รายงานการวิจัย

การนำน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดด้วยบ่อผึ่ง จากคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง จ.ตรัง มาใช้ประโยชน์ในการเลี้ยงปลาและไรแดง

Utilization of Wastewater from Lagoon Treatment in Faculty of Sciences and Fisheries Technology, Trang for Fishes and Freshwater Flea *(Moina macrocopa)* Culture

โดย

อุไรวรรณ วัฒนกุล
วัฒนา วัฒนกุล
จิโรจน์ พีระเกียรติขจร

ห้องสมุด มทร.
ศรีวิชัย
ทะเบียน 50.096
เลขหมู่ S 592.545
เล่มที่ 1
วันที่ 29 พ.ย. 2550

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย ประจำปีงบประมาณ 2548
จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

การนำน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดด้วยบ่อผึ่งจากคณะวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีการประมง จ. ตรัง มาใช้ประโยชน์ในการเลี้ยงปลาและไรแดง

Utilization of Wastewater from Lagoon Treatment in Faculty of Science and Fisheries Technology Trang for Fishes and Freshwater Flea (*Moina macrocopa*) Culture

อุไรวรรณ วัฒนกุล[1] วัฒนา วัฒนกุล[1] จิโรจน์ พีระเกียรติขจร[1]

Uraiwan Wattanakul[1] Wattana Wattanakul[1] Jirot Peerakiatkajorn[1]

บทคัดย่อ

การนำน้ำที่ผ่านการบำบัดด้วยบ่อผึ่งจากคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง จ.ตรัง มาใช้ประโยชน์ในการเลี้ยงปลาและไรแดง พบว่า การทดลองเลี้ยงไรแดงในบ่อผึ่งที่ 1 บ่อผึ่งที่ 2 และบ่อปรับสภาพ จำนวน 5 ครั้ง สามารถเลี้ยงไรแดงได้ทุกบ่อ ซึ่งบ่อผึ่งที่ 1 ให้ผลผลิตเฉลี่ย และอายุเฉลี่ยของไรแดงสูงที่สุด รองลงมาคือ บ่อผึ่งที่ 2 และบ่อปรับสภาพ ตามลำดับ ส่วนการทดลองเลี้ยงปลา 3 ชนิด ได้แก่ ปลาตะเพียนขาว ปลานิล และปลาดุก ในกระชังขนาด 2x2x1.5 $ม^3$. ที่อยู่ในบ่อผึ่งที่ 1 บ่อผึ่งที่ 2 และบ่อปรับสภาพ เป็นระยะเวลา 4 เดือน พบว่า เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ปลาตะเพียนขาวมีการเจริญเติบโตทางด้านน้ำหนัก และความยาวแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) โดยมีน้ำหนักเฉลี่ย เท่ากับ 4.41, 3.39 และ 1.52 กรัม ตามลำดับ ความยาวเฉลี่ย เท่ากับ 7.60, 6.65 และ 5.31 เซนติเมตร ตามลำดับ น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ย เท่ากับ 3.85, 2.83 และ 1.01 กรัม ตามลำดับ ความยาวเพิ่มเฉลี่ย เท่ากับ 4.07, 3.11 และ 1.93 เซนติเมตร ตามลำดับ และมีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ เท่ากับ 0.18, 0.17 และ 0.15 เปอร์เซ็นต์/วัน ตามลำดับ ปลานิลและปลาดุก มีน้ำหนักเฉลี่ย เท่ากับ 3.83, 3.36 และ 3.31 กรัม และ 3.28, 2.87 และ 2.67 กรัม ตามลำดับ มีความยาวเท่ากับ 5.89, 5.88 และ 5.87 เซนติเมตร และ 7.83, 7.47 และ 7.28 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนอัตราการรอดตายของปลาตะเพียนขาวในแต่ละบ่อมีค่าเท่ากับ 4.16%, 3.75% และ 20.83% ตามลำดับ ปลานิลมีค่าเท่ากับ 97.50%, 0% และ 41.25% ตามลำดับ ส่วนปลาดุกตายหมดทุกบ่อก่อนสิ้นสุดการทดลอง

---

[1] คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง

[1] Faculty of Science and Fisheries Technology, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Trang.

ABSTRACT

Utilization of Wastewater from Lagoon Treatment in Faculty of Science and Fisheries Technology Trang for fish and Freshwater Flea (*Moina macrocopa*) culture. The experiment on Production of Freshwater Flea (*Moina macrocopa*) cultured in lagoon treatment 1, 2 and polishing lagoon for 5 times. The result showed that the lagoon treatment 1 was highest production of Freshwater Flea and average life span and reduce in lagoon treatment 2 and polishing lagoon respectively. Three kinds of freshwater fish; Silver carp (*Puntius gonionotus*), Nile Tilapia (*Oreochromis nilotricus*), Catfish (*Clarias sp.*); was cultured in net cage size 2x2x1.5 m^3. at lagoon treatment 1, 2 and polishing lagoon for 4 months. Final experiment, Silver carp in 3 ponds shown growth on weight and length were significant different ($p<0.05$). These weight showed 4.41, 3.39 1.52 grams, respectively 7.60, 6.65 and 5.31 cm. in length. Average weight gained in fish were 3.85, 2.83 and 1.01 grams. Average length gained were 4.07 3.11 and 1.93 cm. The specfic growth rate were 0.18, 0.17 and 0.15 percentage per day. The average weight for Nile Tilapia and Catfish were 3.83, 3.36, 3.31 grams and 3.28, 2.87, 2.67 grams, respectively. The average length for two fish were 5.89, 5.88, 5.87 cm. and 7.83, 7.47, 7.28 cm. by order. Survival rate in lagoon treatment 1, 2 and polishing lagoon were 4.16%, 3.75% and 20.83% in Silver carp; 97.50%, 0% and 41.25% in Nile Tilapia and Catfish have been for dead all ponds. were 7.50, 0 and 0 kg. in first time. The other showed 5.4, 2.2 and 1.85 kg. in second time, respectively.

สารบาญ

	หน้า
สารบาญ	(1)
สารบาญตาราง	(2)
สารบาญภาพ	(4)
บทนำ	1
วิธีการวิจัย	3
ผลการวิจัย	8
วิจารณ์ผลการวิจัย	29
สรุปผลการวิจัย	34
ข้อเสนอแนะ	35
กิตติกรรมประกาศ	36
บรรณานุกรม	37
ภาคผนวก	39

สารบาญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ดัชนีคุณสมบัติของน้ำและวิธีวิเคราะห์	6
2	ผลผลิตไรแดงที่ทำการทดลองเลี้ยงในบ่อผึ่งที่ 1 บ่อผึ่งที่ 2 และบ่อปรับสภาพบริเวณโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ศูนย์ตรัง ระหว่างเดือนกันยายน 2548 ถึง มกราคม 2549	10
3	คุณสมบัติของน้ำในบ่อตกตะกอน บ่อผึ่งที่ 1 บ่อผึ่งที่ 2 และบ่อปรับสภาพบริเวณโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ศูนย์ตรัง ก่อนทำการทดลองเลี้ยง และหลังทำการทดลองเลี้ยงไรแดงในแต่ละครั้ง ระหว่างเดือนกันยายน 2548 ถึง มกราคม 2549	12
4	น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) และความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร) ของปลาตะเพียนขาวที่เลี้ยงในระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อผึ่ง จากคณะวิยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง ตั้งแต่ ก.ย. 48 ถึง ม.ค. 49	18
5	น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) และความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร) ของปลานิลที่เลี้ยงในระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อผึ่ง จากคณะวิยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง ตั้งแต่ ก.ย. 48 ถึง ม.ค. 49	19
6	น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) และความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร) ของปลาดุกที่เลี้ยงในระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อผึ่ง จากคณะวิยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง ตั้งแต่ ก.ย. 48 ถึง ม.ค. 49	20
7	อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์) ของปลาน้ำจืด 3 ชนิด คือ ปลาตะเพียนขาว ปลานิล และปลาดุก ในระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อผึ่ง จากคณะวิยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง ตั้งแต่ ก.ย. 48 ถึง ม.ค. 49	25

สารบาญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
8	คุณสมบัติของน้ำในบ่อตกตะกอน บ่อผึ่งที่ 1 บ่อผึ่งที่ 2 และบ่อปรับสภาพที่บริเวณโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนา สิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ศูนย์ตรัง ที่ทำการทดลองเลี้ยงปลาตะเพียนขาว ปลานิล และปลาดุกลูกผสม ระหว่างเดือนกันยายน 2548 ถึงมกราคม 2549	27

สารบาญภาพ

รูปที่		หน้า
1	เปรียบเทียบน้ำหนักของปลาตะเพียนขาว ที่เลี้ยงในบ่อผึ่งที่ 1 บ่อผึ่งที่ 2 และบ่อปรับสภาพ ของคณะวิยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง ตั้งแต่ ก.ย. 48 ถึง ม.ค. 49	21
2	เปรียบเทียบความยาวของปลาตะเพียนขาว ที่เลี้ยงในบ่อผึ่งที่ 1 บ่อผึ่งที่ 2 และบ่อปรับสภาพ ของคณะวิยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง ตั้งแต่ ก.ย. 48 ถึง ม.ค. 49	21
3	เปรียบเทียบน้ำหนักของปลานิล ที่เลี้ยงในบ่อผึ่งที่ 1 บ่อผึ่งที่ 2 และบ่อปรับสภาพ ของคณะวิยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง ตั้งแต่ ก.ย. 48 ถึง ม.ค. 49	22
4	เปรียบเทียบความยาวของปลานิล ที่เลี้ยงในบ่อผึ่งที่ 1 บ่อผึ่งที่ 2 และบ่อปรับสภาพ ของคณะวิยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง ตั้งแต่ ก.ย. 48 ถึง ม.ค. 49	22
5	เปรียบเทียบน้ำหนักของปลาดุก ที่เลี้ยงในบ่อผึ่งที่ 1 บ่อผึ่งที่ 2 และบ่อปรับสภาพ ของคณะวิยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง ตั้งแต่ ก.ย. 48 ถึง ม.ค. 49	23
6	เปรียบเทียบความยาวของปลาดุก ที่เลี้ยงในบ่อผึ่งที่ 1 บ่อผึ่งที่ 2 และบ่อปรับสภาพ ของคณะวิยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง ตั้งแต่ ก.ย. 48 ถึง ม.ค. 49	23
7	อัตรารอดตาย (เปอร์เซ็นต์) ของปลาตะเพียนขาว ปลานิล ปลาดุก ที่เลี้ยงในบ่อผึ่งที่ 1 บ่อผึ่งที่ 2 และบ่อปรับสภาพ ของคณะวิยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง ตั้งแต่ ก.ย. 48 ถึง ม.ค. 49	25

สารบาญภาพ (ต่อ)

รูปผนวกที่		หน้า
1	บ่อตกตะกอนซึ่งมีท่อต่อน้ำทิ้งมาจากหอพักนักศึกษา	40
2	ลักษณะน้ำทิ้งที่อยู่ในบ่อตกตะกอน	40
3	การเตรียมบ่อบำบัดน้ำเสียแบบบ่อผึ่ง โดยการขุดลึก 2 เมตร	41
4	ทำการปักหลักเสาเข็ม กั้นดินพังทะลายด้วยไม้ไผ่สานในบ่อบำบัดน้ำทิ้ง	41
5	การทำราวสะพานสำหรับผูกกระชัง และเดินภายในบ่อ	42
6	บ่อบำบัดที่กั้นไม้ไผ่สานเสร็จแล้ว แต่ยังไม่ได้ถมดินคันบ่อ	42
7	บ่อบำบัดน้ำทิ้งแบบบ่อผึ่ง บ่อผึ่งที่ 2	43
8	น้ำทิ้งในบ่อตกตะกอนที่จะสูบเข้าบ่อผึ่ง	43
9	ปั๊มน้ำที่ใช้สูบน้ำทิ้งในบ่อตกตะกอนส่งเข้าบ่อผึ่ง	44
10	ท่อน้ำล้นที่เชื่อมถึงกันระหว่างบ่อผึ่งที่ 1 บ่อผึ่งที่ 2 และบ่อปรับสภาพ	44
11	สภาพน้ำในบ่อบำบัดน้ำทิ้งแบบบ่อผึ่ง ที่เตรียมสำหรับการเลี้ยงไรแดง	45
12	ไรแดงที่จะนำไปเลี้ยงในบ่อบำบัดน้ำทิ้งแบบบ่อผึ่ง	45
13	ทำการปล่อยไรแดงลงในบ่อบำบัดน้ำทิ้งแบบบ่อผึ่ง และบ่อปรับสภาพ	46
14	ทำการเก็บเกี่ยวไรแดงที่เลี้ยงในบ่อบำบัดน้ำทิ้งแบบบ่อผึ่ง	46
15	ไรแดงที่ได้จากการเก็บเกี่ยวผลผลิตจากบ่อบำบัดน้ำทิ้ง	47
16	สาหร่ายสีเขียวขึ้นปกคลุมผิวน้ำทั่วบ่อบำบัดน้ำทิ้งตอนกลางวัน	47
17	สาหร่ายสีเขียวขึ้นปกคลุมผิวน้ำทั่วบ่อบำบัดน้ำทิ้ง	48
18	กระชังที่เตรียมไว้สำหรับการเลี้ยงปลาในบ่อบำบัดน้ำทิ้ง	48
19	กระชังที่ปล่อยปลาลงเลี้ยงในบ่อผึ่งที่ 1 บ่อผึ่งที่ 2 และบ่อปรับสภาพ	49
20	ทำการเก็บตัวอย่างน้ำในบ่อบำบัดน้ำทิ้ง	49
21	เก็บตัวอย่างน้ำในบ่อบำบัดน้ำทิ้ง เพื่อนำไปวิเคราะห์หาคุณสมบัติของน้ำ	50
22	ทำการยกกระชังเพื่อเก็บตัวอย่างปลาที่ทำการศึกษา	50
23	ตัวอย่างปลาตะเพียนขาว ที่เลี้ยงในบ่อบำบัดน้ำทิ้ง	51
24	ปลาตะเพียนขาวที่เป็นโรคตายจากการทดลองในบ่อบำบัดน้ำทิ้ง	51
25	ตัวอย่างปลานิลที่ทำการทดลองเลี้ยงในบ่อบำบัดน้ำทิ้ง	52

สารบาญภาพ (ต่อ)

รูปผนวกที่		หน้า
26	ปลานิลที่ได้จากการทดลองเลี้ยงในบ่อบำบัดน้ำทิ้งซึ่งมีหลายขนาด	52
27	ปลาดุกลูกผสมที่เป็นโรค (ศรชี้) จะเห็นแผลสีขาวตามลำตัว	53
28	โครงกระดูกปลาดุกที่ทำการทดลองเลี้ยงในบ่อบำบัดน้ำทิ้ง เนื่องจากกินกันเอง	53

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

บทนำ

ปัจจุบันนี้ปัญหาสิ่งแวดล้อมเป็นปัญหาสำคัญที่นับวันยิ่งจะทวีความรุนแรงขึ้น และเป็นปัญหาที่ต้องมีการแก้ไขอย่างเร่งด่วน โดยเฉพาะปัญหาน้ำเสียที่เกิดขึ้นมาพร้อม ๆ กับการเติบโตของชุมชน ซึ่งแน่นอนเมื่อชุมชนขยายใหญ่ขึ้น ประชากรเพิ่มมากขึ้น การใช้น้ำและปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำทั่วไปโดยมิได้มีการบำบัดมาก่อนที่จะปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ ทำให้คุณสมบัติของน้ำในแหล่งน้ำเสื่อมโทรมลง และส่งผลถึงการเป็นอันตรายต่อสัตว์ที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำดังกล่าว น้ำเสียชุมชนเป็นน้ำที่เกิดจากกิจกรรมประจำวันของประชาชนที่อาศัยอยู่ในชุมชน และกิจกรรมที่เป็นอาชีพ ได้แก่ น้ำเสียที่เกิดจากการประกอบอาหารและชำระล้างสิ่งสกปรกทั้งหลายภายในครัวเรือน และอาคารประเภทต่าง ๆ เป็นต้น (กรมควบคุมมลพิษ, 2545) ระบบบำบัดน้ำเสียเป็นกระบวนการบำบัดแบบต่าง ๆ เพื่อกำจัดมลสารที่อยู่ในน้ำเสีย ให้มีคุณภาพดีขึ้นและไม่ก่อให้เกิดผลเสียหายต่อแม่น้ำ ลำคลอง แหล่งน้ำธรรมชาติ หรือสิ่งแวดล้อมโดยรอบ โดยน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วจะถูกระบายลงสู่แม่น้ำสาธารณะหรือบางส่วนยังสามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ ในด้านการเกษตร อุตสาหกรรม และอื่น ๆ ดังนั้น การบำบัดน้ำเสียเป็นกลไกสำคัญอันหนึ่ง ที่จะช่วยลดภาระของแหล่งน้ำในการทำความสะอาดตัวเองตามธรรมชาติ และช่วยป้องกันมิให้สารมลพิษปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำดิบ (กรมควบคุมมลพิษ, 2545) เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหาเรื่องมลภาวะทางน้ำ ก่อนที่จะมีการปล่อยน้ำทิ้งลงสู่แหล่งน้ำ ก็ควรได้มีการบำบัดให้มีคุณภาพดี ในการบำบัดน้ำเสียนั้นสามารถกระทำได้หลายวิธีการโดยอาศัยเทคโนโลยีต่าง ๆ ในระดับที่แตกต่างกันไปตามความเหมาะสมและยึดหลักธรรมชาติช่วยธรรมชาติ ได้แก่ ระบบบำบัดโดยชีวภาพ (สัตว์น้ำ หญ้ากรอง และป่าชายเลน) และระบบบำบัดโดยกายภาพ (บ่อผึ่ง) (วิทย์ และนฤชิต, 2545)

ด้วยพระปรีชาญาณของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ที่ได้พระราชทานพระราชดำริ ในการใช้ระบบบ่อบำบัดน้ำเสียเพื่อแก้ไขปัญหาน้ำเสีย โดยทรงเน้นให้ใช้เทคโนโลยีธรรมชาติ ประหยัด และใช้ง่าย เพื่อให้สามารถประยุกต์เทคโนโลยีดังกล่าวนี้สู่พื้นที่ที่มีปัญหาน้ำเสีย ระบบบ่อบำบัดน้ำเสียเป็นระบบที่อาศัยกระบวนการทางธรรมชาติเป็นตัวช่วยและร่วมในการบำบัด โดยปริมาณของเสียในน้ำเสีย จะถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ในน้ำเสีย ขณะที่สาหร่ายจะอาศัยแสงอาทิตย์เป็นพลังงานที่ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง ปลดปล่อยออกซิเจนให้กับจุลินทรีย์ใช้ในการหายใจ และสาหร่ายใช้สารที่ได้จากกระบวนการย่อยสลายในการเจริญเติบโตอันเป็นกระบวนการพึ่งพาอาศัยกัน (Symbiotic Relationship Process) ระหว่างแบคทีเรียและสาหร่ายในบ่อบำบัด ส่งผลให้สาหร่ายสีเขียว เกิดขึ้นในบ่อมากมาย ประมาณ 100-260 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้สภาพน้ำมีสีเขียว การระบายน้ำออกจาก

ระบบบำบัดควรกำจัดสาหร่ายออกก่อน เพื่อไม่ให้ก่อปัญหาความสกปรก ต่อแหล่งน้ำธรรมชาติ สาหร่ายเหล่านี้เมื่อตายลงจะเป็นซากอินทรีย์และตกตะกอนลงสู่ก้นบ่อ

การประยุกต์หลักการดังกล่าว เพื่อบำบัดน้ำเสีย โดยส่วนใหญ่มักก่อสร้างเป็นบ่อดิน เป็นบ่อกลางแจ้ง ความลึกพอประมาณ 1.7 – 2.5 เมตร โดยอาศัยกระบวนการทางธรรมชาติในการเติมอากาศและจุลินทรีย์ทำหน้าที่ย่อยสลายของเสียในน้ำเสียจนกระทั่งน้ำมีคุณภาพดี แล้วสามารถระบายลงสู่แม่น้ำธรรมชาติต่อไป (คู่มือเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียตามแนวพระราชดำริ, 2543)

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง ได้เปิดทำการสอนมาเป็นเวลามากกว่า 15 ปี ในแต่ละปีมีจำนวนนักศึกษาและบุคลากรมากกว่า 1,300 คน และจะมีจำนวนประชากรในชุมชนแห่งนี้เพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ ซึ่งย่อมก่อให้เกิดปัญหาเรื่องมลภาวะทางน้ำขึ้นได้ เป็นปัญหาที่ต้องมีการแก้ไขอย่างเร่งด่วน และเป็นโอกาสดีที่วิทยาลัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้เลือกคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง จ.ตรัง เป็นพื้นที่สาธิตเพื่อจัดตั้งศูนย์สาธิตเทคโนโลยีระบบบำบัดน้ำเสีย ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ (ระยะที่ 3) ศูนย์ตรัง และระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อผึ่ง ก็เป็นแผนงานวิจัยอย่างหนึ่งของโครงการพระราชดำริดังกล่าว

จากปัญหาของมลภาวะทางน้ำที่กล่าวมา ทำให้คณะผู้วิจัยซึ่งเป็นบุคลากรส่วนหนึ่งของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มีแนวความคิดในการที่จะบำบัดน้ำเสียที่มาจากหอพักนักศึกษา หรือจากโรงอาหารที่นับวันยิ่งจะเป็นปัญหาทวีความรุนแรงขึ้น และเป็นปัญหาที่ต้องมีการแก้ไขอย่างเร่งด่วน โดยเลือกใช้วิธีการบำบัดน้ำเสียแบบบ่อผึ่ง ซึ่งเป็นวิธีการบำบัดน้ำเสียที่ไม่ยุ่งยาก โดยอาศัยธรรมชาติช่วยธรรมชาติ และเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดจากการบำบัดน้ำเสีย ทางคณะผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาวิจัย เพื่อหาแนวทางในการใช้ประโยชน์จากน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดในระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อผึ่ง โดยทำการเลี้ยงปลา 3 ชนิด ได้แก่ ปลาตะเพียนขาว ปลาดุก และปลานิล และใช้ในการเลี้ยงไรแดง เพื่อศึกษาผลผลิตของไรแดง และการเจริญเติบโตของปลา ตลอดจนศึกษาความสัมพันธ์ของคุณสมบัติของน้ำในระบบบำบัดน้ำเสีย ต่อผลผลิตของไรแดงและการเจริญเติบโตของปลาที่เลี้ยงในระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อผึ่ง ของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง ซึ่งถ้าหากการวิจัยดังกล่าวได้ผลตอบแทนที่ดี ก็จะเป็นต้นแบบสาธิตเผยแพร่ให้ชุมชนได้ศึกษาดูงาน และนำไปใช้ประโยชน์ในการบำบัดน้ำเสียของชุมชนในโอกาสต่อไป

วิธีการวิจัย

สำหรับโครงการวิจัยเรื่อง การนำน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดด้วยบ่อผึ่งจากคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง จ.ตรัง มาใช้ประโยชน์ในการเลี้ยงปลาและไรแดง แบ่งวิธีการดำเนินงานออกเป็นขั้นตอนดังต่อไปนี้

การวิจัยลำดับที่ 1 การศึกษาการเพาะเลี้ยงไรแดงในระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อผึ่ง

1. การเตรียมบ่อบำบัดน้ำเสียแบบบ่อผึ่ง

1.1 บ่อที่ใช้ในการวิจัย เป็นบ่อบำบัดน้ำเสียของโครงการศึกษาวิจัย และพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ย (ระยะที่ 3) ศูนย์ตรัง ภายในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง จำนวน 4 บ่อ คือ บ่อตกตะกอน ขนาด 4x4x2 เมตร (รูปผนวกที่ 1 และ 2) บ่อผึ่งลำดับที่ 1, 2 และบ่อปรับสภาพ

1.2 ทำการปรับปรุงบ่อผึ่งลำดับที่ 1, 2 และบ่อปรับสภาพ โดยบ่อผึ่งที่ใช้ในการวิจัยเป็นบ่อดินขุดที่มีขนาด 6x8x2 เมตร (รูปผนวกที่ 3, 4, 5, 6 และ 7) ทำการปักหลักเสาเข็ม และกันดินพังทลายด้วยไม้ไผ่สาน (รูปผนวกที่ 4) ระหว่างบ่อผึ่งลำดับที่ 1, 2 และบ่อปรับสภาพ มีท่อน้ำล้นเชื่อมต่อกัน (รูปผนวกที่ 10) และมีทางน้ำออกสู่แหล่งน้ำธรรมชาติที่บ่อปรับสภาพ

2. การเตรียมน้ำเสีย

2.1 น้ำเสียที่ใช้ในการวิจัยเป็นน้ำเสียที่มาจากหอพักของนักศึกษา (รูปผนวกที่ 8) หรือจากโรงอาหารของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง ในกรณีที่น้ำจากหอพักนักศึกษาไม่เพียงพอ โดยใช้การสูบด้วยปั้มน้ำส่งมาตามท่อมารวมกันที่บ่อตกตะกอน และจากบ่อตกตะกอนสูบด้วยปั้มน้ำ (รูปผนวกที่ 9) ส่งมาตามท่อเข้าบ่อผึ่งลำดับที่ 1 จนล้นออกทางท่อน้ำล้นไปสู่บ่อผึ่งลำดับที่ 2 และบ่อปรับสภาพตามลำดับ

3. การเพาะเลี้ยงไรแดงในบ่อบำบัดน้ำเสีย

3.1 ไรแดงที่จะนำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ซื้อจากเกษตรกร (รูปผนวกที่ 12) โดยจะปล่อยในบ่อผึ่งลำดับที่ 1, 2 และบ่อปรับสภาพ (รูปผนวกที่ 11) จำนวนบ่อละ 5 กิโลกรัมของน้ำหนักแห้ง (รูปผนวกที่ 13) หลังจากปล่อยแล้ววันถัดมายังไม่เริ่มทำการเก็บเกี่ยว ทิ้งไว้ 1 วัน เพื่อให้ไรแดงขยายพันธุ์ก่อน และหลังจากนั้น ทุกวันตอนเช้าตักผลผลิตไรแดงออกครั้งละ ½ ของปริมาณไรแดงทั้งหมด (รูปผนวกที่ 14 และ 15) จนกว่าจะไม่มีไรแดงในบ่อในแต่ละรอบการเลี้ยง

3.2 เมื่อหมดรอบการเลี้ยงแต่ละรอบ จะสูบน้ำเก่าออกและเติมน้ำเสียจากบ่อตกตะกอนใหม่

การวิจัยลำดับที่ 2 การศึกษาอัตราการเจริญเติบโตของปลาที่เลี้ยงในระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อผึ่ง

1. การเตรียมบ่อบำบัดน้ำเสียแบบบ่อผึ่ง

1.1 บ่อที่ใช้ในการวิจัย เป็นบ่อบำบัดน้ำเสียของโครงการศึกษาวิจัย และพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ย (ระยะที่ 3) ศูนย์ตรัง ภายในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง จำนวน 4 บ่อ คือ บ่อตกตะกอน ขนาด 4x4x2 เมตร (กxยxลึก) บ่อผึ่งลำดับที่ 1, 2 และบ่อปรับสภาพ หลังจากทำการวิจัยลำดับที่ 1 เสร็จสิ้น

2. การเตรียมน้ำเสีย

2.1 น้ำเสียที่ใช้ในการวิจัยเป็นน้ำเสียที่มาจากหอพักของนักศึกษา หรือจากโรงอาหารของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง ในกรณีที่น้ำจากหอพักนักศึกษาไม่เพียงพอ โดยใช้การสูบด้วยปั้มน้ำ ส่งมาตามท่อมารวมกันที่บ่อตกตะกอน และจากบ่อตกตะกอนสูบด้วยปั้มน้ำส่งมาตามท่อเข้าบ่อผึ่งลำดับที่ 1 จนล้นออกทางท่อน้ำล้นไปสู่บ่อผึ่งลำดับที่ 2 และบ่อปรับสภาพตามลำดับ ปริมาณน้ำเสียที่ใช้ในการเลี้ยงปลาในบ่อผึ่งลำดับที่ 1, 2 และบ่อปรับสภาพ จะมีการเปลี่ยนแปลงมากน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำเสียจากหอพักนักศึกษา

3. การเตรียมกระชังปลาทดลอง

3.1 กระชังทดลอง เป็นกระชังตาอวนไนลอนสีส้ม ขนาดช่องตา 4 มิลลิเมตร กระชังกว้าง 2 เมตร ยาว 2 เมตร ลึก 1.5 เมตร จำนวน 18 กระชัง (รูปผนวกที่ 18 และ 19)

4. การเตรียมปลาทดลอง

4.1 ปลาที่ใช้ในการวิจัย เป็นปลาที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจในท้องถิ่น มีขนาดความยาว 2.5-3.0 เซนติเมตร น้ำหนักเฉลี่ย 0.2-0.5 กรัม ได้แก่ปลาตะเพียนซึ่งกินอาหารผิวน้ำ ปลาดุกลูกผสม และปลานิลซึ่งกินอาหารหน้าดิน

4.2 ทำการปล่อยปลาทดลองในอัตรา 30 ตัวต่อตารางเมตร และทำการสุ่มปลาในแต่ละกระชังมาทำการชั่งน้ำหนักและความยาวจำนวน 12 ตัว (20 เปอร์เซ็นต์) ของแต่ละกระชัง และเลี้ยงปลาโดยให้ปลากินอาหารธรรมชาติที่เกิดขึ้นเองในระบบบำบัดน้ำเสีย

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ จะศึกษาถึงผลของการนำน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดด้วยบ่อผึ่ง จากคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง จ.ตรัง มาใช้ประโยชน์ในการเลี้ยงปลาและไรแดง โดยจะแบ่งขอบเขตของการวิจัยออกเป็นหัวข้อดังต่อไปนี้

1. ศึกษาปริมาณผลผลิตของไรแดง ในรูปของน้ำหนักแห้ง และระยะเวลาที่ไรแดงสามารถมีชีวิตอยู่ได้ จากบ่อผึ่งลำดับที่ 1, 2 และบ่อปรับสภาพ โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลจากทั้ง 3 บ่อ ในรูปของค่าเฉลี่ยของข้อมูล

2. การศึกษาคุณภาพน้ำที่ใช้เลี้ยงไรแดง โดยทำการวัดค่าดัชนีคุณสมบัติของน้ำ ดังตารางที่ 1 ในบ่อตกตะกอน, บ่อผึ่งลำดับที่ 1, 2 และบ่อปรับสภาพ ก่อนทำการทดลองเลี้ยง และหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตไรแดงครั้งสุดท้าย (รูปผนวกที่ 20 และ 21) เปรียบเทียบกันทั้งหมดทุกบ่อ และเปรียบเทียบกับทุกรอบของการทดลองเลี้ยง ทำการทดลองเลี้ยงจำนวน 5 รอบ

3. การศึกษาอัตราการเจริญเติบโตของปลาที่เลี้ยงในระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อผึ่ง

3.1 การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองสุ่มแบบสมบูรณ์ (CRD) โดยให้คุณสมบัติของน้ำในกระชังในระบบบำบัดน้ำเสียแต่ละบ่อ (จำนวน 3 บ่อ) เป็นชุดการทดลอง (Treatment) จำนวน 3 ชุด แต่ละชุดการทดลองปล่อยปลาลงเลี้ยง 2 กระชัง (Replication) รวมทั้งสิ้น 18 กระชัง

วางแผนการวิเคราะห์ทางสถิติสำหรับศึกษาการเจริญเติบโต และอัตรารอดตายของปลาตลอดการทดลอง ที่เกิดจากอิทธิพลของคุณภาพน้ำในกระชัง โดยใช้สถิติในการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99 เปอร์เซ็นต์

3.2 การศึกษาการเจริญเติบโตของปลา

การบันทึกน้ำหนักและความยาวของปลา ทำการบันทึกน้ำหนักและความยาวของปลาก่อนปล่อยปลาทดลองเลี้ยงในกระชัง และตรวจวัดครั้งต่อไปทุก ๆ 15 วัน (รูปผนวกที่ 22 และ 23) จนสิ้นสุดการทดลอง เป็นระยะเวลา 120 วัน โดยทำการสุ่มปลาจำนวน 20 เปอร์เซ็นต์ ของจำนวนปลาในแต่ละกระชัง (12 ตัว) ทำการชั่งน้ำหนักรวมเป็นกรัมด้วยวิธีแทนที่น้ำในการตรวจวัดครั้งแรก ความยาวของปลาวัดตั้งแต่ปลายสุดของหัวไปจนจรดปลายหาง (Total Length) มีหน่วยเป็นเซนติเมตร(รูปผนวกที่ 25 และ 26) ข้อมูลที่ได้ใช้ศึกษาเพื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของปลาในแต่ละบ่อ ในรูปแบบต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1) น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ย (กรัม) = น้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย – น้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น

2) ความยาวเพิ่มเฉลี่ย (เซนติเมตร) = ความยาวเฉลี่ยสุดท้าย - ความยาวเฉลี่ยเริ่มต้น

3) อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (SGR%/วัน)

$$= \frac{\text{ค่า loge ของน้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย t - ค่า loge ของน้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น t-1 x 100}}{\text{จำนวนวัน}}$$

เมื่อ t = สัปดาห์ที่ทำการชั่งวัด

t – 1 = น้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้นก่อนการทดลอง

4) อัตราการรอดตาย (survival rate) (%) $= \frac{\text{(จำนวนปลาเหลือรอด x 100)}}{\text{จำนวนปลาเริ่มต้น}}$

4. การศึกษาคุณสมบัติของน้ำ

เมื่อทำการปล่อยปลาในกระชังของแต่ละบ่อแล้วทำการเก็บตัวอย่างน้ำ เพื่อวิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำ โดยเก็บที่ระดับน้ำ 60 เซนติเมตร จากผิวน้ำ รวมทั้งสิ้นจำนวน 11 ดัชนี (ตารางที่ 1) หลังจากนั้นทำการศึกษาทุก ๆ 30 วัน จนสิ้นสุดการทดลอง เป็นระยะเวลา 120 วัน

ตารางที่ 1 ดัชนีคุณสมบัติของน้ำและวิธีวิเคราะห์

คุณสมบัติของน้ำ	การเก็บตัวอย่าง	เครื่องมือและวิธีการ
คุณสมบัติทางกายภาพ		
1. อุณหภูมิ (temperature, °C)	วิเคราะห์ภาคสนาม	Thermometer
2. Transparency (cm)	วิเคราะห์ภาคสนาม	Secchi disc
คุณสมบัติทางเคมี		
1. ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)	วิเคราะห์ภาคสนาม	pH meter
2. ความเป็นด่าง (alkalinity, mg/l)	แช่เย็นที่ 4 °C	tritration method
3. ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO, mg/l)	วิเคราะห์ภาคสนาม	DO-meter
4. ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity)	วิเคราะห์ภาคสนาม	EC-meter
5. ไนเตรท (nitrate, mg/l)	แช่เย็นที่ 4 °C	cadmium reduction column
6. ไนไตรท์ (nitrite, mg/l)	แช่เย็นที่ 4 °C	colorimetric method
7. แอมโมเนีย (ammonia, mg/l)	แช่เย็นที่ 4 °C	phenate method
8. ฟอสฟอรัส (total-phospate, mg/l)	แช่เย็นที่ 4 °C	digestion method
9. BOD (biochemical oxygen demand, mg/l)	แช่เย็นที่ 4 °C	5-Day BOD test

สถานที่และระยะเวลาทำการวิจัย

ทำการทดลองและวิเคราะห์ผลตัวอย่าง ณ บริเวณโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ (ระยะที่สาม) ศูนย์ จ.ตรัง ในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2547 - กันยายน 2548 (ปีงบประมาณ 2548) รวมระยะเวลา 1 ปี

ผลการวิจัย

การทดลองนำน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดด้วยบ่อผึ่ง จากคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง จ.ตรัง มาใช้ประโยชน์ในการเลี้ยงปลาและไรแดง ให้ผลการวิจัยดังต่อไปนี้

ผลผลิตไรแดง

การทดลองเลี้ยงไรแดงในบ่อผึ่งที่ 1, 2 และบ่อปรับสภาพของคณะฯ จำนวน 5 รอบของการทดลอง พบว่า ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตไรแดงหมดในบ่อทดลองซึ่งใช้เวลา 5 - 7 วัน ทุกรอบของการทดลองเลี้ยงไรแดง บ่อผึ่งที่ 1 จะให้ผลผลิตไรแดงมีอายุเฉลี่ยมากกว่าบ่อผึ่งที่ 1 และบ่อปรับสภาพ โดยมีค่าเฉลี่ยต่อวัน สูงกว่าบ่อผึ่งที่ 2 และบ่อปรับสภาพ ส่วนบ่อปรับสภาพจะให้ผลผลิตไรแดงเฉลี่ยต่อวันต่ำที่สุด โดยการทดลองเลี้ยงไรแดงครั้งที่ 1 ให้ผลผลิตไรแดงเฉลี่ย เท่ากับ 1.071, 0 และ 0 กิโลกรัม ตามลำดับ ผลผลิตไรแดงครั้งที่ 2 ให้ผลผลิตไรแดงเฉลี่ย เท่ากับ 0.771, 0.314 และ 0.226 กิโลกรัม ตามลำดับ ผลผลิตไรแดงครั้งที่ 3 ให้ผลผลิตไรแดงเฉลี่ย เท่ากับ 1.721, 0.964 และ 0.757 กิโลกรัม ตามลำดับ ผลผลิตไรแดงครั้งที่ 4 ให้ผลผลิตไรแดงเฉลี่ย เท่ากับ 1.054, 0.764 และ 0.307 กิโลกรัม ตามลำดับ และผลผลิตไรแดงครั้งที่ 5 ให้ผลผลิตไรแดงเฉลี่ย เท่ากับ 1.793, 1.207 และ 0.993 กิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

คุณสมบัติของน้ำในการทดลองเลี้ยงไรแดง

คุณสมบัติของน้ำในบ่อตกตะกอน บ่อผึ่งที่ 1 บ่อผึ่งที่ 2 และบ่อปรับสภาพ ที่ทำการทดลองเลี้ยงไรแดง จำนวน 5 ครั้ง บริเวณโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนา สิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ศูนย์ตรัง ระหว่างเดือนกันยายน 2548 ถึง มกราคม 2549 ได้ทำการเก็บตัวอย่างน้ำและวัดคุณภาพน้ำทางด้านอุณหภูมิ ความขุ่นใส ความเป็นกรดเป็นด่าง ความกระด้างของน้ำ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ค่าการนำไฟฟ้า ไนเตรท ไนไตรท์แอมโมเนีย ฟอสฟอรัสรวม และ BOD ทุกๆ 1 เดือน พบว่า จากทั้ง 5 ครั้งของการผลิต อุณหภูมิของน้ำมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 28.57, 28.79, 28.52 และ 28.57 ^{o}C ตามลำดับ ค่าความขุ่นใสมีค่าเท่ากับ 7.3, 13.8, 28.5 และ 29.9 cm ตามลำดับ ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.79, 6.75, 6.59 และ 6.70 ตามลำดับ ค่าความกระด้างของน้ำมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 328.3, 177.8, 133.5 และ 117.2 mg/l ตามลำดับ ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าเท่ากับ 0.63, 2.11, 2.56 และ 3.20 mg/l ตามลำดับ ค่าการนำไฟฟ้ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.664, 0.475, 0.339 และ 0.0.299 mS/cm. ตามลำดับ ไนเตรทมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ

0.018, 0.260, 0.083 และ 0.082 mg/l ตามลำดับ ไนไตรท์มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0025, 0.033, 0.021 และ 0.017 mg/l ตามลำดับ แอมโมเนียมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 21.32, 5.54, 3.32 และ 2.47 mg/l ตามลำดับ ฟอสฟอรัสรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.97, 0.74, 0.46 และ 0.22 mg/l ตามลำดับ และค่า BOD ของน้ำมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 52.09, 18.86, 13.97 และ 12.73 mg/l ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ตารางที่ 2 ผลผลิตไรแดงที่ทำการทดลองเลี้ยงในบ่อผึ่งที่ 1 บ่อผึ่งที่ 2 และบ่อปรับสภาพ บริเวณโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ศูนย์ตรัง ระหว่างเดือนกันยายน 2548 ถึง มกราคม 2549

ครั้งที่ทำการเลี้ยง	บ่อที่เลี้ยง	ผลผลิตไรแดง (กก.) ตามวันที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิต								
		1	2	3	4	5	6	7	รวม	เฉลี่ย
การทดลองครั้งที่ 1	บ่อผึ่งที่ 1	2.50	2.50	1	0.80	0.50	0.20	-	7.5	1.071
	บ่อผึ่งที่ 2	-*	-*	-*	-*	-*	-*	-*	-*	-*
	บ่อปรับสภาพ	-*	-*	-*	-*	-*	-*	-*	-*	-*
การทดลองครั้งที่ 2	บ่อผึ่งที่ 1	1.50	1.750	1.250	0.750	0.10	0.050	-	5.40	0.771
	บ่อผึ่งที่ 2	1.00	0.750	0.250	0.20	-	-	-	2.20	0.314
	บ่อปรับสภาพ	1.00	0.550	0.250	0.050	0.050	-	-	1.850	0.226
การทดลองครั้งที่ 3	บ่อผึ่งที่ 1	2.80	2.50	2.20	1.80	1.50	1.00	0.250	12.05	1.721
	บ่อผึ่งที่ 2	2.00	1.60	1.20	1.00	0.650	0.30	-	6.750	0.964
	บ่อปรับสภาพ	1.80	1.50	1.00	0.50	0.50	-	-	5.30	0.757
การทดลองครั้งที่ 4	บ่อผึ่งที่ 1	2.45	2.00	1.28	1.00	0.450	0.20	-	7.380	1.054
	บ่อผึ่งที่ 2	1.850	1.350	1.00	0.650	0.30	0.20	-	5.35	0.764
	บ่อปรับสภาพ	0.850	0.650	0.450	0.20	-	-	-	2.15	0.307

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ครั้งที่ทำการเลี้ยง	บ่อที่เลี้ยง	ผลผลิตไรแดง (กก.) ตามวันที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิต								
		1	2	3	4	5	6	7	รวม	เฉลี่ย
การทดลองครั้งที่ 5	บ่อผึ่งที่ 1	3.10	2.650	2.20	1.850	1.450	0.850	0.450	12.55	1.793
	บ่อผึ่งที่ 2	2.30	2.00	1.650	1.30	1.00	0.20	-	8.45	1.207
	บ่อปรับสภาพ	1.850	1.50	1.250	1.00	0.850	0.50	-	6.95	0.993

หมายเหตุ เครื่องหมาย - ไม่พบไรแดงในบ่อ

- * บ่อที่ทำการทดลองเลี้ยงไรแดงมีสาหร่ายสีเขียวขึ้นปกคลุมที่ผิวหน้าน้ำทั่วบ่อ ตลอดช่วงเวลาที่มีแสงแดด

ตารางที่ 3 คุณสมบัติของน้ำในบ่อตกตะกอน บ่อผึ่งที่ 1 บ่อผึ่งที่ 2 และบ่อปรับสภาพ บริเวณโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนา สิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ศูนย์ตรัง ก่อนทำการทดลองเลี้ยง และหลังทำการทดลองเลี้ยงไรแดงในแต่ละครั้ง ระหว่างเดือนกันยายน 2548 ถึงมกราคม 2549

การทดลอง	บ่อบำบัด	อุณหภูมิ (°C)	ความขุ่นใส (cm)	pH	Alkalinity (mg/l)	DO (mg/l)	Conductivity (mS/cm)	ไนเตรท (mg/l)	ไนไตรท์ (mg/l)	แอมโมเนีย (mg/l)	ฟอสฟอรัสรวม (mg/l)	BOD (mg/l)
ก่อนเลี้ยงไรแดง ครั้งที่ 1	บ่อตกตะกอน	28.20	6	6.91	303	0.58	0.544	ND	0.005	12.8	1.35	51.8
	บ่อผึ่งที่ 1	28.39	10	6.53	161	1.86	0.396	0.05	0.065	3.11	0.9	16.4
	บ่อผึ่งที่ 2	28.49	45	6.41	142	2.12	0.266	0.04	0.011	3.75	0.9	12.4
	บ่อปรับสภาพ	28.16	50	6.58	118	2.51	0.241	ND	0.005	2.29	0.67	25.7
หลังเลี้ยงไรแดง ครั้งที่ 1	บ่อตกตะกอน	28.15	7	6.83	334	0.69	0.685	0.04	0.003	12.8	2.34	65.9
	บ่อผึ่งที่ 1	29.39	10	7.05	141	1.37	0.347	0.49	0.051	0.31	0.43	8.5
	บ่อผึ่งที่ 2	28.72	20	6.63	118	2.67	0.308	0.11	0.025	1.57	0.39	6.1
	บ่อปรับสภาพ	28.83	20	6.68	111	2.99	0.298	0.13	0.017	1.87	0.47	8.6
ก่อนเลี้ยงไรแดง ครั้งที่ 2	บ่อตกตะกอน	27.96	10	6.91	333	0.43	0.793	0.01	ND	39.7	1.24	42.7
	บ่อผึ่งที่ 1	28.58	10	6.65	249	2.24	0.544	0.03	0.021	11.8	0.91	14.8
	บ่อผึ่งที่ 2	28.90	20	6.53	131	2.23	0.422	0.04	0.009	4.56	0.3	11.1
	บ่อปรับสภาพ	29.15	20	6.5	105	3.17	0.333	0.04	0.005	5.73	ND	7.06

ตารางที่ 3 (ต่อ)

การทดลอง	บ่อบำบัด	อุณหภูมิ (°C)	ความขุ่นใส (cm)	pH	Alkalinity (mg/l)	DO (mg/l)	Conductivity (mS/cm)	ไนเตรท (mg/l)	ไนไตรท์ (mg/l)	แอมโมเนีย (mg/l)	ฟอสฟอรัสรวม (mg/l)	BOD (mg/l)
หลังเลี้ยงไรแดง ครั้งที่ 2	บ่อตกตะกอน	28.17	6	6.93	279	0.62	0.546	0.01	ND	15.9	1.37	21.3
	บ่อผึ่งที่ 1	28.39	10	6.55	198	3.12	0.369	0.30	0.047	5.01	0.61	7.95
	บ่อผึ่งที่ 2	28.49	45	6.42	137	3.20	0.266	0.14	0.067	4.19	0.22	7.24
	บ่อปรับสภาพ	28.16	45	6.67	118	5.68	0.236	0.19	0.069	1.82	ND	3.18
ก่อนเลี้ยงไรแดง ครั้งที่ 3	บ่อตกตะกอน	29.15	7	6.85	334	0.69	0.642	0.02	0.003	17.9	2.73	67.9
	บ่อผึ่งที่ 1	29.40	15	6.82	156	1.65	0.587	0.40	0.006	8.03	0.93	28.5
	บ่อผึ่งที่ 2	28.25	20	6.65	130	2.73	0.418	0.04	0.008	4.79	0.79	24.1
	บ่อปรับสภาพ	28.63	20	6.68	111	2.89	0.375	0.04	0.007	2.55	0.37	18.6
หลังเลี้ยงไรแดง ครั้งที่ 3	บ่อตกตะกอน	28.69	10	6.89	323	0.58	0.544	0.01	0.004	20.85	1.24	22.7
	บ่อผึ่งที่ 1	29.06	25	6.91	149	2.21	0.368	0.38	0.021	4.65	0.61	21.8
	บ่อผึ่งที่ 2	28.26	30	6.72	128	2.23	0.266	0.14	0.019	2.86	0.34	15.1
	บ่อปรับสภาพ	28.68	35	6.98	102	3.27	0.239	0.14	0.015	2.19	ND	9.06

ตารางที่ 3 (ต่อ)

การทดลอง	บ่อบำบัด	อุณหภูมิ (°C)	ความขุ่นใส (cm)	pH	Alkalinity (mg/l)	DO (mg/l)	Conductivity (mS/cm)	ไนเตรท (mg/l)	ไนไตรท์ (mg/l)	แอมโมเนีย (mg/l)	ฟอสฟอรัสรวม (mg/l)	BOD (mg/l)
ก่อนเลี้ยงไรแดง ครั้งที่ 4	บ่อตกตะกอน	28.57	6	6.78	323	0.84	0.633	0.03	0.002	26.28	2.37	48.6
	บ่อผึ่งที่ 1	28.43	10	6.65	182	1.62	0.568	0.05	0.007	4.65	0.81	17.95
	บ่อผึ่งที่ 2	28.49	25	6.50	119	2.23	0.346	0.04	0.012	2.86	0.62	15.24
	บ่อปรับสภาพ	28.28	25	6.67	102	2.68	0.323	ND	0.009	2.15	0.24	12.16
หลังเลี้ยงไรแดง ครั้งที่ 4	บ่อตกตะกอน	28.85	7	6.83	342	0.76	0.682	0.04	0.003	23.78	2.76	65.9
	บ่อผึ่งที่ 1	29.19	20	6.83	141	1.73	0.503	0.48	0.051	3.01	0.63	13.5
	บ่อผึ่งที่ 2	28.53	30	6.63	102	2.67	0.308	0.12	0.025	2.15	0.35	9.1
	บ่อปรับสภาพ	28.42	30	6.78	119	2.99	0.301	0.14	0.017	1.56	0.19	8.6
ก่อนเลี้ยงไรแดง ครั้งที่ 5	บ่อตกตะกอน	28.76	8	6.48	372	0.46	0.791	0.01	ND	27.3	1.98	82.8
	บ่อผึ่งที่ 1	28.45	10	6.64	203	2.16	0.545	0.04	0.021	9.8	0.90	31.3
	บ่อผึ่งที่ 2	28.58	15	6.69	191	2.23	0.421	0.02	0.009	4.26	0.49	21.1
	บ่อปรับสภาพ	29.02	19	6.70	156	3.17	0.332	0.01	0.005	2.73	0.27	18.66

ตารางที่ 3 (ต่อ)

การทดลอง	บ่อบำบัด	อุณหภูมิ (°C)	ความขุ่นใส (cm)	pH	Alkalinity (mg/l)	DO (mg/l)	Conductivity (mS/cm)	ไนเตรท (mg/l)	ไนไตรท์ (mg/l)	แอมโมเนีย (mg/l)	ฟอสฟอรัสรวม (mg/l)	BOD (mg/l)
หลังเลี้ยงไรแดงครั้งที่ 5	บ่อตกตะกอน	29.15	6	6.52	340	0.62	0.697	0.01	0.005	15.9	2.34	51.3
	บ่อผึ่งที่ 1	28.59	18	6.82	198	3.12	0.526	0.38	0.037	5.01	0.71	27.94
	บ่อผึ่งที่ 2	28.48	35	6.75	137	3.26	0.368	0.14	0.027	2.19	0.22	18.26
	บ่อปรับสภาพ	28.38	35	6.78	130	2.68	0.321	0.13	0.019	1.82	ND	16.18
เฉลี่ย	บ่อตกตะกอน	28.57	7.3	6.79	328.3	0.63	0.664	0.018	0.0025	21.32	1.97	52.09
	บ่อผึ่งที่ 1	28.79	13.8	6.75	177.8	2.11	0.475	0.260	0.033	5.54	0.74	18.86
	บ่อผึ่งที่ 2	28.52	28.5	6.59	133.5	2.56	0.339	0.083	0.021	3.32	0.46	13.97
	บ่อปรับสภาพ	28.57	29.9	6.70	117.2	3.20	0.299	0.082	0.017	2.47	0.22	12.73

หมายเหตุ - ND : Non detectable, Minimum detection limit is 0.01 mg/l

- การตรวจวัดคุณภาพน้ำจะทำการตรวจวัดที่เวลาเดียวกันทุกครั้ง ประมาณ 10.30 น.

การศึกษาอัตราการเจริญเติบโต

การศึกษาทดลองเลี้ยงปลา 3 ชนิด ได้แก่ปลาตะเพียนขาว ปลานิล และปลาดุกลูกผสม ในบ่อบำบัดน้ำเสียแบบบ่อผึ่ง ของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง โดยทำการเลี้ยงในบ่อผึ่งที่ 1 บ่อผึ่งที่ 2 และบ่อปรับสภาพ เป็นระยะเวลา 4 เดือน ให้ผลดังนี้

การเจริญเติบโตทางด้านน้ำหนัก

ปลาตะเพียนขาว

การทดลองเลี้ยงปลาตะเพียนขาว ในบ่อผึ่งที่ 1 บ่อผึ่งที่ 2 และบ่อปรับสภาพ ของคณะฯ เป็นระยะเวลา 4 เดือนเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (105 วัน) พบว่า บ่อผึ่งที่ 1 มีน้ำหนักเพิ่มเฉลี่ย (กรัม) สูงที่สุด รองลงมาคือ บ่อผึ่งที่ 2 และบ่อปรับสภาพ ตามลำดับ โดยมีน้ำหนักเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ซึ่งมีน้ำหนักเฉลี่ย เท่ากับ 4.41, 3.39 และ1.52 กรัม ตามลำดับ และมีน้ำหนักเพิ่มเฉลี่ย เท่ากับ 3.85, 2.83 และ 1.01 กรัมตามลำดับ เมื่อนำมาคิดหาค่าอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (SGR%/วัน) พบว่า มีค่าเท่ากับ 0.1832, 0.1740 และ 0.1548 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 4 และรูปที่ 1)

ปลานิล

การทดลองเลี้ยงปลานิล ในบ่อผึ่งที่ 1 บ่อผึ่งที่ 2 และบ่อปรับสภาพ ของคณะฯ เมื่อเลี้ยงเป็นเวลา 45 วัน ปลานิลในบ่อผึ่งที่ 2 เกิดการตายยกบ่อโดยไม่ทราบสาเหตุ แต่ที่ทำการเลี้ยงเป็นเวลา 30 วัน พบว่า บ่อผึ่งที่ 1 มีน้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) สูงที่สุด รองลงมาคือ บ่อผึ่งที่ 2 และบ่อปรับสภาพ ตามลำดับ โดยบ่อผึ่งที่ 1 มีน้ำหนักเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับบ่อผึ่งที่ 2 และบ่อปรับสภาพ แต่บ่อผึ่งที่ 2 และบ่อปรับสภาพไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ซึ่งมีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 3.8321, 3.3623 และ 3.3140 กรัมตามลำดับ (ตารางที่ 5 และรูปที่ 3)

ปลาดุก

การทดลองเลี้ยงปลาดุก ในบ่อผึ่งที่ 1 บ่อผึ่งที่ 2 และบ่อปรับสภาพ ของคณะฯ เมื่อเลี้ยงเป็นเวลา 30 วัน ปลาดุกในบ่อผึ่งที่ 1 เกิดการตายยกบ่อโดยไม่ทราบสาเหตุ แต่ที่ทำการเลี้ยงเป็นเวลา 15 วัน พบว่า บ่อปรับสภาพ มีน้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) สูงที่สุด รองลงมาคือ บ่อผึ่งที่ 2 และบ่อผึ่งที่ 1 ตามลำดับ ซึ่งมีน้ำหนักเฉลี่ย เท่ากับ 3.2792, 2.8687 และ 2.6747 กรัมตามลำดับ โดยบ่อผึ่งที่ 1 มี

น้ำหนักเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) กับบ่อปรับสภาพ แต่บ่อผึ่งที่ 2 และบ่อปรับสภาพไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 6 และรูปที่ 5)

การเจริญเติบโตทางด้านความยาว

ปลาตะเพียนขาว

การทดลองเลี้ยงปลาตะเพียนขาว ในบ่อผึ่งที่ 1 บ่อผึ่งที่ 2 และบ่อปรับสภาพ ของคณะฯ เป็นระยะเวลา 4 เดือนเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (105 วัน) พบว่า บ่อผึ่งที่ 1 มีความยาวเพิ่มเฉลี่ย (เซนติเมตร) สูงที่สุด รองลงมาคือ บ่อผึ่งที่ 2 และบ่อปรับสภาพ ตามลำดับ โดยมีความยาวเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ซึ่งมีความยาวเท่ากับ 7.6000, 6.6500 และ 5.3125 เซนติเมตร ตามลำดับ และมีความยาวเพิ่มเฉลี่ย เท่ากับ 4.0675, 3.1075 และ 1.9250 เซนติเมตรตามลำดับ (ตารางที่ 4 และรูปที่ 2)

ปลานิล

การทดลองเลี้ยงปลานิล ในบ่อผึ่งที่ 1 บ่อผึ่งที่ 2 และบ่อปรับสภาพ ของคณะฯ เมื่อเลี้ยงเป็นเวลา 45 วัน ปลานิลในบ่อผึ่งที่ 2 เกิดการตายยกบ่อโดยไม่ทราบสาเหตุ แต่ที่ทำการเลี้ยงเป็นเวลา 30 วัน พบว่า บ่อผึ่งที่ 1 มีความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร) สูงที่สุด รองลงมาคือ บ่อผึ่งที่ 2 และบ่อปรับสภาพ ตามลำดับ โดยบ่อผึ่งที่ 1 มีความยาวเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) กับบ่อปรับสภาพ แต่บ่อผึ่งที่ 2 และบ่อปรับสภาพไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ซึ่งมีความยาว เท่ากับ 5.8957, 5.8850 และ 5.8750 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 5 และรูปที่ 4)

ปลาดุก

การทดลองเลี้ยงปลาดุก ในบ่อผึ่งที่ 1 บ่อผึ่งที่ 2 และบ่อปรับสภาพ ของคณะฯ เมื่อเลี้ยงเป็นเวลา 30 วัน ปลาดุกในบ่อผึ่งที่ 1 เกิดการตายยกบ่อโดยไม่ทราบสาเหตุ แต่ที่ทำการเลี้ยงเป็นเวลา 15 วัน พบว่า บ่อปรับสภาพ มีความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร) สูงที่สุด รองลงมาคือ บ่อผึ่งที่ 2 และบ่อผึ่งที่ 1 ตามลำดับ ซึ่งมีความยาวเฉลี่ย เท่ากับ 7.8275, 7.4675 และ 7.2800 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยบ่อผึ่งที่ 1 มีความยาวเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) กับบ่อปรับสภาพ แต่บ่อผึ่งที่ 2 และบ่อปรับสภาพไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 6 และรูปที่ 6)

ตารางที่ 4 น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) และความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร) ของปลาตะเพียนขาวที่เลี้ยงในระบบ บำบัดน้ำเสียแบบบ่อผึ่ง จากคณะวิยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง ตั้งแต่ ก.ย. 48 ถึง ม.ค. 49

ระยะเวลาที่ทดลอง(วัน)		ปลาตะเพียนขาว		
		บ่อผึ่งลำดับที่ 1	บ่อผึ่งลำดับที่ 2	บ่อปรับสภาพ
เริ่มทดลอง	น้ำหนัก	0.5608±0.1853^{a}	0.5645±0.1877^{a}	0.5183±0.1459^{a}
	ความยาว	3.5325±0.5389^{a}	3.5425±.3734^{a}	3.3875±.2902^{a}
15 วัน	น้ำหนัก	1.1213±0.2743^{a}	1.7263±0.6085^{b}	1.2550±0.3120^{c}
	ความยาว	4.4250±0.4268^{a}	5.0200±0.4638^{ab}	4.5625±0.3201^{a}
30 วัน	น้ำหนัก	1.7630±0.3669^{a}	2.0420±0.1600^{b}	1.6625±0.5419^{b}
	ความยาว	5.1625±0.4779^{a}	5.0875±0.0486^{b}	4.6500±0.4243^{b}
45 วัน	น้ำหนัก	1.8763±0.5516^{a}	2.2638±0.1880^{b}	1.0950±0.0943^{c}
	ความยาว	5.2500±0.3802^{a}	5.5625±0.1768^{b}	4.7800±0.5554^{c}
60 วัน	น้ำหนัก	2.2025±0.4228^{a}	2.8075±0.4831^{b}	1.4563±0.3329^{b}
	ความยาว	5.5375±0.3889^{a}	5.5375±0.1408^{b}	5.0875±0.6871^{b}
75 วัน	น้ำหนัก	2.9387±0.4188^{a}	3.1488±0.5160^{b}	1.2588±0.2052^{b}
	ความยาว	6.2125±0.348^{a}	6.0750±0.2375^{b}	5.0500±0.5398^{b}
90 วัน	น้ำหนัก	3.6750±0.5170^{a}	3.3325±0.2008^{b}	1.8275±1.1964^{b}
	ความยาว	6.9250±0.3105^{a}	6.4000±0.2070^{b}	5.0875±0.8871^{b}
105 วัน	น้ำหนัก	4.4113±0.6702^{a}	3.3963±0.6322^{b}	1.5238±0.8895^{c}
	ความยาว	7.6000±0.3625^{a}	6.6500±0.2878^{b}	5.3125±1.1969^{c}
น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ย (กรัม)		3.8505	2.8318	1.0055
ความยาวเพิ่มเฉลี่ย (เซนติเมตร)		4.0675	3.1075	1.9250
อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ(SGR%/วัน)		0.1832	0.1740	0.1548

หมายเหตุ : การเปรียบเทียบทางสถิติในแนวนอน แสดงโดยใช้ตัวอักษร ๆ ที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 5 น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) และความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร) ของปลานิลที่เลี้ยงในระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อผึ่ง จากคณะวิยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง ตั้งแต่ ก.ย. 48 ถึง ม.ค. 49

จุดการเก็บข้อมูล		ปลานิล		
		บ่อผึ่งลำดับที่ 1	บ่อผึ่งลำดับที่ 2	บ่อปรับสภาพ
เริ่มทดลอง	น้ำหนัก	1.8425±0.4802[a]	1.7263±0.4107[a]	1.8920±0.5359[a]
	ความยาว	5.0700±0.4473[a]	5.0450±0.3909[a]	5.0550±0.4397[a]
15 วัน	น้ำหนัก	3.1593±0.4072[a]	2.09876±0.3858[a]	2.6743±0.9732[a]
	ความยาว	5.8600±0.2362[a]	5.3143±0.2538[a]	5.5124±0.3886[a]
30 วัน	น้ำหนัก	3.8321±0.6441[a]	3.3623±0.7048[b]	3.3140±0.7116[b]
	ความยาว	5.8957±0.3388[a]	5.8850±0.2424[ab]	5.8750±0.2157[b]
45 วัน	น้ำหนัก	5.0	-	4.1
	ความยาว	6.5	-	6.0
60 วัน	น้ำหนัก	5.3	-	4.3
	ความยาว	6.8	-	6.1
75 วัน	น้ำหนัก	5.6	-	4.3
	ความยาว	6.9	-	6.5
90 วัน	น้ำหนัก	6.0	-	4.5
	ความยาว	7.0	-	6.5
105 วัน	น้ำหนัก	6.0	-	5.3
	ความยาว	7.1	-	6.7
น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ย (กรัม)		4.1575	1.6360	3.4080
ความยาวเพิ่มเฉลี่ย (เซนติเมตร)		2.0300	0.7700	1.6450
อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ(SGR%/วัน)		0.4064	0.3497	0.4438

หมายเหตุ : การเปรียบเทียบทางสถิติในแนวนอน แสดงโดยใช้ตัวอักษร ๆ ที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

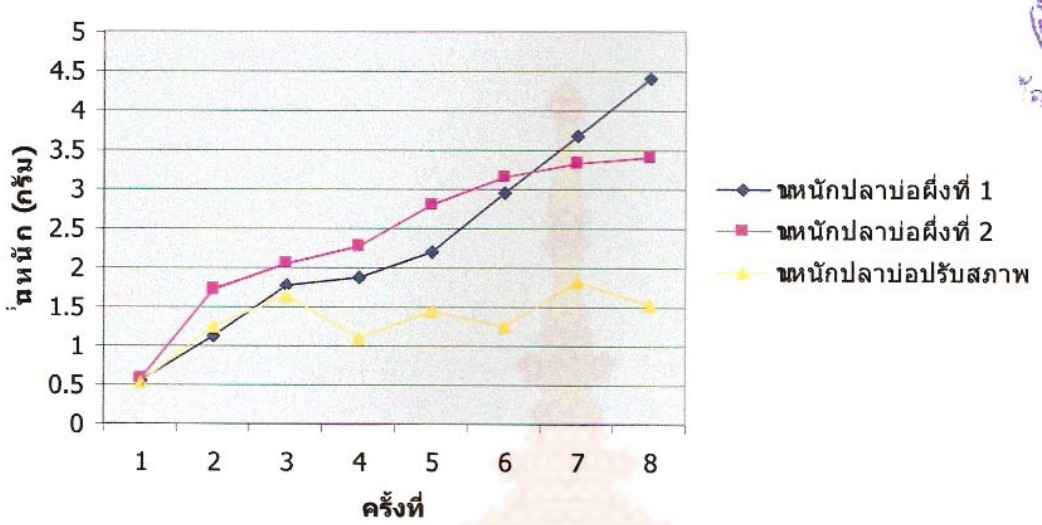
- ปลาที่อยู่ในกระชังตายก่อนสิ้นสุดการทดลอง

ตารางที่ 6 น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) และความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร) ของปลาดุกที่เลี้ยงในระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อผึ่ง จากคณะวิยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง ตั้งแต่ ก.ย. 48 ถึง ม.ค. 49

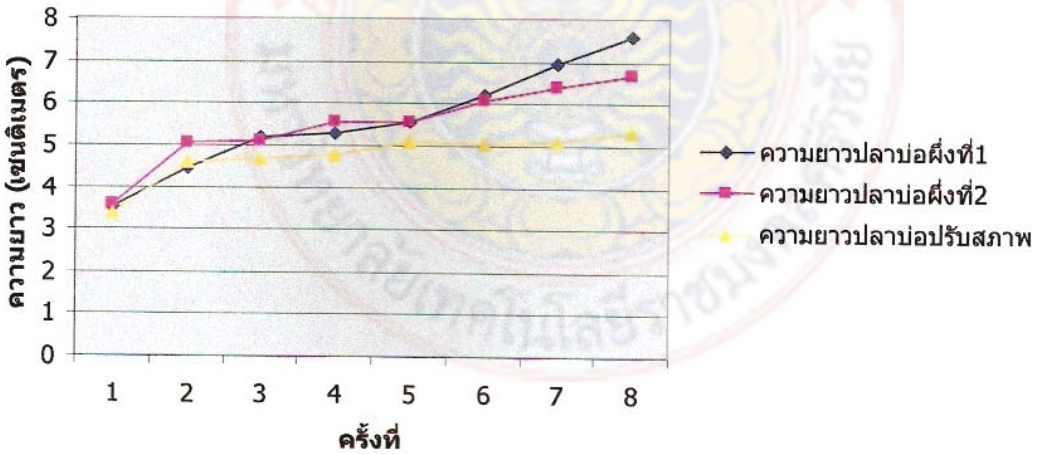
จุดการเก็บข้อมูล		ปลาดุก		
		บ่อผึ่งลำดับที่ 1	บ่อผึ่งลำดับที่ 2	บ่อปรับสภาพ
เริ่มทดลอง	น้ำหนัก	2.3285 ± 1.0844^{a}	2.3008 ± 0.8046^{a}	2.0303 ± 0.3040^{a}
	ความยาว	7.1450 ± 0.4449^{a}	7.2825 ± 0.5257^{a}	7.3375 ± 0.4049^{a}
15 วัน	น้ำหนัก	2.6747 ± 0.9397^{a}	2.8687 ± 1.0279^{ab}	3.2792 ± 1.1039^{b}
	ความยาว	7.2800 ± 0.7318^{a}	7.4675 ± 0.7830^{a}	7.8275 ± 0.8647^{b}
30 วัน	น้ำหนัก	-	1.8	1.9
	ความยาว	-	7.2	7.3
45 วัน	น้ำหนัก	-	1.9	2.1
	ความยาว	-	7.8	8.0
60 วัน	น้ำหนัก	-	2.2	2.3
	ความยาว	-	8.2	8.3
75 วัน	น้ำหนัก	-	-	-
	ความยาว	-	-	-
90 วัน	น้ำหนัก	-	-	-
	ความยาว	-	-	-
105 วัน	น้ำหนัก	-	-	-
	ความยาว	-	-	-
น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ย (กรัม)		0.3462	0.1008	0.2697
ความยาวเพิ่มเฉลี่ย (เซนติเมตร)		0.1350	0.9175	0.9625
อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ(SGR%/วัน)		0.7814	0.7668	0.5671

หมายเหตุ : การเปรียบเทียบทางสถิติในแนวนอน แสดงโดยใช้ตัวอักษร ๆ ที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

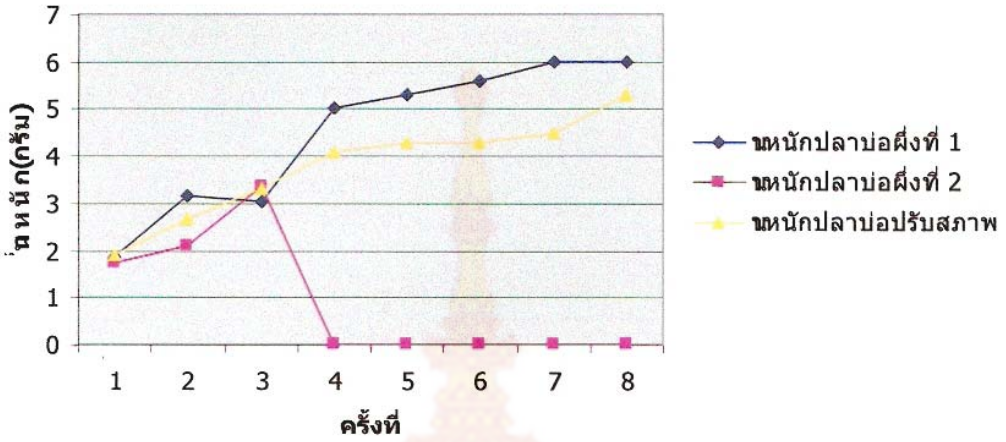
- ปลาที่อยู่ในกระชังตายก่อนสิ้นสุดการทดลอง



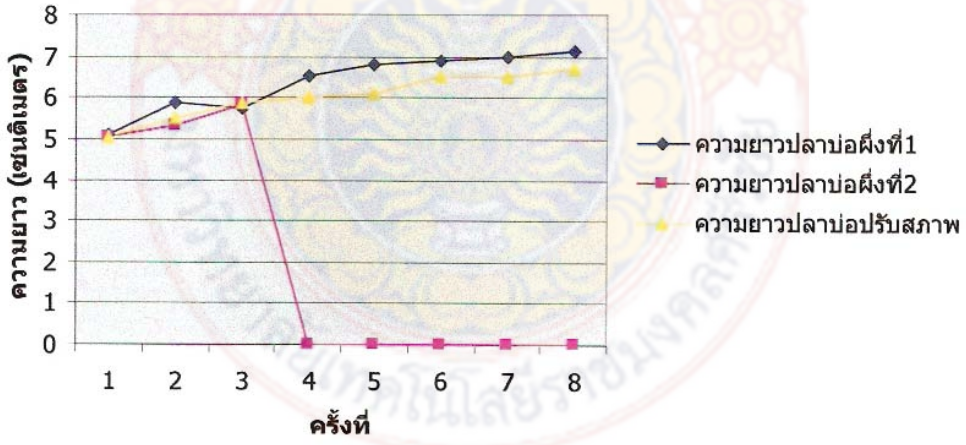
รูปที่ 1 เปรียบเทียบน้ำหนักของปลาตะเพียนขาวที่เลี้ยงในบ่อผึ่งที่ 1 บ่อผึ่งที่ 2 และบ่อปรับสภาพของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง ตั้งแต่ ก.ย. 48 ถึง ม.ค. 49



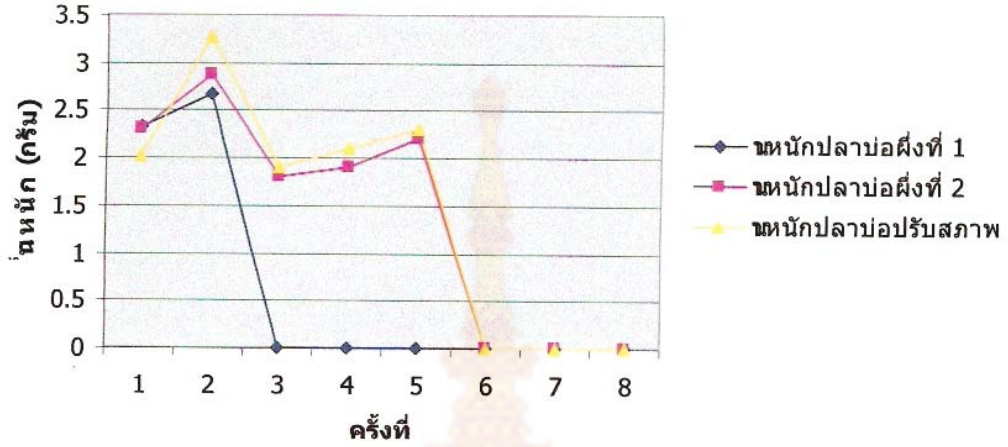
รูปที่ 2 เปรียบเทียบความยาวของปลาตะเพียนขาวที่เลี้ยงในบ่อผึ่งที่ 1 บ่อผึ่งที่ 2 และบ่อปรับสภาพของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง ตั้งแต่ ก.ย. 48 ถึง ม.ค. 49



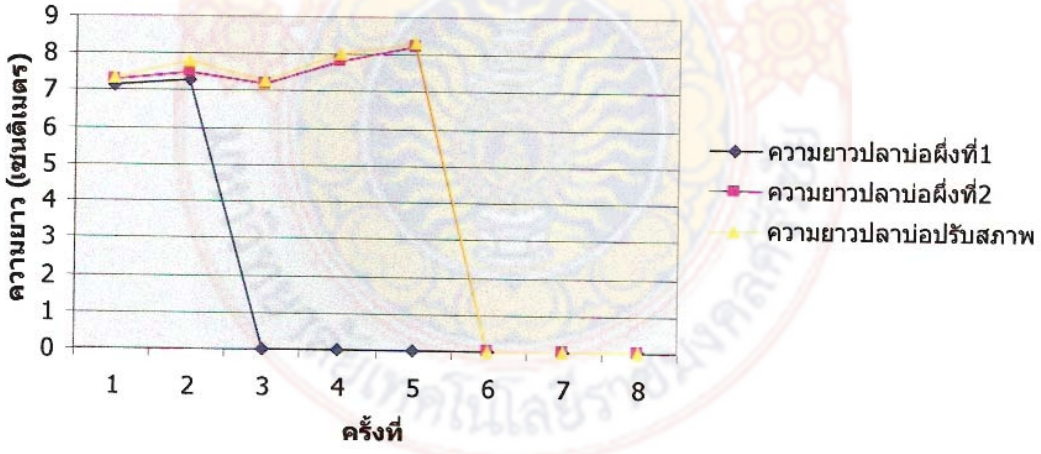
รูปที่ 3 เปรียบเทียบน้ำหนักของปลานิล ที่เลี้ยงในบ่อผึ่งที่ 1 บ่อผึ่งที่ 2 และบ่อปรับสภาพ ของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง ตั้งแต่ ก.ย. 48 ถึง ม.ค. 49



รูปที่ 4 เปรียบเทียบความยาวของปลานิล ที่เลี้ยงในบ่อผึ่งที่ 1 บ่อผึ่งที่ 2 และบ่อปรับสภาพ ของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง ตั้งแต่ ก.ย. 48 ถึง ม.ค. 49



รูปที่ 5 เปรียบเทียบน้ำหนักของปลาดุก ที่เลี้ยงในบ่อผึ่งที่ 1 บ่อผึ่งที่ 2 และบ่อปรับสภาพของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง ตั้งแต่ ก.ย. 48 ถึง ม.ค. 49



รูปที่ 6 เปรียบเทียบความยาวของปลาดุก ที่เลี้ยงในบ่อผึ่งที่ 1 บ่อผึ่งที่ 2 และบ่อปรับสภาพของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง ตั้งแต่ ก.ย. 48 ถึง ม.ค. 49

การศึกษาอัตราการรอดตาย

การศึกษาทดลองเลี้ยงปลา 3 ชนิด ได้แก่ปลาตะเพียนขาว ปลานิล และปลาดุกลูกผสม ในบ่อบำบัดน้ำเสียแบบบ่อผึ่ง ของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง โดยทำการเลี้ยงในบ่อผึ่งที่ 1 บ่อผึ่งที่ 2 และบ่อปรับสภาพ เป็นระยะเวลา 4 เดือน ให้ผลดังนี้

ปลาตะเพียนขาว

การทดลองเลี้ยงปลาตะเพียนขาว ในบ่อผึ่งที่ 1 บ่อผึ่งที่ 2 และบ่อปรับสภาพ ของคณะฯ เป็นระยะเวลา 4 เดือนเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (105 วัน) พบว่า บ่อปรับสภาพ มีอัตราการรอดตายสูงที่สุด รองลงมาคือ บ่อผึ่งที่ 1 และบ่อผึ่งที่ 2 ตามลำดับ โดยมีอัตราการรอดตาย เท่ากับ 20.8333, 4.1666 และ 3.7500 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 7 และรูปที่ 7)

ปลานิล

การทดลองเลี้ยงปลานิล ในบ่อผึ่งที่ 1 บ่อผึ่งที่ 2 และบ่อปรับสภาพ ของคณะฯ เป็นระยะเวลา 4 เดือนเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (105 วัน) พบว่า บ่อผึ่งที่ 1 มีอัตราการรอดตายสูงที่สุด รองลงมาคือ บ่อปรับสภาพ ส่วนบ่อผึ่งที่ 2 ปลานิลที่ทำการทดลองเลี้ยงเกิดการตายทั้งหมด เมื่อเลี้ยงได้เป็นเวลา 45 วัน โดยมีอัตราการรอดตาย เท่ากับ 97.500, 41.2500 และ 0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 7 และรูปที่ 7)

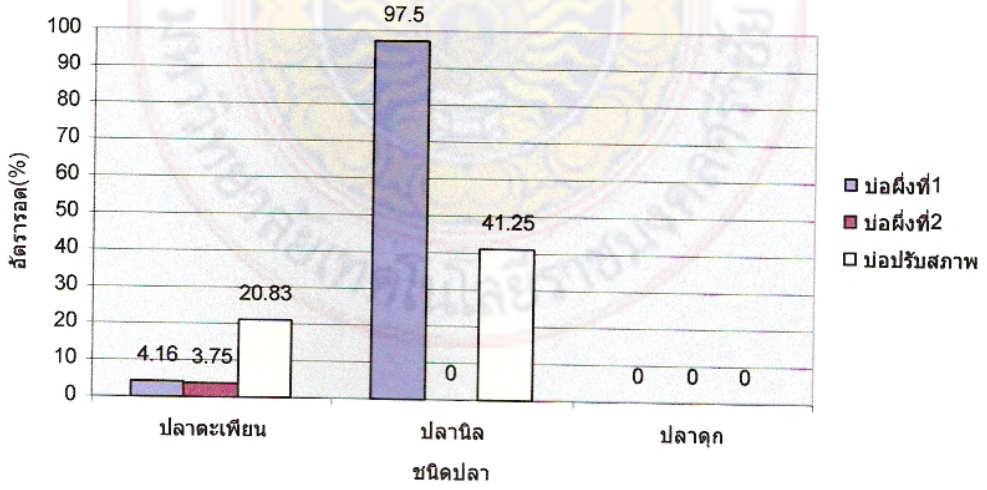
ปลาดุกลูกผสม

การทดลองเลี้ยงปลาดุกลูกผสม ในบ่อผึ่งที่ 1 บ่อผึ่งที่ 2 และบ่อปรับสภาพ ของคณะฯ เป็นระยะเวลา 4 เดือนเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (105 วัน) พบว่า บ่อผึ่งที่ 1 ปลาดุกที่ทดลองเลี้ยงตายทั้งหมดเมื่อเลี้ยงจนถึงอายุ 30 วัน บ่อผึ่งที่ 2 ปลาดุกที่ทดลองเลี้ยงตายทั้งหมดเมื่อเลี้ยงจนถึงอายุ 75 ส่วนบ่อปรับสภาพ ปลาดุกที่ทดลองเลี้ยงตายทั้งหมดเมื่อเลี้ยงจนถึงอายุ 75 วัน เช่นเดียวกับบ่อผึ่งที่ 2 (ตารางที่ 7 และรูปที่ 7)

ตารางที่ 7 อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์) ของปลาน้ำจืด 3 ชนิด คือ ปลาตะเพียนขาว ปลานิล และ ปลาดุก ในระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อผึ่งจากคณะวิยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ตั้งแต่ ก.ย. 48 ถึง ม.ค. 49

ชนิดของปลา	อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์)	
ปลาตะเพียนขาว	บ่อผึ่งลำดับที่ 1	4.1666±1.142
	บ่อผึ่งลำดับที่ 2	3.7500±0.071
	บ่อปรับสภาพ	20.8333±1.142
ปลานิล	บ่อผึ่งลำดับที่ 1	97.5000±1.4142
	บ่อผึ่งลำดับที่ 2	0
	บ่อปรับสภาพ	41.2500±3.5355
ปลาดุก	บ่อผึ่งลำดับที่ 1	0
	บ่อผึ่งลำดับที่ 2	0
	บ่อปรับสภาพ	0

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง 3 ซ้ำ



รูปที่ 7 อัตรารอดตาย (เปอร์เซ็นต์) ของปลาตะเพียนขาว ปลานิล ปลาดุก ที่เลี้ยงในบ่อผึ่งที่ 1 บ่อผึ่งที่ 2 และบ่อปรับสภาพ ของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง ตั้งแต่ ก.ย. 48 ถึง ม.ค. 49

การศึกษาคุณสมบัติของน้ำบางประการ

คุณสมบัติของน้ำ ในบ่อตกตะกอน บ่อผึ่งที่ 1 บ่อผึ่งที่ 2 และบ่อปรับสภาพ ที่ทำการทดลองเลี้ยง ปลาตะเพียนขาว ปลานิล และปลาดุกลูกผสม บริเวณโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนา สิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ศูนย์ตรัง เป็นเวลา 4 เดือน ทำการทดลอง ระหว่างเดือนกันยายน 2548 ถึง มกราคม 2549 ได้ทำการเก็บตัวอย่างน้ำ และวัดคุณภาพน้ำทางด้านอุณหภูมิ ความขุ่นใส ความเป็นกรดเป็นด่าง ความกระด้างของน้ำ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ค่าของการนำไฟฟ้า ไนเตรท ไนไตรท์ แอมโมเนีย ฟอสฟอรัสรวม และ BOD ทุกๆ 1 เดือน ตลอดระยะเวลาที่ทำการทดลอง พบว่า อุณหภูมิของน้ำมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 28.40, 28.46, 28.58 และ 28.72 ^{o}C ตามลำดับ ค่าความขุ่นใสมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 7.6, 9.6, 8.8 และ 8.4 cm ตามลำดับ ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 6.83, 6.63, 6.52 และ 6.49 ตามลำดับ ค่าความกระด้างของน้ำมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 372.8, 186.8, 148.8 และ 138.4 mg/l ตามลำดับ ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.48, 2.94, 2.82 และ 4.06 mg/l ตามลำดับ ค่าความนำไฟฟ้าของน้ำมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.658, 0.494, 0.348 และ 0.309 mS/cm. ตามลำดับ ไนเตรทของน้ำมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.04, 0.23, 0.12 และ 0.15 mg/l ตามลำดับ ไนไตรท์ของน้ำมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.006, 0.025, 0.011 และ 0.015 mg/l ตามลำดับ แอมโมเนียของน้ำมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 23.7, 4.49, 2.86 และ 1.91 mg/l ตามลำดับ ฟอสฟอรัสรวมมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 2.29, 0.48, 0.47 และ 0.35 mg/l ตามลำดับ และค่า BOD ของน้ำมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 58.09, 10.40, 8.40 และ 7.17 mg/l ตามลำดับ (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 คุณสมบัติของน้ำ ในบ่อตกตะกอน บ่อผึ่งที่ 1 บ่อผึ่งที่ 2 และบ่อปรับสภาพ บริเวณโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนา สิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ศูนย์ตรัง ที่ทำการทดลองเลี้ยงปลาตะเพียนขาว ปลานิล และปลาดุกลูกผสม ระหว่างเดือนกันยายน 2548 ถึงมกราคม 2549

การทดลอง	บ่อบำบัด	อุณหภูมิ (°C)	ความขุ่นใส (cm)	pH	Alkalinity (mg/l)	DO (mg/l)	Conductivity (mS/cm)	ไนเตรท (mg/l)	ไนไตรท์ (mg/l)	แอมโมเนีย (mg/l)	ฟอสฟอรัสรวม (mg/l)	BOD (mg/l)
เริ่มทดลอง	บ่อตกตะกอน	27.94	10	6.9	399	0.26	0.791	0.08	0.004	17.9	1.64	67
	บ่อผึ่งที่ 1	28.6	10	6.63	263	2.26	0.545	0.07	0.003	8.03	1.08	22.7
	บ่อผึ่งที่ 2	28.92	7	6.5	203	2.29	0.421	0.1	0.004	4.79	1.66	17.5
	บ่อปรับสภาพ	29.16	5	6.51	191	3.13	0.332	0.23	0.021	2.55	1.33	12.7
30 วัน	บ่อตกตะกอน	29.35	6	6.92	372	0.88	0.697	0.06	0.004	20.85	2.73	58.32
	บ่อผึ่งที่ 1	28.56	8	6.72	182	2.3	0.526	0.05	0.01	4.65	0.64	10.46
	บ่อผึ่งที่ 2	28.73	7	6.61	115	2.53	0.368	0.05	0.008	2.86	0.35	7.28
	บ่อปรับสภาพ	29.23	7	6.5	110	3.4	0.321	0.09	0.01	2.19	0.24	6.85
60 วัน	บ่อตกตะกอน	28.23	8	6.93	375	0.38	0.633	ND	0.005	26.28	2.76	52.63
	บ่อผึ่งที่ 1	28.35	10	6.62	156	2.86	0.568	0.26	0.026	3.01	0.28	6.27
	บ่อผึ่งที่ 2	28.46	10	6.5	130	3.07	0.346	0.08	0.012	2.15	0.19	6.08
	บ่อปรับสภาพ	28.42	10	6.49	125	4.23	0.323	0.12	0.013	1.56	ND	5.74

ตารางที่ 8 (ต่อ)

การทดลอง	บ่อบำบัด	อุณหภูมิ (°C)	ความขุ่นใส (cm)	pH	Alkalinity (mg/l)	DO (mg/l)	Conductivity (mS/cm)	ไนเตรท (mg/l)	ไนไตรท์ (mg/l)	แอมโมเนีย (mg/l)	ฟอสฟอรัสรวม (mg/l)	BOD (mg/l)
90 วัน	บ่อตกตะกอน	28.26	8	6.46	348	0.42	0.627	0.04	0.006	26.15	2.34	54.52
	บ่อผึ่งที่ 1	28.47	10	6.65	168	2.76	0.462	0.26	0.027	3.11	0.26	6.13
	บ่อผึ่งที่ 2	28.42	10	6.58	147	3.02	0.339	0.14	0.014	2.17	0.14	5.94
	บ่อปรับสภาพ	28.39	10	6.51	136	4.13	0.328	0.10	0.013	1.57	ND	5.47
120 วัน	บ่อตกตะกอน	28.24	6	6.95	370	0.44	0.544	ND	0.009	27.3	1.98	58
	บ่อผึ่งที่ 1	28.32	10	6.54	165	4.51	0.368	0.52	0.059	3.68	0.15	6.45
	บ่อผึ่งที่ 2	28.38	10	6.41	149	3.2	0.266	0.21	0.016	2.35	ND	5.2
	บ่อปรับสภาพ	28.38	10	6.45	130	5.41	0.239	0.2	0.018	1.91	0.19	5.1
เฉลี่ย	บ่อตกตะกอน	28.40	7.6	6.83	372.8	0.48	0.658	0.04	0.006	23.70	2.29	58.09
	บ่อผึ่งที่ 1	28.46	9.6	6.63	186.8	2.94	0.494	0.23	0.025	4.49	0.48	10.40
	บ่อผึ่งที่ 2	28.58	8.8	6.52	148.8	2.82	0.348	0.12	0.011	2.86	0.47	8.40
	บ่อปรับสภาพ	28.72	8.4	6.49	138.4	4.06	0.309	0.15	0.015	1.96	0.35	7.17

หมายเหตุ - ND : Non detectable, Minimum detection limit is 0.01 mg/l, - การตรวจวัดคุณภาพน้ำ ตรวจวัดที่เวลาเดียวกันทุกครั้ง ประมาณ 10.30 น.

วิจารณ์ผลการวิจัย

การศึกษาผลผลิตของไรแดงไรแดงในระบบบ่อบำบัด

การทดลองเลี้ยงไรแดงบ่อผึ่งที่ 1 บ่อผึ่งที่ 2 และบ่อปรับสภาพ ของบริเวณโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนา สิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ศูนย์ตรัง เป็นจำนวน 5 รอบของการทดลอง ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตไรแดง การทดลองครั้งที่ 1 บ่อผึ่งที่ 1 ให้ผลผลิตไรแดงรวม 7.5 กิโลกรัม ส่วนบ่อผึ่งที่ 2 และบ่อปรับสภาพ ให้ผลผลิตไรแดง เท่ากับ 0 และ 0 กิโลกรัม นั้น เป็นเพราะ มีการสูบน้ำเข้าบ่อไว้หลายวัน ทำให้ในบ่อผึ่งที่ 2 และบ่อปรับสภาพ มีสาหร่ายพวก macro geenalgae ขึ้นปกคลุมทั่วบ่อ (รูปผนวกที่ 16 และ 17) แสงแดดไม่สามารถส่องทะลุผ่าน ทำให้สาหร่ายพวก micro greenalgae ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ เป็นผลให้ไรแดงไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้เนื่องจากขาดอาหาร ทำให้ไม่พบไรแดงในขณะเก็บเกี่ยวผลผลิต ส่วนในบ่อที่ผึ่งที่ 1 น้ำมีลักษณะสีเขียวอ่อนๆ ทั้งบ่อ เมื่อนำน้ำ ไปตรวจสอบพบสาหร่ายสีเขียว สาหร่ายดังกล่าวเป็นสาหร่ายพวก micro greenalgae ได้แก่ *Chorella sp.* ซึ่งเป็นอาหารของพวกไรแดง ทำให้ไรแดงสามารถดำรงชีวิตและขยายพันธุ์ได้

การทดลองเลี้ยงไรแดงตั้งแต่ครั้งที่ 2 ถึงครั้งที่ 5 นั้น ทั้งบ่อผึ่งที่ 1 บ่อผึ่งที่ 2 และบ่อปรับสภาพสามารถเลี้ยงไรแดง และเก็บเกี่ยวได้ แต่ปริมาณไรแดง และระยะเวลาในการมีอายุเฉลี่ยของไรแดงในแต่ละบ่อบำบัดไม่เท่ากัน โดยพบว่า บ่อผึ่งที่ 1 ให้ผลผลิตไรแดงมากที่สุด รองลงมาคือบ่อผึ่งที่ 2 และบ่อปรับสภาพที่ให้ผลผลิตไรแดงน้อยที่สุด นอกจากนี้อายุในการเก็บเกี่ยวของบ่อผึ่งที่ 1 เฉลี่ยสูงที่สุด ประมาณ 6-7 วัน ส่วนบ่อปรับสภาพนั้นมีอายุในการเก็บเกี่ยวสั้นที่สุด ประมาณ 5 วัน ทั้งนี้เป็นเพราะปริมาณธาตุอาหารที่เป็นสารอาหารของพวก micro greenalgae ในบ่อผึ่งที่ 1 นั้น มีค่าสูงกว่าบ่อผึ่งที่ 2 และ บ่อปรับสภาพ นอกจากนี้ ปริมาณค่า BOD ในบ่อผึ่งที่ 1 ก็ยังมีค่าสูงกว่าในบ่อผึ่งที่ 2 และ บ่อปรับสภาพ ถึงแม้ว่า น้ำในบ่อบำบัดที่ใช้การทดลองครั้งนี้ จะมีค่า BOD ต่ำ ซึ่งแสดงว่าน้ำทิ้งจากหอพักนักศึกษา ยังไม่มีการเน่าเสียมากนัก เนื่องจากเป็นน้ำทิ้งจากการซักล้าง แต่ไรแดงก็สามารถมีชีวิต และสืบพันธุ์ได้ โดยที่ให้ผลผลิตน้อย แสดงว่าการเจริญเติบโต และการมีอายุเฉลี่ยของไรแดงจากการทดลองในบ่อบำบัดน้ำเสียในครั้งนี้ มากขึ้นตามค่าของ BOD สอดคล้องกับรายงานของ มารศรี และคณะ (2530) ที่ได้การนำน้ำเสียจากแหล่งชุมชนมาใช้ประโยชน์ในการเพาะเลี้ยงไรแดง โดยได้ทำการทดลองเลี้ยงไรแดงในน้ำเสียชุมชน ที่ยังไม่ได้ผ่านการกำจัด พบว่าสามารถเจริญเติบโตในน้ำเสียได้ดี มีอายุเฉลี่ย 8.13 วัน ให้ลูกแบบ Parthenogenesis เฉลี่ย 7.6 ครั้ง และจากการทดลองเลี้ยงไรแดงในน้ำเสียชุมชนที่มี BOD ต่าง ๆ กัน พบว่า ที่ BOD 165.0-

440.6 mg/l เป็นช่วงที่ใช้เลี้ยงไรแดงได้ โดยที่ BOD 320.5 mg/l ให้ผลของการเพิ่มของไรแดงมากที่สุด ส่วนที่ BOD 822.8 และ 932.7 mg/l มีผลต่อไรแดงอย่างมากทำให้ไรแดงตายหมดในเพียงเวลาไม่กี่วัน

การทดลองเลี้ยงไรแดงในระบบบ่อบำบัดน้ำเสีย บ่อผึ่งที่ 1 บ่อผึ่งที่ 2 และบ่อปรับสภาพ สามารเลี้ยงไรแดงได้ แต่ไรแดงที่เลี้ยงทั้ง 3 บ่อ มีอายุไม่ยาวนาน คือไม่เกิน 7 วัน ทั้งนี้เนื่องมาจากปริมาณธาตุอาหารในน้ำมีน้อยมาก ดังนั้น ถ้าหากต้องการให้มีความต่อเนื่องในการเลี้ยง หรือการเก็บเกี่ยว ควรจะมีการเพิ่มธาตุอาหาร โดยการถ่ายเทน้ำเสียเข้าไปใหม่เพื่อเพิ่มปริมาณธาตุอาหารในบ่อบำบัด สอดคล้องกับรายงานของ มารศรี และคณะ (2530) ที่รายงานว่า การเพาะเลี้ยงไรแดงให้ได้จำนวนมากและต่อเนื่องในน้ำเสียชุมชนนั้น ทำได้โดยการให้มีการถ่ายเทน้ำเสียแบบกึ่งต่อเนื่องให้ครั้งละ 15 ลิตร ทุก 4 วัน และตักผลผลิตออกครั้งละ 1/2 ของปริมาณไรแดงทั้งหมด ในช่วง 10 วันแรก หลังจากนั้นตักออกครั้งละ 1/3 เมื่อมีความหนาแน่น 200 และ 100 ตัว/100 มิลลิลิตร ขึ้นไปตามลำดับ จากการเลี้ยงวิธีการนี้พบว่า สามารถเลี้ยงไรแดงได้ตลอดการทดลอง 2 เดือน และได้ผลผลิตเกือบทุกวัน เฉลี่ยผลผลิตที่ได้เท่ากับ 10.5×30^3 ตัว/วัน

การศึกษาการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตายของปลาที่เลี้ยงในระบบบ่อบำบัด

การทดลองเลี้ยงปลาตะเพียนขาว ปลานิล และปลาดุกลูกผสม ในบ่อผึ่งที่ 1 บ่อผึ่งที่ 2 และบ่อปรับสภาพ ของบริเวณโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ศูนย์ตรัง ปลาทั้ง 3 ชนิดสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ และมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาของการเลี้ยง โดยเฉพาะปลาตะเพียนขาว และปลานิล มีการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักและความยาวสูงกว่าบ่อผึ่งที่ 2 และบ่อปรับสภาพ ส่วนปลาดุกมีการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักและความยาวสูงกว่าบ่อผึ่งที่ 2 และบ่อผึ่งที่ 1 สอดคล้องกับรายงานการวิจัยของ วิทย์ และนฤชิต (2545) ที่ได้ศึกษาวิจัยการใช้ประโยชน์จากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนโดยการเลี้ยงปลา โดยใช้สัตว์น้ำเป็นตัวบ่งชี้ถึงประสิทธิภาพของบ่อบำบัด และเป็นการใช้ประโยชน์สูงสุดจากน้ำเสีย โดยการเปลี่ยนแปลงน้ำเสียให้เป็นเนื้อปลาที่บริโภคได้อย่างปลอดภัย ซึ่งได้ทำการวิจัยที่บ่อบำบัดน้ำเสียของโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ตำบลแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี รายงานว่า จากการเลี้ยงปลาน้ำจืด 3 ชนิด คือ ปลาตะเพียนขาว ปลายี่สกเทศ และปลานิล สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้และเจริญเติบโตได้ดีตั้งแต่บ่อผึ่งที่ 1 ถึงบ่อปรับสภาพ (ยกเว้นปลาตะเพียนขาวจะตายในบ่อผึ่งที่ 1) ปลายี่สกเทศ และปลานิล สามารถเจริญเติบโตได้ดีที่สุดในบ่อผึ่งที่ 1 นอกจากนี้ วิทย์ และคณะ (2543) ได้ทำการเลี้ยงปลาน้ำจืด 3 ชนิด คือ ปลา

ตะเพียนขาว ปลายี่สกเทศ และปลานิล ในบ่อบำบัดน้ำเสียโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ตำบลแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี รวมทั้งสิ้น 4 บ่อ คือ บ่อตกตะกอน บ่อผึ่งที่ 1, บ่อผึ่งที่ 2, บ่อผึ่งที่ 3 และบ่อปรับสภาพ พบว่า ปลาตะเพียนขาว ปลายี่สกเทศ และปลานิล สามารถดำรงชีวิตได้ และเจริญเติบโตได้ดีตั้งแต่บ่อผึ่งที่ 1 ถึงบ่อปรับสภาพ และปลาน้ำจืดทั้ง 3 ชนิดยังสามารถขยายพันธุ์ได้ในบ่อบำบัดน้ำเสีย ส่วนบ่อตกตะกอนนั้นคุณภาพน้ำไม่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของปลา ปลาทั้ง 3 ชนิด ดำรงชีวิตอยู่ได้เพียง 14 วันเท่านั้น และคุณภาพน้ำในบ่อบำบัดแต่ละบ่อ มีคุณภาพน้ำที่แตกต่างกัน

การเจริญเติบโตของปลาทั้ง 3 ชนิดไม่ดีเท่าที่ควร ถึงแม้ว่าปลาจะสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ เนื่องจากคุณสมบัติของน้ำบางอย่าง ไม่มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโต โดยเฉพาะปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) ซึ่งจะพบว่า ในบ่อผึ่งที่ 1 และบ่อผึ่งที่ 2 มีค่า DO เฉลี่ย 2.94 และ 2.82 mg/l ตามลำดับ สอดคล้องกับรายงานของ สิริ (2528) ซึ่งรายงานว่า ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีหน่วยเป็นมิลลิกรัม/ลิตร (mg/l) หรือ หนึ่งส่วนในล้าน (part per million) แก๊สออกซิเจนที่มีความสำคัญสำหรับสัตว์น้ำในแหล่งน้ำ โดยทั่วไปมีการศึกษาปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำที่จำเป็นสำหรับสัตว์น้ำถ้าปริมาณออกซิเจนตั้งแต่ 5.0 mg/l ขึ้นไป จะเหมาะแก่การเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ ถ้าปริมาณออกซิเจนอยู่ในช่วง 4.0 mg/l ลงมาถึง 1.0 mg/l สัตว์น้ำพอจะอาศัยอยู่ได้แต่การเจริญเติบโตอาจจะไม่ดีเท่าที่ควร และตั้งแต่ 1.0 mg/l ลงมา เป็นอันรายต่อสัตว์น้ำ แต่อาจจะมีสัตว์น้ำบางชนิดที่มีอวัยวะหายใจจะอาศัยอยู่ได้ และมีการเจริญเติบโตได้ตามปกติ เช่น ปลาดุก และนอกจานี้ เปี่ยมศักดิ์ (2536) รายงานว่า ปริมาณออกซิเจนมีความสำคัญต่อแหล่งน้ำมาก ออกซิเจนเป็นตัวควบคุมใช้พลังงานของน้ำ ไม่ว่าพืชหรือสัตว์ต้องการออกซิเจนในการหายใจ นอกจากนี้ปริมาณสารละลายของออกซิเจนใช้เป็นเครื่องชี้คุณภาพของน้ำในแหล่งน้ำนั้นอีกด้วย

ปลาตะเพียนขาว ปลานิล เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ยังมีอัตราการรอดตาย แต่ปลาดุกลูกผสมไม่มีการรอดตายทั้งในบ่อผึ่งที่ 1 บ่อผึ่งที่ 2 และบ่อปรับสภาพ เนื่องจากปลาดุกเป็นปลาที่กินเนื้อ (กลุ่มรักเกษตร, 2531) ดังนั้น เมื่อไม่มีการให้อาหาร และในบ่อบำบัดไม่มีสัตว์น้ำที่เป็นอาหารของปลาดุกได้ ทำให้ปลาดุกหิวและกินกันเอง ซึ่งจะเห็นได้จากซากของก้างปลาดุก เป็นจำนวนมากในกระชังที่ทำการทดลอง (รูปผนวกที่ 28)

การศึกษาคุณสมบัติของน้ำ

คุณสมบัติของน้ำในบ่อตกตะกอน บ่อผึ่งที่ 1 บ่อผึ่งที่ 2 และบ่อปรับสภาพ ที่ทำการทดลอง

เลี้ยง ปลาตะเพียนขาว ปลานิล และปลาดุกลูกผสม บริเวณโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนา สิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ศูนย์ตรัง ระหว่างเดือนกันยายน 2548 ถึง มกราคม 2549 ส่วนใหญ่ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตายของปลา ดังนี้

(1) อุณภูมิของน้ำมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 28.40, 28.46, 28.58 และ 28.72 °C ตามลำดับ ซึ่งอุณหภูมิเฉลี่ยดังกล่าวอยู่ในช่วงเหมาะสม ไม่มีผลกระทบต่ออัตราการเจริญเติบโตของปลา โดยปกติคุณสมบัติของน้ำทางกายภาพที่เหมาะสม อุณหภูมิอยู่ระหว่าง 25 – 30 °C (ประเทือง, 2536)

(2) ค่าความขุ่นใสของน้ำมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 7.6, 9.6, 8.8 และ 8.4 เซนติเมตร ตามลำดับ ค่าความขุ่นใสเฉลี่ยดังกล่าว มีค่าน้อยเกินไป โดยปกติคุณสมบัติของน้ำที่เหมาะสม ความขุ่นใส อยู่ระหว่าง 30 – 60 cm. (ประเทือง, 2534) แสดงให้เห็นว่าน้ำมีความขุ่นมาก เกิดจากปริมาณอินทรีย์สาร และปริมาณแพลงก์ตอนมากเกินไป นอกจากนี้อาจเป็นเพราะพวกสาหร่าย macro geenalgae มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้มีความขุ่นมาก ตลอดจน ส่งผลกระทบต่อการใช้ออกซิเจนของปลาในช่วงเวลากลางคืน เป็นสาเหตุให้ปลาตายบางส่วน เนื่องจากออกซิเจนไม่เพียงพอ

(3) ค่าความเป็นกรดเป็นด่างมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 6.83, 6.63, 6.52 และ 6.49 ตามลำดับ ซึ่งค่าความเป็นกรดเป็นด่างมีค่าเฉลี่ยที่อยู่ในช่วงที่ค่อนข้างเหมาะสม ไม่ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของปลา (ศักดิ์ชัย, 2536)

(4) ค่าความกระด้างของน้ำมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 372.8, 186.8, 148.8 และ 138.4 mg/l ตามลำดับ ซึ่งค่าความกระด้างดังกล่าวค่อนข้างสูง (ชาญยุทธ, 2533) ซึ่งบางส่วนอาจรวมกับพวกโลหะที่มีอิออนบวก 2 ประจุ ปะปนอยู่ทำให้ปลาเกิดความเครียด ลำตัวมีสีเข้ม ทั้งปลาตะเพียนขาว ปลานิล และปลาดุก เป็นสาเหตุให้ปลาเป็นโรค เกิดการแพร่ระบาดในบ่อเดียวกัน เช่น โรคเชื้อราในปลาดุก และครีบหางกร่อนในปลานิลและปลาตะเพียนขาว (รูปผนวกที่ 24 และ 27)

(5) ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.48, 2.94, 2.82 และ 4.06 mg/l ตามลำดับ บ่อผึ่งที่ 1 และ บ่อผึ่งที่ 2 มีค่าต่ำกว่าความต้องการของปลา ปลาจะแสดงอาการขาดออกซิเจนโดยการขึ้นมาฮุบอากาศหายใจบริเวณผิวน้ำอย่างต่อเนื่องแม้แต่ในเวลากลางวัน แต่สำหรับบ่อปรับสภาพ ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำอยู่ในปริมาณที่ปกติ (ศักดิ์ชัย, 2536)

(6) ค่าความนำไฟฟ้าของน้ำมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.658, 0.494, 0.348 และ 0.309 µs/cm. ค่าดังกล่าวมีค่าน้อย เนื่องจากการละลายของแร่ธาตุและสารต่างๆ มีปริมาณค่อนข้างน้อย ระหว่างการไหลของน้ำมีการตกตะกอนและการดูดซึมของดิน หรืออาจสูญสลายเพราะแสงรังสียูวีจากดวงอาทิตย์ ซึ่งไม่มีผลกระทบโดยตรงต่อปลา (ชาญยุทธ, 2533)

(7) ค่าไนเตรทของน้ำมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.04, 0.23, 0.12 และ 0.15 mg/l ตามลำดับ ค่าดังกล่าวมีปริมาณน้อย ซึ่งไม่ส่งผลกระทบต่อปลาโดยตรง แต่จะมีผลต่อปริมาณแพลงก์ตอน หาก

แพลงก์ตอนพืชมีการเจริญเติบโตมาก ทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำไม่เพียงพอกับความต้องการของปลา (ชาญยุทธ, 2533)

(8) ค่าไนไตรท์ของน้ำมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.006, 0.025, 0.011 และ 0.015 mg/l ตามลำดับ ค่าไนไตรท์ของน้ำดังกล่าวพบว่าช่วงแรก มีผลกระทบต่อปลาเล็กน้อยเนื่องจากความเข้มข้นของสารประกอบไนโตรเจนค่อนข้างสูง ส่งผลให้ปลาที่อ่อนแอและเป็นโรคอยู่แล้วบางส่วนมีการตาย เกิดการลุกลามของโรค โดยเฉพาะโรคที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย แต่เมื่อเวลาผ่านไปค่าไนไตรท์ที่เป็นพิษต่อปลามีค่าน้อยลงอยู่ในระดับที่ไม่เกิดการเป็นพิษต่อปลา เนื่องจากน้ำมีการตกตะกอนและสลายตัวไปตามกระบวนการทางธรรมชาติ (ชาญยุทธ, 2533)

(9) ค่าแอมโมเนียของน้ำมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 23.70, 4.49, 2.86 และ 1.96 mg/l ตามลำดับ ค่าแอมโมเนียของน้ำดังกล่าว จะมีค่าความเป็นพิษสูงในบ่อตกตะกอน รองลงมาคือบ่อผึ่งที่ 1 บ่อผึ่งที่ 2 และบ่อปรับสภาพ ซึ่งในบ่อผึ่งที่ 1 มีปลาส่วนที่อ่อนแอ ได้รับพิษจากแอมโมเนีย ทำให้เกิดอาการชักและตาย เนื่องจากบริเวณเหงือกถูกทำลาย การแลกเปลี่ยนออกซิเจนขัดข้อง (ชาญยุทธ, 2533) นอกจากนี้ การเจริญของปลาลดลง ในบ่อผึ่งที่ 1 บ่อผึ่งที่ 2 และบ่อปรับสภาพ แต่สำหรับบ่อปรับสภาพมีปริมาณแอมโมเนียน้อย ไม่มีความเป็นพิษต่อปลา ทำให้อัตราการรอดเฉลี่ยสูงในปลาตะเพียนขาว

(10) ค่าฟอสฟอรัสรวมมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 2.29, 0.48, 2.86 และ 0.35 mg/l ตามลำดับ ค่าฟอสฟอรัสรวมดังกล่าว ในบ่อตกตะกอนมีการสะสมมากกว่าบ่ออื่น ๆ เนื่องจากความเข้มข้นของสารต่าง ๆ มีมากและมีความเป็นพิษสูง ทำให้พวกแพลงก์ตอนพืชไม่นำไปใช้ แต่สำหรับบ่อผึ่งที่ 1 บ่อผึ่งที่ 2 และบ่อปรับสภาพ พบว่ามีปริมาณน้อยเนื่องจากมีการเจือจางและมีการนำไปใช้ของแพลงก์ตอนพืช ซึ่งฟอสฟอรัสส่วนใหญ่ จะได้มากจากน้ำที่มีส่วนผสมของผงซักฟอก และน้ำยาทำความสะอาดต่างๆ จากหอพักและโรงอาหาร ไม่มีผลกระทบต่อปลาโดยตรง (ชาญยุทธ, 2533)

(11) ค่า BOD ของน้ำมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 58.09, 10.40, 8.40 และ 7.17 mg/l ตามลำดับ ค่า BOD ของน้ำที่มีค่ามาก ซึ่งแสดงให้เห็นว่า แบคทีเรียในน้ำมีมาก รวมถึงผลของปัจจัยอื่น ๆ ส่งผลให้ปลาอ่อนแอและตายเป็นจำนวนมาก ซึ่งปลาที่รอดตาย มีบางส่วนของร่างกายผิดปติ เช่น ครีบหาง ครีบหลัง และครีบหูกร่อน นอกจากนี้ยังพบว่า บริเวณลำตัวมีแผลหรือจุดขาว ๆ (รูปผนวกที่ 27) ซึ่งอาจจะส่งผลให้ปลาตายเพิ่มขึ้นตามลำดับ (อนันต์, 2540)

สรุปผลการวิจัย

1. ผลผลิตไรแดง และอายุเฉลี่ยของไรแดง ที่เลี้ยงในบ่อผึ่งที่ 1 บ่อผึ่งที่ 2 และบ่อปรับสภาพ มีความแตกต่างกันทั้ง 3 บ่อบำบัด โดยบ่อผึ่งที่ 1 ให้ผลผลิต และอายุเฉลี่ยของไรแดง สูงสุด รองลงมาคือ บ่อผึ่งที่ 2 และบ่อปรับสภาพ ตามลำดับ

2. การเจริญเติบโตของปลาตะเพียนขาว และปลานิล ที่เลี้ยงในบ่อผึ่งที่ 1 มีค่าสูงสุด รองลงมาคือ บ่อผึ่งที่ 2 และ บ่อปรับสภาพ ส่วนปลาดุกลูกผสม ที่เลี้ยงในบ่อผึ่งที่ 1 บ่อผึ่งที่ 2 และบ่อปรับสภาพ เกิดการตายทั้งหมด

3. คุณสมบัติของน้ำทิ้งในระบบบ่อบำบัด คือ บ่อตกตะกอน บ่อผึ่งที่ 1 บ่อผึ่งที่ 2 และบ่อปรับสภาพ ได้แก่ อุณหภูมิ ความขุ่นใส ความเป็นกรดเป็นด่าง ความกระด้างของน้ำ ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ ไนเตรท ไนไตรท์ แอมโมเนีย ฟอสฟอรัสรวม และค่า BOD มีความแตกต่างกันทั้ง 4 บ่อ โดยบ่อตกคะกอนจะมีคุณสมบัติของน้ำที่ไม่ดีได้แก่ ค่า DO ต่ำ ส่วนค่า แอมโมเนีย ฟอสฟอรัสรวม และค่า BOD มีค่าสูง ส่วนบ่อผึ่งที่ 1 บ่อผึ่งที่ 2 และบ่อปรับสภาพ จะมีค่า DO เพิ่มขึ้นตามลำดับ ส่วนค่า ไนเตรท ไนไตรท์ แอมโมเนีย ฟอสฟอรัสรวม และค่า BOD จะค่อย ๆ ลดลงตามลำดับ น้ำในบ่อทั้ง 3 บ่อที่ทำการเลี้ยงไรแดง และปลา 3 ชนิด มีคุณสมบัติดีพอที่ไรแดงและปลาสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้

4. การใช้วิธีการบำบัดน้ำแบบบ่อผึ่ง ทำให้น้ำทิ้งจากครัวเรือนมีคุณภาพดีขึ้น สามารถนำไปใช้เลี้ยงปลา และไรแดงได้ และสามารถปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ ได้โดยไม่มีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ในน้ำ

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีบ่อผึ่ง และบ่อปรับสภาพมากกว่า 2 บ่อ เพื่อให้น้ำได้มีการปรับสภาพมากขึ้น ซึ่งจะช่วยให้น้ำมีคุณภาพดีขึ้นก่อนนำไปใช้ประโยชน์หรือก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ

2. ควรมีการทดลองเลี้ยงแบบให้อาหารในบ่อทดลองด้วย เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตว่า แตกจากการทดเลี้ยงแบบไม่ให้อาหารหรือไม่ อย่างไร

3. น้ำที่จะนำมาใช้ในการทดลอง ควรมาจากหลาย ๆ แหล่ง เช่น จากโรงอาหาร โรงเรือนเลี้ยงสัตว์ ฯลฯ เพื่อที่ได้น้ำที่มีคุณสมบัติเป็นน้ำเสียอย่างแท้จริง

4. ควรมีการศึกษาถึงการตกค้างของปริมาณโลหะหนัก เชื้อโรค ในเนื้อปลา และที่ตกค้างอยู่ในตะกอนดินของบ่อบำบัดแต่ละบ่อ เพื่อที่จะได้วางแผนสำหรับการป้องกันการปนเปื้อนต่อไป

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัย ขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย เป็นอย่างสูง ที่ได้จัดสรรทุนอุดหนุนการวิจัยงบประมาณ ประจำปี 2548 ทำให้โครงการวิจัยเรื่องนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ศูนย์ตรัง ที่เอื้อเฟื้อให้ใช้ระบบบ่อบำบัดน้ำ

ขอขอบคุณคณะผู้ร่วมวิจัยทุกท่าน ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ปรึกษา ตลอดจนการแก้ไขปรับปรุง เอกสารโครงการวิจัยจนบรรลุตามวัตถุประสงค์ทุกประการ

ขอขอบคุณนักศึกษาผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่าน โดยเฉพาะนายสามารถ บุญญา และนายสุทธิศักดิ์ เพชรประพันธ์ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการทำการวิจัย จนบรรลุตามวัตถุประสงค์

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา น้อง ๆ ที่คอยให้กำลังใจและช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ จนรายงานฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

และสุดท้ายนี้ ความดีของรายงานฉบับนี้ ขอมอบแด่ อาจารย์ทุกท่านที่ได้คอยประสิทธิ์ประสาทวิชาการให้แก่ข้าพเจ้า

บรรณานุกรม

กรมควบคุมมลพิษ. 2545. น้ำเสียชุมชนและระบบบำบัดน้ำเสีย. กองจัดการคุณภาพน้ำ, กรมควบคุมมลพิษ, กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ. 110 น.

กลุ่มรักเกษตร. 2531. การเพาะเลี้ยงปลาดุก. สำนักพิมพ์สหมิตรออฟเซต. กรุงเทพ ฯ. 61 น.

คู่มือเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียตามแนวพระราชดำริ. 2543. การบำบัดน้ำเสียด้วยระบบบ่อบำบัดน้ำเสีย. โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ วิทยาลัยสิ่งแวดล้อม, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 27 น.

ชาญยุทธ คงภิรมณ์. 2533. คู่มือปฏิบัติการคุณภาพน้ำทางการประมง. ภาควิชาสัตวศาสตร์, คณะเกษตรศาสตร์บางพระ, สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล. ชลบุรี. 85 น.

ประเทือง เชาว์วันกลาง. 2536. การเลี้ยงปลาน้ำจืด. โอเอสพริ้นติ้งเฮ้า, กรุงเทพฯ. 201 น.

เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต. 2536. แหล่งน้ำกับปัญหามลพิษ. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ. 41 น.

มารศรี นวนรเศรษฐ์, เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต และ ธรรมนูญ โรจนะบุรานนท์. 2530. การนำน้ำโสโครกจากแหล่งชุมชนมาใช้ประโยชน์ในการเพาะเลี้ยงไรแดง. น. 223-238. *ใน* เอกสารวิชาการทรัพยากรสิ่งมีชีวิตทางน้ำ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

วิทย์ ธารชลานุกิจ, วิน เชยชมศรี, เดชา นาวานุเคราะห์, เศกสรร สิทธิหา, ทัศนีย์ บุญประคอง และ ยุพเยาว์ โตคีรี. 2543. การศึกษาการเลี้ยงปลาน้ำจืด 3 ชนิด ในบ่อบำบัดน้ำเสียโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเพชรบุรี. น. 44-1 ถึง 44-9. *ใน* เอกสารประกอบการสัมนาวิชาการวิทยาศาสตร์การกำจัดขยะและการบำบัดน้ำเสียตามแนวพระราชดำริ ระหว่างวันที่ 24-25 สิงหาคม 2543. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

วิทย์ ธารชลานุกิจ และนฤชิต ดำปิน. 2545. การใช้ประโยชน์จากระบบบ่อบำบัดน้ำเสียชุมชนโดยการเลี้ยงปลา. น. 15-1 ถึง 15-6. ใน เอกสารประกอบการประชุมวิชาการ การกำจัดขยะและบำบัดน้ำเสียบนพื้นที่จำกัดด้วยการประยุกต์เทคโนโลยีต้นแบบ. ระหว่างวันที่ 5-6 กันยายน 2545. ณ โรงแรมรามาการ์เด้นส์ กรุงเทพฯ.

ศักดิ์ชัย ชูโชติ. 2536. การเลี้ยงปลาน้ำจืด. โอเอสพริ้นติ้งเฮ้า, กรุงเทพฯ. 201 น.

สิริ ทุกข์วินาศ. 2528. วิธีวิเคราะห์น้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง. สถาบันเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง จังหวัดสงขลา. สงขลา. 103 น.

อนันต์ ดันสุตะพานิช. 2540. หลักการปรับเปลี่ยนโครงสร้างการเลี้ยงกุ้งกุลาดำวิธีการฟื้นฟูการเลี้ยงกุ้งกุลาดำและสภาพแวดล้อมในระบบปิดและรีไซเคิล. การสัมมนาทางวิชาการ. งานวันกุ้งจันทบุรี2541. 96 น.

ภาคผนวก

รูปผนวกที่ 1 บ่อตกตะกอนซึ่งมีท่อต่อน้ำทิ้งมาจากหอพักนักศึกษา

รูปผนวกที่ 2 ลักษณะน้ำทิ้งที่อยู่ในบ่อตกตะกอน

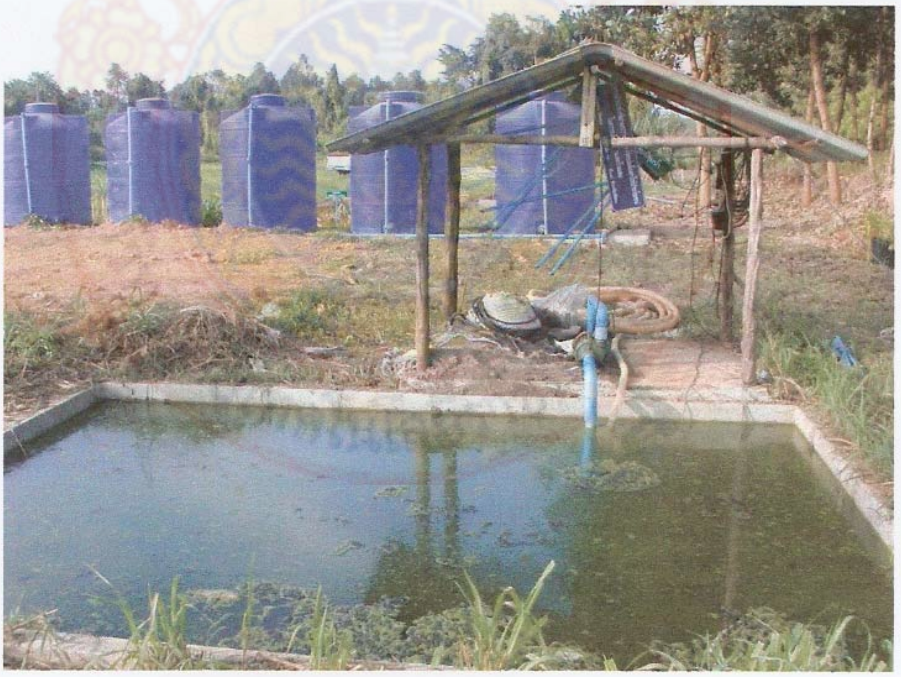
รูปผนวกที่ 3 การเตรียมบ่อบำบัดน้ำเสียแบบบ่อผึ่ง โดยการขุดลึก 2 เมตร

รูปผนวกที่ 4 ทำการปักหลักเสาเข็ม กั้นดินพังทะลายด้วยไม้ไผ่สานในบ่อบำบัดน้ำทิ้ง

รูปผนวกที่ 5 การทำราวสะพานสำหรับผูกกระชัง และเดินภายในบ่อ

รูปผนวกที่ 6 บ่อบำบัดที่กั้นไม้ไผ่สานเสร็จแล้ว แต่ยังไม่ได้ถมดินคันบ่อ

รูปผนวกที่ 7 บ่อบำบัดน้ำทิ้งแบบบ่อผึ่ง บ่อผึ่งที่ 2



รูปผนวกที่ 8 น้ำทิ้งในบ่อตกตะกอนที่จะสูบเข้าบ่อผึ่ง

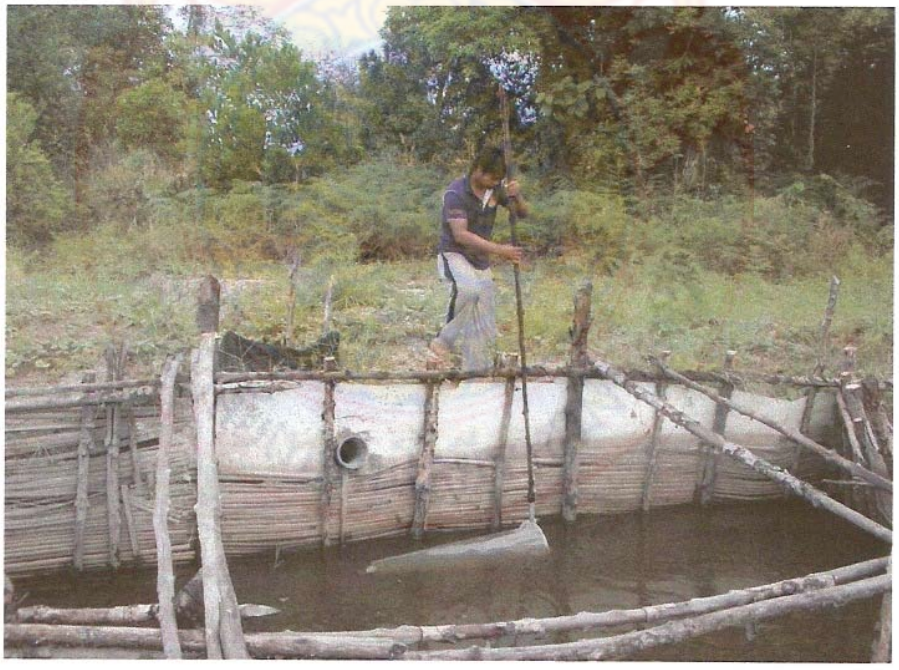
รูปผนวกที่ 9 ปั๊มน้ำที่ใช้สูบน้ำทิ้งในบ่อตกตะกอนส่งเข้าบ่อผึ่ง

รูปผนวกที่ 10 ท่อน้ำล้นที่เชื่อมถึงกันระหว่างบ่อผึ่งที่ 1 บ่อผึ่งที่ 2 และบ่อปรับสภาพ

รูปผนวกที่ 11 สภาพน้ำในบ่อบำบัดน้ำทิ้งแบบบ่อผึ่ง ที่เตรียมสำหรับการเลี้ยงไรแดง

รูปผนวกที่ 12 ไรแดงที่จะนำไปเลี้ยงในบ่อบำบัดน้ำทิ้ง แบบบ่อผึ่ง

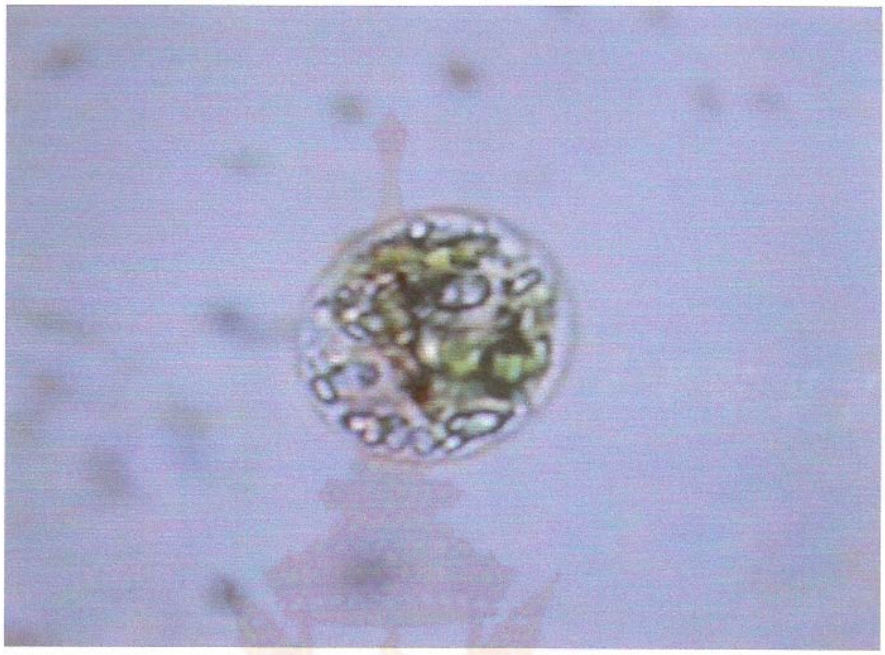
รูปผนวกที่ 13 ทำการปล่อยไรแดงลงในบ่อบำบัดน้ำทิ้งแบบบ่อผึ่ง และบ่อปรับสภาพ



รูปผนวกที่ 14 ทำการเก็บเกี่ยวไรแดงที่เลี้ยงในบ่อบำบัดน้ำทิ้งแบบบ่อผึ่ง

รูปผนวกที่ 15 ไรแดงที่ได้จากการเก็บเกี่ยวผลผลิตจากบ่อบำบัดน้ำทิ้ง

รูปผนวกที่ 16 สาหร่ายสีเขียวขึ้นปกคลุมผิวน้ำทั่วบ่อบำบัดน้ำทิ้งตอนกลางวัน

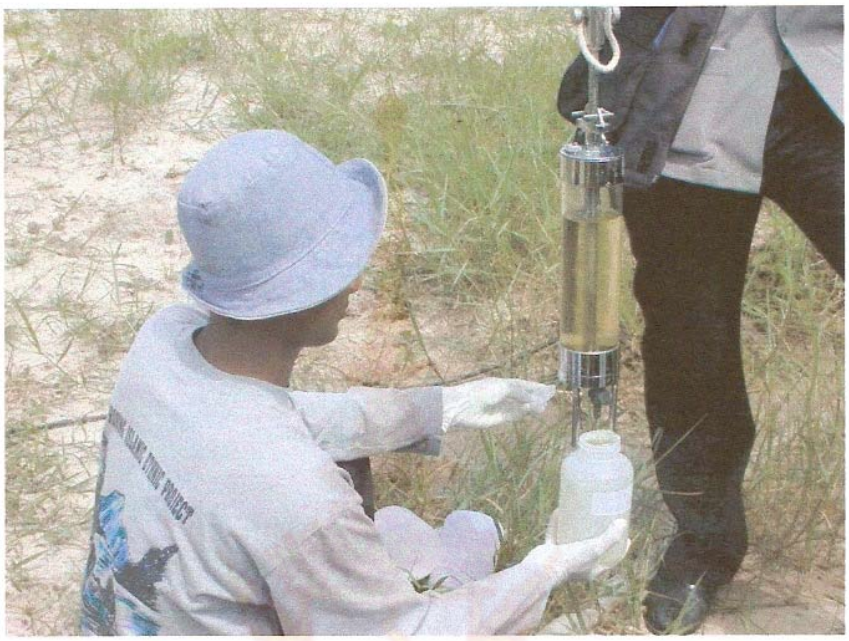


รูปผนวกที่ 17 สาหร่ายสีเขียวที่ขึ้นปกคลุมที่ผิวน้ำทั่วบ่อบำบัดน้ำทิ้ง

รูปผนวกที่ 18 กระชังที่เตรียมไว้สำหรับการเลี้ยงปลาในบ่อบำบัดน้ำทิ้ง

รูปผนวกที่ 19 กระชังที่ปล่อยปลาลงเลี้ยงในบ่อผึ่งที่ 1 บ่อผึ่งที่ 2 และบ่อปรับสภาพ

รูปผนวกที่ 20 ทำการเก็บตัวอย่างน้ำในบ่อบำบัดน้ำทิ้ง



รูปผนวกที่ 21 เก็บน้ำตัวอย่างในบ่อบำบัดน้ำทิ้ง เพื่อนำไปวิเคราะห์หาคุณสมบัติของน้ำ

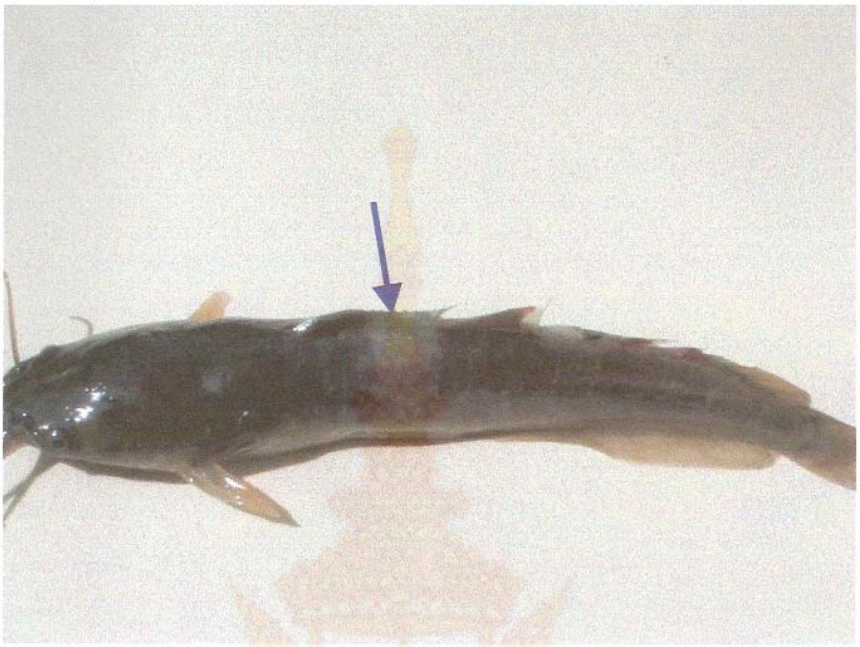
รูปผนวกที่ 22 ทำการยกกระชังเพื่อเก็บตัวอย่างปลาที่ทำการศึกษา

รูปผนวกที่ 23 ตัวอย่างปลาตะเพียนขาวที่เลี้ยงในบ่อบำบัดน้ำทิ้ง

รูปผนวกที่ 24 ปลาตะเพียนขาวที่เป็นโรคตายจากการทดลองในบ่อบำบัดน้ำทิ้ง

รูปผนวกที่ 25 ตัวอย่างปลานิลที่ทำการทดลองเลี้ยงในบ่อบำบัดน้ำทิ้ง

รูปผนวกที่ 26 ปลานิลที่ได้จากการทดลองเลี้ยงในบ่อบำบัดน้ำทิ้ง ซึ่งมีหลายขนาด



รูปผนวกที่ 27 ปลาดุกลูกผสมที่เป็นโรค (ศรชี้) จะเห็นแผลสีขาวตามลำตัว

รูปผนวกที่ 28 โครงกระดูกปลาดุกที่ทำการทดลองเลี้ยงในบ่อบำบัดน้ำทิ้งเนื่องจากกินกันเอง