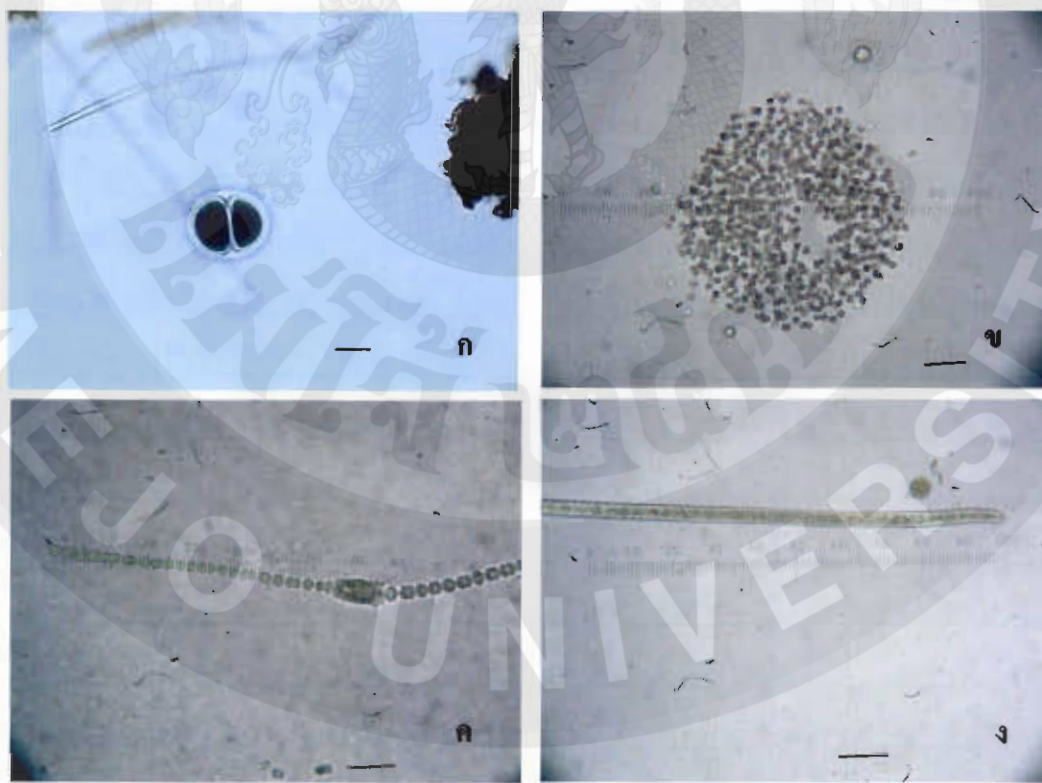


ภาพที่ 30 แสดงเฉลี่ยความหลากหลายและองค์ประกอบของแพลงก์ตอน

4.1 ความหลากหลายและองค์ประกอบของแพลงก์ตอนคิวิชั้น Cyanophyta (Cell/L) มีค่าสูงสุดในเดือนพฤศจิกายน หน่วยทดลองที่1 เลี้ยงปลาบู่ทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติก (ชุดควบคุม) มีค่าเท่ากับ 6410.1 ± 3548.22 Cell/L และมีค่าต่ำสุดในเดือนธันวาคม หน่วยทดลองที่3 เลี้ยงปลาบู่ทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติกผสมกับสาหร่ายสไปรูลิน่า 5%+ ปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 4 ตัว/ตร.ม. มีค่าเท่ากับ 1059.33 ± 191.22 Cell/L โดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังภาพที่ 31 และ 32



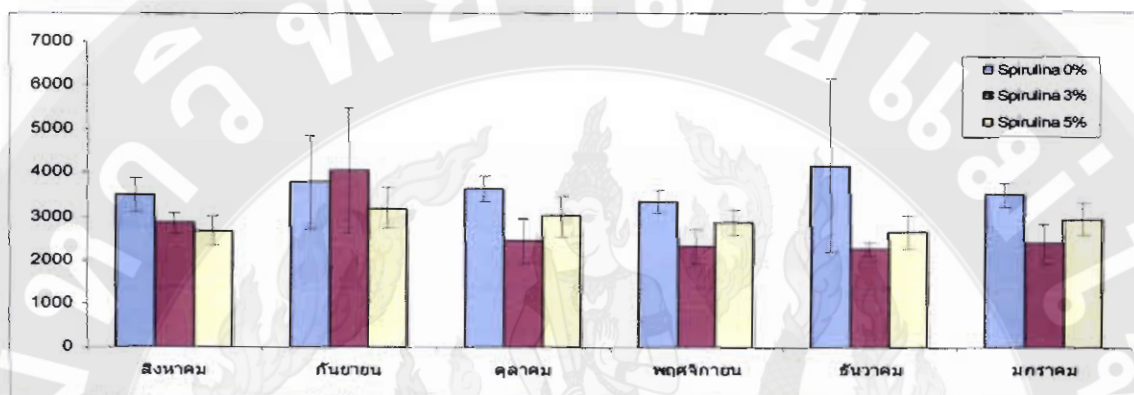
ภาพที่ 31 แสดงคิวิชั้น Cyanophyta (Cell/L) แต่ละหน่วยการทดลอง ระยะเวลา 6 เดือน



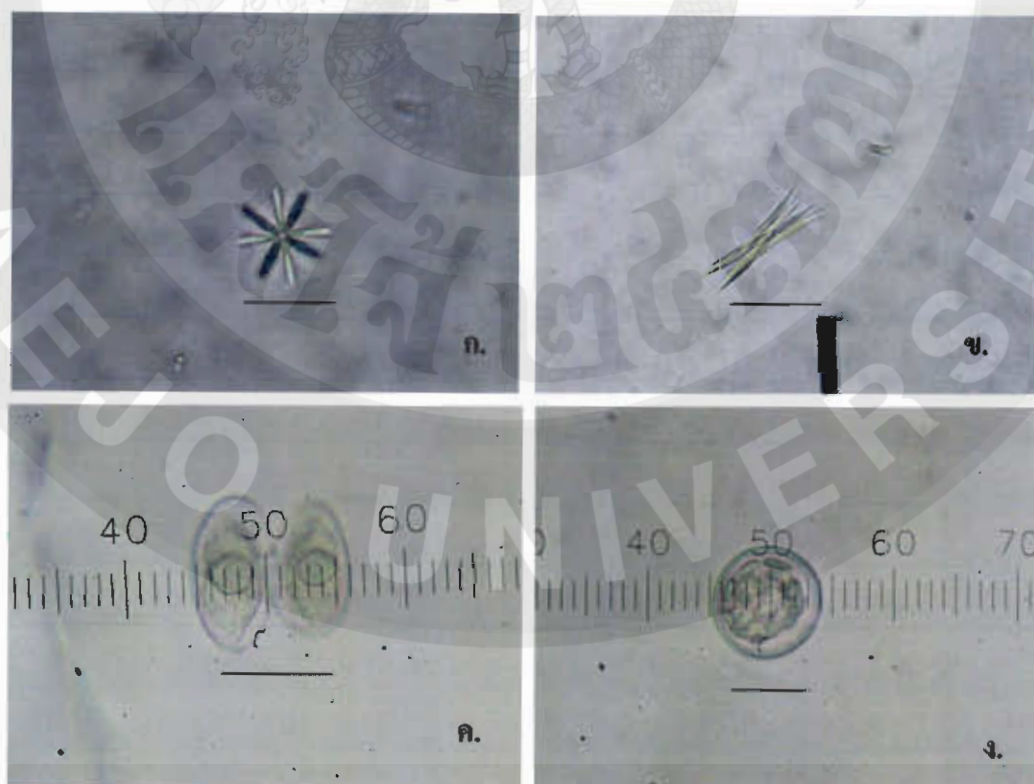
ภาพที่ 32 แพลงก์ตอนพืช Division Cyanophyta ก. *Chroococcus* sp. ข. *Microcystis* sp.

ค. *Nostoc* sp. ง. *Oscillatoria* sp. ขนาด scale 10 μ m

4.2 ความหลากหลายและองค์ประกอบของแพลงก์ตอนพืชชั้น Chlorophyta (Cell/L) มีค่าสูงสุดในเดือนธันวาคม หน่วยทดลองที่1 เลี้ยงปลาบู่ทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติก (ชุดควบคุม) มีค่าเท่ากับ 4155.73 ± 1968.37 Cell/L และมีค่าต่ำสุดในเดือนธันวาคม หน่วยทดลองที่2 เลี้ยงปลาบู่ทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติกผสมกับสาหร่ายสไปรูลินา 3%+ ปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 2 ตัว/ตร.ม. มีค่าเท่ากับ 2257.07 ± 166.37 Cell/L โดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังภาพที่ 33 และ 34

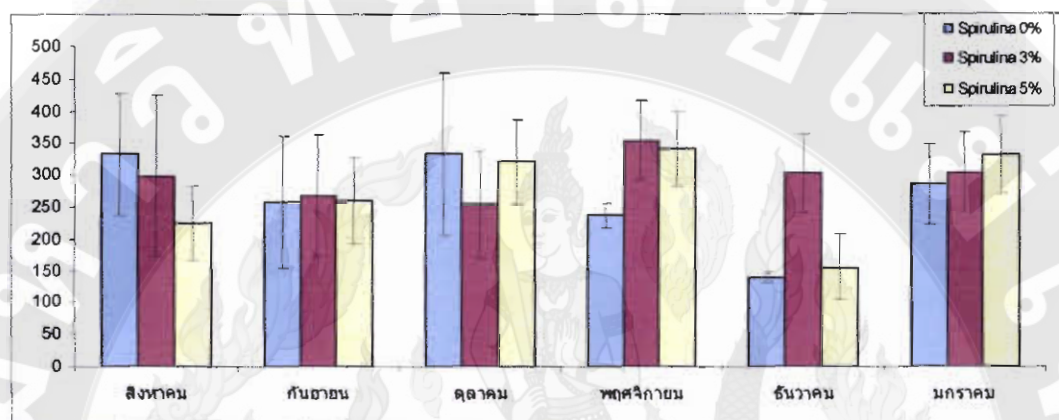


ภาพที่ 33 แสดงชีวชีวน Chlorophyta (Cell/L) ในแต่ละหน่วยการทดลอง ระยะเวลา 6 เดือน

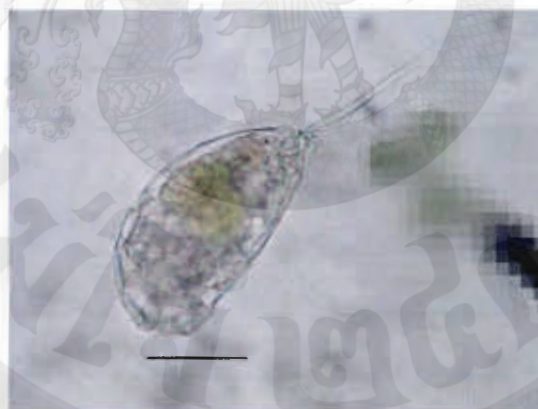


ภาพที่ 34 แพลงก์ตอนพืช Division Chlorophyta ก. *Actinastrum hantzschii* sp. ข. *Ankistrodesmus* sp. ค. *Cosmarium* ง. *Chlorella* sp. ขนาด scale 10 μ m

4.3 ความหลากหลายและองค์ประกอบของแพลงก์ตอนสัตว์ชั้น Cryptophyta (Cell/L) มีค่าสูงสุดในเดือนพฤศจิกายน หน่วยทดลองที่2 เลี้ยงปลานู๋ทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติกผสมกับสาหร่ายสไปรูลิน่า 3%+ ปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 2 ตัว/ตร.ม. มีค่าเท่ากับ 354.3 ± 61.51 Cell/L และมีค่าต่ำสุดในเดือนธันวาคม หน่วยทดลองที่1 เลี้ยงปลานู๋ทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติก (หูดควมคุม) มีค่าเท่ากับ 139.2 ± 6.93 Cell/L โดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังภาพที่ 35 และ 36

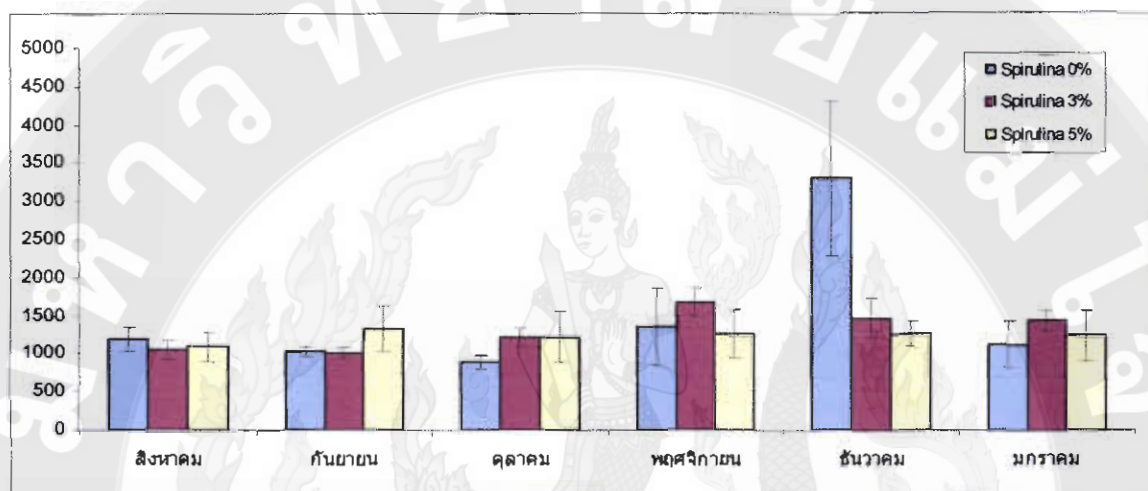


ภาพที่ 35 แสดงสัตว์ชั้น Cryptophyta (Cell/L) ในแต่ละหน่วยการทดลอง ระยะเวลา 6 เดือน

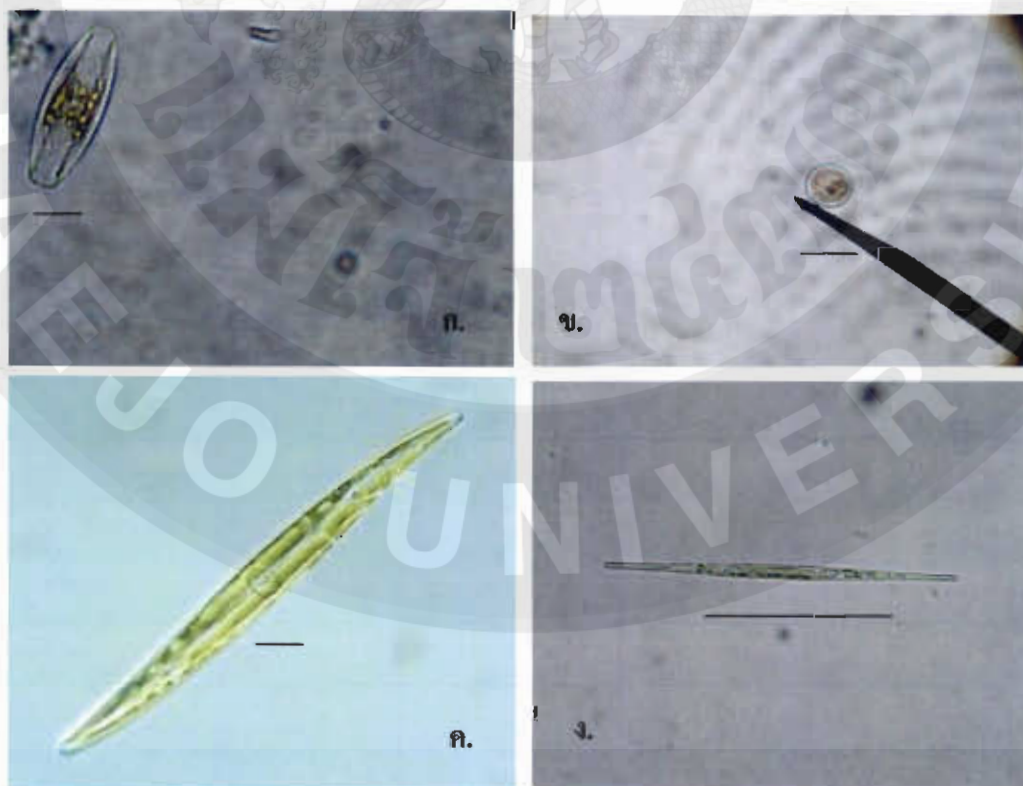


ภาพที่ 36 แพลงก์ตอนพืช Division Cryptophyta (*Cryptomonas*) ขนาด scale 20 μ m

4.4 ความหลากหลายและองค์ประกอบของแพลงก์ตอนดิวซี้น Bacillariohyta (Cell/L) มีค่าสูงสุดในเดือนธันวาคม หน่วยทดลองที่ 1 เลี้ยงปลาบูทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติก (ชุดควบคุม) มีค่าเท่ากับ 3299.33 ± 1019.23 Cell/L และมีค่าต่ำสุดในเดือนตุลาคม หน่วยทดลองที่ 1 เลี้ยงปลาบูทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติก (ชุดควบคุม) มีค่าเท่ากับ 897.27 ± 88.7 Cell/L โดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังภาพที่ 37 และ 38

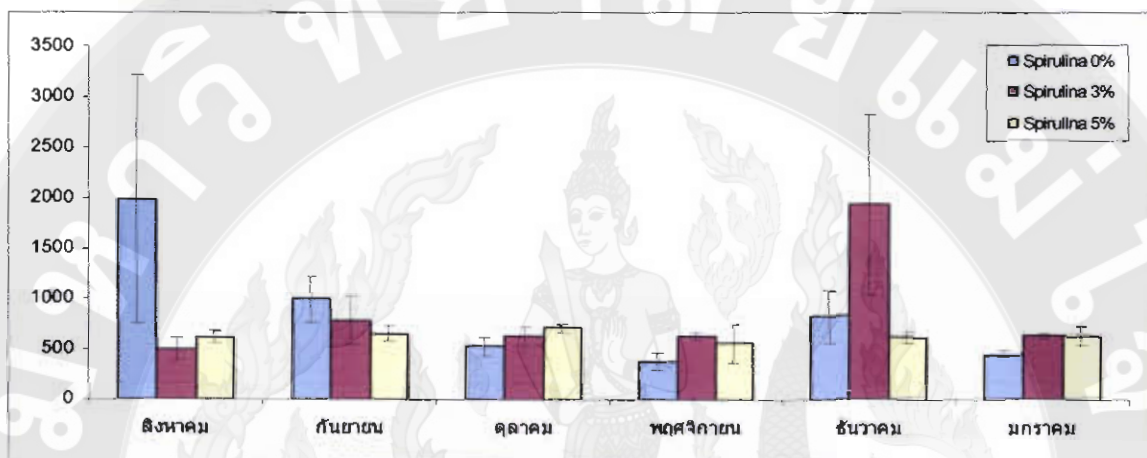


ภาพที่ 37 แสดงดิวซี้น Bacillariohyta (Cell/L) ในแต่ละหน่วยการทดลอง ระยะเวลา 6 เดือน

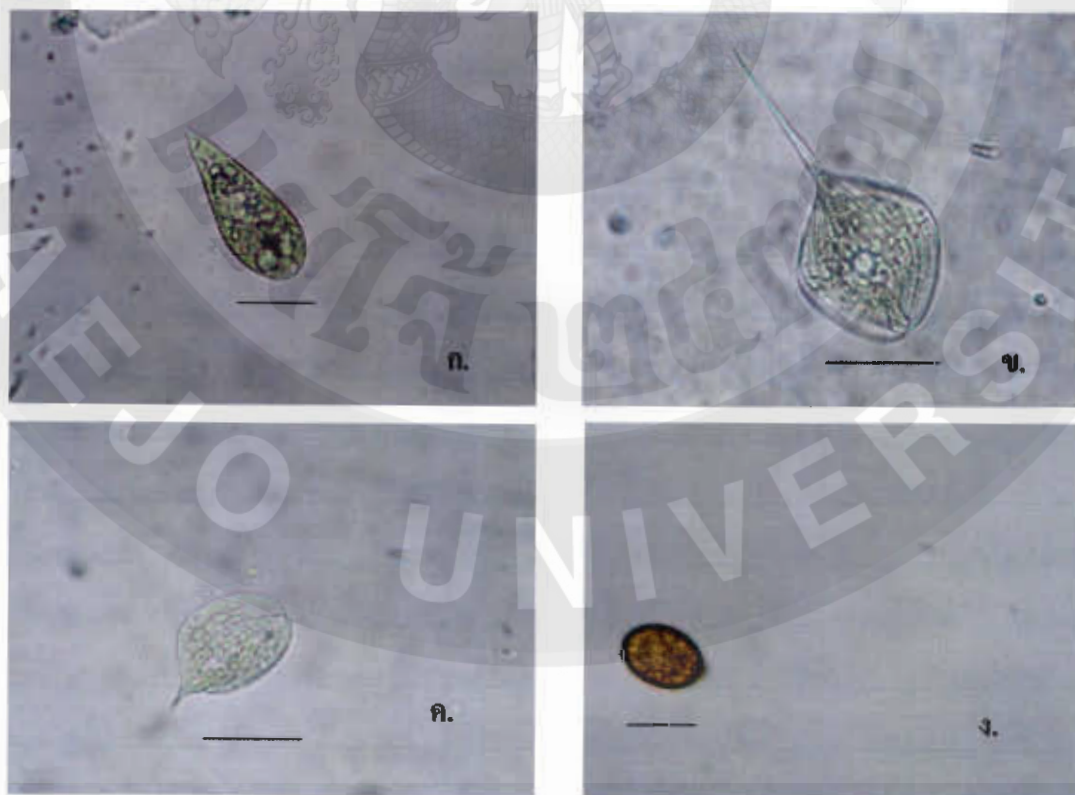


ภาพที่ 38 แพลงก์ตอนพืช Division Bacillariohyta ก. *Cymbella* sp. ข. *Cyclotella* sp. ค. *Gyrosigma* sp. ง. *Synedra* sp. ขนาด scale 20 μ m

4.5 ความหลากหลายและองค์ประกอบของแพลงก์ตอนดิวิชัน Euglenophyta (Cell/L) มีค่าสูงสุดในเดือนสิงหาคม หน่วยทดลองที่1 เลี้ยงปลาบู่ทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติก (ชุดควบคุม) มีค่าเท่ากับ 1977.77 ± 1231.31 Cell/L และมีค่าต่ำสุดในเดือนพฤศจิกายน หน่วยทดลองที่1 เลี้ยงปลาบู่ทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติก (ชุดควบคุม) มีค่าเท่ากับ 389 ± 83.05 Cell/L โดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังแสดงภาพที่ 39 และ 40



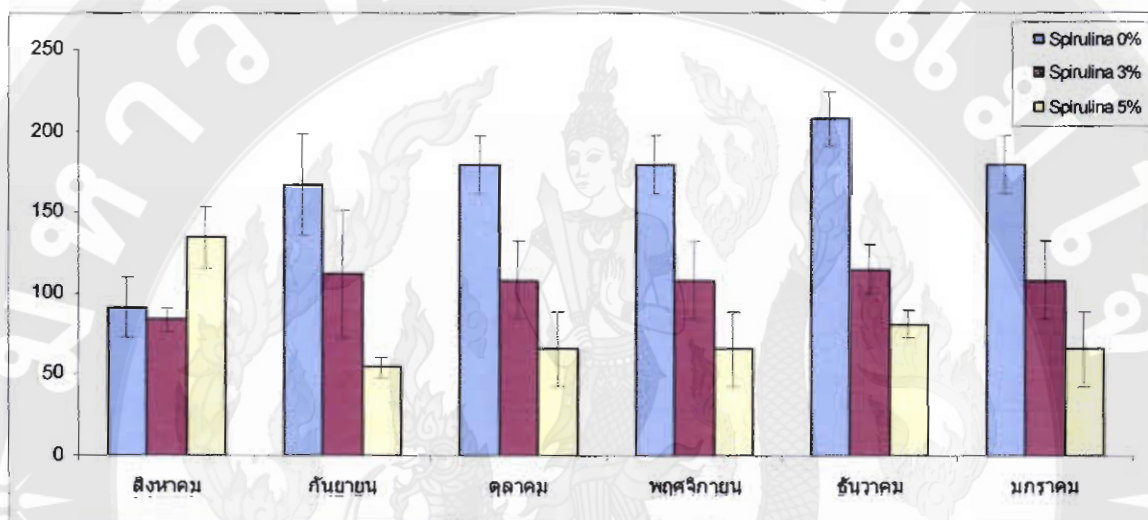
ภาพที่ 39 แสดงดิวิชัน Euglenophyta (Cell/L) ในแต่ละหน่วยการทดลอง ระยะเวลา 6 เดือน



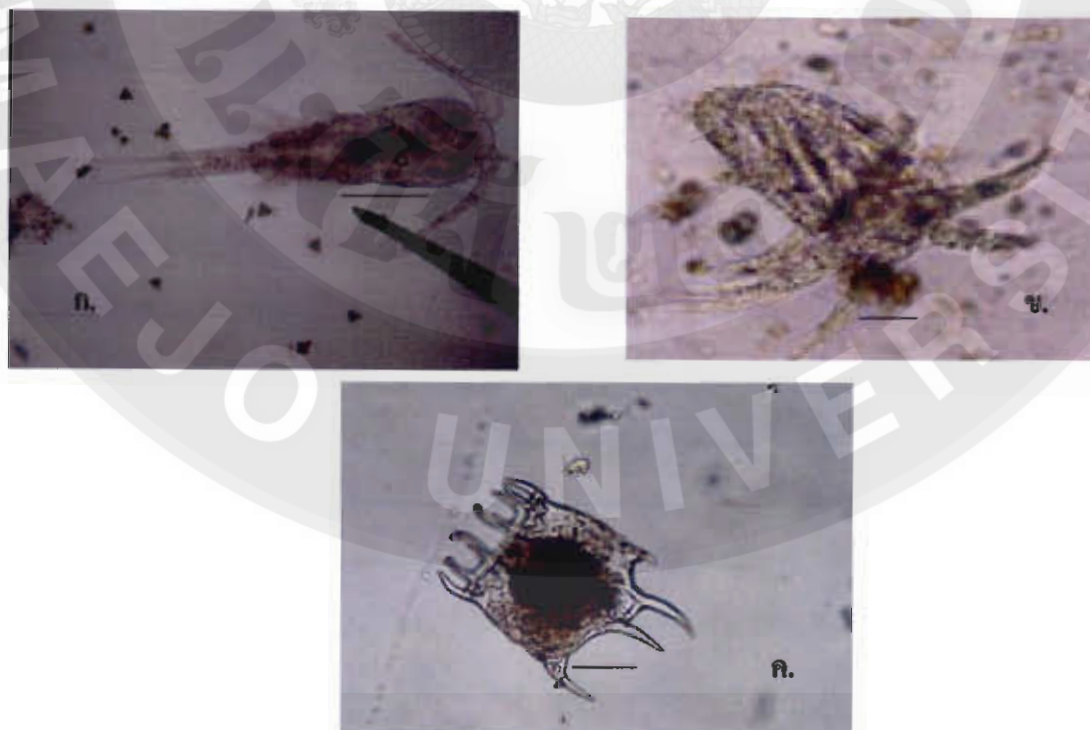
ภาพที่ 40 แพลงก์ตอนพืช Division Euglenophyta ก. *Euglena* sp. ข. *Phacus* sp.

ค. *Phacus* sp. ง. *Trachelomonas* sp. ขนาด scale 10 μ m

4.6 ความหลากหลายและองค์ประกอบของแพลงก์ตอน Phylum Artrophoda (Cell/L) มีค่าสูงสุดในเดือนธันวาคม หน่วยทดลองที่1 เลี้ยงปลาบูทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติก (ชุดควบคุม) มีค่าเท่ากับ 207.3 ± 17.22 Cell/L และมีค่าต่ำสุดในเดือนกันยายน หน่วยทดลองที่3 เลี้ยงปลาบูทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติกผสมกับสาหร่ายสไปรูลิน่า 5%+ ปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 4 ตัว/ตร.ม. มีค่าเท่ากับ 54.77 ± 6.28 Cell/L โดยในเดือนตุลาคม ถึงเดือนมกราคม มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังภาพที่ 41 และ 42



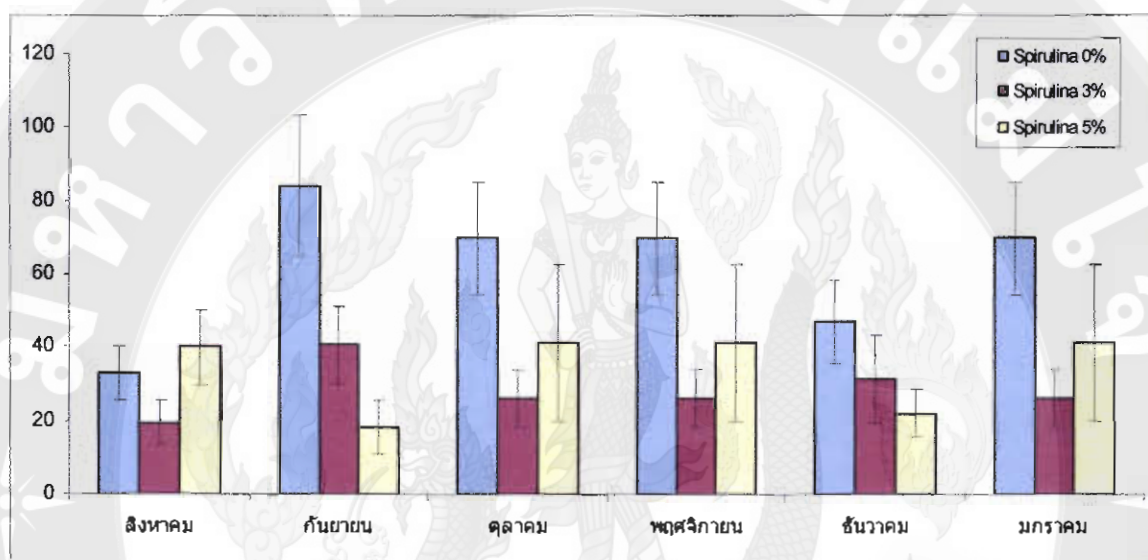
ภาพที่ 41 แสดง Phylum Artrophoda (Cell/L) ในแต่ละหน่วยการทดลอง ระยะเวลา 6 เดือน



ภาพที่ 42 แพลงก์ตอนสัตว์ Phylum Artrophoda ก. *Copepod* sp. ข. *Naupilus* sp. ค. *Keratella* sp.

ขนาด scale 100 μ m

4.7 ความหลากหลายและองค์ประกอบของแพลงก์ตอน Phylum Rotifera (Cell/L) มีค่าสูงสุดในเดือนกันยายน หน่วยทดลองที่1 เลี้ยงปลาบู่ทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติก (ชุดควบคุม) มีค่าเท่ากับ 84.17 ± 19.38 Cell/L และมีค่าต่ำสุดในเดือนกันยายน หน่วยทดลองที่3 เลี้ยงปลาบู่ทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติกผสมกับสาหร่ายสไปรูลินา 5%+ ปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 4 ตัว/ตร.ม. มีค่าเท่ากับ 18.37 ± 7.26 Cell/L โดยในเดือนกันยายน มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังภาพที่ 43 และ 44

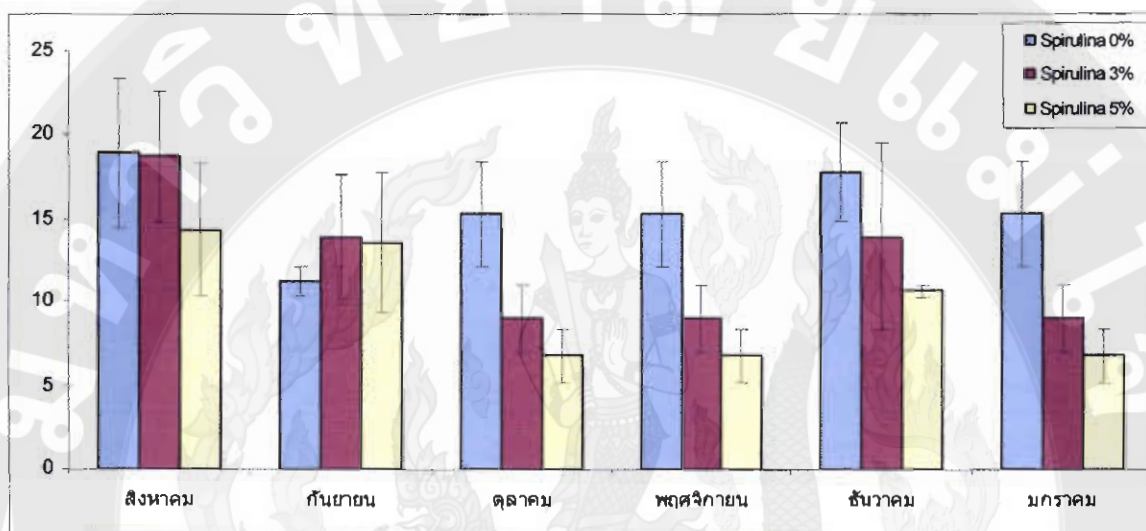


ภาพที่ 43 แสดง Phylum Rotifera (Cell/L) ในแต่ละหน่วยการทดลอง ระยะเวลา 6 เดือน



ภาพที่ 44 แพลงก์ตอนสัตว์ Phylum Rotifera (Rotifera) ขนาด scale 100 μm

4.8 ความหลากหลายและองค์ประกอบของแพลงก์ตอน Phylum Chordata (Cell/L) มีค่าสูงสุดในเดือนสิงหาคม หน่วยทดลองที่1 เลี้ยงปลาบู่ทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติก (ชุดควบคุม) มีค่าเท่ากับ 18.9 ± 4.49 Cell/L และมีค่าต่ำสุดในเดือนตุลาคม, พฤศจิกายน และมกราคม หน่วยทดลองที่3 เลี้ยงปลาบู่ทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติกผสมกับสาหร่ายสไปรูลินา 5%+ ปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 4 ตัว/ตร.ม. มีค่าเท่ากับ 6.8 ± 1.57 Cell/L โดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังภาพที่ 45 และ 46



ภาพที่ 45 แสดง Phylum Chordata (Cell/L) ในแต่ละหน่วยการทดลอง ระยะเวลา 6 เดือน



ภาพที่ 46 แพลงก์ตอนสัตว์ Phylum Chordata ก - ข ไข่ปลา และลูกปลาวัยอ่อน

ขนาด scale 100 μm

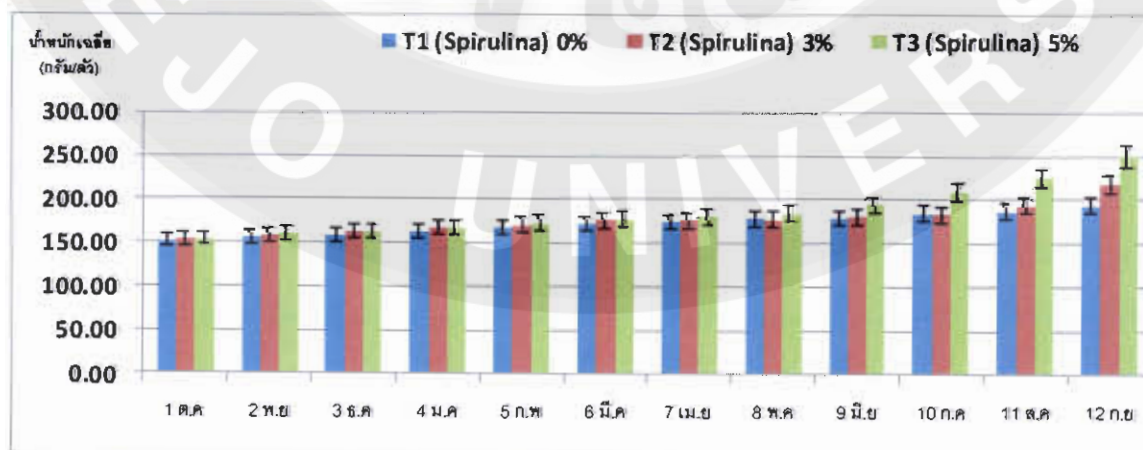
ผลการวิจัยในปิงปประมาณ 2555

การเพาะเลี้ยงปลานู๋ทรายในกระชังร่วมกับปลานิลแดง ในบ่อดิน แบบเศรษฐกิจพอเพียง เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน เป็นการศึกษาการเจริญเติบโตร่วมกัน ระหว่างปลานู๋ทรายกับปลานิลแดง ในปิงปประมาณ 2555 ทำการศึกษา ค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศ ความคกของไข่ของปลานู๋ การเพาะพันธุ์ และประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของลูกปลานู๋ทราย เช่น อัตราน้ำหนัที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน อัตราการรอดตาย และต้นทุนในการผลิต (ผันแปร) ของลูกปลานู๋ทราย รวมถึงทำศึกษาวิเคราะห์ปัจจัยคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า

1. ค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศ ของ พ่อ-แม่พันธุ์ปลานู๋

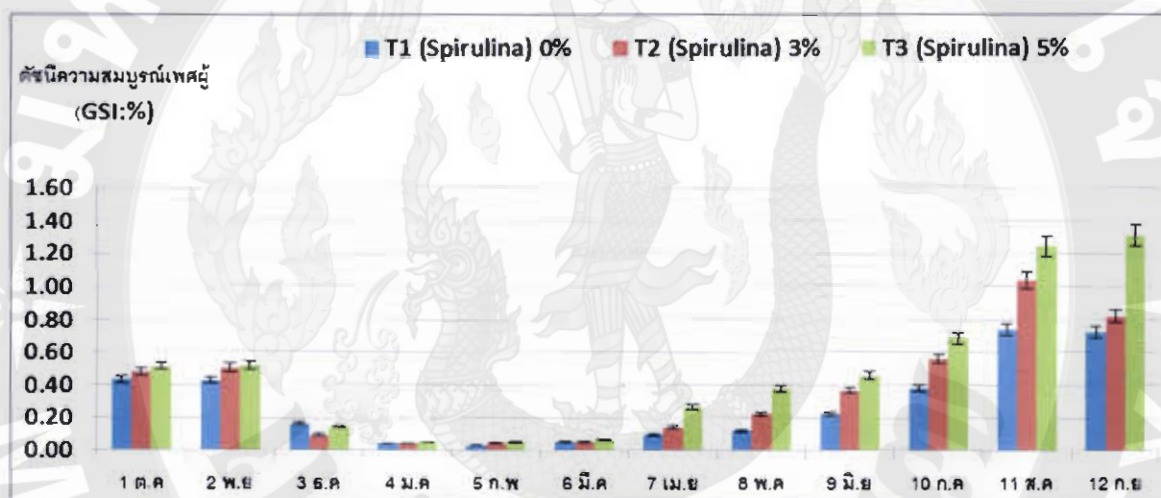
แผนการดำเนินงาน ในปีที่ 2 งบประมาณ 2555 ค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศ ของ พ่อ-แม่พันธุ์ปลานู๋ ที่ได้รับอาหารต่างกันในแต่ละหน่วยการทดลอง ตลอดระยะเวลา 12 เดือน มีดังนี้

1.1 น้ำหนักเฉลี่ย(กรัม/ตัว) ของพ่อ-แม่พันธุ์ปลานู๋ทราย เริ่มต้นทดลองมีน้ำหนักเฉลี่ย อยู่ระหว่าง $152 \pm 2.17 - 154.58 \pm 1.42$ กรัม/ตัว น้ำหนักปลาเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่เลี้ยง และเริ่มมีความแตกต่างทางสถิติ ($p < 0.05$) ตั้งแต่เดือนที่ 9 ของการเลี้ยงเป็นต้นไป โดยหน่วยทดลองที่ 3 ปลานู๋ที่เลี้ยงด้วยอาหารที่เป็นปลาสดผสมกับสไปรูลิน่า 5%+ ปลานิลที่ปล่อยความหนาแน่น 4 ตัว/ตารางเมตร มีน้ำหนักเฉลี่ยดีกว่า หน่วยทดลองที่ 2 ปลาที่ได้รับอาหาร เป็นปลาสดผสมสไปรูลิน่า 3% +ปลานิลที่ปล่อยความหนาแน่น 2 ตัว/ตารางเมตร และ หน่วยทดลองที่1 เลี้ยงปลานู๋ทราย ด้วยอาหารที่เป็นปลาสด (ซुकควบคุม)+ปลานิลที่ปล่อยความหนาแน่น 1 ตัว/ตารางเมตร 1 ตัว/ตารางเมตร ตามลำดับ และ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ดังภาพที่ 47



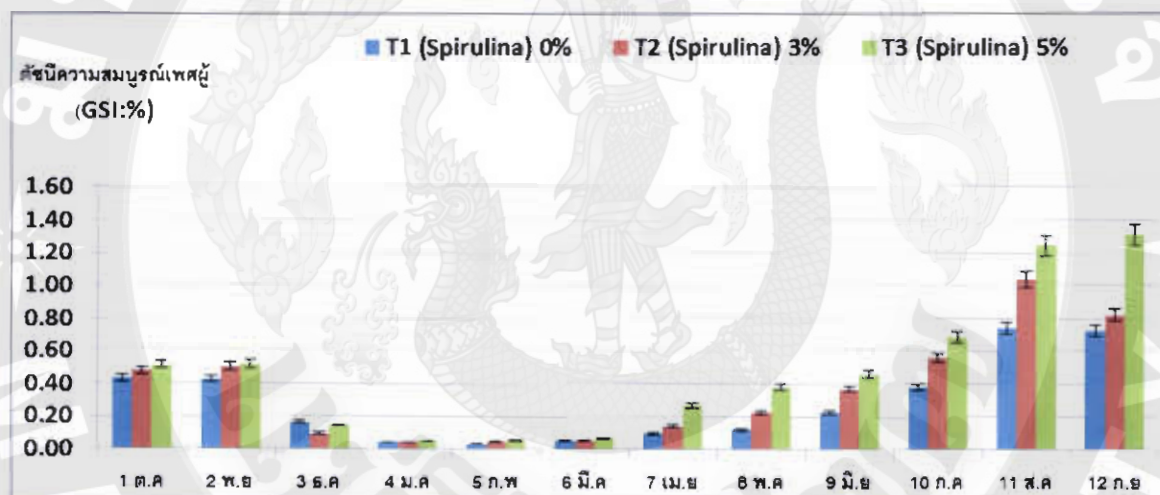
ภาพที่ 47 น้ำหนักเฉลี่ยของ พ่อ-แม่พันธุ์ปลานู๋ ที่ได้รับอาหารต่างกันในแต่ละหน่วยการทดลอง ตลอดระยะเวลา 12 เดือน

1.2 ดัชนีการเจริญพันธุ์ (Gonadosomatic Index; %GSI) เกล็ดของแม่พันธุ์ปลานู๋ที่ได้รับอาหารต่างกันในแต่ละหน่วยการทดลอง ตลอดระยะเวลา 12 เดือน เมื่อเริ่มต้นดัชนีการเจริญพันธุ์ (GSI;%) ของปลายู่ระหว่าง $0.49 \pm 0.06 - 0.69 \pm 0.01\%$ และ ดัชนีการเจริญพันธุ์ของปลาเพิ่มขึ้น ตามระยะเวลาที่เลี้ยง และเริ่มมีความแตกต่างทางสถิติ ($p < 0.05$) ตั้งแต่ เดือนที่ 6 ของการเลี้ยง เป็นต้นไป โดยหน่วยทดลองที่ 3 ปลานู๋ที่เลี้ยงด้วยอาหารที่เป็นพลาสติกผสมกับสไปรูลิน่า 5%+ ปลานิลที่ปล่อยความหนาแน่น 4 ตัว/ตารางเมตร มีดัชนีการเจริญพันธุ์ ดีกว่า หน่วยทดลองที่ 2 ปลาที่เลี้ยงด้วยอาหาร เป็นพลาสติกผสมสไปรูลิน่า 3% +ปลานิลที่ปล่อยความหนาแน่น 2 ตัว/ตารางเมตร และ หน่วยทดลองที่1 เลี้ยงปลานู๋ทราย ด้วยอาหารที่เป็นพลาสติก (ชุดควบคุม) +ปลานิลที่ปล่อยความหนาแน่น 1 ตัว/ตารางเมตร 1 ตัว/ตารางเมตร ตามลำดับ และ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ดังภาพที่ 48



ภาพที่ 48 ค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศเมีย (Gonadosomatic index, %GSI) เกล็ดของแม่พันธุ์ปลานู๋ที่ได้รับอาหารต่างกันในแต่ละหน่วยการทดลอง ตลอดระยะเวลา 12 เดือน

1.3 ดัชนีการเจริญพันธุ์ (Gonadosomatic Index; %GSI) เฉลี่ยของพ่อแม่พันธุ์ปลาที่ได้รับอาหารต่างกันในแต่ละหน่วยการทดลอง ตลอดระยะเวลา 12 เดือน เมื่อเริ่มต้นดัชนีการเจริญพันธุ์ (GSI;%) ของปลาอยู่ระหว่าง $0.43 \pm 0.06 - 0.52 \pm 0.06\%$ และ ดัชนีการเจริญพันธุ์ของปลาเพิ่มขึ้น ตามระยะเวลาที่เลี้ยง และเริ่มมีความแตกต่างทางสถิติ ($p < 0.05$) ตั้งแต่เดือนที่ 1-2 และเริ่มแตกต่างอีกครั้งในเดือนที่ 7 ของการเลี้ยงเป็นต้นไป โดยหน่วยทดลองที่ 3 ปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่เป็นพลาสติกผสมกับสไปรูลิน่า 5%+ปลานิลที่ปล่อยความหนาแน่น 4 ตัว/ตารางเมตร มีดัชนีการเจริญพันธุ์ ต่ำกว่า หน่วยทดลองที่ 2 ปลาที่ได้รับอาหารเป็นพลาสติกผสมสไปรูลิน่า 3% +ปลานิลที่ปล่อยความหนาแน่น 2 ตัว/ตารางเมตร และหน่วยทดลองที่ 1 เลี้ยงปลาทราย ด้วยอาหารที่เป็นพลาสติก (ชุดควบคุม) +ปลานิลที่ปล่อยความหนาแน่น 1 ตัว/ตารางเมตร 1 ตัว/ตารางเมตร ตามลำดับ และ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ดังภาพที่ 49

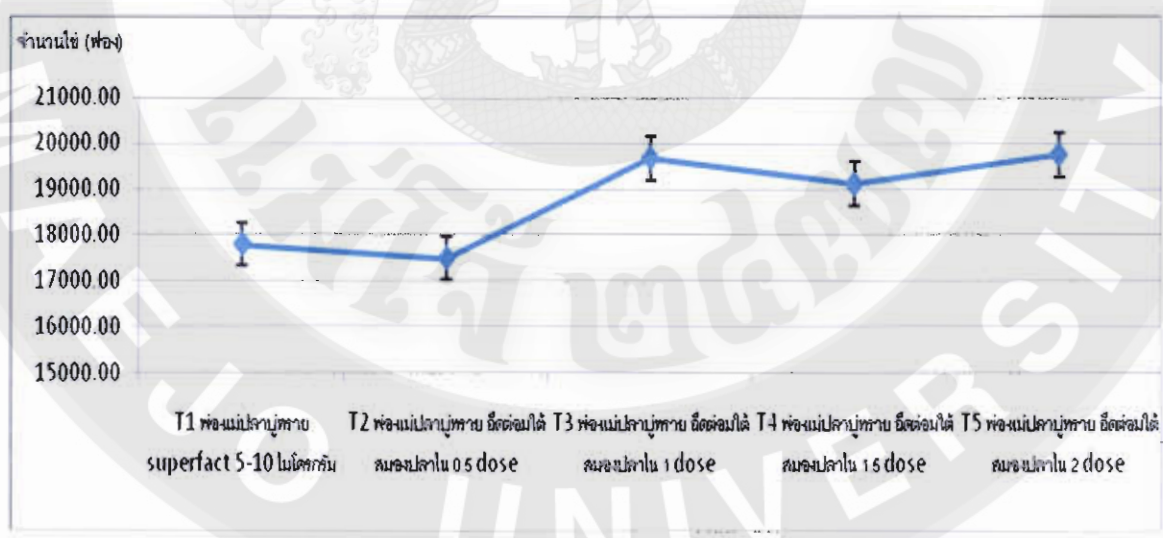


ภาพที่ 49 ค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศ (Gonadosomatic index, %GSI) เฉลี่ยของพ่อแม่พันธุ์ปลาที่ได้รับอาหารต่างกันในแต่ละหน่วยการทดลอง ตลอดระยะเวลา 12 เดือน

2. การเพาะพันธุ์ปลานู๋ทราย

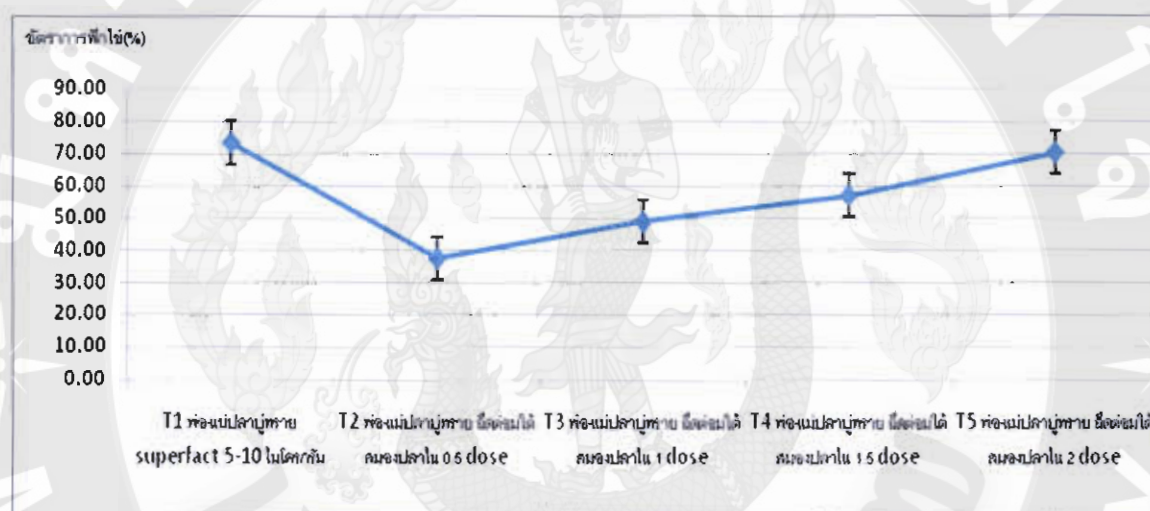
ด้วยใช้ฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองของปลาไน เปรียบเทียบกับฮอร์โมนสังเคราะห์ทั่วไป ใช้อัตราความเข้มข้นของ ฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองของปลาไน และฮอร์โมนสังเคราะห์ที่ระดับต่างๆ (ดังวิธีการทดลองข้อ 3) นำพ่อ-แม่พันธุ์ปลานู๋ทรายที่ฉีดฮอร์โมน ทั้ง 5 หน่วยทดลองๆ 3 ชั่วโมง 15 ชั่วโมง หรือ 15 กระชัง โดยใช้กระชังมุ้งสีฟ้าขนาด 1 ตารางเมตร/ปลา 1 คู่ รวมปลาทั้งหมด 15 คู่ ให้ออกซิเจน และใส่กระเบื้องเพื่อให้ไข่ติด ระยะเวลาประมาณ 3 วัน ไข่ปลาติดกระเบื้อง สุ่มนับจำนวนไข่ และนำไข่ปลาที่ติดกระเบื้อง มาฟักในตู้กระจก เพื่อหาอัตราการฟักไข่ และได้ผลการทดลอง ดังนี้

2.1 จำนวนไข่ (ฟอง) ของแม่พันธุ์ปลานู๋ ในหน่วยทดลองที่ 3 แม่พันธุ์ปลานู๋ทรายที่ใช้ฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองปลาไนความเข้มข้น 1 dose หน่วยทดลองที่ 4 แม่พันธุ์ปลานู๋ทรายที่ใช้ฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองปลาไน ความเข้มข้น 1.5 dose และหน่วยทดลองที่ 5 แม่พันธุ์ปลานู๋ทรายที่ใช้ฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองปลาไน ความเข้มข้น 2 dose มีจำนวนไข่เท่ากับ $19,683 \pm 1,868$ ฟอง $19,115 \pm 983$ ฟอง และ $19,750 \pm 2,264$ ฟอง ตามลำดับ และมีจำนวนไข่ มากกว่า หน่วยทดลองที่ 1 แม่พันธุ์ปลานู๋ทรายที่ใช้ฮอร์โมนสังเคราะห์ superfact ความเข้มข้น 5-10 ไมโครกรัม(ชุดควบคุม) และ หน่วยทดลองที่ 2 แม่พันธุ์ปลานู๋ทรายที่ใช้ฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองปลาไน ความเข้มข้น 0.5 dose ตามลำดับ และมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ดังภาพที่ 50



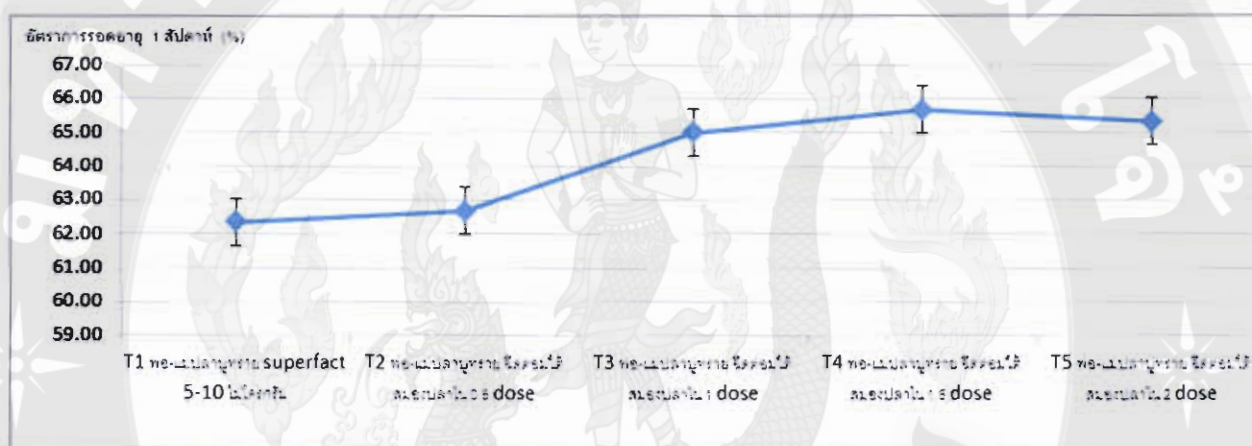
ภาพที่ 50 จำนวนไข่ ของแม่พันธุ์ปลานู๋ ในหน่วยการทดลองที่ 3, 4 และ 5 มากกว่าหน่วยทดลองอื่นๆ

2.2 อัตราการฟักไข่ (%) ของ พ่อ-แม่พันธุ์ปลาใน หน่วยทดลองที่ 1 พ่อแม่พันธุ์ปลาทรายที่ใช้ฮอร์โมนสังเคราะห์ superfact ความเข้มข้น 5-10 ไมโครกรัม(ชุดควบคุม) และหน่วยทดลองที่ 5 พ่อแม่พันธุ์ปลาทรายที่ใช้ฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองปลาในความเข้มข้น 2 dose มีค่าเท่ากับ $73.20 \pm 3.96\%$ และ $70.13 \pm 0.85\%$ มากกว่าหน่วยทดลองที่ 4 พ่อแม่พันธุ์ปลาทรายที่ใช้ฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองปลาในความเข้มข้น 1.5 dose หน่วยทดลองที่ 3 พ่อแม่พันธุ์ปลาทรายที่ใช้ฮอร์โมนสังเคราะห์จากต่อมใต้สมองปลาในความเข้มข้น 1 dose และ หน่วยทดลองที่ 2 พ่อแม่พันธุ์ปลาทรายที่ใช้ฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองปลาในความเข้มข้น 0.5 dose ตามลำดับ และ มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังภาพที่ 51



ภาพที่ 51 อัตราการฟักไข่ (%) ของ ลูกปลาในหน่วยการทดลองที่ 1 และ 5 มากกว่าหน่วยทดลองอื่นๆ

2.3 อัตราการรอด (%) ใน 1 สัปดาห์ ของลูกปลาที่ได้รับจาก พ่อ-แม่พันธุ์ปลา ในหน่วยทดลอง ที่ 5 พ่อ-แม่พันธุ์ปลาทรายที่ใช้ฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองปลาในความเข้มข้น 2 dose หน่วยทดลองที่ 4 พ่อ-แม่พันธุ์ปลาทรายที่ใช้ฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองปลาในความเข้มข้น 1.5 dose และหน่วยทดลองที่ 3 พ่อ-แม่พันธุ์ปลาทรายที่ใช้ฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองปลาใน ความเข้มข้น 1 dose มีค่าเท่ากับ $65.33 \pm 3.06\%$ $65.67 \pm 2.08\%$ และ $65.00 \pm 1.00\%$ ตามลำดับ และมีอัตราการรอด ของลูกปลาอายุใน 1 สัปดาห์ มากกว่าหน่วยทดลองที่ 2 พ่อ-แม่พันธุ์ปลาทรายที่ใช้ฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองปลาในความเข้มข้น 0.5 dose และ หน่วยทดลองที่ 1 พ่อ-แม่พันธุ์ปลาทรายที่ใช้ฮอร์โมนสังเคราะห์ superfact ความเข้มข้น 5-10 ไมโครกรัม(ชุดควบคุม) ตามลำดับ และ มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังภาพที่ 52

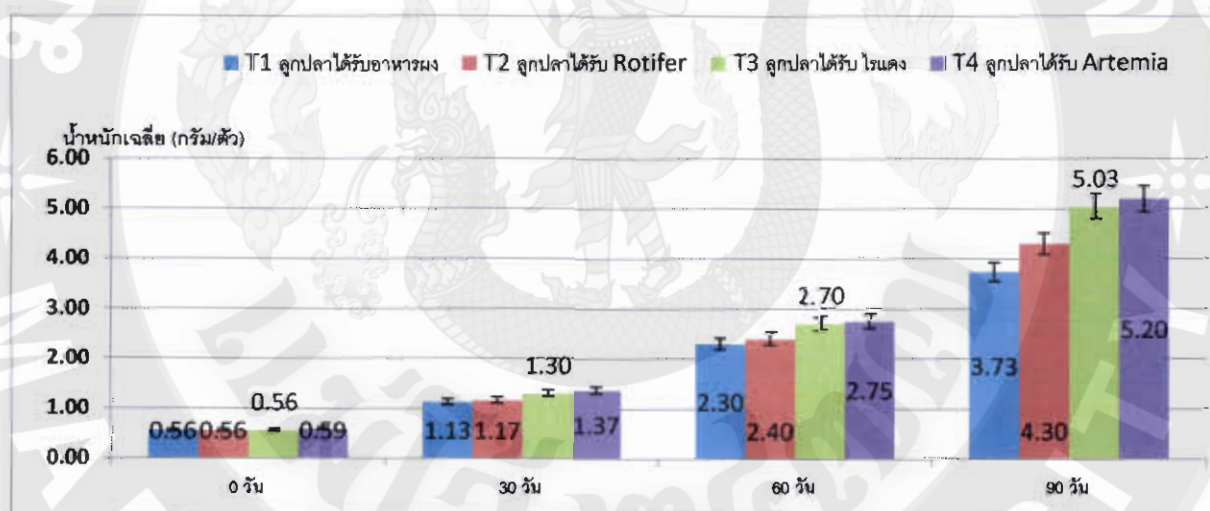


ภาพที่ 52 อัตราการรอด (%) ของลูกปลา ในหน่วยการทดลองที่ 5, 4 และ 3 มากกว่าหน่วยทดลองที่ 2 และ 1 ตลอดระยะเวลา 1 สัปดาห์

3. ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของการอนุบาลลูกปลานู๋ทราย

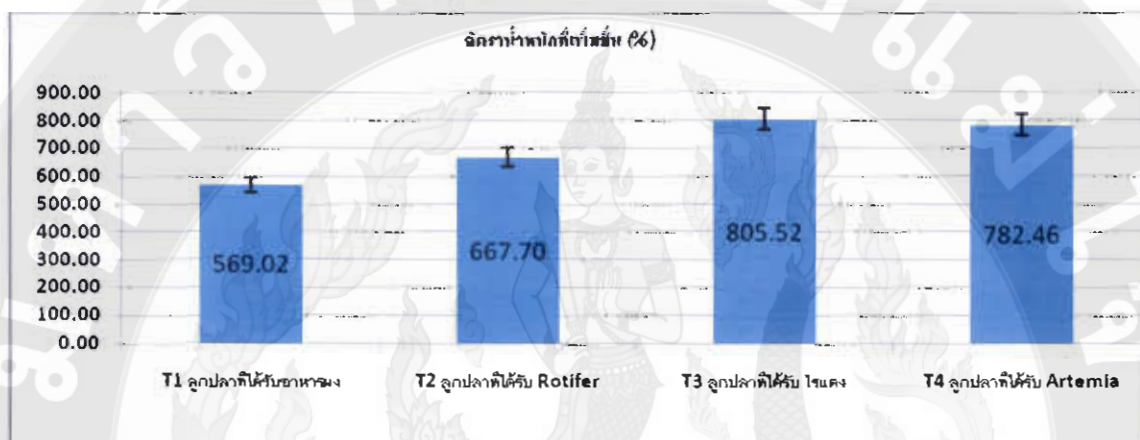
การเปรียบเทียบ ประสิทธิภาพการเจริญเติบโต การอนุบาลลูกปลานู๋ทราย ในตู้กระจกขนาด 10X24X15 ซม. โดยใช้อาหารผงทั่วไป (ชุดควบคุม) แพลงก์ตอนสัตว์ Rotifer *Moina* sp. (ไรแดง) และ Artemia และถ่วงน้ำหนักจำนวนลูกปลา เพื่อหาประสิทธิภาพการเจริญเติบโต ได้ผลการทดลอง ดังนี้

3.1 น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม/ตัว) ของลูกปลานู๋ทราย เริ่มต้นทดลอง มีน้ำหนักเฉลี่ย อยู่ระหว่าง $0.56 \pm 0.10 - 0.59 \pm 0.02$ กรัม/ตัว น้ำหนักปลาเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่อนุบาล และเริ่มมีความแตกต่างทางสถิติ ($p < 0.05$) ตั้งแต่วันที่ 30 ของการอนุบาลเป็นต้นไป โดยหน่วยทดลองที่ 4 การอนุบาลลูกปลานู๋ทราย โดยใช้ Artemia เป็นอาหาร และหน่วยทดลองที่ 3 การอนุบาลลูกปลานู๋ทราย โดยใช้ไรแดง เป็นอาหาร มีน้ำหนักเฉลี่ยของลูกปลานู๋ทราย มากกว่า หน่วยทดลองที่ 2 การอนุบาลลูกปลานู๋ทราย โดยใช้ Rotifer เป็นอาหาร และหน่วยทดลองที่ 1 การอนุบาลลูกปลานู๋ทราย โดยใช้อาหารผงเป็นอาหาร และ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ดังภาพที่ 53



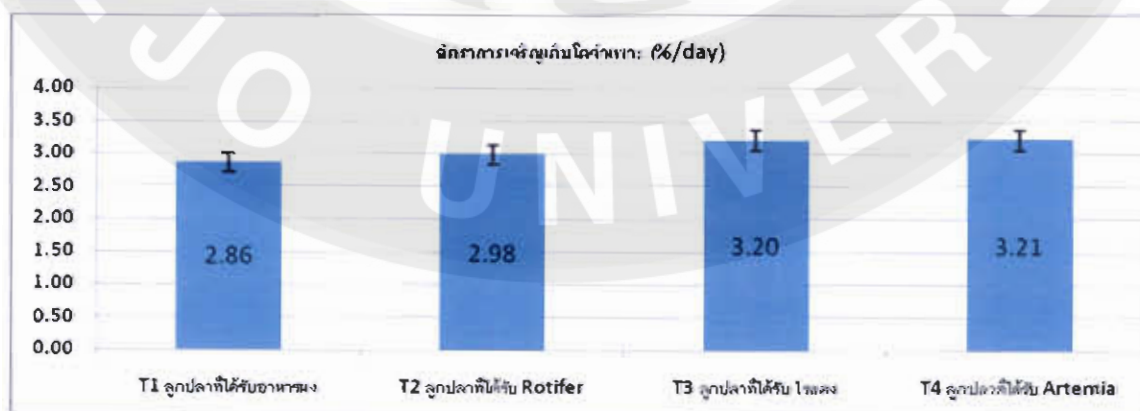
ภาพที่ 53 แสดงน้ำหนักเฉลี่ย(กรัม/ตัว)ของลูกปลานู๋ทรายในแต่ละหน่วยการทดลอง ระยะเวลา 3 เดือน

3.2 อัตราน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น(%) หน่วยทดลองที่ 3 การอนุบาลลูกปลาทรายโดยใช้ไรแดงเป็นอาหาร และหน่วยทดลองที่ 4 การอนุบาลลูกปลาทรายโดยใช้ Artemia เป็นอาหาร มีค่าอัตราน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยเท่ากับ 805.52 ± 110.27 และ $782.46 \pm 58.63\%$ และมากกว่า มากกว่า หน่วยทดลองที่ 2 การอนุบาลลูกปลาทรายโดยใช้ Rotifer เป็นอาหาร และหน่วยทดลองที่ 1 การอนุบาลลูกปลาทราย โดยใช้อาหารผง เป็นอาหาร (ชุดควบคุม) และ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ดังภาพที่ 54



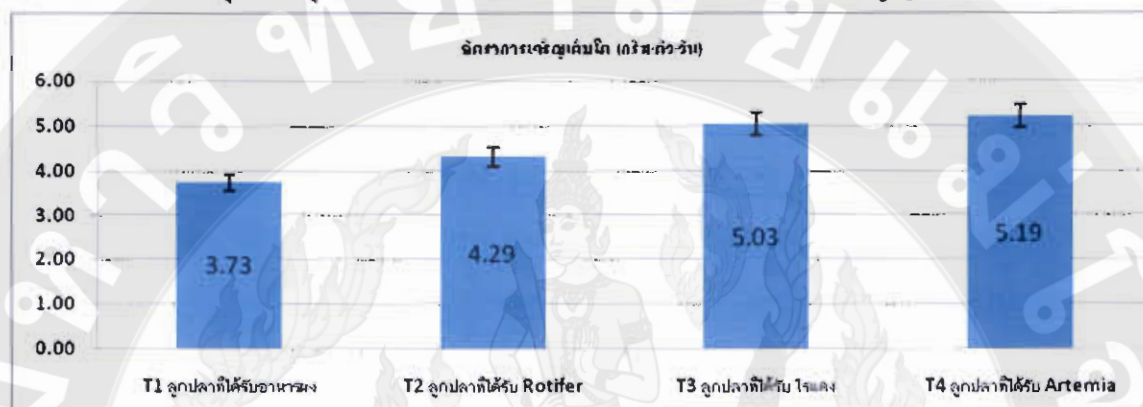
ภาพที่ 54 อัตราน้ำหนักเพิ่มขึ้นของลูกปลาทรายในแต่ละหน่วยการทดลอง ระยะเวลา 3 เดือน

3.3 อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (%) การทดลองที่ 2 การอนุบาลลูกปลาทรายโดยใช้ Rotifer เป็นอาหาร การทดลองที่ 3 การอนุบาลลูกปลาทรายโดยใช้ ไรแดง เป็นอาหาร และหน่วยทดลองที่ 4 การอนุบาลลูกปลาทรายโดยใช้ Artemia เป็นอาหาร มีค่าอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ เฉลี่ยเท่ากับ 2.98 ± 0.15 , 3.20 ± 0.10 และ $3.21 \pm 0.11\%$ และมากกว่า การทดลองที่ 1 การอนุบาลลูกปลาทราย โดยใช้ อาหารผง เป็นอาหาร (ชุดควบคุม) และ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ดังภาพที่ 55



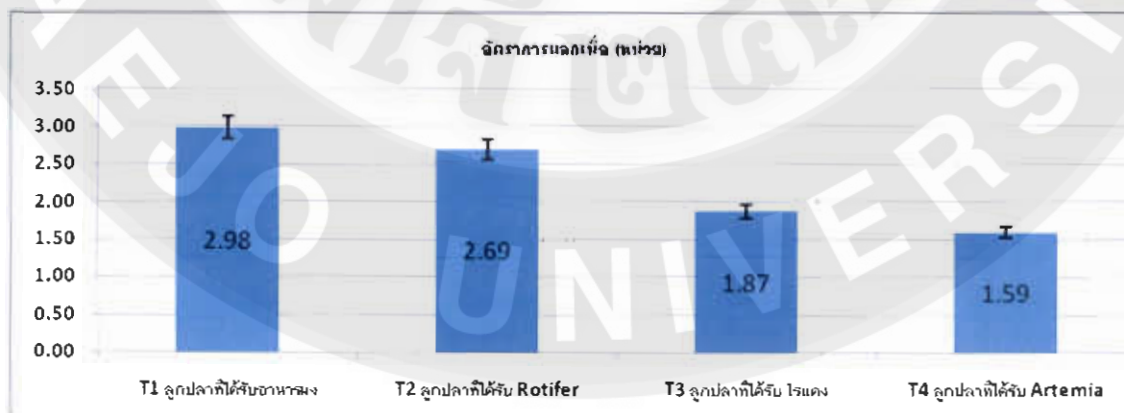
ภาพที่ 55 อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ ของลูกปลาทรายในแต่ละหน่วยการทดลอง ระยะเวลา 3 เดือน

3.4 อัตราการเจริญเติบโต (กรัม/ตัว/วัน) หน่วยทดลองที่ 4 การอนุบาลลูกปลานู๋ทรายโดยใช้ *Artemia* เป็นอาหาร และ หน่วยทดลองที่ 3 การอนุบาลลูกปลานู๋ทรายโดยใช้ไรแดงเป็นอาหาร มีค่าอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย เท่ากับ 5.19 ± 0.20 และ 5.03 ± 0.21 กรัม/ตัว/วัน และมากกว่า หน่วยทดลองที่ 2 การอนุบาลลูกปลานู๋ทรายโดยใช้ *Rotifer* เป็นอาหาร และหน่วยทดลองที่ 1 การอนุบาลลูกปลานู๋ทราย โดยใช้อาหารผงเป็นอาหาร (ชุดควบคุม) และมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ภาพที่ 56



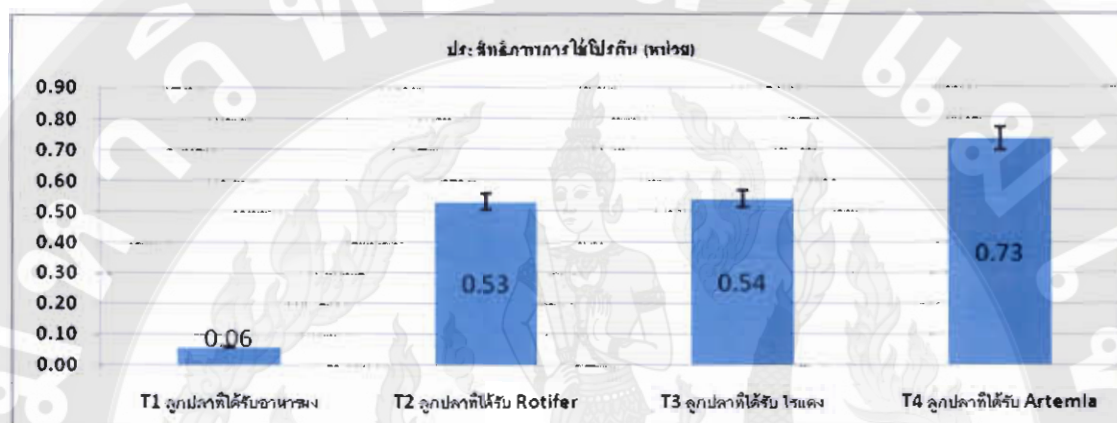
ภาพที่ 56 อัตราการเจริญเติบโตของลูกปลานู๋ทรายในแต่ละหน่วยการทดลอง ระยะเวลา 3 เดือน

3.5 อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (หน่วย) ในหน่วยทดลองที่ 4 การอนุบาลลูกปลานู๋ทรายโดยใช้ *Artemia* เป็นอาหาร มีค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ เท่ากับ 1.59 ± 0.14 หน่วย และคิดกว่า หน่วยทดลองที่ 3 การอนุบาลลูกปลานู๋ทรายโดยใช้ไรแดงเป็นอาหาร หน่วยทดลองที่ 2 การอนุบาลลูกปลานู๋ทรายโดยใช้ *Rotifer* เป็นอาหาร และหน่วยทดลองที่ 1 การอนุบาลลูกปลานู๋ทราย โดยใช้อาหารผงเป็นอาหาร (ชุดควบคุม) และมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ภาพที่ 57



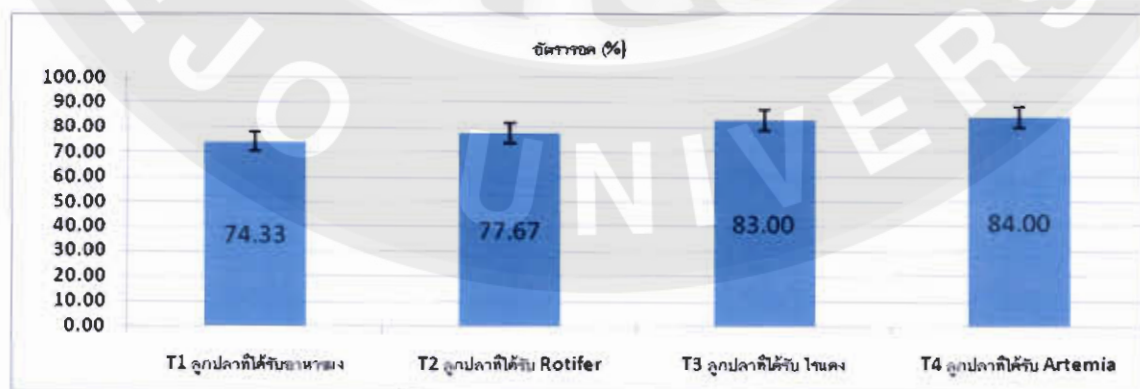
ภาพที่ 57 อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของลูกปลานู๋ทราย ในแต่ละหน่วยการทดลอง ระยะเวลา 3 เดือน

3.6 ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน (หน่วย) ในหน่วยทดลองที่ 4 การอนุบาลลูกปลานู๋ทรายโดยใช้ *Artemia* เป็นอาหาร มีค่าประสิทธิภาพการใช้โปรตีน เท่ากับ 0.73 ± 0.03 หน่วย และมากกว่าหน่วยทดลองที่ 3 การอนุบาลลูกปลานู๋ทรายโดยใช้ไรแดงเป็นอาหาร หน่วยทดลองที่ 2 การอนุบาลลูกปลานู๋ทรายโดยใช้ *Rotifer* เป็นอาหาร และหน่วยทดลองที่ 1 การอนุบาลลูกปลานู๋ทราย โดยใช้อาหารผงเป็นอาหาร (ชุดควบคุม) ตามลำดับ และมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ภาพที่ 58



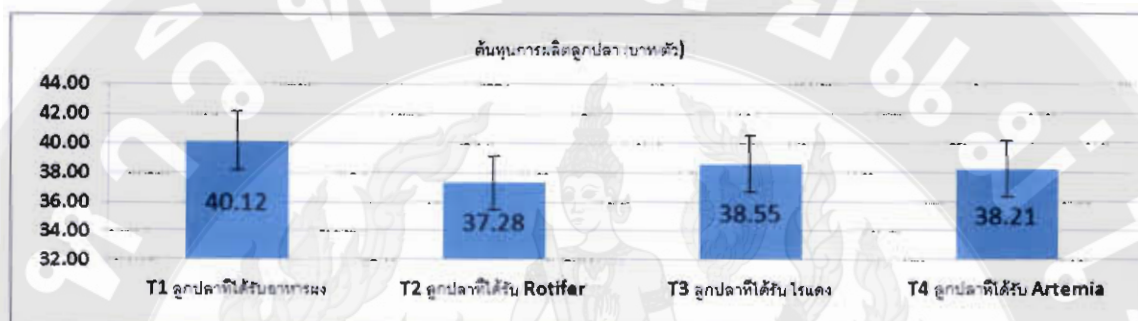
ภาพที่ 58 ประสิทธิภาพการใช้โปรตีนของลูกปลานู๋ทราย ในแต่ละหน่วยการทดลอง ระยะเวลา 3 เดือน

3.7 อัตราการรอดตาย (%) หน่วยทดลองที่ 4 การอนุบาลลูกปลานู๋ทรายโดยใช้ *Artemia* เป็นอาหาร หน่วยทดลองที่ 3 การอนุบาลลูกปลานู๋ทรายโดยใช้ไรแดงเป็นอาหาร หน่วยทดลองที่ 2 การอนุบาลลูกปลานู๋ทรายโดยใช้ *Rotifer* เป็นอาหาร และหน่วยทดลองที่ 1 การอนุบาลลูกปลานู๋ทราย โดยใช้อาหารผงเป็นอาหาร (ชุดควบคุม) มีอัตราการรอดตาย เท่ากับ $84.00 \pm 1.00\%$, $83.00 \pm 1.00\%$, $77.67 \pm 2.52\%$ และ $74.33 \pm 2.08\%$ ตามลำดับ และแต่ละหน่วยการทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ภาพที่ 59



ภาพที่ 59 แสดงอัตราการรอดตายของลูกปลานู๋ทราย ในแต่ละหน่วยการทดลอง ระยะเวลา 3 เดือน

3.8 ต้นทุนในการผลิต (บาท/ตัว) หน่วยทดลองที่ 4 การอนุบาลลูกปลานู๋ทรายโดยใช้ Artemia เป็นอาหาร หน่วยทดลองที่ 3 การอนุบาลลูกปลานู๋ทรายโดยใช้ไรแดงเป็นอาหาร หน่วยทดลองที่ 2 การอนุบาลลูกปลานู๋ทรายโดยใช้ Rotifer เป็นอาหาร และหน่วยทดลองที่ 1 การอนุบาลลูกปลานู๋ทราย โดยใช้อาหารผงเป็นอาหาร (ชุดควบคุม) มีต้นทุนในการผลิต เท่ากับ 40.12 ± 0.77 , 37.28 ± 1.61 , 38.55 ± 0.33 และ 38.21 ± 0.17 บาท/ตัว ตามลำดับ และแต่ละหน่วยการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ภาพที่ 60



ภาพที่ 60 แสดงต้นทุนในการผลิต ของปลานู๋ทรายในแต่ละหน่วยการทดลอง ระยะเวลา 3 เดือน



ภาพที่ 61 ลูกปลานู๋ทรายในหน่วยการทดลองที่ 3 และ 4 มีอัตราการเจริญเติบโตดี ขนาด scale 1 cm.

ปัจจัยคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี

คุณภาพน้ำทางกายภาพ และเคมีจากการอนุบาลลูกปลานู๋ทรายในตู้กระจก ตลอดระยะเวลา 3 เดือน แต่ละ parameter ทั้ง 4 หน่วยทดลองไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 5 แสดงปัจจัยคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีในการอนุบาลลูกปลานู๋ทรายในตู้กระจก

หน่วยการทดลอง	T1 อาหามง	T2 Rotifer	T3 ไวแดง	T4 Artemia
		28.00±0.00		
อุณหภูมิอากาศและน้ำ	28.00±0.00 ^{ns}	^{ns}	28.00±0.00 ^{ns}	28.00±0.00 ^{ns}
ค่าความเป็นกรด – ด่าง	7.68±0.02 ^{ns}	7.28±0.02 ^{ns}	7.43±0.01 ^{ns}	7.38±0.03 ^{ns}
ค่าความนำไฟฟ้า (uS/cm)	65.50±2.74 ^{ns}	67.61±2.57 ^{ns}	68.63±2.66 ^{ns}	66.21±2.19 ^{ns}
ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ(mg/L)	6.81±0.43 ^{ns}	6.71±0.43 ^{ns}	6.80±0.18 ^{ns}	6.76±0.14 ^{ns}
			0.025±0.001	0.025±0.011
ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน (mg/L)	0.03±0.003 ^{ns}	0.02±0.008 ^{ns}	^{ns}	^{ns}

วิจารณ์ผลการวิจัย

1. ประสิทธิภาพการเติบโตของปลานู๋ทราย

ประสิทธิภาพการเติบโตของปลานู๋ทราย อัตราน้ำหนักเพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน และต้นทุนในการผลิต โดยหน่วยทดลองที่ 3 การเลี้ยงปลานู๋ทราย โดยอาหารที่เป็นปลาสด ผสมกับสไปรูลิน่า 5% ร่วมกับการเลี้ยงปลาในถังที่ระดับความหนาแน่น 4 ตัว/ตารางเมตร มีประสิทธิภาพการเจริญเติบโต และค่าดัชนีการเจริญพันธุ์ ของปลานู๋ทราย เพศเมียโดยรวมดีกว่าหน่วยทดลองอื่นๆ การทดลองครั้งนี้สอดคล้องกับ จงกล และคณะ (2546) กล่าวว่า การใช้สาหร่าย สไปรูลิน่า 10% ผสมในอาหารปลาในถังแดง มีผลให้อัตราการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการใช้โปรตีนของปลาดีที่สุด และการใช้สาหร่ายสไปรูลิน่าผง 10-15 % ผสมในอาหารปลาทดแทนปลาป่น เพื่อให้โปรตีนในอาหารปลาเท่ากับ 30% มีผลให้ปลา มีอัตรา น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นและอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะดีที่สุด สมศักดิ์ (2547) กล่าวว่า การเสริมสาหร่าย สไปรูลิน่าในสูตรอาหารในการเลี้ยงปลาน้ำจืด จะมีผลต่อการเจริญเติบโต การพัฒนาของอวัยวะสืบพันธุ์ และการเจริญพันธุ์ สอดคล้องกับการทดลอง วุฒิพร และอัญชลี (2548) มีการใช้สาหร่ายสไปรูลิน่า 10% ผสมในอาหารปลาดุก มีผลให้ปลาดุก มีประสิทธิภาพการใช้โปรตีนดีที่สุด และมีการทดลองนำสาหร่าย *S. platensis* และ *Cladophora* อนุบาลปลาแฟนซีคาร์ฟ พบว่า ปลาแฟนซีคาร์ฟที่ให้สาหร่าย *S. platensis* ผง มีอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน อัตราน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการรอดตาย มากกว่าอาหารผงทั่วไป และสาหร่าย *Cladophora* ผง (จงกล และ เพ็ญรัตน์, 2546)

Duncan and Klesius (1996) กล่าวว่า สไปรูลิน่า เป็นแหล่งโปรตีนที่มีศักยภาพในอาหารสัตว์ เนื่องจากมีโปรตีนสูง อีกทั้งยังประกอบด้วยวิตามิน และเกลือแร่ในปริมาณที่สูง นอกจากนี้ผนังเซลล์ ยังมีองค์ประกอบที่ง่ายต่อการย่อย เนื่องจากไม่มีเซลล์ลูโลส อย่างไรก็ตามระดับการผสมสาหร่ายสไปรูลิน่า ในอาหารปลาแต่ละชนิดมีระดับแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับพฤติกรรมการกินอาหารของปลา และการย่อยโปรตีนจากพืชของปลาแต่ละชนิดต่างกัน

2. การเพาะพันธุ์และการอนุบาลลูกปลานู๋ทราย

จากผลการทดลอง จำนวนไข่แม่พันธุ์ปลานู๋ทราย อัตราการฟักไข่ อัตราการรอดของลูกปลา ระยะเวลา 1 สัปดาห์ ในหน่วยทดลองที่ 5, 4 และ 3 พ่อ-แม่พันธุ์ปลานู๋ทราย ใช้ฮอร์โมนจากค่อมได้ สมองปลาใน ความเข้มข้น 2 dose, 1.5 dose และความเข้มข้น 1 dose ตามลำดับ มีจำนวนไข่เท่ากับ $19,683 \pm 1,868$ ฟอง $19,115 \pm 983$ ฟอง และ $19,750 \pm 2,264$ ฟอง ตามลำดับ และมีค่ามากกว่าหน่วยทดลองอื่นๆ คล้ายกับการทดลอง กรมประมง (2550) การเพาะพันธุ์ปลานู๋ทรายโดยใช้ฮอร์โมนจากค่อม ได้สมองของปลาในความเข้มข้น 1.5 dose ร่วมกับ Chorionic Gonadotropin (C.G.) จำนวน 250 หน่วยมาตรฐาน (International Unit, I.U.) ฉีดตัวปลาโดยเฉลี่ยตัวละ 62.5 หน่วยมาตรฐาน หลังจากฉีด

ฮอร์โมนแล้วนำพ่อแม่พันธุ์ไปปล่อยลงในบ่อซีเมนต์ ขนาด 2x3 ตารางเมตร น้ำลึก 75 เซนติเมตร และใช้ทางมะพร้าวเป็นวัสดุให้แม่ปลาบ่วงไข่ ปลาที่มีความยาว 21.5 เซนติเมตร มีน้ำหนักรังไข่ 4.7 กรัม มีจำนวนไข่ไข่ประมาณ 36,200 ฟอง และมีอัตราการฟัก 90 เปอร์เซ็นต์

การอนุบาลลูกปลาน้ำจืด ระยะเวลา 2-3 เดือน พบว่า อัตราการเจริญเติบโตของลูกปลาในหน่วยทดลองที่ 3 และ 4 มีค่าเท่ากับ 805.52 ± 110.27 และ $782.46 \pm 58.63\%$ อัตราการเจริญเติบโตเฉพาะ หน่วยทดลองที่ 3 และ 4 มีค่าเท่ากับ 805.52 ± 110.27 และ $782.46 \pm 58.63\%$ อัตราการเจริญเติบโต หน่วยทดลองที่ 4 และ 3 มีค่าเท่ากับ 5.19 ± 0.20 และ 5.03 ± 0.21 กรัม/ตัว/วัน แต่อัตราการรอด หน่วยทดลองที่ 4, 3, 2 และ 1 มีค่าเท่ากับ $84.00 \pm 1.00\%$, $83.00 \pm 1.00\%$, $77.67 \pm 2.52\%$ และ $74.33 \pm 2.08\%$ ตามลำดับ และอัตราการรอดใกล้เคียงกับ เจริญ (ม.ป.ป.) การอนุบาลลูกปลาน้ำจืด ด้วยโรติเฟอร์ น้ำจืดเป็นอาหารที่อายุ 1-30 วัน มีอัตราการรอดร้อยละ 32.4-55.3 และที่ได้รับไรแดง และอาร์ทีเมีย เป็นอาหารในช่วงลูกปลาอายุ 30-60 วัน พบว่า มีอัตราการรอด ร้อยละ 91.43-96.77 เพราะ ลูกปลาที่ได้รับไรแดง และอาร์ทีเมีย เป็นอาหาร ช่วงอายุ 30-60 วัน จะสามารถย่อยไรแดง และอาร์ทีเมีย เป็นอาหารได้ดีภายใน 80-100 นาที ที่อุณหภูมิของน้ำ $25-29^{\circ}\text{C}$ (Amornsakun *et al*, 2003) และจากทดลองครั้งนี้มี ต้นทุนในการผลิตลูกปลา ในหน่วยทดลองที่ 4, 3, 2 และ 1 มีค่าเท่ากับ 40.12 ± 0.77 , 37.28 ± 1.61 , 38.55 ± 0.33 และ 38.21 ± 0.17 บาท/ตัว ตามลำดับ

3. ปัจจัยคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี

ปัจจัยคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีจากการเพาะ เลี้ยงปลาน้ำจืดในกระชังร่วมกับปลานิล หรือปลาเทโพ ในบ่อดิน คุณภาพน้ำค่าความเป็นกรด – ด่าง หน่วยทดลองที่ 3 เลี้ยงปลาน้ำจืด โดยอาหารที่เป็นปลาสดผสมสไปรูลิน่า 5% ร่วมกับการเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 4 ตัว/ตารางเมตร มีค่าสูงสุด รองลงมาคือหน่วยทดลองที่ 2 เลี้ยงปลาน้ำจืด โดยอาหารที่เป็นปลาสดผสมสไปรูลิน่า 3% ร่วมกับการเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 2 ตัว/ตารางเมตร และหน่วยทดลองที่ 1 เลี้ยงปลาน้ำจืด โดยอาหารที่เป็นปลาสด (ซुकควม) ร่วมกับการเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 1 ตัว/ตารางเมตร คือ 8.09, 8.03 และ 7.98 ตามลำดับ แต่ค่าความเป็นกรด – ด่าง มีค่าที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คือ อยู่ระหว่าง 6.5-9 (กรมประมง, 2551) ปัจจัยคุณภาพน้ำทางด้านค่าความโปร่งแสงของน้ำ อุณหภูมิ น้ำ ค่าความนำไฟฟ้า ($\mu\text{S}/\text{cm}$) ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ปริมาณออร์โธฟอสเฟตฟอสฟอรัส ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน และปริมาณไนเตรทไนโตรเจน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยปัจจัยคุณภาพน้ำทางด้านค่าความโปร่งแสงของน้ำ มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์คุณภาพน้ำที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คือ น้อยกว่า 30 เซนติเมตร ปัจจัยคุณภาพน้ำทางด้านอื่นๆ มีความเหมาะสมตามเกณฑ์คุณภาพน้ำที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (กรมประมง, 2551)

4. ความหลากหลายและองค์ประกอบของแพลงก์ตอน

ความหลากหลายและองค์ประกอบของแพลงก์ตอน สามหน่วยทดลองแพลงก์ตอนสัตว์ Phylum Artrophoda มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่แพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ใน 2 Phylum ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยหน่วยทดลองที่ 1 เลี้ยงปลาบุทราย โดยอาหารที่เป็นปลาสด (หุคควบคุม) มีแนวโน้มความหลากหลายและองค์ประกอบของแพลงก์ตอนสูงที่สุด โดยพบมากในคิวชั้น Cyanophyta และคิวชั้น Chlorophyta สอดคล้องกับ ขจรเกียรติ และคณะ (2551) ว่า ความหลากหลาย ปริมาณแพลงก์ตอนพืชในบ่อเลี้ยงปลาบึก พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 6 คิวชั้น 43 ชนิด โดยองค์ประกอบชนิดของแพลงก์ตอนพืชส่วนใหญ่อยู่ในคิวชั้น Chlorophyta ขจรเกียรติ และคณะ (2549), ขจรเกียรติ และคณะ (2550) กล่าวว่าการศึกษาความหลากหลายของชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนพืชในสระกักเก็บน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ องค์ประกอบชนิดของแพลงก์ตอนพืชส่วนใหญ่อยู่ในคิวชั้น Chlorophyta

สรุปผลการวิจัย

การเพาะเลี้ยงปลานู๋ทรายในกระชังร่วมกับปลานิลแดงในบ่อดิน แบบเศรษฐกิจพอเพียง เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการเติบโต ของปลานู๋ทรายกับปลานิลแดง รวมถึงทำการศึกษาคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี และความหลากหลายและองค์ประกอบของแพลงก์ตอน ด้านการเติบโต สรุปได้ว่า ประสิทธิภาพการเจริญเติบโต และค่าดัชนีการเจริญพันธุ์ ของปลานู๋ทรายเทศเมียว ในหน่วยทดลองที่ 3 ดีกว่าหน่วยทดลองอื่นๆ คือ อัตราน้ำหนักเพิ่มขึ้น $18.49 \pm 0.11\%$ อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ $0.092 \pm 0\%$ อัตราการเจริญเติบโต 0.151 ± 0 กรัม/ตัว/วัน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ 23.53 ± 0.23 ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน 0.212 ± 0 อัตราการรอดตาย $75 \pm 0\%$ และต้นทุนในการผลิต 251.32 ± 0.09 บาท

อัตราการฟักไข่ อัตราการรอดของลูกปลาระยะเวลา 1 สัปดาห์ ในหน่วยทดลองที่ 5, 4 และ 3 พ่อ-แม่พันธุ์ปลานู๋ทราย ใช้ฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองปลาโน ความเข้มข้น 2 dose, 1.5 dose และความเข้มข้น 1 dose ตามลำดับ มีจำนวนไข่เท่ากับ $19,683 \pm 1,868$ ฟอง $19,115 \pm 983$ ฟอง และ $19,750 \pm 2,264$ ฟอง ตามลำดับ การอนุบาลลูกปลานู๋ทราย ระยะเวลา 3 เดือน พบว่า ในหน่วยทดลองที่ 3 และ 4 ลูกปลานู๋ทรายที่อนุบาล ด้วย ไรแดง และ Artemia มี อัตราน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราการเจริญเติบโต ดีกว่าหน่วยทดลองอื่นๆ

คุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี สรุปได้ว่า มีความเหมาะสมตามเกณฑ์คุณภาพน้ำที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และความหลากหลายและองค์ประกอบของแพลงก์ตอน สรุปได้ว่า ทั้ง 3 หน่วยทดลอง แพลงก์ตอนสัตว์ โดยเฉพาะ Phylum Artrophoda ใกล้เคียงกัน แต่หน่วยทดลองที่ 1 มีแนวโน้มความหลากหลายและองค์ประกอบของแพลงก์ตอนพืชสูงที่สุด โดยพบมาก ในคิวิชัน Cyanophyta และคิวิชัน Chlorophyta

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรมประมง. 2550. การเพาะเลี้ยงปลา. กรุงเทพฯ. 23 น. (จุลสาร)
- กองส่งเสริมการประมง, กรมประมง. 2545. การเพาะเลี้ยงปลา(ตอนที่1). นิตยสารประมงธุรกิจ. 3(30) : 63-71
- โกสินทร์ พัฒนมนี. 2544. หลักการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล. 112 หน้า
- กิริ กอนันตกุล, ธนาภรณ์ จิตตपालพงศ์, มาลี เอี่ยมทรัพย์ และวิชัย โสมจันทร์. 2544. แพงก์คอนฟิชใน ป่าทามแม่น้ำสงคราม. เอกสารเผยแพร่ ฉบับที่ 34. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด. กรม ประมง .29 หน้า.
- จกกล พรหมยะ. 2552. พด. 422 การเพาะเลี้ยงสาหร่าย. เชียงใหม่ ; คณะเทคโนโลยีการประมงและ ทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 128 น.
- จกกล พรหมยะ 2543. การเพาะเลี้ยงสาหร่าย *Spirulina* ในน้ำทิ้งจากบ่อหมักก๊าซชีวภาพมูลสุกร. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาชีววิทยา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 2545. รายงานผลงานวิจัย การเพาะเลี้ยงสาหร่าย *Spirulina platensis* (Nordsted) Geiteler เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำจาก บ่อบำบัดน้ำเสียจากหอพักนักศึกษา มหาวิทยาลัยแม่โจ้. เชียงใหม่.
- จกกล พรหมยะ, อภินันท์ สุวรรณรักษ์, เทพรัดน์ อึ้งเสริมพันธุ์, ทิพสุคนธ์ พิมพ์พิมล, อนุภาพ วรรณคณา พล และขจรเกียรติ แซ่ตัน. 2546. สำรวจความหลากหลายทางชีวภาพของแพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ และคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่จัดสมบูรณ์ชล จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อ ประโยชน์ต่อการอนุรักษ์แหล่งน้ำ ปี 2545 และ 2546. เชียงใหม่ ; มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 69 น.
- จิระภา โพธิ์ศรี, เกรียงไกร สหัสสานนท์ และพิสมัย สมสืบ. 2548. การอนุบาลปลาน้ำจืดวัยรุ่นขนาด 1 นิ้ว เป็นขนาด 5 นิ้วด้วยอาหาร 4 ชนิด. ปทุมธานี ; ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดปทุมธานี.
- เจนฉา ทีเจียว. ม.ป.ป.. ความเป็นไปได้ในการอนุบาลลูกปลาน้ำจืดในเชิงเศรษฐกิจ. อุบลราชธานี : ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. 9 น.
- ชลธิชา โชติสิทธิพงษ์. 2541. ผลของแอคตาแซนตินต่อสี การเจริญเติบโต อัตราการรอดตายและความ ทนทานต่อเชื้อแบคทีเรีย *Streptococcus* sp. ของปลานิลสีแดง. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 104 หน้า.
- ไชย ส่องอาชีพ. 2552. เทคโนโลยีชาวบ้าน. หนังสือพิมพ์มติชน. วันที่ 15 มีนาคม พ.ศ. 2552 ปีที่ 21 ฉบับที่ 451
- ชูกริ หะยีสาม. 2551. นิเวศวิทยาของปลา: ทฤษฎีและการประยุกต์ใช้. ปัตตานี.
- ทวี วิพทุพานุมาศ และยุพินท์ วิวัฒน์ชัยเศรษฐ์. 2544. การเพาะเลี้ยงปลา. วารสารประมง. 54(1) : 450-463

- ทิพสุคนธ์ พิมพ์พิมล และอภิรักษ์ สุวรรณรักษ์. 2553. ความหลากหลายทางชีวภาพและการประมงบริเวณอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่กวงอุดมธารา อ.คอยสะเก็ด จ.เชียงใหม่. เชียงใหม่ ; มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 55 น.
- ธีรศักดิ์ สมติ. 2540. การกระจายของแพลงก์ตอนพืช *Microcystis aeruginosa* Kotz. ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่กวงอุดมธาราปี2539-2540. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 102 น.
- ธีรารัง อมรสุกุล, วสันต์ ศรีวัฒนะ และอุไรวรรณ จานาญเวช. ม.ป.ป.. ลักษณะบางประการในระยะวัยอ่อนของลูกปลาน้ำจืด. ปัตตานี ; มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 62 น.
- นรงค์ คงมาก. 2542. ปลาน้ำจืด. นนทบุรี; สำนักพิมพ์ฐานเกษตรกรรม. 94 น.
- ปรีชาดี ดูนสมคิด. 2543. การเปรียบเทียบชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนพืชของแม่น้ำพองกับแม่น้ำชีในจังหวัดขอนแก่น. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 50.
- ปิยากร บุญยัง. 2546. วงจรการสืบพันธุ์และโครงสร้างเนื้อเยื่อรังไข่ของปลาน้ำจืด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 72 น.
- ปิยากร บุญยัง. 2546. วงจรการสืบพันธุ์และโครงสร้างเนื้อเยื่อรังไข่ของปลาน้ำจืด. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <http://www.geocities.com/welcometonic121/new-29.htm> (26 กันยายน 2554)
- ภาณุ จำปาเรือง. 2545. การศึกษาปริมาณคาร์บอนที่สะสมในเนื้อปลาและการเจริญเติบโตของปลานิลสีแสด จากการใช้อาหารผสมสาหร่ายสไปรูลินา (*Spirulina platensis*). ภาควิชาเทคโนโลยีการประมง คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. เชียงใหม่. 50 หน้า.
- มานพ ตั้งตรงไพโรจน์. 2530. ปลานิลสีแสด. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ บางเขน กรุงเทพฯ. 20 หน้า.
- รัตนสุดา ไชยเชษฐ์. ม.ป.ป. การวิเคราะห์คุณภาพน้ำเบื้องต้น : การวิเคราะห์หาปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <http://web.nkc.kku.ac.th/rattanasuda/research/mobilelab.doc> (1 ตุลาคม 2554).
- ถัดดา วงศ์รัตน์. 2541. แพลงก์ตอนสัตว์. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ถัดดา วงศ์รัตน์. 2542. แพลงก์ตอนพืช. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วิมล เหมะจันทร์. 2540. ชีวิตวิทยาปลา. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เขตพญาไท กรุงเทพฯ. 318 หน้า
- ศิริเพ็ญ ตรีไชยาพร, ขจรเกียรติ ศรีนวลสม, พรศิริ ตู้อารักษ์ และธีรารัง ปรงเกียรติ. 2554. คุณภาพน้ำและสาหร่ายในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่จันทน์บวร (ปี พ.ศ. 2540 – 2544). เชียงใหม่ ; มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ศิริลักษณ์ เมืองเงิน. 2551. นิเวศการกินอาหารของปลาทราย กดเหลืองและปลาน้ำจืดในกว๊านพะเยา. วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง ปีที่ 2 ฉบับที่ 1 มกราคม-มกราคม 2551. 118-129.

- สมพงษ์ คุ้ยจินดาชบาพร. 2538. **แพลงก์ตอนวิทยา**. ภาควิชาประมง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- สุนิตย์ โรจนพิทยากุล และ เจนจิตต์ ทองกำเนิด. 2543. **การอนุบาลลูกปลาน้ำจืดในกระชังความเค็มต่าง ๆ** ก้น. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง ; สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง
- สุรศักดิ์ สร้อยมี. 2544. **การศึกษาอัตราการเจริญเติบโตและปริมาณคาร์บอนในเนื้อของปลานิลสีแสด** จากการใช้อาหารผสมสาหร่ายต่างชนิดกัน. ภาควิชาเทคโนโลยีการประมง คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. เชียงใหม่.
- อนุพงศ์ มาลี. ม.ป.ป. **รู้จักคุณสมบัติของน้ำเบื้องต้นก่อนที่จะเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.nicaonline.com/articles9/site/view_article.asp?idarticle=137 (1 ตุลาคม 2554).
- อมรรัตน์ เสริมวัฒนากุล และ บุษกร บำรุงธรรม. 2543. **อาหารปลาสวยงาม**. สถาบันวิจัยสัตว์น้ำสวยงามและสถานที่แสดงพันธุ์สัตว์น้ำ. กรุงเทพฯ. 16 – 19 หน้า.
- โอภาส ชามะสนธิ์. 2547. **ลักษณะทางนิเวศวิทยาบางประการของปลาในอ่างเก็บน้ำเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ จังหวัดลพบุรี**. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 147 น.
- ANZECC. 2000. **The Australian and New Zealand Guidelines for Fresh and Marine Water Quality**. (Online) http://www.mincos.gov.au/publications/australian_and_new_zealand_guidelines_for_fresh_and_marine_water_quality. (26 September 2001)
- AOAC. 1970. **Official Method of Analysis of the Association of official Analytical Chemists**. Washington D.C. 1015p.
- Bold, H.C. and M.J. Wynne. 1978. **Introduction to the Algae**. Structure and Reproduction. Prentice Hall of India Private Limited, New Delhi.
- Boney, A. D. 1975. **Phytoplankton**. London: Edward Arnold.
- Boyd, C.E., 1998. **Water Quality for Pond Aquaculture**. Auburn University; Research and Development Series. 43p.
- Clarke, K.R. and R.M. Warwick. 2001. **Change in Marine Communities**. Plymouth Marine Laboratory, ISBN 1 85531 1402, Bourne Press Limited, UK.
- Clarke, K.R. and R.N. Gorley. 2001. **PRIMER V5: user Manual/Tutorial**. PRIMER-E Ltd, UK. 91 p.
- Foss, P.T. Storebakken, K. Sævi, S. Liaaen-Jensen, E. Austreng and K. Streiff. 1984. **Carotenoids in diet for salmonids I : Pigmentation of rainbow trout with the individual optical isomers of astaxanthin in comparison with canthaxanthin** *Aquaculture*, 41, 213-226.

- Fouda, M.M., Hanna, M.Y. and Fouda, F.M. 1993. **Reproductive biology of a red sea goby, *Silhouettea aegyptia*, and a Mediterranean goby, *Potaoschistus marmoratus*, in Lake Timsah, Suez Canal.** *J.fish Biol.* 43 : 139-151.
- Jintamas Suwanjarat, Thumronk Amornsakun, Lamai Thongboon and Piyakorn Boonyoung. 2005. **The culture of sand goby, *Oxyeleotris marmoratus* II: Gastric emptying times and feed requirements of larvae.** *Songklanakarin.* 27 (1) : 425-436.
- Komarek, Jiri. 1983. **Contribution to the Chlorococcal Algae of Cuba.** NOVA HEDWIGIA BANDXXXVII BRAUNSCHWEIG 1983 J. CRAMER, 65-180.
- Lawson, T.B.. 1995. **Fundamentals of Aquacultural Engineering.** New York: Chapman and Hall.
- Lu J. and Takeuchi T. 2002. **Taste of *Tilapia Oreochromis niloticus* fed solely on raw *Spirulina*.** *Fisheries Science* 68 (Supp.1) The Japanese Society of Fisheries Science TOKYO JAPAN. P. 987 – 988.
- Lu J. and Takeuchi T. 2003. **Spawning and egg quality of the *Tilapia Oreochromis niloticus* fed solely on raw *Spirulina* throughout three generations .** *Aquaculture* Volume 234, Issues 1-4 , 3 May 2004, Pages 625-640.
- Ludwig , J.A., & Reynolds, J.F. (1988). **Statistical ecology : A primer on methods and computing.** John Wiley & Sons Inc. New York, USA. 337 p.
- Meade, J. W., 1989. **Aquaculture Management.** Newyork; Van Nostrand Reinhold.
- Mizuno, T. 1968. **Illustrations of the fresh water plankton of Japan.** Hoikusha, Osaka. 351 p.
- Mueller, D.K., Helsel, D.R., 1999. **Nutrients in the nation's Waters—Toomuch of a Good Thing?** **U.S. Geological Survey Circular 1136.** (Online) <http://water.usgs.gov/nawqa/circ-1136.html>.
- Nusch, E.A.E. 1980. **Comparison of Different Methods for Chlorophyll and Phaeopigment.**
- Sheldon , A.L. (1969). **Equitability Indice : Dependence on the species count.** *Ecology* 50 : 466 - 67
- Shirota, A. 1966. **The Plankton of South Viet-Nam.** Overseas Technical Cooperation Agency, Japan. 462 p.
- Thumronk Amornsakun, Wasan Sriwatana and Uraiwan Chamnanwech. 2003. **The culture of sand goby, *Oxyeleotris marmoratus* I : Feed and feeding scheme of larvae and juveniles.** *Songklanakarin.* 25(3) : 367-371.

- Thumronk Amornsakun, Wasan Sriwatana and Uraiwan Chamnanwech. 2003. **The culture of sand goby, *Oxyeleotris marmoratus* II : Gastric emptying times and feed requirements of larvae.** Songklanakarin. 25(3) : 373-379
- Tomasini, J.A., Collart, D. and Quignard, J.P. 1996. **Female reproductive biology of the sand smelt in brackish lagoons of southern France.** *J.fish Biol.* 49 : 594-612.
- Warwick , R.M. (1988). **The level of taxonomic discrimination required to detect pollution effects on marine benthic communities.** Marine Pollution Bulletin. 19(6) : 259 – 268
- Washington , H.G. (1984). **Review of diversity, biotic and similarity indices.** Water Res. 18(6) : 653 – 694
- Yuen, H.S.H. and F.C. June. 1957. **Yellowfin tuna spawning in the central equatorial Pacific.** U.S. Fish. Wildl. Serv., Fish. Bull. 57 (112) : 251-264.
- Yoneda, M., Tokimura, M., Fujita, H., Takeshita, N., Takeshita, k., matuyama, M., and Matura, S. 1998. **Ovarian structure and batch fecundity in *Lophiomus setigerus*.** *J.fish Biol.* 52 : 94-106.



ตารางภาคผนวกที่ 1 คุณภาพน้ำทางด้านการค่าความโปร่งแสงของน้ำ

ค่าความโปร่งแสงของน้ำ(ขม.)	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม	มกราคม
Spirulina 0%	30±0 ^{ns}	27±0 ^{ns}	35±0 ^{ns}	29±0 ^{ns}	20±0 ^{ns}	25±0 ^{ns}
Spirulina 3%	30±0 ^{ns}	27±0 ^{ns}	35±0 ^{ns}	29±0 ^{ns}	20±0 ^{ns}	25±0 ^{ns}
Spirulina 5%	30±0 ^{ns}	27±0 ^{ns}	35±0 ^{ns}	29±0 ^{ns}	20±0 ^{ns}	25±0 ^{ns}

ตารางภาคผนวกที่ 2 คุณภาพน้ำทางด้านการอุณหภูมิน้ำ (องศาเซลเซียส)

อุณหภูมิอากาศและน้ำ	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม	มกราคม
Spirulina 0%	29.5±0 ^{ns}	33.6±0 ^{ns}	27.9±0 ^{ns}	25.2±0 ^{ns}	22.8±0 ^{ns}	23±0 ^{ns}
Spirulina 3%	29.5±0 ^{ns}	33.6±0 ^{ns}	27.9±0 ^{ns}	25.2±0 ^{ns}	22.8±0 ^{ns}	23±0 ^{ns}
Spirulina 5%	29.5±0 ^{ns}	33.6±0 ^{ns}	27.9±0 ^{ns}	25.2±0 ^{ns}	22.8±0 ^{ns}	23±0 ^{ns}

ตารางภาคผนวกที่ 3 คุณภาพน้ำทางด้านการค่าความเป็นกรด – ด่าง ระยะเวลา 6 เดือน

ค่าความเป็นกรด – ด่าง	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม	มกราคม
Spirulina 0%	8.07±0.09 ^{ns}	8.18±0.07 ^{ns}	7.48±0.16 ^{ns}	8.71±0.03 ^{ns}	7.5±0.06 ^{ns}	7.9±0.04 ^{ns}
Spirulina 3%	8.29±0.07 ^{ns}	8.2±0.06 ^{ns}	7.75±0.02 ^{ns}	8.44±0.08 ^{ns}	7.58±0.08 ^{ns}	7.92±0.02 ^{ns}
Spirulina 5%	8.33±0.06 ^{ns}	8.38±0.1 ^{ns}	7.78±0.02 ^{ns}	8.58±0.08 ^{ns}	7.48±0.02 ^{ns}	7.94±0.03 ^{ns}

ตารางภาคผนวกที่ 4 แสดงปัจจัยคุณภาพน้ำทางด้านการค่าความนำไฟฟ้า (uS/cm)

ค่าความนำไฟฟ้า	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม	มกราคม
Spirulina 0%	37.67±7.54 ^{ns}	38.67±4.06 ^{ns}	56.67±6.57 ^{ns}	87.67±4.33 ^{ns}	48.67±4.67 ^{ns}	64.33±4.17 ^{ns}
Spirulina 3%	44±8.72 ^{ns}	35.33±7.42 ^{ns}	47.33±6.36 ^{ns}	85.33±1.20 ^{ns}	44.67±0.67 ^{ns}	59.11±1.61 ^{ns}
Spirulina 5%	48.67±3.53 ^{ns}	44.67±8.19 ^{ns}	59.33±1.76 ^{ns}	86.67±0.88 ^{ns}	42.33±0.88 ^{ns}	62.78±0.11 ^{ns}

ตารางภาคผนวกที่ 5 แสดงปัจจัยคุณภาพน้ำทางด้านการปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (mg/L)

ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม	มกราคม
Spirulina 0%	4.6±0.60 ^{ns}	5.73±0.35 ^{ns}	5.13±0.47 ^{ns}	8.33±1.16 ^{ns}	4.93±0.24 ^{ns}	6.13±0.54 ^{ns}
Spirulina 3%	5.4±0.12 ^{ns}	5.33±0.44 ^{ns}	5.13±0.52 ^{ns}	7.33±0.37 ^{ns}	5.6±0.31 ^{ns}	6.02±0.18 ^{ns}
Spirulina 5%	5.2±0.20 ^{ns}	5.6±0.42 ^{ns}	5.87±0.58 ^{ns}	8.13±0.81 ^{ns}	4.73±0.29 ^{ns}	6.24±0.16 ^{ns}

ตารางภาคผนวกที่ 6 แสดงปัจจัยคุณภาพน้ำทางด้านปริมาณออร์โธฟอสเฟตฟอสฟอรัส (mg/L)

ออร์โธฟอสเฟตฟอสฟอรัส	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม	มกราคม
Spirulina 0%	2.49±0.09 ^b	2.92±0.05 ^a	2.53±0.13 ^a	2.83±0.23 ^a	2.56±0.16 ^a	2.64±0.09 ^a
Spirulina 3%	2.9±0.07 ^a	2.58±0.09 ^b	2.41±0.04 ^a	2.75±0.16 ^a	2.52±0.16 ^a	2.56±0.01 ^a
Spirulina 5%	2.73±0.07 ^{ab}	2.68±0.04 ^{ab}	2.45±0.05 ^a	2.49±0.06 ^a	2.64±0.15 ^a	2.53±0.06 ^a

ตารางภาคผนวกที่ 7 แสดงปัจจัยคุณภาพน้ำทางด้านปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน (mg/L)

แอมโมเนียไนโตรเจน	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม	มกราคม
Spirulina 0%	0.09±0.06 ^{ns}	0.05±0.03 ^{ns}	0.24±0.11 ^{ns}	0.14±0.06 ^{ns}	0.42±0.02 ^{ns}	0.27±0.03 ^{ns}
Spirulina 3%	0.02±0 ^{ns}	0.03±0 ^{ns}	0.02±0 ^{ns}	0.08±0.06 ^{ns}	0.41±0.03 ^{ns}	0.17±0.02 ^{ns}
Spirulina 5%	0.03±0 ^{ns}	0.02±0.01 ^{ns}	0.02±0 ^{ns}	0.16±0.15 ^{ns}	0.37±0.04 ^{ns}	0.18±0.05 ^{ns}

ตารางภาคผนวกที่ 8 แสดงปัจจัยคุณภาพน้ำทางด้านปริมาณไนเตรทไนโตรเจน (mg/L)

ปริมาณไนเตรทไนโตรเจน	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม	มกราคม
Spirulina 0%	0.06±0 ^{ns}	0.07±0.01 ^{ns}	0±0 ^{ns}	0±0 ^{ns}	0.01±0.01 ^{ns}	0±0 ^{ns}
Spirulina 3%	0.13±0.02 ^{ns}	0.11±0.01 ^{ns}	0±0 ^{ns}	0±0 ^{ns}	0.03±0.01 ^{ns}	0.01±0 ^{ns}
Spirulina 5%	0.14±0.03 ^{ns}	0.12±0.02 ^{ns}	0±0 ^{ns}	0±0 ^{ns}	0.01±0 ^{ns}	0.01±0 ^{ns}

ตารางภาคผนวกที่ 9 แสดงเฉลี่ยความหลากหลายและองค์ประกอบของแพลงก์ตอน

หน่วยการทดลอง	Spirulina 0%	Spirulina 3%	Spirulina 5%
คิวิชั่น Cyanophyta (Cell/L)	3930.74±1087.38 ^{ns}	2281.51±362.81 ^{ns}	1812.63±204.79 ^{ns}
คิวิชั่น Chlorophyta(Cell/L)	3649.68±627.56 ^{ns}	2706.58±246.33 ^{ns}	2881.55±311.33 ^{ns}
คิวิชั่น Cryptophyta(Cell/L)	263.98±41.37 ^{ns}	296.71±16.89 ^{ns}	272.05±22.68 ^{ns}
คิวิชั่น Bacillariohyta(Cell/L)	1481.62±94.32 ^{ns}	1310.05±20.42 ^{ns}	1236.16±164.95 ^{ns}
คิวิชั่น Euglenophyta(Cell/L)	861.92±172.15 ^{ns}	852.49±101.65 ^{ns}	632.43±44.37 ^{ns}
Phylum Artrophoda(Cell/L)	167.23±13.55 ^a	105.84±2.24 ^b	78.04±15.95 ^b
Phylum Rotifera (Cell/L)	62.18±11.71 ^{ns}	28.24±4.59 ^{ns}	34.02±10.71 ^{ns}
Phylum Chordata (Cell/L)	15.62±1.54 ^{ns}	12.24±1.42 ^{ns}	9.82±2.11 ^{ns}

ตารางภาคผนวกที่ 10 แสดงควิวิชั่น Cyanophyta (Cell/L) ในแต่ละหน่วยการทดลอง ระยะเวลา 6 เดือน

Cyanophyta	Spirulina 0%	Spirulina 3%	Spirulina 5%
สิงหาคม	2658.53±103.11 ^{ns}	2456.97±224.24 ^{ns}	2504.2±290.18 ^{ns}
กันยายน	2829.1±358.17 ^{ns}	3326.67±676.48 ^{ns}	1736.77±386.75 ^{ns}
ตุลาคม	3866.77±1030.74 ^{ns}	2385.93±866.03 ^{ns}	1936.9±207.64 ^{ns}
พฤศจิกายน	6410.1±3548.22 ^{ns}	2042.9±491.53 ^{ns}	1780.1±100.84 ^{ns}
ธันวาคม	2681.5±350.95 ^{ns}	1262.17±535.9 ^{ns}	1059.33±191.22 ^{ns}
มกราคม	5138.43±2157.1 ^{ns}	2214.42±678.63 ^{ns}	1858.5±144.64 ^{ns}

ตารางภาคผนวกที่ 11 แสดงควิวิชั่น Chlorophyta (Cell/L) ในแต่ละหน่วยการทดลอง ระยะเวลา 6 เดือน

Chlorophyta	Spirulina 0%	Spirulina 3%	Spirulina 5%
สิงหาคม	3492.3±396.09 ^{ns}	2847±238.91 ^{ns}	2674.33±340.01 ^{ns}
กันยายน	3774.97±1076.07 ^{ns}	4042.27±1442.98 ^{ns}	3186.13±460.79 ^{ns}
ตุลาคม	3630.5±285.84 ^{ns}	2432.2±529.1 ^{ns}	3009.43±463.67 ^{ns}
พฤศจิกายน	3352.87±256.76 ^{ns}	2296.57±411.34 ^{ns}	2854±283.43 ^{ns}
ธันวาคม	4155.73±1968.37 ^{ns}	2257.07±166.37 ^{ns}	2633.66±379.16 ^{ns}
มกราคม	3491.68±269.52 ^{ns}	2364.38±469.71 ^{ns}	2931.72±372.18 ^{ns}

ตารางภาคผนวกที่ 12 แสดงควิวิชั่น Cryptophyta (Cell/L) ในแต่ละหน่วยการทดลอง ระยะเวลา 6 เดือน

Cryptophyta	Spirulina 0%	Spirulina 3%	Spirulina 5%
สิงหาคม	332.93±94.61 ^{ns}	297.9±127.13 ^{ns}	223.93±57.69 ^{ns}
กันยายน	258.27±103.26 ^{ns}	267.73±96.72 ^{ns}	260.57±68.06 ^{ns}
ตุลาคม	332.57±127.27 ^{ns}	253.97±84.22 ^{ns}	320.07±66.12 ^{ns}
พฤศจิกายน	236.4±18.05 ^{ns}	354.3±61.51 ^{ns}	341.7±58.33 ^{ns}
ธันวาคม	139.2±6.93 ^{ns}	302.2±62.13 ^{ns}	155.17±52.11 ^{ns}
มกราคม	284.48±63.52 ^{ns}	304.13±60.79 ^{ns}	330.88±61.14 ^{ns}

ตารางภาคผนวกที่ 13 แสดงควิวิชั่น Bacillariohyta (Cell/L) ในแต่ละหน่วยการทดลอง ระยะเวลา 6 เดือน

Bacillariohyta	Spirulina 0%	Spirulina 3%	Spirulina 5%
สิงหาคม	1190.4±159.7 ^{ns}	1048.27±120.4 ^{ns}	1089.9±188.62 ^{ns}
กันยายน	1026±71.97 ^{ns}	1016.27±72.79 ^{ns}	1331.9±292.96 ^{ns}
ตุลาคม	897.27±88.7 ^{ns}	1212.87±116.63 ^{ns}	1220.3±334.69 ^{ns}
พฤศจิกายน	1352.07±514.37 ^{ns}	1669.27±181.58 ^{ns}	1268.07±313.66 ^{ns}
ธันวาคม	3299.33±1019.23 ^{ns}	1472.57±257.01 ^{ns}	1262.6±166.27 ^{ns}
มกราคม	1124.67±295.8 ^{ns}	1441.07±138.8 ^{ns}	1244.18±323.94 ^{ns}

ตารางภาคผนวกที่ 14 แสดงควิวิชั่น Euglenophyta (Cell/L) ในแต่ละหน่วยการทดลอง ระยะเวลา 6 เดือน

Euglenophyta	Spirulina 0%	Spirulina 3%	Spirulina 5%
สิงหาคม	1977.77±1231.31 ^{ns}	499.17±111.54 ^{ns}	619.4±61.02 ^{ns}
กันยายน	992.23±217.63 ^{ns}	786.97±233.46 ^{ns}	656.17±75.57 ^{ns}
ตุลาคม	525.6±96.98 ^{ns}	628.5±91.11 ^{ns}	712.7±39.99 ^{ns}
พฤศจิกายน	389±83.05 ^{ns}	634.6±39.34 ^{ns}	559.83±186.66 ^{ns}
ธันวาคม	829.6±255.1 ^{ns}	1934.17±903.15 ^{ns}	610.23±53.35 ^{ns}
มกราคม	457.3±22.59 ^{ns}	631.55±25.96 ^{ns}	636.27±100.25 ^{ns}

ตารางภาคผนวกที่ 15 แสดง Phylum Artrophoda (Cell/L) ในแต่ละหน่วยการทดลอง ระยะเวลา 6 เดือน

Artrophoda	Spirulina 0%	Spirulina 3%	Spirulina 5%
สิงหาคม	91.23±18.89 ^{ns}	83.73±7.21 ^{ns}	134.87±18.95 ^{ns}
กันยายน	167.17±31.05 ^{ns}	112.13±38.83 ^{ns}	54.77±6.28 ^{ns}
ตุลาคม	179.23±17.93 ^a	108.13±24.02 ^{ab}	65.87±23.16 ^b
พฤศจิกายน	179.23±17.93 ^a	108.13±24.02 ^{ab}	65.87±23.16 ^b
ธันวาคม	207.3±17.22 ^a	114.8±15.33 ^b	81.03±8.28 ^b
มกราคม	179.23±17.93 ^a	108.13±24.02a ^b	65.87±23.16 ^b

ตารางภาคผนวกที่ 16 แสดง Phylum Rotifera (Cell/L) ในแต่ละหน่วยการทดลอง ระยะเวลา 6 เดือน

Rotifera	Spirulina 0%	Spirulina 3%	Spirulina 5%
สิงหาคม	32.87±7.19 ^{ns}	19.4±5.93 ^{ns}	39.97±10.3 ^{ns}
กันยายน	84.17±19.38 ^a	40.63±10.71 ^{ab}	18.37±7.26 ^b
ตุลาคม	69.67±15.35 ^{ns}	26±7.94 ^{ns}	41.2±21.63 ^{ns}
พฤศจิกายน	69.67±15.35 ^{ns}	26±7.94 ^{ns}	41.2±21.63 ^{ns}
ธันวาคม	47.03±11.59 ^{ns}	31.4±11.86 ^{ns}	22.17±6.35 ^{ns}
มกราคม	69.67±15.35 ^{ns}	26±7.94 ^{ns}	41.2±21.63 ^{ns}

ตารางภาคผนวกที่ 17 แสดง Phylum Chordata (Cell/L) ในแต่ละหน่วยการทดลอง ระยะเวลา 6 เดือน

Chordata	Spirulina 0%	Spirulina 3%	Spirulina 5%
สิงหาคม	18.9±4.49 ^{ns}	18.67±3.93 ^{ns}	14.33±3.93 ^{ns}
กันยายน	11.27±0.89 ^{ns}	13.87±3.75 ^{ns}	13.53±4.18 ^{ns}
ตุลาคม	15.27±3.12 ^{ns}	9±2.03 ^{ns}	6.8±1.57 ^{ns}
พฤศจิกายน	15.27±3.12 ^{ns}	9±2.03 ^{ns}	6.8±1.57 ^{ns}
ธันวาคม	17.77±2.89 ^{ns}	13.93±5.58 ^{ns}	10.63±0.34 ^{ns}
มกราคม	15.27±3.12 ^{ns}	9±2.03 ^{ns}	6.8±1.57 ^{ns}

ตารางภาคผนวกที่ 18 แสดงประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของการอนุบาลลูกปลาบู่ทราย

หน่วยการทดลอง	T1 ลูกปลา ได้รับอาหารผง	T2 ลูกปลา ได้รับ Rotifer	T3 ลูกปลา ได้รับ ไวแดง	T4 ลูกปลา ได้รับ Artemia
อัตราน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น(%)	569.02±44.29 ^c	667.70±22.56 ^b	805.52±110.27 ^a	782.46±58.63 ^a
อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (%)	2.86±0.18 ^c	2.98±0.15 ^b	3.20±0.10 ^a	3.21±0.11 ^a
อัตราการเจริญเติบโต(กรัม/ตัว/วัน)	3.73±0.61 ^c	4.29±0.44 ^b	5.03±0.21 ^a	5.19±0.20 ^a
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ	2.98±0.44 ^a	2.69±0.37 ^b	1.87±0.28 ^c	1.59±0.14 ^d
ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน	0.06±0.01 ^c	0.53±0.06 ^b	0.54±0.02 ^b	0.73±0.03 ^a
อัตราการรอดตาย (%)	74.33±2.08 ^{ns}	77.67±2.52 ^{ns}	83.00±1.00 ^{ns}	84.00±1.00 ^{ns}
ต้นทุนในการผลิต (บาท/ตัว)	40.12±0.77 ^{ns}	37.28±1.61 ^{ns}	38.55±0.33 ^{ns}	38.21±0.17 ^{ns}