



รายงานผลการวิจัย

เรื่อง

การวิจัยและพัฒนาระบบชีววิถีเพื่อเลี้ยงปลาดุกเชิงพาณิชย์ที่เป็นมิตรต่อ
สิ่งแวดล้อมและเพิ่มความสามารถในการแข่งขันทางด้านอาหารปลอดภัย
**Research and Development on the “*Biological – Ways – of - Life*” System
of the Intensive Catfish Production for Environmental Friendly and
Commercial Competition as Food Safety**

โดย

บัญญัติ มนเทียรอาสน์ ขจรเกียรติ ศรีนวลสม และพิมพ์ร มนเทียรอาสน์

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

2554



รายงานผลการวิจัย

เรื่อง การวิจัยและพัฒนาระบบชีววิถีเพื่อเลี้ยงปลาดุกเชิงพาณิชย์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
และเพิ่มความสามารถในการแข่งขันทางด้านอาหารปลอดภัย
Research and Development on the “*Biological – Ways – of - Life*” System
of the Intensive Catfish Production for Environmental Friendly and Commercial
Competition as Food Safety

ได้รับจัดสรรงบประมาณวิจัย ประจำปี 2554
จำนวน 250,000 บาท

หัวหน้าโครงการ	นายบัญญัติ	มนเทียรอาสน์
ผู้ร่วมโครงการ	นายจรเกียรติ	ศรีนวลสม
	นางพิมพ์พร	มนเทียรอาสน์

งานวิจัยเสร็จสิ้นสมบูรณ์

30 ธันวาคม พ.ศ. 2554

คำนิยม

ขอขอบคุณสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ และคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกทุกท่าน ทั้งที่เกี่ยวข้องโดยตรงและทางอ้อม ต่อการพิจารณากำหนดทิศทางการพัฒนางานวิจัยทางการเกษตร ซึ่งใช้ระบบชีววิถีเข้ามาเกี่ยวข้องเพื่อลดต้นทุนการผลิต และลดปัญหาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของโลกที่เกิดขึ้นอย่างรุนแรงในขณะนี้ โดยการสนับสนุนทุนวิจัยทางด้านการพัฒนาระบบชีววิถีที่ใช้ทางการเกษตรมาโดยตลอด จากปัญหาสถานะโลกร้อนในขณะนี้ไม่มีใครปฏิเสธแล้วว่า ต้นเหตุแห่งปัญหานั้นเกิดจากการกระทำของมนุษย์เรานั่นเอง และอีกหนึ่งในหลายสาเหตุก็มาจากระบบการผลิตทางการเกษตรที่มุ่งเน้นการใช้เทคโนโลยีเฉพาะด้านทางธุรกิจหรือที่เรียกกันว่าระบบเกษตรแบบเข้มข้น ที่ปฏิเสธระบบธรรมชาติอย่างสิ้นเชิงนั่นเอง จึงส่งผลให้โลกพบกับปัญหาสถานะโลกร้อนเช่นนี้ การพัฒนาระบบเกษตรชีววิธินับเป็นการกลับมาแก้ปัญหาที่ต้นเหตุอย่างแท้จริง

จากการวิจัยโดยใช้ระบบชีววิถีเพื่อลดต้นทุนการผลิตปลาน้ำจืดชนิดต่างๆอย่างเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมาประมาณ 5 ปี คณะผู้วิจัยมีความมั่นใจมากขึ้นว่าระบบชีววิธินี้เหมาะสมกับการเลี้ยงปลาน้ำจืดชนิดกินเนื้อเป็นอย่างยิ่งโดยเฉพาะกลุ่มปลาดุก ทั้งนี้เพราะระบบชีววิถีที่ใช้ผักตบชวาจะช่วยทำให้คุณภาพน้ำบ่อปลาดุกดีและใสนานยิ่งขึ้น อีกทั้งยังช่วยลดปริมาณไนโตรเจน-แอมโมเนียและรักษาความเสถียรของความเป็นกรด-เบสของน้ำในบ่อปลาดุกได้เป็นอย่างดี

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณคณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ ที่สนับสนุนอุปกรณ์และสถานที่ ตลอดจนทั้งนักศึกษาและผู้เกี่ยวข้องทุกท่าน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและสนับสนุนงานวิจัยชิ้นนี้จนสำเร็จลุล่วงมาได้ด้วยดี ผลงานชิ้นนี้ยังต้องการพัฒนาและประยุกต์เทคนิคชีววิถีให้ก้าวหน้าอีกต่อไปยิ่งขึ้น จักได้เป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรและประชาชนทุกคน อีกทั้งยังเป็นการลดปัญหาสถานะโลกร้อนที่ต้นเหตุได้โดยตรง

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. บัญญัติ มนเทียรอาสน์

อาจารย์ จขจรเกียรติ ศรีนวลสม

อาจารย์ พิมพร มนเทียรอาสน์

ผู้วิจัย

สารบัญ

หน้า

สารบัญตาราง	ข
สารบัญภาพ	ค
บทคัดย่อ	1
Abstract	2
คำนำ	3
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	5
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
การตรวจเอกสาร	6
วิธีดำเนินงานวิจัย	11
ระยะเวลาและแผนดำเนินการวิจัย	14
ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล	15
สรุปผลการวิจัย	27
เอกสารอ้างอิง	28

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์ความแตกต่างระดับความเป็นกรด-เบส(pH)ของน้ำ ระหว่างบ่อคอนกรีตเลี้ยงปลาทุกระบบทั่วไปและระบบชีววิถี จำนวน 3 กลุ่มทดลอง	18
ตารางที่ 2 การวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระดับความเป็นกรด-เบส ของน้ำ(pH)ระหว่างบ่อคอนกรีตเลี้ยงปลาทุกระบบทั่วไป และระบบชีววิถีจำนวน 3 กลุ่มทดลอง	19
ตารางที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ยตลอดการทดลองระดับความเป็นกรด-เบส ของน้ำ(pH)ระหว่างบ่อคอนกรีตเลี้ยงปลาทุกระบบทั่วไป และระบบชีววิถีจำนวน 3 กลุ่มทดลอง	19
ตารางที่ 4 แสดงค่าเฉลี่ยตลอดการทดลองปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน($\text{NH}_3\text{-N}$) ของน้ำในบ่อคอนกรีตเลี้ยงปลาทุกระบบทั่วไปและระบบชีววิถี จำนวน 3 กลุ่มทดลอง	22
ตารางที่ 5 การวิเคราะห์ความแตกต่างปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน($\text{NH}_3\text{-N}$) ที่ละลายน้ำระหว่างบ่อคอนกรีตเลี้ยงปลาทุกระบบทั่วไป และระบบชีววิถีจำนวน 3 กลุ่มทดลอง	24
ตารางที่ 6 การวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ($\text{NH}_3\text{-N}$)ที่ละลายน้ำระหว่างบ่อคอนกรีตเลี้ยงปลาทุกระบบทั่วไป และระบบชีววิถีจำนวน 3 กลุ่มทดลอง	25

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 บ่อคอนกรีตทดลองเลี้ยงปลาดุกระบบชีววิถีผักตบชวา และบ่อควบคุมไม่ใช่ผักตบชวา	12
ภาพที่ 2 เปรียบเทียบเบื้องต้นสีของน้ำด้วยตาเปล่าในบ่อคอนกรีตเลี้ยงปลาดุก กลุ่มทดลองที่ 1 ระบบทั่วไปไม่มีผักตบชวาและบ่อเลี้ยงระบบชีววิถี ผักตบชวา 30% ในกลุ่มทดลองที่ 2 และ 50% ในกลุ่มทดลองที่ 3 ตามลำดับ	16
ภาพที่ 3 ปลาดุกที่ได้จากการศึกษาเป็นปลาที่มีสุขภาพแข็งแรงดีทุกบ่อทดลอง	18
ภาพที่ 4 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงระดับความเป็นกรด-เบส(pH)ของน้ำ ในบ่อคอนกรีตเลี้ยงปลาดุกทั่วไปและบ่อเลี้ยงระบบชีววิถี จำนวน 3 กลุ่มทดลอง	20
ภาพที่ 5 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน($\text{NH}_3\text{-N}$) ของน้ำในบ่อคอนกรีตเลี้ยงปลาดุกทั่วไปและบ่อเลี้ยงระบบชีววิถี จำนวน 3 กลุ่มทดลอง	23

การวิจัยและพัฒนาระบบชีววิถีเพื่อเลี้ยงปลาดุกเชิงพาณิชย์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและเพิ่มความสามารถในการแข่งขันทางด้านอาหารปลอดภัย

Research and Development on the “*Biological - Ways – of - Life*”

System of the Intensive Catfish Production for Environmental

Friendly and Commercial Competition as Food Safety

บัญญัติ มนเทียรอาสน์¹ ขจรเกียรติ ศรีนวลสม¹ และ พิมพร มนเทียรอาสน์²

Bunyat Montien-Art¹ Khajornkiat Srinuansom¹

and Pimporn Montien-Art²

¹ คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

² คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

บทคัดย่อ

การวิจัยและพัฒนาระบบชีววิถีเพื่อเลี้ยงปลาดุกเชิงพาณิชย์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและเพิ่มความสามารถในการแข่งขันทางด้านอาหารปลอดภัยนี้ เป็นผลการวิจัยในระยะเวลา 12 เดือนแรก ที่ทำการทดลองเลี้ยงปลาดุกในบ่อคอนกรีต ผลการวิจัย พบว่า ระบบชีววิถีผักตบชวา 50 เปอร์เซ็นต์สามารถนำมาพัฒนาใช้เพื่อรักษาเสถียรภาพระดับความเป็นกรด-เบส(pH)ของน้ำได้ดีมากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติวิจัย ($F=17.20$, $P<0.01$) ค่าเฉลี่ยระดับความเป็นกรด-เบสของน้ำในบ่อคอนกรีตเลี้ยงปลาดุกระบบชีววิถีผักตบชวา 50 และ 30 และ 0 เปอร์เซ็นต์เท่ากับ 7.81 และ 8.06 และ 8.55 ตามลำดับ ในกรณีเช่นเดียวกันนี้ ระบบชีววิถีผักตบชวา 50 เปอร์เซ็นต์ ก็ยังสามารถช่วยลดปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน($\text{NH}_3\text{-N}$)ที่ตกค้างในน้ำได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติวิจัยเช่นกัน ($F=3.22$, $P<0.05$) ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนเฉลี่ยของน้ำในบ่อคอนกรีตเลี้ยงปลาดุกระบบชีววิถีผักตบชวา 50 และ 30 และ 0 เปอร์เซ็นต์เท่ากับ 0.0396 และ 0.0592 และ 0.0614 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ อัตราการรอดตายของปลาดุกทุกกลุ่มทดลองมีค่าเท่ากันคือ 100 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นการเลี้ยงปลาดุกในบ่อคอนกรีตเชิงพาณิชย์ระบบ

ชีววิถีผักตบชวา 50 เปอร์เซ็นต์จึงเหมาะสมต่อการส่งเสริมสู่เกษตรกร เพราะแสดงผลชัดเจนต่อการปรับสมดุลค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำและช่วยลดปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนอย่างดี อีกทั้งเกษตรกรไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนถ่ายน้ำทิ้งตลอดการเลี้ยงได้ จึงช่วยประหยัดต้นทุนค่าพลังงานสำหรับการเปลี่ยนถ่ายน้ำได้ 100 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับการเลี้ยงปลาในระบบทั่วไป

คำสำคัญ : ปลาอุก, คุณภาพน้ำ, ระบบน้ำหมุนเวียน, ระบบปิด, เทคนิคชีววิถี, ปอคอนกรีต

Abstract

Research and development on the “*Biological - Ways - of - Life*” system of the intensive catfish production for environmental friendly and commercial competition as food safety was conducted in the first 12 months of 24 months of the study. Catfish were fed in concrete ponds. Result showed that the highly significant ($F=17.20, P<0.01$) on analysis of pH variance was found in the 50% water hyacinth of the “*Biological-Ways-of-Life*” system’s ponds. The mean of pH values in water of 50, 30 and 0% water hyacinth ponds were 7.81, 8.06 and 8.55, respectively. However, the 50% water hyacinth of the “*Biological-Ways-of-Life*” system’s pond showed significantly ($F=3.22, P<0.05$) reduced on the $\text{NH}_3\text{-N}$ concentration. Mean concentrations of $\text{NH}_3\text{-N}$ of 50, 30 and 0% water hyacinth ponds were 0.0396, 0.0592 and 0.0614 milligram / liter, respectively. The 100% survival rates of catfish from all treatments were found. Therefore, the 50% water hyacinth of the “*Biological-Ways-of-Life*” system’s pond for catfish production in concrete ponds can be promote to the farmers. Because the 50% water hyacinth in catfish ponds showed clearly significant to both of pH value and $\text{NH}_3\text{-N}$ concentration. Also, farmers are not necessary to remove the used water to be the new water for their catfish ponds in all 12 months. It mean that farmer can be save costs 100% of energy and fuel if compare with the general system of catfish production in concrete ponds.

Keywords : Catfish, Water quality, Water circulation, Close system, Biological-Ways-of-Life system, Concrete pond

คำนำ

ปัญหาเร่งด่วนของเกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงปลาดุกในปัจจุบันนี้คือ (1) ปัญหาเรื่องต้นทุนการผลิตปลาดุกเพื่อให้ได้มาตรฐานอาหารปลอดภัย (2) ปัญหาราคาปลาดุกผลิตในมาตรฐานอาหารปลอดภัยขายในราคาแพงมากกว่าราคาปลาดุกที่เลี้ยงทั่วไป รวมทั้ง (3) ปัญหาน้ำเสียที่บ่อเลี้ยงปลาดุกเชิงพาณิชย์ทั่วไปปล่อยทิ้งออกสู่ชุมชนข้างเคียง เป็นต้น ในกรณีปัญหาปลาดุกที่เลี้ยงเพื่อให้ได้คุณภาพมาตรฐานอาหารปลอดภัยแต่ยังคงมีต้นทุนสูงอยู่ในปัจจุบันนั้น พบว่า ต้นทุนที่สูงส่วนใหญ่นั้นมีสาเหตุมาจากค่าน้ำมันดีเซลที่ใช้กับเครื่องสูบน้ำเพื่อการเปลี่ยนถ่ายน้ำในบ่อเลี้ยงปลาดุกนั่นเอง ซึ่งต้นทุนค่าน้ำมันนี้เป็นต้นทุนที่ไม่คงที่เกษตรกรไม่สามารถควบคุมต้นทุนชนิดนี้ได้ ซึ่งแตกต่างจากต้นทุนด้านราคาอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่ในทางทฤษฎีถือเป็นต้นทุนผันแปร แต่ในทางปฏิบัติจริงอาจจะถือได้ว่าเป็นต้นทุนคงที่ได้ กล่าวคือเกษตรกรสามารถทำสัญญาซื้อขายอาหารเม็ดในราคาคงที่ตลอดการเลี้ยงได้ล่วงหน้า โดยผ่านสหกรณ์ชุมชนกับบริษัทจำหน่ายได้ ดังนั้นการเลี้ยงปลาดุกแบบหนาแน่นเชิงพาณิชย์เพื่อผลิตปลาดุกแบบอาหารปลอดภัย เกษตรกรจำเป็นต้องพยายามรักษาสุขภาพปลาดุกโดยการพยายามรักษาคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงให้สะอาดอยู่เสมอ เพื่อลดโอกาสการเกิดแผลและโรคสัตว์น้ำขึ้น ซึ่งจะเป็นการช่วยลดต้นทุนการใช้สารเคมีและยารักษาโรคได้โดยตรง อีกทั้งยังสนับสนุนแนวทางการผลิตปลาดุกแบบอาหารปลอดภัยได้อีกด้วย

ดังนั้น จึงเป็นที่มาของการวิจัยชิ้นนี้ที่มุ่งหวังการนำระบบชีววิถีโดยการใช้ผักตบชวามาช่วยดูดซับของเสียในน้ำและช่วยควบคุมปริมาณแสงสว่างในมวลน้ำเพื่อลดสาหร่ายพิษบางชนิดให้มีปริมาณอยู่ในระดับพอสมควรหรือมีน้อยที่สุด โดยการใช้ผักตบชวาในปริมาณความหนาแน่นต่างกัน มาทำการวิจัยและพัฒนาโดยปล่อยผักตบชวาเลี้ยงร่วมกับปลาดุกในบ่อเลี้ยงคอนกรีตเชิงพาณิชย์ตามสัดส่วนพื้นที่ที่เป็นโจทย์แห่งการวิจัยในครั้งนี้ โดยใช้สมมุติฐานว่า ผักตบชวาในแต่ละสัดส่วนของการปล่อยเลี้ยงร่วมกับปลาดุกนั้น มีผลต่อการลดลงของปริมาณแร่ธาตุต่างๆที่ละลายอยู่ในน้ำและปริมาณความโปร่งแสงของน้ำ ผักตบชวามีผลต่อการยึดอายุการใช้น้ำในบ่อคอนกรีตที่เลี้ยงปลาดุกให้ยาวนานยิ่งขึ้นมากกว่าเดิม

โดยมีงานวิจัยต่าง ๆ มากมายที่ยืนยันถึงความสามารถของผักตบชวาในการกรองตะกอนขุ่นและดูดซับแร่ธาตุอาหารส่วนเกินในน้ำได้ ซึ่งตะกอนขุ่นและแร่ธาตุส่วนเกินนี้เองที่เป็นสาเหตุหลักที่ก่อให้เกิดน้ำเสียขึ้นภายในบ่อเลี้ยงปลา น้ำเสียในบ่อเลี้ยงปลาคูเป็นต้นเหตุของการเกิดโรคและปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมชุมชนข้างเคียง น้ำเสียเป็นต้นเหตุของต้นทุนค่าสารเคมีและยารักษาโรคที่เกษตรกรต้องใช้เพื่อผลิตสัตว์น้ำเชิงพาณิชย์ และเป็นต้นเหตุของต้นทุนค่าน้ำมันดีเซลที่จะต้องใช้กับเครื่องสูบน้ำในการระบายเปลี่ยนถ่ายน้ำในบ่อเลี้ยงปลาคูทุกครั้ง และสุดท้ายน้ำเสียยังเป็นต้นเหตุของการตั้งราคาจำหน่ายปลาคูที่เลี้ยงแบบอาหารปลอดภัยที่แพงกว่าปลาคูทั่วไปอีกด้วย

ดังนั้น หากผลการวิจัยที่จะดำเนินการในครั้งนี้ ได้ผลสรุปตรงตามข้อสมมุติฐานข้างต้นจริง ก็จะทำให้เกิดประโยชน์ต่อการเลี้ยงปลาคูแบบอาหารปลอดภัย เพราะสามารถลดการใช้สารเคมีและยารักษาโรคได้ในระดับมาตรฐานอาหารปลอดภัยแก่ผู้บริโภคได้ อีกทั้งยังสามารถใช้ลดต้นทุนค่าพลังงานเชื้อเพลิงของเกษตรกรลง โดยการลดรอบเวลาและปริมาณการระบายน้ำทิ้งลงจากเดิม รวมทั้งย่นระยะเวลาการใช้น้ำเพื่อเลี้ยงปลาคูได้นานยิ่งขึ้น เนื่องจากระบบชีววิธีนี้สามารถรักษาคุณภาพน้ำในบ่อปลาคูให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานได้นานยิ่งขึ้น โดยที่เกษตรกรไม่จำเป็นต้องลงทุนเพิ่มเติมอย่างใด เนื่องจากผักตบชวาเป็นพืชน้ำที่มีอยู่ทั่วไปในแหล่งน้ำสาธารณะในขณะนี้ และรวมไปถึงช่วยลดปัญหาทางสังคมในการกระทบกระทั่งกันระหว่างเกษตรกรผู้เลี้ยงปลาคูและชุมชนข้างเคียงในเรื่องปัญหาน้ำเสียได้อีกทางหนึ่งด้วย

จุดประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อวิจัยและพัฒนาต่อยอดงานวิจัยระบบชีววิถีทางการประมงเพื่อเลี้ยงปลาดุกอย่างเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและเพื่ออาหารปลอดภัยโดยปราศจากการใช้สารเคมีและยารักษาโรคตลอดเวลาการเลี้ยงปลาดุก
2. เพื่อลดปริมาณน้ำเสียจากบ่อเลี้ยงปลาดุก โดยเฉพาะการลดปริมาณแร่ธาตุหลักส่วนเกินภายในบ่อเลี้ยงปลาดุกอันเป็นสาเหตุหลักที่ก่อให้เกิดน้ำเสีย เช่น กลุ่มธาตุไนโตรเจนที่อยู่ในรูปของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน, ไนไตรต์-ไนโตรเจน, ไนเตรต-ไนโตรเจน และ ธาตุฟอสฟอรัสที่อยู่ในรูปของออร์โธฟอสเฟต โดยการพัฒนาใช้ระบบชีววิถีที่มีผักตบชวาเป็นตัวดูดซับแร่ธาตุส่วนเกินเหล่านี้ ในสัดส่วนพื้นที่ปล่อยพืชแตกต่างกันตามโจทย์วิจัย
3. เพื่อหาแนวทางเพิ่มโอกาสการแข่งขันของเกษตรกร โดยลดต้นทุนค่าพลังงานเชื้อเพลิงที่ใช้กับเครื่องสูบน้ำในฟาร์มเพาะเลี้ยงปลาดุกของเกษตรกร โดยการค้นหาวิธีย่นระยะเวลาการใช้น้ำในบ่อเลี้ยงปลาดุกให้นานยิ่งขึ้นด้วยระบบชีววิถี

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้เกษตรกรสามารถเพิ่มโอกาสการแข่งขันโดยการลดต้นทุนค่าอาหารเม็ดเลี้ยงปลาดุก ด้วยระบบชีววิถี โดยการสร้างแหล่งพักอาศัยแก่สัตว์หน้าดินและตัวอ่อนของแมลงน้ำที่เป็นอาหารตามธรรมชาติของปลาดุก โดยใช้ระบบรากของผักตบชวาทำหน้าที่กรองดักเศษอาหารส่วนเกินที่จะทำให้เน่าเสีย และใช้เศษอาหารเหล่านี้ผลิตตัวอ่อนแมลงน้ำให้เป็นอาหารธรรมชาติของปลาดุก ซึ่งจะยังประโยชน์ให้เกิดขึ้นทั้งทางด้านอาหารปลาดุกและรักษาคุณภาพน้ำในบ่อพร้อมๆกัน เกษตรกรสามารถเพิ่มโอกาสในการแข่งขันทางด้านราคาปลาดุกในเชิงพาณิชย์ให้มีมากยิ่งขึ้น
2. ลดปัญหาน้ำเสียจากฟาร์มเลี้ยงปลาดุก ส่งเสริมธุรกิจการประมงที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ลดปัญหาทางสังคมได้

การตรวจเอกสาร

การใช้เทคนิคชีววิถีโดยนำผักตบชวามาช่วยดูดซับธาตุอาหารส่วนเกินในแหล่งน้ำนี้ มีการศึกษาโดยนักวิจัยต่าง ๆ มาเป็นเวลานานแล้ว (American Public Health Association, 1989 ; Abdelhamid and Gabra, 1991; Abdel-Hamid et al., 1992; Agami et al., 1990; Ahmed et al., 1995 ; Akcin et al., 1994; Aoyama et al., 1993; Babu et al., 1988; Baldwin et al., 1975; Bashmacova, 1990; Benicio et al., 1993 ; Berto et al., 1988; Bierman and Dolan, 1981; Biobaku and Ekpenyong, 1991; Biswas and Mandal, 1988; Biswas and Mandal, 1989; Blachier, 1990; Bloesch, 1977; Bolenz et al., 1990; Borhami et al., 1995; Borhami et al., 1995; Bratli, 1994; Bucka and Zurek, 1992; Maden et al., 1998; Sesli and Tuzen 1999) ทั้งนี้เนื่องจากระบบรากของผักตบชวาสามารถรองตะกอนแขวนลอย ดูดซับธาตุอาหาร และเป็นที่อยู่ของสิ่งมีชีวิตได้น้ำต่าง ๆ มากมาย โดยเฉพาะสิ่งมีชีวิตในกลุ่มจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ จะช่วยทำให้น้ำเลี้ยงปลาถูกเน่าเสียน้อยลงได้จากการย่อยเศษอาหารและปฏิกูลดังกล่าวเร็วขึ้น โดยทั่วไปคุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงปลาคูควรจะมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำได้ไม่ต่ำกว่า 3 ppm (Swingle, 1969) ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำควรอยู่ระหว่าง 6.5 – 8.5 (เมฆ, 2530) ค่าความเป็นด่าง (Alkalinity) และค่าความกระด้างของน้ำ (Hardness) ควรอยู่ในช่วง 20 -300 ppm และระดับค่าความเป็นด่าง-ค่าความกระด้างควรมีระดับใกล้เคียงกัน (ไมตรี, 2524) ปริมาณแอมโมเนียในบ่อเลี้ยงปลาควรควบคุมให้อยู่ต่ำกว่า 2.5 ppm (ปกรณ์, 2530 ; ไมตรี, 2524) Colman *et al.* (1981) รายงานว่าไนโตรเจนจะเป็นพิษกับปลา Channal catfish โดยจะไปจับตัวกับ Haemoglobin ในเลือดทำให้เลือดปลาจับออกซิเจนได้น้อยลง Boyd (1979) รายงานว่า ความเข้มข้นของฟอสเฟตในแหล่งน้ำธรรมชาติมักไม่เกิน 1.0 ppm แต่ปริมาณฟอสเฟตที่พบในบ่อเลี้ยงปลามักมีปริมาณสูง ไมโครไบโอเทค (2536) รายงานถึงการสะสมของของเสียและสิ่งขับถ่ายที่พื้นก้นบ่อปลาทำให้เกิดสภาพเน่าเสียและมีก๊าซพิษเช่น แอมโมเนีย ก๊าซไข่เน่า และก๊าซไนโตรเจนเป็นต้น อันมีผลทำให้ปลาเครียด กินอาหารลดลง เติบโตช้า อ่อนแอและมีโอกาสเป็นโรคสูง ดังนั้นนักวิจัยของไมโครไบโอเทคจึงพยายามนำเทคนิคชีววิถีมาปรับใช้โดยการเติม “แบคทีเรีย” (Bactocell) ซึ่งเป็นเชื้อจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ช่วยกำจัดของเสียที่พื้นก้นบ่อปลา

พร้อมทั้งปรับสภาพน้ำและกำจัดแอมโมเนีย โดยมีอัตราการใช้ประมาณ 500 กรัม/1 ไร่ และใช้ติดต่อกันทุกๆ 15 – 30 วัน นอกจากนี้ยังการประยุกต์ใช้จุลินทรีย์กลุ่ม Probiotic ในบ่อเลี้ยงกุ้งเพื่อช่วยขจัดสารพิษแอมโมเนีย ไนไตรต์ และกาซไข่เน่าจากทั้งน้ำและดินตะกอน (Grommen และ Verstraete, 2002 ; Gross *et al.*, 2003) การใช้เทคนิคชีววิถีโดยเน้นการใช้จุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ที่เพาะเลี้ยงขึ้นโดยตรงมาใช้ในบ่อปลานั้นมักพบว่าราคาค่าต้นทุนมักสูงกว่าการทำให้เป็นปุ๋ยน้ำชีวภาพ ดังนั้นในช่วงเวลาต่อมาเกษตรกรจึงประยุกต์การทำปุ๋ยน้ำชีวภาพเพื่อผลิตจุลินทรีย์กลุ่มที่มีประโยชน์ดังกล่าวขึ้นเอง โดย สุริยา (2542) รายงานถึงการใช้ปุ๋ยน้ำชีวภาพที่อุดมไปด้วยจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์นี้ไปใช้บำบัดน้ำเสียและการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ หรือแม้กระทั่งการนำไปผสมอาหารให้สัตว์น้ำกินโดยตรง ศูนย์ฝึกอบรมและเผยแพร่เกษตรธรรมชาติวิเศษ (2537) ได้เผยแพร่องค์ความรู้การใช้จุลินทรีย์กลุ่มที่มีประโยชน์ (EMs) ทางการประมงชีววิถีว่า สามารถใช้เพื่อรักษาคุณภาพน้ำและสุขภาพสัตว์น้ำได้เป็นอย่างดี โดยแนะนำให้ใช้ในอัตรา 1 : 10,000 หรือใช้จุลินทรีย์ 1 ลิตร / น้ำ 10 ลบ.ม. ใส่ทุกๆ 7-10 วัน แล้วแต่สภาพน้ำและอัตราความหนาแน่นของสัตว์น้ำ การผสมจุลินทรีย์ในอาหารสัตว์น้ำแนะนำให้ใช้ 1 ส่วน / น้ำ 50-100 ส่วนคลุกเคล้ากับอาหาร (ประมาณ 1 ลิตร / อาหาร 10-15 กก.) การใช้จุลินทรีย์ดังกล่าวนอกจากจะช่วยมิให้น้ำเน่าเสียเร็วแล้ว ยังช่วยให้สุขภาพสัตว์น้ำดีขึ้นด้วย สอดคล้องกับ อาณัฐ (2549) ที่รายงานว่า จุลินทรีย์กลุ่มที่มีประโยชน์ทางการเกษตรมีหลายกลุ่ม ในทางการประมงนั้นมักนิยมเลือกจุลินทรีย์กลุ่มที่มีความสามารถย่อยสลายสารอินทรีย์หรือเซลลูโลสได้ดี ซึ่งจุลินทรีย์กลุ่มนี้มักประกอบไปด้วยแบคทีเรีย รา แอคติโนมัยซิท์ และโปรโตซัว เช่น *Bacillus Aspergillus* , *Trichoderma* , *Penicilium* และ *Thermoactinomyces* เป็นต้น จุลินทรีย์เหล่านี้พบได้ทั่วไปในระหว่างการสลายตัวของเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรต่างๆ ซากพืช ซากสัตว์ ใบไม้ กิ่งไม้ เศษหญ้า และขยะอินทรีย์ชนิดต่างๆทำให้เกิดปุ๋ยหมัก ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยคอก ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ น้ำหมักชีวภาพ เป็นต้น ในปุ๋ยหมักที่มีกิจกรรมของจุลินทรีย์ค่อนข้างดีจะพบว่าในทุกๆ 1 กรัมของปุ๋ยหมักจะมีแบคทีเรีย 150-300 ไมโครกรัม และพบแบคทีเรียที่มีกิจกรรมสูง(Active) ประมาณ 15-30 ไมโครกรัม มีเชื้อรา 150-200 ไมโครกรัม เชื้อราที่มีกิจกรรมสูง 2-10 ไมโครกรัม มีโปรโตซัวประมาณ 10,000 ตัว/ 1 กรัมของน้ำปุ๋ย

หมัก นอกจากนี้ยังมีกลุ่มจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายฟอสเฟสได้เช่น *Bacillus* , *Aspergillus* , *Thiobacillus* , *Penicilium* และ *Rhizopus* เป็นต้น

นอกจากนี้ยังมีผลจากการวิจัยของบัญญัติ และคณะ (2547) ที่พบว่า ระบบเกษตรชีววิถีสามารถลดต้นทุนการเลี้ยงปลานิลในบ่อแบบผสมผสานนาน 12 เดือนได้ประมาณ 12.37 เปอร์เซ็นต์ หรือประมาณ 1.86 บาท/กิโลกรัม และลดต้นทุนการเลี้ยงปลานิลเมื่อเลี้ยงนาน 24 เดือนได้ประมาณ 13.30 เปอร์เซ็นต์ หรือประมาณ 2 บาท/กิโลกรัม ตามลำดับ (บัญญัติ และคณะ, 2548) การลดต้นทุนของการเลี้ยงปลานิลแบบชีววิถีนี้ เป็นผลมาจากคุณภาพน้ำที่ดีขึ้นและการกระตุ้นให้เกิดอาหารตามธรรมชาติได้มากขึ้นเช่น ตัวอ่อนแมลงน้ำ แพลงก์ตอนสัตว์ กุ้งขนาดเล็ก และหนอนน้ำชนิดต่างๆ ฯลฯ ซึ่งปลานิลที่เกษตรกรเลี้ยงสามารถกินอาหารธรรมชาติเหล่านี้เป็นอาหารเสริมร่วมกับการกินอาหารเม็ดที่ใช้เป็นหลักในการเลี้ยงเชิงพาณิชย์อยู่แล้ว สมมุติฐานนี้พบว่าเป็นจริงจากผลการวิจัยของ บัญญัติ และคณะ (2550) ที่ได้เปรียบเทียบศักยภาพห่วงโซ่อาหารตามธรรมชาติในบ่อเลี้ยงปลานิลแบบธุรกิจและแบบผสมผสานเพื่อลดต้นทุนการผลิตปลานิลนาน 12 เดือน โดยพบว่า องค์ประกอบทางชีวภาพในห่วงโซ่อาหารสามารถช่วยลดต้นทุนการผลิตปลานิลแบบผสมผสานได้ 1.83 บาท / 1 มื้อ / ปลานิลที่เลี้ยง 1 กิโลกรัม นอกจากนี้ระบบชีววิถีโดยผักตบชวายังถูกประยุกต์นำไปใช้ในบ่อเลี้ยงลูกปลาบิก เพื่อลดต้นทุนและเพื่อเพิ่มคุณภาพเนื้อปลาบิกให้ปราศจากกลิ่นสาบโคลนในเนื้อปลาเช่นกัน จากผลการวิจัยของ บัญญัติ และคณะ (2552) พบว่า ระบบชีววิถีมีผลต่อปริมาณความขุ่นของน้ำที่เกิดจากสารแขวนลอยขนาดใหญ่ที่ไม่ละลายน้ำ(TSS) เฉพาะใน 14 เดือนแรกที่เลี้ยงลูกปลาบิก หลังจากนั้นระบบชีววิถีจะมีผลเด่นชัดมากต่ออัตราการเจริญเติบโตของลูกปลาบิก ปริมาณสาร Geomin ที่ก่อให้เกิดกลิ่นสาบโคลนในเนื้อปลาบิก และมีผลต่อปริมาณธาตุอาหารกลุ่มฟอสฟอรัสในน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติวิจัย

ระบบชีววิถีโดยการใช้ผักตบชวาก็ยังสามารถประยุกต์ใช้ร่วมกับการเลี้ยงปลานิลในการดูดซับแคดเมียมในบ่อพักน้ำเสียของคณะเทคโนโลยีการประมง และทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ได้อีกทางหนึ่งด้วย (บัญญัติ และคณะ, 2549 ; Bunyat et al, 2007) โดยพบว่า ทั้งปลานิลและผักตบชวาสามารถใช้เนื้อเยื่อร่างกายดูดซับแคดเมียมได้ ปลานิลจากบ่อพักน้ำเสียนี้สามารถมีชีวิตอยู่ได้ตามปกติ ถึงแม้ว่าปลานิลจากบ่อพักน้ำเสียจะไม่สามารถนำมารับประทานได้ แต่

เราก็สามารถนำปลานิลจากบ่อกักน้ำเสียที่มีปริมาณสะสมแคดเมียมในเนื้อเยื่อประมาณ 54.06 มิลลิกรัม/กรัม นี้ไปใช้ประโยชน์เป็นอาหารเลี้ยงจระเข้น้ำจืดให้มีขนาดลำตัวยาวกว่าปกติได้ (Bunyat, 2008)

ดังนั้น จึงสนับสนุนได้ว่า ระบบรากและระบบการทำงานของเซลล์ต่างๆในผักตบชวา สามารถนำมาส่งเสริมร่วมกับจุลินทรีย์ในการรักษาคุณภาพน้ำในบ่อกักเลี้ยงปลาได้ และควรประยุกต์นำมาใช้ในระบบชีววิถีทางการประมงน้ำจืดเพื่อเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและลดต้นทุนสร้างโอกาสต่อการแข่งขันของเกษตรกรได้

กรอบแนวความคิดในการศึกษา

ความต้องการบริโภคปลาดุกในมาตรฐานอาหารปลอดภัย



ราคาจำหน่ายที่แพงกว่าปลาดุกที่เลี้ยงเชิงพาณิชย์ทั่วไปสาเหตุหลักมาจากค่าพลังงานเชื้อเพลิงที่ใช้กับเครื่องสูบน้ำในฟาร์มปลาดุก เกษตรกรผู้เลี้ยงปลาดุกจึงหาแนวทางลดต้นทุนค่าพลังงานเชื้อเพลิง และ ค่าอาหารเลี้ยงปลาดุกลง



เกษตรกรลดระยะเวลาของการสูบน้ำทิ้งเพราะปัญหาค่าพลังงานเชื้อเพลิงแพงขึ้น

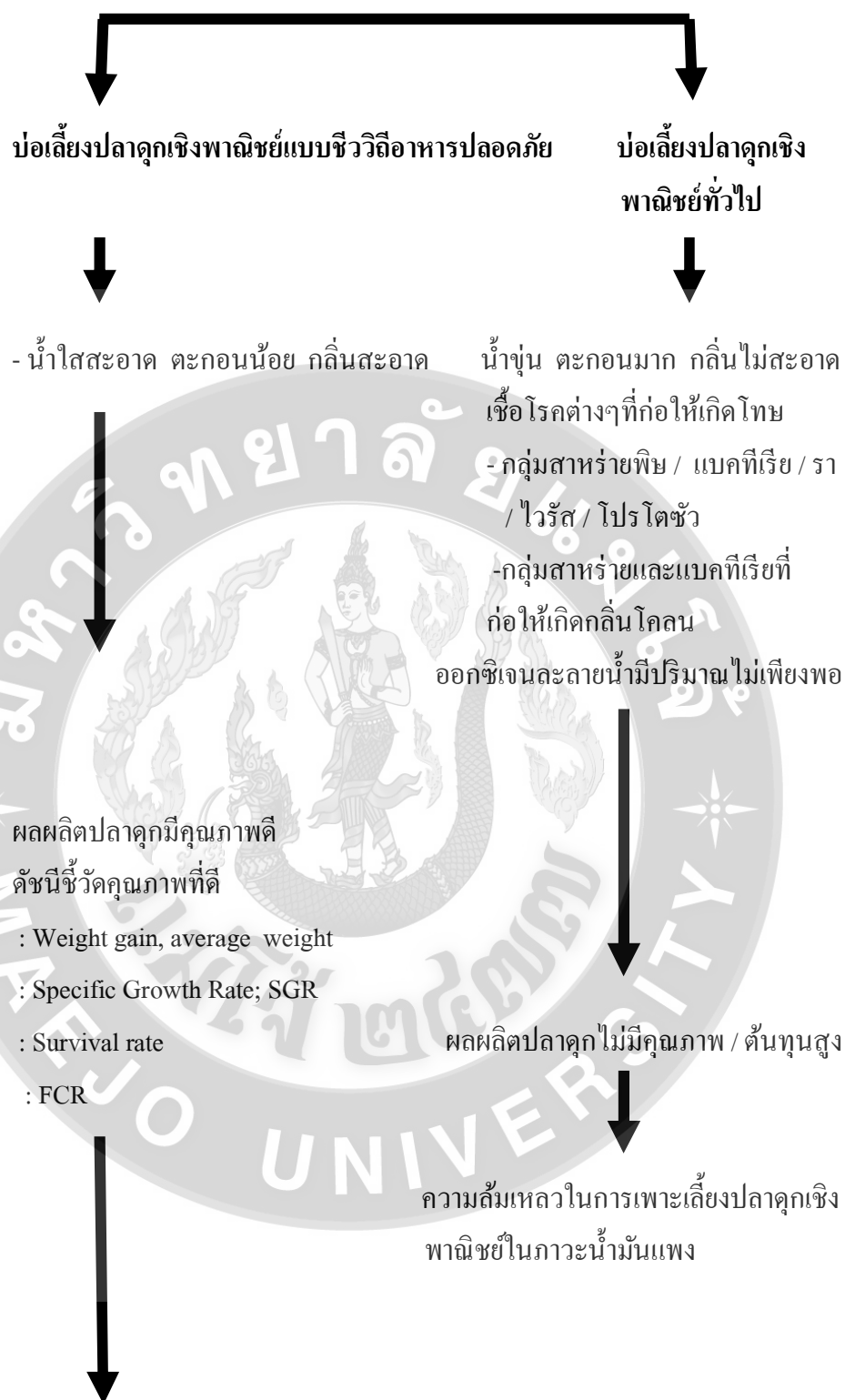


น้ำเสียที่เกิดขึ้นจากการเลี้ยงปลาดุกในบ่อระบบปิดเชิงพาณิชย์ที่ขาดการเปลี่ยนถ่ายน้ำทิ้ง (เลี้ยงอย่างหนาแน่น 40-100 ตัว/ตารางเมตร และมีการให้อาหารเม็ดอย่างเต็มทีนาน 4-8 เดือน)



การสะสมเพิ่มขึ้นของธาตุอาหารส่วนเกิน ตะกอน สารแขวนลอย และเชื้อโรคต่างๆในน้ำ







1. พัฒนาระบบการเลี้ยงปลาดุกเชิงพาณิชย์ผสมผสานกับการใช้เทคนิคชีววิธีเป็นอาหารปลอดภัย
2. พัฒนาระบบชีววิธีเพื่อลดต้นทุนค่าพลังงานเชื้อเพลิงโดยลดการเปลี่ยนถ่ายน้ำโดยเครื่องสูบน้ำ
3. พัฒนาระบบชีววิธีเพื่อลดต้นทุนค่าอาหารปลา โดยส่งเสริมให้เกิดอาหารธรรมชาติในบ่อปลาดุกเพิ่มขึ้น

วิธีการดำเนินการวิจัย

แผนการวิจัย

ระยะที่ 1 : ทบทวนเอกสารและร่างแบบเสนอโครงการวิจัย

1. ศึกษา ค้นคว้า และรวบรวมข้อมูลงานวิจัยและหนังสือต่างๆที่เกี่ยวกับเนื้อหา
ของโครงการ
2. ตั้งโจทย์ปัญหาและออกแบบวางแผนทดลองและการวิจัยร่วมกับนักศึกษา
และเกษตรกรที่มีส่วนร่วมในโครงการ
3. วางแผนการดำเนินงานและขออนุมัติโครงการวิจัย

ระยะที่ 2 : ระยะเวลาและทดลองทำการทดลองและบันทึกผลการทดลอง โดย
แบ่งการทดลองดังนี้

1. การทดลองที่ 1 : ทดสอบการพัฒนาระบบชีววิธีกับการเลี้ยงปลาดุกในบ่อคอนกรีตแบบปิด (ปีที่ 1)

ใช้บ่อทดลองคอนกรีตกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1.5 เมตร สูงประมาณ 0.80 เมตร จำนวน 9 บ่อ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Random Design ; CRD) และหาความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มทดลองโดยวิธี DMRT (Duncan's New Multiple Range Test) ตามโปรแกรมสำเร็จรูป Sirichai Statistic 6.0

- 1.1. กำหนดกลุ่มทดลอง(Treatments) จำนวน 3 กลุ่มๆละ 3 ซ้ำ (Replications) ดังนี้ (ภาพที่ 1)

กลุ่มทดลองที่ 1 บ่อเลี้ยงปลาดุกแบบปิดเชิงพาณิชย์ทั่วไป ไม่มีการใช้ระบบชีววิถี ไม่ใช้ผักตบชวา

กลุ่มทดลองที่ 2 บ่อเลี้ยงปลาดุกแบบปิดระบบชีววิถี ใช้ผักตบชวากันคอกปล่อย 30% ของพื้นที่ผิวน้ำ

กลุ่มทดลองที่ 3 บ่อเลี้ยงปลาดุกแบบปิดระบบชีววิถี ใช้ผักตบชวากันคอกปล่อย 50% ของพื้นที่ผิวน้ำ

1.2. ใช้ปลาดุกอายุประมาณ 21-23 วัน ขนาดประมาณ 3-5 ซม. จำนวน 60 ตัว / ตร.ม. ให้อาหารเม็ดลอยน้ำปริมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว

1.3. ตรวจสอบคุณภาพน้ำที่จำเป็นทางการประมง เช่น ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ(DO) pH อุณหภูมิ แอมโมเนีย-ไนโตรเจน($\text{NH}_3\text{-N}$) ไนไตรต-ไนโตรเจน($\text{NO}_2\text{-N}$) ไนเตรต-ไนโตรเจน($\text{NO}_3\text{-N}$) และออร์โธฟอสเฟต($\text{PO}_4\text{-P}$)

1.4. ตรวจสอบผลผลิตปลาดุก เช่น ขนาด น้ำหนัก อัตรารอด ทุกๆสัปดาห์



ภาพที่ 1 บ่อคอนกรีตทดลองเลี้ยงปลาดุกระบบชีววิถีผักตบชวาและบ่อควบคุมไม่ใช้ผักตบชวา

2. การทดลองที่ 2 : ทดสอบการพัฒนาระบบชีววิถีกับการเลี้ยงปลาดุกในบ่อดินกลางแจ้ง (ปีที่ 2) เป็นการทดลองในบ่อดินกลางแจ้งขนาดประมาณ 5.0 x 10.0 x 1.0 เมตร. จำนวน 3 บ่อ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Random Design ; CRD) และหาความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มทดลองโดยวิธี DMRT (Duncan's New Multiple Range Test) ตามโปรแกรมสำเร็จรูป Sirichai Statistic 6.0

2.1. กำหนดกลุ่มทดลอง (Treatments) จำนวน 3 กลุ่มๆละ 3 ซ้ำ (Replications) ดังนี้

กลุ่มทดลองที่ 1 บ่อเลี้ยงปลาดุกแบบปิดในบ่อดิน ไม่ใช้ระบบชีววิถี ไม่ใช้ผักตบชวา

กลุ่มทดลองที่ 2 บ่อเลี้ยงปลาดุกแบบปิดในบ่อดินระบบชีววิถี ปล่อยผักตบชวา 30% ของพื้นที่ผิวน้ำ

กลุ่มทดลองที่ 3 บ่อเลี้ยงปลาดุกแบบปิดระบบชีววิถี ปล่อยผักตบชวา 50% ของพื้นที่ผิวน้ำ

2.2. ใช้ปลาดุกอายุประมาณ 21-23 วัน ขนาดประมาณ 3-5 ซม. จำนวน 60 ตัว / ตร.ม. ให้อาหารเม็ดลอยน้ำปริมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว

2.3. ตรวจสอบคุณภาพน้ำที่จำเป็นทางการประมง เช่น ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO) pH อุณหภูมิ แอมโมเนีย-ไนโตรเจน ($\text{NH}_3\text{-N}$) ไนไตรต-ไนโตรเจน ($\text{NO}_2\text{-N}$) ไนเตรต-ไนโตรเจน ($\text{NO}_3\text{-N}$) และออร์โธฟอสเฟต ($\text{PO}_4\text{-P}$)

2.4. ตรวจสอบผลผลิตปลาดุก เช่น ขนาด น้ำหนัก อัตรารอด ทุกๆสัปดาห์

ผลการวิจัยและการวิจารณ์ผลวิจัย

1. การวิจัยและพัฒนาต่อยอดงานวิจัยระบบชีววิถีทางการประมงเพื่อเลี้ยงปลาอุก อย่างเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและเพื่ออาหารปลอดภัยโดยปราศจากการใช้สารเคมี และยารักษาโรคตลอดระยะเวลาการเลี้ยงปลาอุก

งานวิจัยชิ้นนี้ได้นำระบบชีววิถีทางการประมงมาพัฒนาต่อยอดเพื่อใช้ในการเลี้ยงปลาอุกบึกอยู่ในบ่อคอนกรีตระบบปิดไม่มีการถ่ายเทน้ำทิ้งตลอดการทดลอง โดยการใช้ผักตบชวาปกคลุมผิวน้ำในสัดส่วน 30 และ 50 เปอร์เซ็นต์เพื่อเปรียบเทียบกับบ่อเลี้ยงปลาอุกที่เป็นระบบทั่วไปไม่มีการใช้ผักตบชวา สำหรับการเลี้ยงปลาน้ำจืดระบบชีววิถีโดยประยุกต์ใช้ผักตบชวานี้ เคยใช้ทดลองเพื่อลดสารกลีนาสไปโคลนในเนื้อปลานี้อย่างได้ผลมาแล้ว(บัญญัติ และขจรเกียรติ, 2554) โดยผลการวิจัยกับปลานี้นั้นพบว่า ระบบชีววิถีที่ใช้ผักตบชวาปกคลุมผิวน้ำทั้งสัดส่วน 30 และ 50 เปอร์เซ็นต์สามารถช่วยลดปริมาณสารกลีนาสไปโคลนชนิด Geosmin ได้อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($F=19.68^{**}$) ปริมาณสาร Geosmin ในเนื้อปลานี้ออกมาพบเฉลี่ยระหว่าง 15.70-15.75 ไมโครกรัมต่อเนื้อปลาบึก 1 กิโลกรัม เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณเฉลี่ย 41.88 ไมโครกรัมต่อเนื้อปลาบึก 1 กิโลกรัม ของบ่อที่ไม่ใช้ระบบชีววิถี ในทางตรงกันข้ามกับปริมาณสาร 2-methylisoborneol ซึ่งเป็นสารก่อเกิดกลิ่นสาบโคลนอีกชนิดหนึ่ง จากการศึกษาในครั้งนั้นไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระหว่างบ่อควบคุมและบ่อที่ใช้เทคนิคชีววิถีทั้งสองกลุ่ม แต่ก็เป็นที่น่าสังเกตว่า เฉพาะบ่อที่ใช้เทคนิคชีววิถีผักตบชวา 50 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น ที่พบปริมาณสาร 2-methylisoborneol น้อยที่สุดคือ 0.14 ไมโครกรัมต่อเนื้อปลาบึก 1 กิโลกรัม ในขณะที่บ่อควบคุมและบ่อที่ใช้เทคนิคชีววิถีผักตบชวา 30 เปอร์เซ็นต์พบปริมาณเฉลี่ย 0.78 และ 0.73 ไมโครกรัมต่อเนื้อปลาบึก 1 กิโลกรัมเท่านั้น

จากการทำงานที่ได้ผลของระบบชีววิถีผักตบชวาดังกล่าวนี้นี้ จึงถูกนำมาประยุกต์ใช้ในบ่อคอนกรีตเลี้ยงปลาอุกในงานวิจัยครั้งนี้ โดยมุ่งหวังถึงความสามารถของผักตบชวาในการดูดซับธาตุอาหารส่วนเกินออกจากมวลน้ำ เป็นการลดโอกาสการเกิดน้ำเขียวขึ้นจากสาหร่ายที่ใช้ธาตุอาหารส่วนเกินนี้ในการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วในบ่อเลี้ยงปลาอุกเชิงพาณิชย์ ปลาอุกเป็นปลากินเนื้อไม่จำเป็นต้องมีที่เกษตรกรจะต้องสร้างน้ำเขียวในบ่อเลี้ยงปลาอุก ดังนั้นการใช้ระบบ

ชีววิถีผักตบชวาดูดซับธาตุอาหารส่วนเกินออกจากมวลน้ำย่อมทำให้เกิดน้ำเขียว น้อยลง น้ำในบ่อเลี้ยงปลาดุกใสมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้การจากที่ผักตบชวาเป็นพืชลอยน้ำปิดปกคลุมผิวน้ำในสัดส่วนที่ไม่เป็นอันตรายต่อทั้งปลาและคุณภาพน้ำในระยะยาว จึงเป็นการช่วยลดความเข้มข้นของแสงสว่างที่จะส่องลงสู่มวลน้ำได้ในระดับหนึ่ง ซึ่งจะช่วยลดโอกาสการเกิดน้ำเขียวได้อีกทางหนึ่งด้วย จากผลการทดลองครั้งนี้ประจักษ์เบื้องต้นด้วยสายตาแล้วว่า บ่อคอนกรีตควบคุมกลุ่มทดลองที่ 1 ที่เลี้ยงปลาดุกระบบทั่วไปไม่ใช่ผักตบชวานั้น มีสีของน้ำเขียวขุ่นแตกต่างจากบ่อคอนกรีตระบบชีววิถีผักตบชวาอีก 2 กลุ่มทดลองอย่างชัดเจน(ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 เปรียบเทียบเบื้องต้นสีของน้ำด้วยตาเปล่าในบ่อคอนกรีตเลี้ยงปลาดุก กลุ่มทดลองที่ 1 ระบบทั่วไปไม่มีผักตบชวาและบ่อเลี้ยงระบบชีววิถีผักตบชวา 30% ในกลุ่มทดลองที่ 2 และ 50% ในกลุ่มทดลองที่ 3 ตามลำดับ

จากการที่บ่อเลี้ยงปลาดุกระบบชีววิถีผักตบชวามีความใสของน้ำชัดเจน ดีกว่าบ่อเลี้ยงทั่วไปนี้ ย่อมจะทำให้เกษตรกรสามารถลดต้นทุนค่าน้ำมันเชื้อเพลิงของการเปลี่ยนถ่ายน้ำในบ่อและลดการใช้สารเคมีบำบัดน้ำและยังรักษาสุขภาพสัตว์น้ำได้ในคราวเดียวกันตลอดการเลี้ยงปลาดุกอีกด้วย นอกจากนี้จากผลการวิจัยครั้งนี้พบอีกว่า เมื่อไม่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำตลอดการทดลองนั้น ปลาดุกทุกกลุ่มทดลองยังสามารถมีอัตราการเจริญเติบโตได้ตามปกติ(ภาพที่ 3) เมื่อนำข้อมูลการเจริญเติบโตปลาดุกทั้งด้านน้ำหนักและขนาดมาวิเคราะห์สถิติวิจัย ตามวิธีการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Random Design ; CRD) และหาความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มทดลองโดยวิธี DMRT (Duncan's New Multiple Range Test) โดยโปรแกรมสำเร็จรูป Sirichai Statistics Version

6.00 พบว่า การเจริญเติบโตทั้งน้ำหนักและขนาดของปลาในแต่ละกลุ่มทดลอง (Analysis of Variance) รวมทั้งการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มทดลอง (DMRT) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติใดๆระหว่างกันเลย ($F=0.66, P>0.05$ และ $F=0.09, P>0.05$ ตามลำดับ) ข้อมูลความไม่แตกต่างระหว่างน้ำหนักและขนาดปลาที่ผลิตได้ทั้งจากบ่อคอนกรีตระบบทั่วไปและบ่อเลี้ยงระบบชีววิธีนี้ หมายถึง การใช้ระบบชีววิธีพักตบชวาลอยปลากลุ่มผิวน้ำทั้งในสัดส่วน 30 และ 50 เปอร์เซ็นต์นี้ ไม่มีผลกระทบใดๆต่อผลผลิตปลาอีกทั้งพักตบชวาททั้งสองสัดส่วนนี้ยังไม่มีผลกระทบใดๆต่อปริมาณก๊าซออกซิเจนละลายน้ำ ($F=1.01, P>0.05$) และไม่มีผลกระทบใดๆต่ออุณหภูมิน้ำ ($F=0.03, P>0.05$) ในบ่อคอนกรีตเลี้ยงปลานี้ด้วย ดังนั้น จากความเชื่อผิดๆที่เคยบอกต่อกันมาเกี่ยวกับไม่นิยมใช้พักตบชวาลอยเลี้ยงร่วมกับการเลี้ยงปลาในบ่อเลี้ยงคอนกรีตเชิงพาณิชย์ เพราะเชื่อผิดๆว่าพักตบชวาจะปิดบังการแพร่ก๊าซออกซิเจนจากอากาศลงสู่ผิวน้ำและพักตบชวาจะทำให้มีอุณหภูมิแตกต่างจากบ่อเลี้ยงคอนกรีตทั่วไปนั้น พิสูจน์จากผลการวิจัยในครั้งนี้แล้วว่า ระบบชีววิธีพักตบชวาททั้งในสัดส่วน 30 และ 50 เปอร์เซ็นต์นี้ ไม่มีผลกระทบใดๆต่อทั้งผลผลิตปลาและปริมาณก๊าซออกซิเจนละลายน้ำและอุณหภูมิน้ำทั้งสิ้น ในทางตรงกันข้าม การใช้ระบบชีววิธีพักตบชวาททั้งสองสัดส่วนนี้ กลับแสดงผลความแตกต่างในระดับความเป็นกรด-เบสของน้ำ (pH) อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับบ่อคอนกรีตทั่วไปที่ไม่ใช้พักตบชวา ($F=17.20, P<0.01$) (ตารางที่ 1) และยังแสดงความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง (DMRT) อย่างชัดเจนอีกด้วย (ตารางที่ 2) จากข้อมูลเฉลี่ยตลอดการวิจัยพบว่า ระดับความเป็นกรด-เบสของน้ำในบ่อคอนกรีตระบบชีววิธีพักตบชวา 50 เปอร์เซ็นต์ คุณภาพน้ำมีความเป็นกลางเหมาะสมต่อการเลี้ยงปลามากที่สุดเท่ากับ 7.81 รองลงไปที่บ่อคอนกรีตระบบชีววิธีพักตบชวา 30 เปอร์เซ็นต์เท่ากับ 8.06 และระดับความเป็นกรด-เบสของน้ำที่มีค่ามากที่สุดของการวิจัยครั้งนี้คือบ่อคอนกรีตทั่วไปเท่ากับ 8.55 ตามลำดับ (ตารางที่ 3)



ภาพที่ 3 ปลาดุกที่ได้จากการศึกษาเป็นปลาที่มีสุขภาพแข็งแรงดีทุกบ่อทดลอง

Sirichai Statistics Version 6.00 Analysis of Variance

Source	df	SS	MS	F	F (0.05)	F (0.01)	F- Prob
Treatments	2	7.6581	3.8291	17.20**	3.15	4.98	0.0000
Ex.Error	78	17.3618	0.2226				
Total	80	25.0199	0.3127				

Grand Mean = 8.11269137888779

CV = 5.8155%

LSD 0.05 = 0.254242738594181

LSD 0.01 = 0.33603699338433

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์ความแตกต่างระดับความเป็นกรด-เบส(pH)ของน้ำระหว่างบ่อคอนกรีตเลี้ยงปลาดุกระบบทั่วไปและระบบชีววิถีจำนวน 3 กลุ่มทดลอง

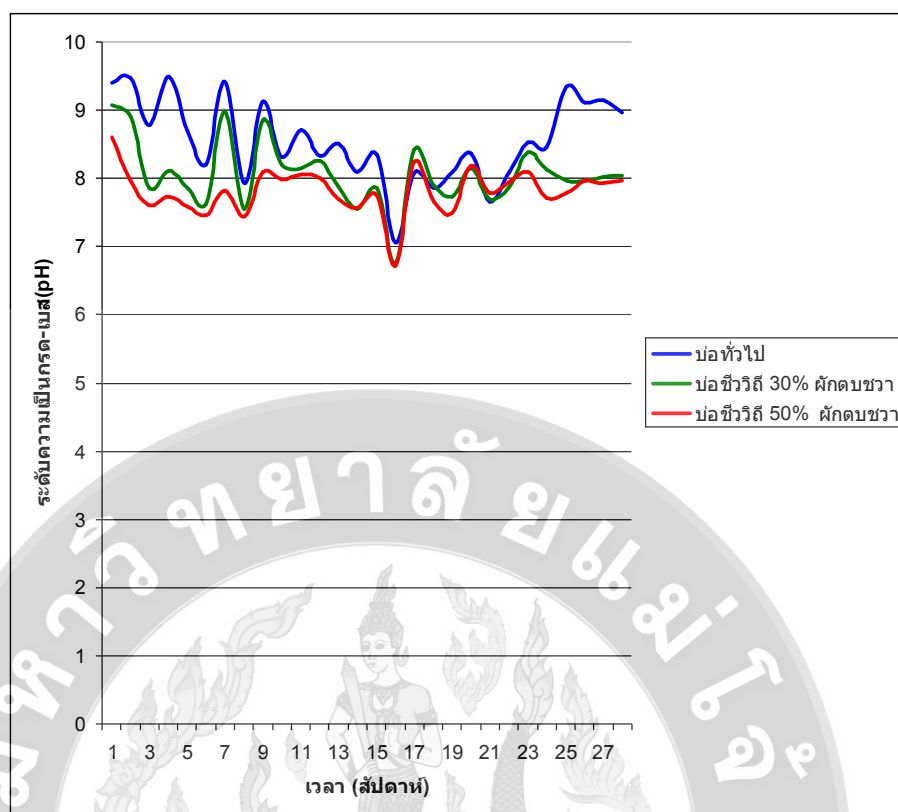
Name	Mean	Ranked at Probability Level	
		0.05	0.01
บ่อคอนกรีตทั่วไป + 0% ผักตบชวา	8.5251	A	A
บ่อคอนกรีต + 30% ผักตบชวา	8.0259	B	B
บ่อคอนกรีต + 50% ผักตบชวา	7.7871	B	B

Means not sharing letter in common differ significantly by Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระดับความเป็นกรด-เบสของน้ำ (pH) ระหว่างบ่อคอนกรีตเลี้ยงปลาทุกระบบทั่วไปและระบบชีววิถีจำนวน 3 กลุ่มทดลอง

กลุ่มทดลอง	ค่าเฉลี่ยระดับ กรด-เบสของน้ำ (pH)
กลุ่มทดลองที่ 1 : บ่อคอนกรีตทั่วไป + 0% ผักตบชวา	8.55
กลุ่มทดลองที่ 2 : บ่อคอนกรีต + 30% ผักตบชวา	8.06
กลุ่มทดลองที่ 3 : บ่อคอนกรีต + 50% ผักตบชวา	7.81

ตารางที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ยตลอดการทดลองระดับความเป็นกรด-เบสของน้ำ (pH) ระหว่างบ่อคอนกรีตเลี้ยงปลาทุกระบบทั่วไปและระบบชีววิถีจำนวน 3 กลุ่มทดลอง



ภาพที่ 4 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงระดับความเป็นกรด-เบส(pH)ของน้ำในบ่อคอนกรีตเลี้ยงปลาดุกทั่วไปและบ่อเลี้ยงระบบชีววิถี จำนวน 3 กลุ่มทดลอง

ระดับความเสถียรของความเป็นกรด-เบสของน้ำในบ่อคอนกรีต นับว่ามีความสำคัญอย่างยิ่งต่อประสิทธิภาพการเลี้ยงปลาดุกเชิงพาณิชย์ โดยเฉพาะบ่อคอนกรีตเปิดใหม่ที่ยังไม่เคยผ่านการใช้งานเลี้ยงปลาดุกมาก่อนนั้น โดยทั่วไปมักจะพบว่ามีระดับค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำสูงมากระหว่าง 9.00-9.50 ซึ่งเป็นระดับที่ไม่เหมาะสมต่อการเลี้ยงปลา จากภาพที่ 3 ของผลการวิจัยในครั้งนี้แสดงอย่างชัดเจนว่า ระบบชีววิถีผักตบชวา 50 เปอร์เซ็นต์มีผลต่อระดับค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำตั้งแต่สัปดาห์แรกของการเริ่มทดลองในครั้งนี้ ทั้งนี้ระดับค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำในบ่อคอนกรีตเปิดใหม่ที่ใช้ทดลอง ทุกบ่อก่อนเริ่มใส่ผักตบชวาตามสัดส่วนที่กำหนดนั้น มีค่าใกล้เคียงกันที่ประมาณ 9.026 แต่เมื่อเริ่มใส่ผักตบชวาลงไปตามสัดส่วนของแต่ละกลุ่มทดลองในเวลาที่ผ่านมาเพียง 1 สัปดาห์ ระดับค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำในบ่อชีววิถีผักตบชวาทั้งสองกลุ่มทดลองมีค่าต่ำกว่าบ่อคอนกรีตกลุ่มที่ไม่มีผักตบชวาอย่างชัดเจน (ภาพที่ 3) และ

เมื่อพิจารณาภาพการขึ้นลงของระดับค่าความเป็นกรด-เบสตลอดการเลี้ยงปลาอุก ในบ่อคอนกรีตครั้งนี้พบว่า ระดับการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงของค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำในบ่อเลี้ยงปลาอุกระบบชีววิถีผักตบชวา 50 เปอร์เซ็นต์มีน้อยกว่าบ่อทดลองในกลุ่มอื่นๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งระหว่างสัปดาห์ที่ 5 ถึงสัปดาห์ที่ 9 ของการทดลองนั้น บ่อเลี้ยงปลาอุกระบบชีววิถีผักตบชวา 50 เปอร์เซ็นต์มีการเปลี่ยนแปลงระดับค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำน้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบกับบ่อทดลองกลุ่มอื่นๆ ในช่วงเวลาเดียวกันนี้ ทั้งนี้อาจจะเป็นไปได้ว่า ปริมาณผักตบชวาที่มีมากมีผลต่อการปรับสมดุลระดับค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำได้ดี ภูมิปัญญาท้องถิ่นที่สืบทอดกันมาของเกษตรกรไทยเกี่ยวกับการแก้ค่า(เบส)ของบ่อคอนกรีตนี้คือ การแนะนำให้ใช้เปลือกกล้วยหรือเศษวัชพืชและโคลนดินหมักน้ำในบ่อคอนกรีตเปิดใหม่ก่อนใช้เลี้ยงปลาประมาณ 5-7 วัน ซึ่งวิธีการนี้บางครั้งกลับสร้างผลเสียต่อสุขภาพสัตว์น้ำ ถ้าหากวัสดุที่ใช้ในการหมักน้ำเหล่านี้มีการปนเปื้อนเชื้อโรคมาด้วย ดังนั้น จากผลการวิจัยครั้งนี้ที่ใช้ระบบชีววิถีผักตบชวาปล่อยเลี้ยงในสัดส่วนที่เหมาะสม ย่อมเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของเกษตรกร ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำด้วยวิธีที่สะอาดปลอดภัย เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและเป็นประโยชน์ต่อสุขภาพสัตว์น้ำได้โดยตรง อีกทั้งการหยุดปล่อยน้ำเสียจากบ่อปลาอุกลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะข้างเคียง ยังสามารถช่วยลดปัญหาสิ่งแวดล้อมต่อแหล่งน้ำและลดปัญหาดังคมของชุมชนข้างเคียงได้นอกจากนี้การที่ปลาอุกทดลองทุกกลุ่มมีอัตราการรอดตายเท่ากันคือ 100 เปอร์เซ็นต์ และปลาอุกทดลองทุกตัวไม่พบการเกิดโรคใดๆทั้งสิ้น สิ่งต่างๆเหล่านี้เป็นผลการวิจัยเชิงประจักษ์ ที่สามารถหยุดยั้งการใช้สารเคมีบำบัดน้ำและสารเคมีรักษาโรคสัตว์น้ำได้โดยตรงตลอดการทดลองครั้งนี้ ดังนั้น อนาคตหากมีการนำผลการวิจัยชิ้นนี้ไปดำเนินการ ในการเลี้ยงปลาอุกในพื้นที่ขนาดใหญ่เชิงพาณิชย์จริง ย่อมมีความเป็นไปได้สูงที่จะสามารถผลิตปลาอุกได้อย่างเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และได้ผลผลิตปลาอุกที่เป็นอาหารปลอดภัยต่อผู้บริโภค เพราะตลอดระยะเวลาของระบบการผลิตนั้นปราศจากการใช้สารเคมีและยารักษาโรคอย่างสมบูรณ์ตลอดการเลี้ยงนั่นเอง

2. การลดปริมาณแร่ธาตุหลักส่วนเกินภายในบ่อเลี้ยงปลาถูกอันเป็นสาเหตุหลักที่ก่อให้เกิดน้ำเสีย เช่น กลุ่มธาตุไนโตรเจนที่อยู่ในรูปของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน($\text{NH}_3\text{-N}$), ไนไตรต์-ไนโตรเจน($\text{NO}_2\text{-N}$), ไนเตรต-ไนโตรเจน($\text{NO}_3\text{-N}$) และ ธาตุฟอสฟอรัสที่อยู่ในรูปของออร์โธฟอสเฟต($\text{PO}_4\text{-P}$) โดยการพัฒนาใช้ระบบชีววิถีที่มีผักตบชวาเป็นตัวดูดซับแร่ธาตุส่วนเกินเหล่านี้ ในสัดส่วนพื้นที่ปล่อยพืชแตกต่างกันตามโจทย์วิจัย

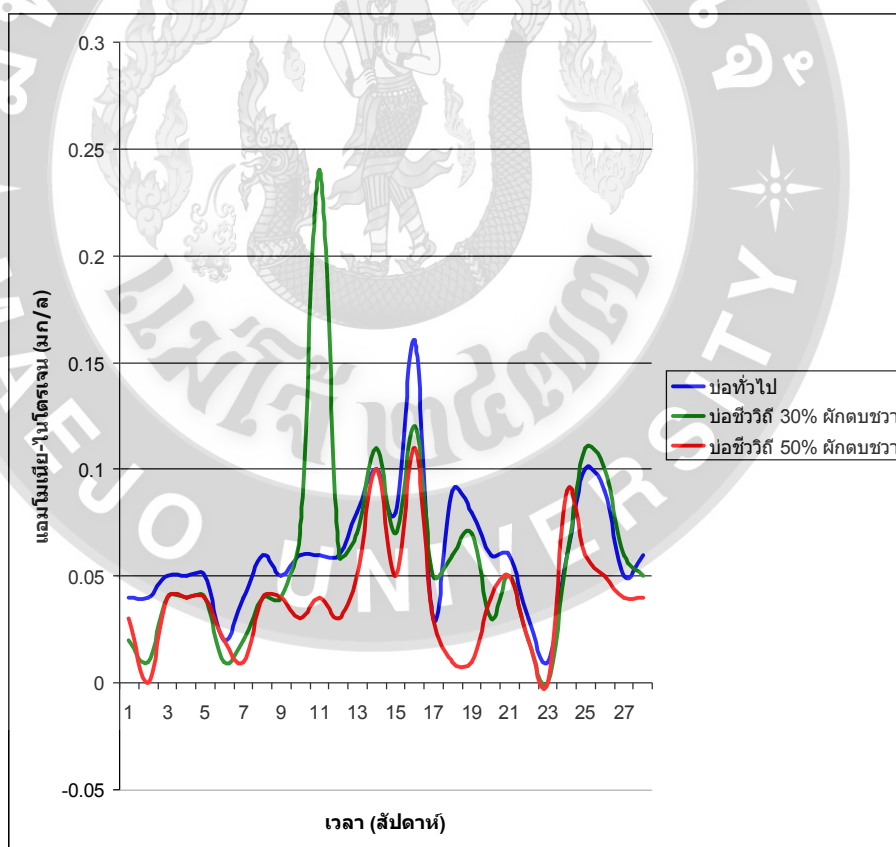
ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน($\text{NH}_3\text{-N}$)ที่ละลายน้ำ พบว่า บ่อคอนกรีตเลี้ยงปลาดูระบบชีววิถีผักตบชวาปกคลุมพื้นที่ผิวน้ำจำนวน 50 เปอร์เซ็นต์ แสดงปริมาณเฉลี่ยตลอดการทดลองน้อยที่สุดเท่ากับ 0.0396 มิลลิกรัม/ลิตร ตามมาด้วยบ่อเลี้ยงปลาดูชีววิถีผักตบชวาปกคลุมผิวน้ำจำนวน 30 เปอร์เซ็นต์ (0.0592 มิลลิกรัม/ลิตร) และบ่อเลี้ยงปลาดูระบบทั่วไปที่ไม่ใช่ผักตบชวา (0.0614 มิลลิกรัม/ลิตร) ตามลำดับ (ตารางที่ 4)

กลุ่มทดลอง	ค่าเฉลี่ยปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน($\text{NH}_3\text{-N}$) (มิลลิกรัม/ลิตร)
กลุ่มทดลองที่ 1 : บ่อคอนกรีตทั่วไป + 0% ผักตบชวา	0.0614
กลุ่มทดลองที่ 2 : บ่อคอนกรีต + 30% ผักตบชวา	0.0592
กลุ่มทดลองที่ 3 : บ่อคอนกรีต + 50% ผักตบชวา	0.0396

ตารางที่ 4 แสดงค่าเฉลี่ยตลอดการทดลองปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน($\text{NH}_3\text{-N}$) ของน้ำในบ่อคอนกรีตเลี้ยงปลาดูระบบทั่วไปและระบบชีววิถีจำนวน 3 กลุ่มทดลอง

จากตารางที่ 4 พบว่า หากพิจารณาข้อมูลจากกลุ่มทดลองการเลี้ยงปลาดูในบ่อคอนกรีตแบบทั่วไปที่ไม่ใช่ผักตบชวานั้น ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนที่ตกค้างเฉลี่ยในบ่อจะมีตัวเลขสูงสุดคือ 0.0614 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งเป็นตัวเลขที่สูงจากระดับปริมาณปกติของการเลี้ยงปลาน้ำจืดทั่วไป (ที่กำหนดไว้ไม่ควรเกิน 0.02

มิลลิกรัม/ลิตร) ประมาณ 0.0414 มิลลิกรัม/ลิตร หรือมากกว่าค่าปกติประมาณ 2 เท่าตัว ดังนั้น จึงไม่น่าแปลกใจใดๆเลยที่คุณภาพน้ำในบ่อคอนกรีตเลี้ยงปลาถูกเชิงพาณิชย์ทั่วไปที่ไม่ใช้ผักตบชวานั้น แอมโมเนีย-ไนโตรเจนเหล่านี้จะเป็นสิ่งกระตุ้นทำให้เกิดน้ำเขียวจากสาหร่ายและแพลงก์ตอนพืชในบ่อปลาได้อย่างรวดเร็วและรุนแรง แตกต่างจากคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงปลากินพืชชนิดอื่นๆอย่างชัดเจนในระยะเวลาเดียวกัน อย่างไรก็ตามเป็นที่น่าสังเกตว่า ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนจะค่อยๆลดลงตามสัดส่วนของการใช้ผักตบชวาของการทดลองในครั้งนี้ ถึงแม้ว่าค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนโดยภาพรวมนั้นจะยังคงเป็นตัวเลขเฉลี่ยที่สูงกว่าระดับปกติของการเลี้ยงปลาน้ำจืดทั่วไปก็ตาม แนวทางการใช้ระบบชีววิถีผักตบชวาจึงเป็นระบบธรรมชาติช่วยธรรมชาติที่เหมาะสมและควรมีการศึกษาพัฒนาให้ดียิ่งขึ้นต่อไป



ภาพที่ 5 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน(NH₃-N)ของน้ำในบ่อคอนกรีตเลี้ยงปลาทุกทั่วไปและบ่อเลี้ยงระบบชีววิถี จำนวน 3 กลุ่มทดลอง

จากภาพที่ 4 ซึ่งแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงของปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนทั้งสามกลุ่มทดลองตลอดระยะเวลาที่ศึกษา พบว่า โดยภาพรวมปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในบ่อชีววิถีผักตบชวา 50 เปอร์เซ็นต์มีการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงแบบค่อยเป็นค่อยไปมากที่สุด การเปลี่ยนแปลงจะไม่รุนแรงเหมือนกลุ่มทดลองอื่นๆ และเมื่อนำข้อมูลเฉลี่ยทั้งหมดมาวิเคราะห์สถิติด้วย ตามวิธีการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Random Design ; CRD) และหาความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มทดลองโดยวิธี DMRT (Duncan's New Multiple Range Test) โดยโปรแกรมสำเร็จรูป Sirichai Statistics Version 6.00 พบว่า แต่ละกลุ่มทดลองมีความแตกต่างกัน (Analysis of Variance) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติด้วย ($F = 3.22$, $P < 0.05$) (ตารางที่ 5) และความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของกลุ่มทดลองที่ 3 ซึ่งใช้ผักตบชวา 50 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างอย่างชัดเจนกับกลุ่มทดลองที่ 2 ซึ่งใช้ผักตบชวา 30 เปอร์เซ็นต์ และกลุ่มทดลองที่ 1 ซึ่งไม่ใช้ผักตบชวาเลย (ตารางที่ 6) จากข้อมูลนี้สามารถวิเคราะห์ได้ว่าการใช้ระบบชีววิถีผักตบชวา 50 เปอร์เซ็นต์จะส่งผลอย่างชัดเจนต่อการลดปริมาณเฉลี่ยแอมโมเนีย-ไนโตรเจนที่ละลายในน้ำเลี้ยงปลาได้ดีมากกว่าการใช้ผักตบชวาเพียง 30 เปอร์เซ็นต์และบ่อเลี้ยงปลาทุกตัวไปที่ไม่ใช้ผักตบชวาเลย และการใช้ผักตบชวาเพียง 30 เปอร์เซ็นต์จะไม่แสดงผลใดๆต่อการลดปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนเมื่อเปรียบเทียบกับบ่อคอนกรีตทั่วไปที่ไม่ใช้ผักตบชวา

Sirichai Statistics Version 6.00 Analysis of Variance

Source	df	SS	MS	F	F (0.05)	F (0.01)	F- Prob
Treatments	2	0.0083	0.0042	3.22*	3.15	4.98	0.0441
Ex.Error	78	0.1011	0.0013				
Total	80	0.1094	0.0014				

Grand Mean = 5.43209873369814E-02

CV = 66.2609%

LSD 0.05 = 1.93964897173064E-02

LSD 0.01 = 2.56366735303995E-02

ตารางที่ 5 การวิเคราะห์ความแตกต่างปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน($\text{NH}_3\text{-N}$)ที่ละลายน้ำระหว่างบ่อคอนกรีตเลี้ยงปลาทุกระบบทั่วไปและระบบชีววิถีจำนวน 3 กลุ่มทดลอง

Name	Mean	Ranked at	Probability Level
		0.05	0.01
บ่อกอนกรีตทั่วไป + 0% ผักตบชวา	0.0622	A	A
บ่อกอนกรีต + 30% ผักตบชวา	0.0607	A	A
บ่อกอนกรีต + 50% ผักตบชวา	0.0400	B	A

Means not sharing letter in common differ significantly by Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ 6 การวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ($\text{NH}_3\text{-N}$) ที่ละลายน้ำระหว่างบ่อกอนกรีตเลี้ยงปลาทุกระบบทั่วไปและระบบชีววิถี จำนวน 3 กลุ่มทดลอง

จากผลการศึกษาในกรณีของปริมาณไนไตรต-ไนโตรเจน ($\text{NO}_2\text{-N}$) ไนเตรต-ไนโตรเจน ($\text{NO}_3\text{-N}$) และออร์โธฟอสเฟต ($\text{PO}_4\text{-P}$) นั้น พบว่า บ่อกอนกรีตทดลองทั้งสามกลุ่มไม่แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญใดๆทางสถิติวิจัย และค่าเฉลี่ยของแต่ละปัจจัยข้างต้นเหล่านี้ก็ไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มทดลอง จากผลการทดลองที่ได้ออกมาเช่นนี้หมายถึง การเลี้ยงปลาดุกในบ่อกอนกรีตระบบทั่วไปและระบบชีววิถีผักตบชวาไม่ว่าจะสัดส่วน 30 หรือ 50 เปอร์เซ็นต์จะไม่มีความแตกต่างกันแต่อย่างใดในปริมาณตกค้างของไนไตรต-ไนโตรเจน ไนเตรต-ไนโตรเจน และออร์โธฟอสเฟตนั่นเอง

3. เพื่อหาแนวทางเพิ่มโอกาสการแข่งขันของเกษตรกร โดยลดต้นทุนค่าพลังงาน เชื้อเพลิงที่ใช้กับเครื่องสูบน้ำในฟาร์มเพาะเลี้ยงปลาดุกของเกษตรกร โดยการค้นหาวิธีระยะเวลาการใช้น้ำในบ่อเลี้ยงปลาดุกให้นานยิ่งขึ้นด้วยระบบชีววิถี

เป็นที่ทราบกันโดยทั่วไปแล้วว่าการเลี้ยงปลาดุกในบ่อกอนกรีตทั่วไปนั้นเกษตรกรจำเป็นต้องมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำอยู่เสมออย่างน้อยประมาณ 1-2 ครั้งต่อเดือน ทั้งนี้เนื่องจากคุณภาพน้ำจากบ่อเลี้ยงปลาดุกเชิงพาณิชย์นั้นจะเขียวขุ่นและมีธาตุอาหารละลายสูง ธาตุอาหารส่วนเกินเหล่านี้มีที่มาจากอาหารเหลือกิน

ของปลาดุกและมาจากมูลปลาดุกที่ขับถ่ายออกมานั่นเอง เกษตรกรบางรายที่มีพื้นที่ฟาร์มเพียงพอต่อการขุดบ่อเลี้ยงปลาอีกฟาร์มเพิ่มเติมจากบ่อเลี้ยงปลาดุก ก็จะนิยมระบายน้ำเสียจากบ่อปลาดุกนี้ลงสู่บ่อเลี้ยงปลาอีกฟาร์ม น้ำเสียจะเป็นอาหารธรรมชาติที่ดีสำหรับปลาอีกฟาร์มเช่น ปลานิลและปลาดุกเทศ เกษตรกรสามารถเพิ่มรายได้จากผลผลิตปลาอีกฟาร์มเหล่านี้ก็อีกทางหนึ่งเช่นกัน แต่ในทำนองตรงกันข้าม ยังมีเกษตรกรจำนวนมากเช่นกัน ที่มีข้อจำกัดเรื่องพื้นที่ทำการเกษตรและมีบ่อเลี้ยงปลาจำนวนจำกัด ดังนั้นการระบายน้ำเสียจากบ่อปลาดุกสู่แหล่งน้ำสาธารณะจึงเป็นปัญหาของชุมชนที่พบเห็นได้อยู่เสมอ หากเกษตรกรที่มีพื้นที่จำกัดเหล่านี้มีการใช้ระบบชีววิถีฟักตบขาวในบ่อเลี้ยงปลาดุกเชิงพาณิชย์สัดส่วน 50 เปอร์เซ็นต์ตามผลการวิจัยที่ได้มาของงานวิจัยชิ้นนี้แล้ว ย่อมเป็นหลักประกันการประหยัดต้นทุนค่าพลังงานเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องสูบน้ำได้เป็นอย่างดี เพราะผลการวิจัยนี้สามารถเลี้ยงปลาดุกเชิงพาณิชย์แบบหนาแน่นโดยใช้ระบบชีววิถีฟักตบขาว 50 เปอร์เซ็นต์ได้โดยไม่ต้องมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำตลอดการทดลอง ปลาดุกทดลองมีอัตราการตาย 100 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อวิเคราะห์อัตราการเจริญเติบโตทั้งด้านน้ำหนักและขนาดตามระเบียบวิธีวิจัยด้านสถิติ พบว่า ปลาดุกที่เลี้ยงในบ่อคอนกรีตระบบชีววิถีฟักตบขาว 50 เปอร์เซ็นต์มีอัตราการเจริญเติบโตทุกด้านไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) กับปลาดุกที่เลี้ยงในบ่อคอนกรีตเชิงพาณิชย์ทั่วไปที่ไม่ใช้ฟักตบขาวเลย นั่นหมายถึงว่า การไม่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำของบ่อระบบชีววิถีตลอดการทดลอง ไม่มีผลใดๆต่ออัตราการเจริญเติบโตของปลาดุกเมื่อเปรียบเทียบกับบ่อคอนกรีตทั่วไปนั่นเอง ความแตกต่างที่เด่นชัดจะพบเพียงคุณภาพน้ำในส่วนของการวัดค่าความเป็นกรด-เบส (pH) ของน้ำ และปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ($\text{NH}_3\text{-N}$) ในน้ำเท่านั้น ที่บ่อคอนกรีตระบบชีววิถีฟักตบขาว 50 เปอร์เซ็นต์สะอาดมากกว่า และน้ำในบ่อระบบชีววิถีนี้สามารถใช้อย่างต่อเนื่องได้นานกว่าอย่างเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ดังนั้น เกษตรกรจึงสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายค่าต้นทุนพลังงานน้ำมันเชื้อเพลิงและไฟฟ้าที่ได้ 100 เปอร์เซ็นต์ เพราะไม่จำเป็นต้องใช้ในการเปลี่ยนถ่ายน้ำตลอดการเลี้ยงปลาดุกระบบชีววิถีฟักตบขาวนั่นเอง

สรุปผลการวิจัย

1. ระบบชีววิถีผักตบชวา 50 เปอร์เซ็นต์สามารถนำมาพัฒนาต่อยอดใช้เลี้ยงปลาดุกเชิงพาณิชย์ได้ผลดีต่อการรักษาเสถียรภาพของระดับค่าความเป็นกรด-เบส(pH)ของน้ำอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติวิัย(F=17.20,P<0.01) นอกจากนี้อัตราการรอดตายของปลาดุกทุกกลุ่มทดลองมีค่าเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์
2. ระบบชีววิถีผักตบชวา 50 เปอร์เซ็นต์แสดงผลการลดปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน(NH₃-N)ในน้ำได้ผลแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติวิัยกับกลุ่มทดลองอื่นๆ(F=3.22, P<0.05)
3. ระบบชีววิถีผักตบชวาสัดส่วน 30 และ 50 เปอร์เซ็นต์ แสดงผลดีต่อคุณภาพน้ำที่ใสสะอาดมากกว่าบ่อคอนกรีตทั่วไปโดยวิธีการตรวจสอบเบื้องต้นด้วยตาเปล่า คุณภาพน้ำของบ่อระบบชีววิถีผักตบชวา 50 เปอร์เซ็นต์มีระดับค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-เบสของน้ำที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงปลาดุกมากที่สุดเท่ากับ 7.81 และมีปริมาณเฉลี่ยสะสมแอมโมเนีย-ไนโตรเจนน้อยที่สุดเท่ากับ 0.0396 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งเป็นปริมาณธาตุอาหารที่น้ำสามารถใช้เลี้ยงปลาดุกได้อย่างต่อเนื่อง เกษตรกรไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนถ่ายน้ำตลอดการเลี้ยง จึงสามารถประหยัดต้นทุนค่าพลังงานเชื้อเพลิงและไฟฟ้าได้ 100 เปอร์เซ็นต์

เอกสารอ้างอิง

บัญญัติ มนเทียรอาสน์ วิชาญ นุ่นสังข์ และคนุวัฒน์ เฟื่องอัน. 2547. ระบบเกษตรชีววิถีเพื่อลดต้นทุนการเลี้ยงปลานิลในบ่อแบบผสมผสาน. รายงานการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 5 หน้า 198-204 มหาวิทยาลัยแม่โจ้ วันที่ 20-21 พฤษภาคม 2547. เชียงใหม่.

บัญญัติ มนเทียรอาสน์ และคนุวัฒน์ เฟื่องอัน. 2548. ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตปลากับกำลังผลิตเบื้องต้นของแหล่งน้ำในบ่อเลี้ยงปลาเกษตรทฤษฎีใหม่ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ (พ.ย. 2545 – พ.ย. 2547). รายงานการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 6 หน้า 180-186 มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่.

บัญญัติ มนเทียรอาสน์ ภูสิต ปุ๊กมณี จิราภรณ์ กิตติกุล และพิมพ์ร มนเทียรอาสน์. 2549. การใช้ปลานิลดูดซับแคดเมียมในบ่อพักน้ำเสีย คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่. รายงานการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 7 หน้า 123-131 มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่.

บัญญัติ มนเทียรอาสน์ อภินันท์ สุวรรณรัตน์ และขจรเกียรติ แซ่ตัน. 2550. เปรียบเทียบศักยภาพห่วงโซ่อาหารธรรมชาติในบ่อเลี้ยงปลาแบบธุรกิจและแบบผสมผสานเพื่อลดต้นทุนการผลิตปลานิล 12 เดือน. วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง 1(2) : 171-181.

บัญญัติ มนเทียรอาสน์ และขจรเกียรติ ศรีนวลสม. 2554. การใช้เทคนิคชีววิถีเพื่อลดปริมาณสารกลืนสาบโคลนในเนื้อปลาบึก. วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. เชียงใหม่ . 28(3) : 30-38 น.

ปกรณ์ อุ่นประเสริฐ. 2530. โครงการพัฒนาตำราเพื่ออาชีพสำหรับประชาชน. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 40-161 น.

เมฆ บุญพราหมณ์. 2530. การเลี้ยงปลา. คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. น. 21-104.

ไมตรี ดวงสวัสดิ์. 2524. การควบคุมคุณสมบัติของน้ำในบ่อเลี้ยงปลา. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ. กรมประมง. 18 น.

ไมโครไบโอเทค. 2536. แบคทีเรีย. วารสารสัตว์น้ำ 4(41) : 105-106.

ศูนย์ฝึกอบรมและเผยแพร่เกษตรกรรมชาติดิวิเซ .2537 . การประยุกต์ใช้จุลินทรีย์
อีเอ็ม เพื่อการเกษตรและสิ่งแวดล้อมวันนี้. มุลินธิบำเพ็ญสาธารณะ
ประโยชน์ด้วยกิจกรรมทางศาสนา. กรุงเทพฯ. 63 น.

สุริยา ศาสนรักกิจ. 2542 . ปุ๋ยน้ำชีวภาพ. วารสารเทคโนโลยีปุ๋ย 12(131) : 87-91.

อานัฐ ดันโซ. 2549 . เกษตรกรรมชาติประยุกต์ : หลักการ-แนวคิด-เทคนิค
ปฏิบัติในประเทศไทย. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยีแห่งชาติ. 281 น.

AOAC, 1990. Official Methods of Analysis. 15th Edition. Association of Official
Analytical Chemists. Arlington, VA. 1360 p.

American Public Health Association. 1989. Standard methods for the
examination of water and wastewater. Seventeenth Edition. Port City
Press , Baltimore, Maryland, USA.

Abdelhamid, A.M. and Gabra, A.A. 1991. Evaluation of waterhyacinth as a feed
for ruminants. Arch. Anim. Nutri., 41 (7-8): 745-756.

Abdel-Hamid, M.I., Shaaban-Dessouki, S.A. and Skulberg, O.M. 1992. Water
quality of the River Nile in Egypt : II. Water fertility and toxicity
evaluated by an algal growth potential test. Arch. Hydrobiol. Suppl., 3 :
311-337.

Agami, M., Reddy, K.R. and Graetz, D.A. 1990. Phosphorus and nitrogen
storage and release capacity of aquatic macrophytes in two wetland and
streams of the Taylor Creek-Nubbins Slough and Kissimmee river
basin, Florida. Proc. 8th. Inter.Symp.Aqua.Weed.Upp.Sweden., pp. 1-2.

Ahmed, M.I., Rekhate, D.H., Dhore, R.N., Honmode, J. and Sarde, P.P. 1995.
Nutritive value of waterhyacinth (*Eichhornia crassipes*) hay in sheep
Indian. J. Anim. Nutri., 12(3) : 187-188.

Akcin, G., Saltabas, O. and Afsar, H. 1994. Removal of lead by waterhyacinth (*Eichhornia crassipes*). J. Environ. Sci. Health., 29 (10) : 2177-2183.

- Aoyama, I., Nishizaki, H., Bhamidimarri, R., Li, X. and Liu, S. 1993. Uptake of nitrogen and phosphate and water purification by waterhyacinth (*Eicchornia crassipes*). Water.Sci.Tech., 28(7) : 47-53.
- Bunyat Montien-Art. 2008. Survival and growth of Siamese crocodile, *Crocodylus siamensis*, fed formulated diets with and without cadmium supplement. Proceedings of the 5th Taiwan-Thailand bilateral conference, May 7-9, 2008, National Pingtung University of Science and Technology, Pingtung, Taiwan. 43-47 p.
- Boyd, C.E. 1979. Water Quality in Warm Water Fish Ponds. Craftmaster Printers, Inc. Alabama. 359 p.
- Babu, N.S., Paliwal, O.P., Charan, K., Singh, K.P. and Parihar, N.S. 1988. Effects of waterhyacinth feeding in sheep with special reference to renal lesion. Indian. J. Vet. Pathol., 12 : 33-36.
- Baldwin, J.A., Hentges, J.F. and Bagnall, L.O. 1974. Preservation and cattle acceptability of waterhyacinth silage. Hyacinth. Control. J., 12 : 79-81.
- Baldwin, J.A. 1975. Comparison of pangola grass and waterhyacinth silage as diet for sheep. J.Anim.Sci., 40(5) : 968-971.
- Bashmacova, I.K. 1990. Estimation of the readily oxidizable organic matter reserve and its effect on the intensity of organic matter destruction by bacteria in the Danube River. Water. Sci. Tech., 22(5) : 31-33.
- Benicio, L.A.S., Fonseca, J.B., Silva, M.A., Rostagno, H.S., Gracas, A.D. and Soares, P.R. 1993. Use of waterhyacinth (*Eicchornia crassipes*) in pelleted diets for broiler chickens during the starting period. Revista.Socie.Brasileira.Zootech., 22(1) : 167-175.
- Berto, D.A., Gorni, M., Moura, M.P., Moura-Camargo, J.C. and Oliveira-Lobao, A. 1988. Dried waterhyacinth (*Eicchornia crassipes*) in the diet growing and finishing pigs. Boletim. Indust. Anim., 45(1) : 165-174.
- Bierman, V.J. and Dolan, D.M. 1981. Modeling of phytoplankton-nutrient dynamics in Saginaw Bay, Lake Huron. J. Great Lakes. Res., 7(4) : 409-439.

- Biobaku, W.O. and Ekpenyong, T.E. 1991. Effect of feeding graded levels of water lettuce and waterhyacinth on the growth of rabbits. J. Appl. Rabbit. Res., 14(2) : 98-100.
- Biswas, P. and Mandal, L. 1988. Use of fresh waterhyacinth (*Eichhornia crassipes*) in the ration of growing calves. Indian. Vet.J., 65(6) : 496-500.
- Biswas, P. and Mandal, L. 1989. Nutritive value of fresh waterhyacinth (*Eichhornia crassipes*) plants and leaves in adult cattle. Indian. J.Diary.Sci., 42(2) : 359-361.
- Blachier, P.1990. Experimental rearing of *Tilapia zillii* in the warm waters of Pierrelatte, France. Bois. Forets. Des. Trop., 224 : 65-72.
- Bloesch, J. 1977. Primary production, mineralization and sedimentation in the eutrophic zone of Swiss Lake. Limnol. Oceanogr., 22 : 511-526.
- Bolenz, S., Omram, H. and Gierschner, K. 1990. Treatments of waterhyacinth tissue to obtain useful products. Biol. Wastes., 33 (4) : 263-274.
- Borhami, B.E.A., El-Shinnawy, S., Yacout, M.H.M. and Zahran, S.M. 1995. Microbiological studies on the mixed diets containing waterhyacinth fibrous residues and different protein sources as ruminant feeding. Alexandria. J.Agricul.Res., 40(2) : 17-32.
- Borhami, B.E.A., El-Shinnawy, S., Yacout.M.H.M. and Zahran, S.M. 1995. Source of protein effects on utilization of waterhyacinth residues in lactating animals. Alexandria. J. Agricul.Res., 40(2) : 33-50.
- Bratli, J.L. 1994. Water quality, phosphorus input reductions, analytical methods and lake internal and self-purification measures : A case study of Lake Froylandavatn, Norway. Marine. Pollut. Bull., 29(6-12) : 435-438.
- Bucka, H. and Zurek, R. 1992. Trophic relations between phytoplankton and zooplankton in a field experiment in the aspect of the formation and decline of water blooms. Acta. Hydrobiol., 34 : 139-155.
- Colman, J.A., V. Srisuwantach, S. Boonyaratpalin and S. Chinbut. 1981. Pond management : Water environment and fish growth-out performance

relationships in *Clarias* culture trails. Programme for Development of Pond Management Techniques and Disease Control (DOF-UNDP/FAO THA/75/012). National Inland Fisheries Institutes. Bangkok. 33 p.

Grommen, R. and W. Verstraete. 2002. Environmental Biotechnology : The ongoing quest. J. Biotechnology 98 : 113-123.

Gross, R.L., W.F. Walker and R.D. Barns. 2003. Zoology. Nt.Ed., Sauder College Publishing, Chicago. 1009 p.

Lovell, R.T. and L.A. Sackley. 1973. Absorption by channel catfish of early-musty flavor compound synthesized by cultured of blue-green algae. Trans. Amer. Fish. Sci. 4 : 169-174.

Maden, P., Szakova, J. and Miholova, D. 1998. Classical dry ashing of biological and agricultural materials, Part II, Losses of analytes due to their retention in an insoluble residue. Analysis 26 : 121-129.

Swingle, H.S. 1969. Methods of Analysis of Water, Organic Matter and Pond Bottom Soils Used in Fisheries Research. 119 p.

Sesli, E. and Tuzen, M. 1999. Levels of trace elements in the fruiting bodies of macrofungi growing in the East Black Sea region of Turkey. Food Chemistry 65 : 453 – 460.