



รายงานผลการวิจัย

เรื่อง การใช้เทคนิคชีววิถีในระบบกร่องน้ำของบ่อเลี้ยงปลานิลระบบปิดเพื่อผลิต
ปลานิลในเชิงพาณิชย์ (24 เดือน)

Utilization on Biological Technique in the Close System of Water
Circulation for Commercial Production of Nile Tilapia (24 Months)

โครงการย่อยภายใต้ชุดโครงการ : การวิจัยและพัฒนาระบบการผลิตทรัพยากรประมงเพื่อเป็น
อาหารปลอดภัยและสร้างมูลค่าเพิ่มวัตถุดิบท้องถิ่น

ได้รับการจัดสรรงบประมาณวิจัย ประจำปี 2553
จำนวน 284,961 บาท

หัวหน้าโครงการ นายบัญญัติ มนเทียรอาสน์
ผู้ร่วมโครงการ นายजरเกียรติ ศรีนวลสม

งานวิจัยเสร็จสิ้นสมบูรณ์
28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2554

คำนิยม

ขอขอบคุณสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ และคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกทุกท่าน ทั้งที่เกี่ยวข้องโดยตรงและทางอ้อม ต่อการพิจารณากำหนดทิศทางการพัฒนางานวิจัยทางการเกษตร ซึ่งใช้ระบบชีววิถีเข้ามาเกี่ยวข้องเพื่อลดต้นทุนการผลิต และลดปัญหาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของโลกที่เกิดขึ้นอย่างรุนแรงในขณะนี้ โดยการสนับสนุนทุนวิจัยทางด้านการพัฒนาระบบชีววิถีที่ใช้ทางการเกษตรมาโดยตลอด จากปัญหาสภาวะโลกร้อนในขณะนี้ไม่มีใครปฏิเสธแล้วว่า ต้นเหตุแห่งปัญหานั้นเกิดจากการกระทำของมนุษย์เรานั่นเอง และอีกหนึ่งในหลายสาเหตุ ก็มาจากระบบการผลิตทางการเกษตรที่มุ่งเน้นการใช้เทคโนโลยีเฉพาะด้านทางธุรกิจหรือที่เรียกกันว่าระบบเกษตรแบบเข้มข้น ที่ปฏิเสธระบบธรรมชาติอย่างสิ้นเชิงนั่นเอง จึงส่งผลให้โลกพบกับปัญหาสภาวะโลกร้อนเช่นนี้ การพัฒนาระบบเกษตรชีววิธินับเป็นการกลับมาแก้ปัญหาที่ต้นเหตุอย่างแท้จริง

นอกจากนี้คณะผู้วิจัยต้องขอขอบคุณคณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ ที่สนับสนุนอุปกรณ์และสถานที่ ตลอดจนนักศึกษาและผู้เกี่ยวข้องทุกท่าน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและสนับสนุนงานวิจัยชิ้นนี้จนสำเร็จลุล่วงมาได้ด้วยดี ผลงานชิ้นนี้ยังต้องการพัฒนาและประยุกต์เทคนิคชีววิถีให้ก้าวหน้าอีกต่อไป จักได้เป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรและประชาชนทุกคน อีกทั้งยังเป็นการลดปัญหาสภาวะโลกร้อนที่ต้นเหตุได้โดยตรง

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. บัญญัติ มนเทียรอาสน์

อาจารย์ ขจรเกียรติ ศรีนวลสม

ผู้วิจัย

สารบัญ

หน้า

สารบัญตาราง	ก
สารบัญภาพ	ค
บทคัดย่อ	1
Abstract	2
คำนำ	3
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	5
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
การตรวจเอกสาร	6
แนวทางการดำเนินงานวิจัย	9
อุปกรณ์และวิธีการดำเนินงานวิจัย	11
ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล	19
สรุปผลการวิจัย	36
เอกสารอ้างอิง	37

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1	ค่าเฉลี่ยรวมตลอดการทดลองที่ 1 ของปัจจัยคุณภาพน้ำและปลานิล	21
ตารางที่ 2	ค่าเฉลี่ยรวมตลอดการทดลองที่ 2 ของปัจจัยต่างๆและอัตราการเจริญเติบโตปลานิล	27
ตารางที่ 3	ค่าเฉลี่ยรวมตลอดการทดลองที่ 3 ของปัจจัยคุณภาพน้ำต่างๆและอัตราการเจริญเติบโตปลานิล	30
ตารางที่ 4	การวิเคราะห์ทางสถิติการทดสอบประสิทธิภาพวัสดุยัดเกาะชนิดต่างๆที่หาได้ง่ายและมีราคาถูกของจังหวัดเชียงใหม่สำหรับจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ (MMO _s)	30
ตารางที่ 5	การวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยข้อมูลการทดสอบประสิทธิภาพวัสดุยัดเกาะชนิดต่างๆที่หาได้ง่ายและมีราคาถูกของจังหวัดเชียงใหม่สำหรับจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ (MMO _s)	30
ตารางที่ 6	ค่าเฉลี่ยรวมตลอดการทดลองที่ 4 ของปัจจัยคุณภาพน้ำต่างๆและอัตราการเจริญเติบโตปลานิล	34
ตารางที่ 7	การวิเคราะห์ทางสถิติการทดสอบประสิทธิภาพวัสดุยัดเกาะชนิดต่างๆที่หาได้ง่ายและมีราคาถูกของจังหวัดเชียงใหม่สำหรับจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ (MMO _s) ร่วมกับการใช้ 30% ผักตบชวาคุ้ยของเสีย	34
ตารางที่ 8	การวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยข้อมูลการทดสอบประสิทธิภาพวัสดุยัดเกาะชนิดต่างๆที่หาได้ง่ายและมีราคาถูกของจังหวัดเชียงใหม่สำหรับจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ (MMO _s) ร่วมกับการใช้ 30% ผักตบชวาคุ้ยของเสีย	35

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 บ่อระบบปิดโดยรวมทั้งหมดที่ใช้ทดลองเลี้ยงปลานิลระบบชีววิถีใน อาคารทดลอง มหาวิทยาลัยแม่โจ้	13
ภาพที่ 2 บ่อเลี้ยงปลานิลระบบปิดแบบชีววิถี ใช้วัสดุกรองมาตรฐาน แต่ไม่มีวัสดุ กรองทดลองทั้งชนิดที่ 1 และ 2	14
ภาพที่ 3 บ่อเลี้ยงปลานิลระบบปิดแบบชีววิถี มีวัสดุกรองมาตรฐานร่วมกับวัสดุ กรองทดลองชนิดที่ 1 (Bioballs) (Treatment 1)	15
ภาพที่ 4 บ่อเลี้ยงปลานิลระบบปิดแบบชีววิถี มีวัสดุกรองมาตรฐานร่วมกับ วัสดุกรองทดลองชนิดที่ 2 ฝาขวดพลาสติก (Treatment 2)	16
ภาพที่ 5 จุลินทรีย์สูตรเฉพาะ (MMOs) สูตร 3 สำหรับการบำบัดน้ำเสียของ มหาวิทยาลัยแม่โจ้	19
ภาพที่ 6 วัสดุกรองมาตรฐานที่นิยมใช้ในบ่อเลี้ยงปลาทั่วไปในขณะนี้เช่น หินภูเขาไฟ ลูกพลาสติกไบโอบอล และ แผ่นเส้นใยพลาสติกตามลำดับ	24
ภาพที่ 7 ขวดพลาสติกชนิดต่างๆ ที่ดัดแปลงมาใช้เป็นวัสดุกรองหาง่ายและราคา ประหยัด	24

**การใช้เทคนิคชีววิถีในระบบกรองน้ำของบ่อเลี้ยงปลานิลระบบปิด
เพื่อผลิตปลานิลในเชิงพาณิชย์ (24 เดือน)**

**Utilization on Biological Technique in the Close System of Water
Circulation for Commercial Production
of Nile Tilapia (24 Months)**

บัญญัติ มนเทียรอาสน์¹ และ ขจรเกียรติ ศรีนวลสม¹

Bunyat Montien-Art¹ and Khajornkiat Srinuansom¹

¹ คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

บทคัดย่อ

การใช้เทคนิคชีววิถีในระบบกรองน้ำของบ่อเลี้ยงปลานิลระบบปิดภายในอาคารไม่มีแสงแดดเพื่อผลิตปลานิลในเชิงพาณิชย์ เป็นงานวิจัยที่แบ่งระยะการดำเนินการออกเป็น 4 ชุดการทดลองในระยะเวลา 24 เดือน ทั้งนี้เพื่อจุดประสงค์ค้นหาวีธีการลดต้นทุนค่าวัสดุกรองบางชนิดในบ่อเลี้ยงปลานิล โดยทดลองใช้วัสดุที่มีราคาถูกและหาได้ง่ายในจังหวัดเชียงใหม่ ร่วมกับการประยุกต์ใช้จุลินทรีย์ที่มีประโยชน์สูตรเฉพาะของมหาวิทยาลัยแม่โจ้และ 30% ผักคบขวาเพื่อลดปริมาณของเสียตกค้างในบ่อเลี้ยงปลานิลระบบปิด ผลการทดลองพบว่า การใช้จุลินทรีย์สูตรเฉพาะของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ สูตร 3 (MMOs) ทั้งในปริมาณ 18.20 และ 36.40 ซีซี / น้ำเลี้ยงปลานิล 364 ลิตร / เดือน ไม่มีผลใดๆทางสถิติวิจัต่อการปรับสภาพน้ำในบ่อระบบปิดภายในอาคาร เมื่อเปรียบเทียบกับบ่อควบคุมซึ่งไม่มีการใช้จุลินทรีย์ใดๆเลย แต่เมื่อดูแนวโน้มข้อมูลดิบเฉลี่ยตลอดการทดลองใน 12 เดือนแรกนี้ พบว่า หากมีการเพิ่มปริมาณจุลินทรีย์หรือเพิ่มประสิทธิภาพการใส่จุลินทรีย์ในบ่อเลี้ยงปลานิลระบบปิดภายในอาคารอีกนั้น อาจจะส่งผลบางประการที่ชัดเจนขึ้นมากกว่านี้ได้ ในทำนองเดียวกัน การทดลองใช้วัสดุกรองบางชนิดเช่น ฝาขวดพลาสติกและลูกพลาสติกไบโอบอล โดยนำมาผสมรวมอย่างละเท่าๆกันกับวัสดุมาตรฐานหินภูเขาไฟในระบบกรองของบ่อเลี้ยงปลานิลระบบปิดภายในอาคารนี้ พบว่า ไม่มีความแตกต่างในประสิทธิภาพการกรองและการลดของเสีย

ในน้ำที่ใช้เลี้ยงปลานิลอย่างมีนัยสำคัญใดๆในทางสถิติวิจัยเมื่อเปรียบเทียบกับบ่อควบคุมที่ใช้วัสดุกรองมาตรฐานเป็นหินภูเขาไฟแต่เพียงอย่างเดียว ดังนั้น จึงมีข้อที่น่าสังเกตว่าหากเกษตรกรเลือกที่จะลดต้นทุนค่าวัสดุกรอง โดยการเลือกใช้ฟางขุขี้พลาสติคผสมกับหินภูเขาไฟ อาจจะเป็นวิธีที่เหมาะสมในการลดต้นทุนได้และการทดลองโดยเลือกใช้ฟางขุขี้พลาสติคอย่างเดียวนั้นในระบบกรองจึงควรมีการศึกษาต่อไป นอกจากนี้การประยุกต์ใช้ 30% ผักตบชวาในระบบชีววิถีร่วมกับจุลินทรีย์ 36.40 ซีซี / น้ำเลี้ยงปลานิล 364 ลิตร / เดือน สำหรับบ่อระบบปิดภายในอาคารโรงเรือนที่ไม่มีแสงแดด จะส่งผลให้มีปริมาณก๊าซออกซิเจนละลายน้ำอยู่ในช่วงระหว่าง 3.60 – 4.02 มิลลิกรัม / ลิตร ซึ่งเหมาะสมใช้เลี้ยงปลานิลได้ แต่จากการทดลองในครั้งนี้ พบว่า ไม่สามารถลดปริมาณของเสียในกลุ่มฟอสฟอรัสและไนโตรเจนลงต่ำกว่า 0.20 และ 0.02 มิลลิกรัม / ลิตร ตามลำดับ ซึ่งเป็นปริมาณที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงปลานิลระบบปิดในอาคารที่ไม่มีแสงแดดเชิงพาณิชย์ได้ จากการทดลองนี้มีข้อที่น่าสังเกตว่า ผลผลิตปลานิลที่เลี้ยงในการทดลองที่ 3 และ 4 ซึ่งใช้วัสดุมาตรฐานผสมขุขี้พลาสติคไบโอบอลเป็นวัสดุกรองนั้น ให้ผลผลิตน้ำหนักรปลานิลที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติวิจัย ($F = 59.93^{**}$, $F = 6.15^{**}$) ตามลำดับ

คำสำคัญ: ชีววิถี ปลานิล ระบบกรองน้ำ ระบบปิด

Abstract

“ Utilization on biological technique in the close system of water circulation for commercial production of nile tilapia ” has been designing by four experimentations in 24 months. The objectives of this study are to looking for how to reduce cost of nile tilapia production by using some local materials as filter materials in the close system of fish ponds without sunlight condition, together with how to reduce some nutrients in fish ponds by using the effective micro-organisms namely “MMOs” for water treatment and 30% aquatic plant such as water hyacinth. Results from the first 12 months of this study showed that both of the “MMOs” ponds, 18.20 and 36.40 cc / 364 liters of water / 1 month, are not significantly difference with control pond. However, we noted

that the sign of 12 months of raw data showed if we can increase the “MMOs” contents or increase the frequency of the “MMOs” dropping into water, some more results may be clearly than now. Also, results of the second experiment which used some local material, bottle covers, compared with standard materials, a bio-balls and volcano rocks as filter materials of the close system of water circulation in fish ponds without sunlight condition showed non-significant difference with control ponds. Therefore, a bottle covers which mixed together with volcano rocks in this study can apply for filter material of the close system of water circulation without sunlight condition. However, we noted that the future experiment which will apply a bottle covers only for the filter material may be effective. Because a bottle covers are cheap prices and easy buy in Chiang-Mai province. On the other hand, use of 30% water hyacinth together with MMOs, 36.40 cc / 364 liters / month, without sunlight condition, can promoted the dissolved oxygen in water between 3.60 and 4.02 milligram / liter. However, the close system without sunlight of this study can not reduce some minerals such as phosphorus and nitrogen to under 0.20 and 0.02 milligram / liter, respectively, which both are the standard levels of fish ponds. The statistic analysis of fish weight in this study showed highly significant in treatment 3 and 4 ($F = 59.93^{**}$, $F = 6.15^{**}$), respectively.

Keywords : Biological , “Biological-Way-of-Life”, Nile tilapia, Water filter, Close system

คำนำ

การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดในปัจจุบันได้พัฒนามาเป็นการเพาะเลี้ยงในเชิงธุรกิจมากขึ้น เนื่องจากให้ผลตอบแทนสูงกว่าการทำเกษตรแบบอื่น ๆ การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำของไทยในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2538 – 2547 พบว่ามีผลผลิตสัตว์น้ำที่ได้จากการเพาะเลี้ยงจำนวน 1,609,100 ตัน และพบว่าผลผลิตจากสัตว์น้ำเหล่านี้มีแนวโน้มเพิ่มสูงมากขึ้นเรื่อยๆ ทั้งนี้เนื่องมาจากการขยายพื้นที่ในการ

เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำของไทยนั่นเอง อนึ่ง สัตว์น้ำจืดที่ให้ผลผลิตสูงสุดคือปลานิล (30.26%) และในปี พ.ศ. 2540 ประเทศไทยมีผลผลิตที่ได้จากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดมากถึง 200,200 ตัน จากพื้นที่เพาะเลี้ยง 555,685 ไร่ (พัชรพล และคณะ, 2550) จากข้อมูลเบื้องต้นนี้ทำให้ทราบว่า การเลี้ยงปลานิลนั้นเป็นที่นิยมของเกษตรกรเป็นอย่างมาก เนื่องจากให้ผลผลิตสูง อย่างไรก็ตามการเลี้ยงปลานิลโดยเฉพาะที่เลี้ยงในกระชังนั้น ข่อมส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำในกระชังเองและต่อคุณภาพน้ำบริเวณใกล้เคียง จนกระทั่งอาจเกินความสามารถในการรองรับของเสียหรือการฟอกตัวตามธรรมชาติของแหล่งน้ำเหล่านั้นได้ จึงก่อให้เกิดสภาพปัญหามลพิษทางน้ำ และอาจส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศแหล่งน้ำและการเลี้ยงปลานิลและปลาทั้บในกระชังโดยตรงได้ ที่ผ่านมามีกรณีศึกษาที่ปลานิลและปลาทั้บในกระชังของเกษตรกรตายลงจำนวนมาก ทั้งในจังหวัดในภาคกลาง ภาคเหนือ และภาคอีสาน ซึ่งสาเหตุหลักมาจากการปล่อยน้ำเน่าเสียของโรงงานข้างเคียง น้ำเสียจะทำให้ปลาตายและเมื่อปลาตายจำนวนมากในครั้งเดียวกันก็จะเป็นสาเหตุที่ทำให้แหล่งน้ำเน่าเสียเพิ่มมากยิ่งขึ้น เป็นปัญหาต่อแหล่งน้ำดิบที่ใช้ในการอุปโภคและบริโภคของประชาชน โดยทั่วไปอยู่เสมอ

อุปสรรคและปัญหาจากเหตุการณ์ดังกล่าวนี้ จึงมีเกษตรกรบางรายได้ประยุกต์ค้นคิดวิธีการเลี้ยงปลานิลและปลาทั้บในระบบปิดแบบประมงชีววิถีประยุกต์ กล่าวคือ ทำการเลี้ยงปลานิลและปลาทั้บโดยใช้ระบบน้ำหมุนเวียนแบบปิดในบ่อซีเมนต์ ซึ่งได้ปรับปรุงโรงเรือนจากเดิมที่เคยใช้เลี้ยงไก่เนื้อมาก่อนแต่ประสบปัญหาขาดทุนเนื่องจากวิกฤตการณ์ใช้หวัดนกในช่วงก่อนหน้านี้ เกษตรกรจึงประยุกต์เปลี่ยนพื้นโรงเรือนเลี้ยงไก่เนื้อมาสร้างเป็นบ่อซีเมนต์กลมขนาดความจุประมาณ 18 ลูกบาศก์เมตร เพื่อเลี้ยงปลานิลและปลาทั้บภายในโรงเรือนด้วยอัตราที่หนาแน่นตามระบบเชิงพาณิชย์ โดยมีการจัดการระบบน้ำให้เป็นแบบหมุนเวียนในระบบปิด เน้นการผลิตปลาแบบปลอดสารพิษ มีการออกแบบบ่อบำบัดน้ำตามรูปแบบต่างๆ ไปซึ่งประกอบด้วย บ่อดักตะกอน บ่อบำบัดน้ำ และมีการส่งซื้อวัสดุกรองน้ำที่มีราคาค่อนข้างสูงมาใช้ เช่น แผ่นกรองใยแก้ว เศษปะการัง เปลือกหอยต่างๆ และวัสดุกรองสำเร็จรูปที่ทำจากพลาสติกในรูปแบบต่างๆ หลากหลาย แต่ทั้งนี้ทั้งนั้น วัสดุที่ใช้ประกอบชั้นกรองน้ำในบ่อเลี้ยงปลาในระบบปิดเหล่านี้ ทุกชนิดต้องสั่งซื้อจากต่างภูมิภาค หรือแม้กระทั่งต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศ ซึ่งจำเป็นต้องมีค่าใช้จ่ายด้านการขนส่งและภาษี อีกทั้งวัสดุบาง

ชนิดเช่นเศษปะการังนั้น เป็นวัสดุที่มีข้อจำกัดทางด้านกฎหมายอนุรักษ์ทรัพยากรชายฝั่ง จึงเป็นที่มาของงานวิจัยชิ้นนี้ที่ต้องการทดสอบประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ (MMOs) ต่อการย่อยสลายของเสียจากปลาในชั้นกรงชีวิติระบบปิด และทดสอบการใช้วัสดุเหลือใช้ที่หาง่ายในท้องถิ่นของจังหวัดเชียงใหม่ เพื่อนำมาสร้างมูลค่าเพิ่มโดยการนำมาประยุกต์ใช้เป็นวัสดุบดเคาะของจุลินทรีย์ชนิดต่างๆที่มีประโยชน์ต่อการย่อยสลายเศษอาหารและสิ่งขับถ่ายต่างๆของปลาในบ่อเลี้ยงระบบปิด ภายในโรงเรือนที่มีหลังคาปกคลุม ทั้งนี้หากคุณภาพน้ำในบ่อระบบปิดของปลานิลอยู่ในเกณฑ์คุณภาพที่ดีตามมาตรฐานการประมงที่ปลอดภัยแล้วนั้น ย่อมส่งผลให้ผลผลิตปลานิลและปลาที่จับทั้งหมดและน้ำหนักปลาที่เลี้ยงตามแบบเทคนิคชีวิติที่ดีตามไปด้วยเช่นกัน

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อทดสอบปริมาณจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์(MMOs) สูตรเฉพาะของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่จะมีผลดีต่อการลดของเสียต่างๆในน้ำที่ใช้เลี้ยงปลานิลระบบปิดแบบชีวิติ (ปีที่ 1)
2. เพื่อทดสอบประสิทธิภาพวัสดุในระบบกรงชนิดต่างๆที่หาได้ง่ายและมีราคาถูกของจังหวัดเชียงใหม่ เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุมาตรฐานทั่วไป (ปีที่ 1)
3. เพื่อทดสอบประสิทธิภาพวัสดุบดเคาะสำหรับจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์(MMOs) ชนิดต่างๆที่หาได้ง่ายและมีราคาถูกของจังหวัดเชียงใหม่ (ปีที่ 2)
4. เพื่อทดสอบประสิทธิภาพวัสดุบดเคาะสำหรับจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์(MMOs) ชนิดต่างๆที่หาได้ง่ายและมีราคาถูกของจังหวัดเชียงใหม่ ร่วมกับการใช้ผักตบชวา 30% ของพื้นที่น้ำ (ปีที่ 2)

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้สามารถทราบปริมาณจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์(MMOs) สูตรเฉพาะของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่จะมีผลดีต่อการลดปริมาณของเสียต่างๆในน้ำที่ใช้เลี้ยงปลานิลระบบปิดชีวิติ

2. ทำให้สามารถทราบถึงการเลือกใช้วัสดุขี้คเกาะที่เหมาะสมสำหรับจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์(MMOs) และราคาถูกที่ใช้ในบ่อเลี้ยงปลาแบบปิดแบบชีววิถีของจังหวัดเชียงใหม่
3. เพื่อตรวจสอบคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงระบบปิดแบบชีววิถีในเกณฑ์มาตรฐานอาหารปลอดภัย
4. เพื่อตรวจสอบผลผลิตปลานิลที่เลี้ยงในระบบปิดแบบชีววิถีในระยะเวลา 4-8 เดือน
5. เป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตปลานิลระบบปิด เพื่อนำไปสู่การผลิตเชิงอุตสาหกรรมและเชิงพาณิชย์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมอีกต่อไป

การตรวจเอกสาร

ระบบชีววิถีหรือที่นักวิชาการต่างประเทศมักเรียกว่า “Biological Way of Life” เป็นระบบเกษตรเชิงนิเวศที่หันกลับมาเลือกใช้สิ่งมีชีวิตชนิดที่เหมาะสมนำมาประยุกต์ใช้ปล่อยเลี้ยงร่วมกันกับสิ่งมีชีวิตชนิดที่ต้องการผลิตใช้เชิงธุรกิจ ทั้งนี้โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อใช้สิ่งมีชีวิตต่าง ๆ มาช่วยลดต้นทุนค่าอาหารและค่าบำรุงรักษาสุขภาพสัตว์เลี้ยงอย่างยั่งยืนนั่นเอง มีงานวิจัยหลายชิ้นที่ได้ทำการศึกษาระบบชีววิถีทางการประมงมาอย่างต่อเนื่อง เช่น พัทรี และคณะ(2550) ได้ทดลองเลี้ยงกบนา ร่วมกับ ปลาอุกบักอูย ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด จ.แพร่ และพบว่าทั้งกบนา ปลาอุกบักอูย ผักกุ่ม และจุลินทรีย์ MMOS สามารถเลี้ยงร่วมกันได้ โดยกบนามีอัตราการเจริญเติบโตในช่วงระหว่าง 49.51 – 62.54 กรัม และปลาอุกบักอูยมีอัตราการเจริญเติบโตอยู่ในช่วง 32.33 – 44.66 กรัม ตามลำดับ

บัญญัติ และคณะ(2550) ได้ทดลองเปรียบเทียบศักยภาพห่วงโซ่อาหารธรรมชาติในบ่อเลี้ยงปลาแบบธุรกิจและแบบผสมผสานเพื่อลดต้นทุนการผลิตปลานิลนาน 12 เดือน พบว่า องค์ประกอบทางชีวภาพของบ่อชนิดที่เป็นอาหารปลาโดยธรรมชาติเช่น สัตว์หน้าดิน แพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ มีความสัมพันธ์ต่อการเพิ่มน้ำหนักและขนาดและความยาวของปลานิลที่เลี้ยงในบ่อดินแบบผสมผสานของ มหาวิทยาลัยแม่โจ้จริง และน้ำหนักรวมของอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่ใช้ 10 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักรวมปลา ไม่มีความสัมพันธ์ใดๆต่อการ

เพิ่มน้ำหนักและความยาวปลานิล องค์ประกอบทางชีวภาพเหล่านี้สามารถช่วยลดต้นทุนการผลิตปลานิลแบบผสมผสานได้ 1.83 บาท / 1 มื้อ / ปลานิล 1 กิโลกรัม

บัญญัติ และ ขจรเกียรติ(2553) ทดลองการใช้เทคนิคชีววิถีเพื่อลดปริมาณสารกลืนสาบโคลนในเนื้อปลาบึก พบว่า บ่อดินที่ใช้เทคนิคชีววิถีทั้งสองกลุ่มทดลอง สามารถช่วยลดปริมาณสารกลืนสาบโคลนชนิด Geosmin ได้อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติวิชัย ($F = 19.68^{**}$) ปริมาณสาร Geosmin ที่พบในเนื้อปลาบึกในบ่อชีววิถีพบระหว่าง 15.70 – 15.75 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม เมื่อเทียบกับ 41.88 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ของบ่อที่ไม่ใช้เทคนิคชีววิถี นอกจากนี้ระบบชีววิถีโดยการใช้สิ่งมีชีวิตเพื่อดูดซับโลหะหนักในบ่อเลี้ยงปลาก็เคยมีการศึกษามาด้วยเช่นกันคือ Bunyat et al(2007) ทำการศึกษาโดยเลี้ยงปลานิลเพื่อดูดซับโลหะหนักชนิดแคดเมียมในบ่อพักน้ำเสียของคณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ นาน 12 เดือนและพบว่า ปริมาณโลหะหนักแคดเมียมที่ดูดซับในตัวปลานิลอยู่ในระหว่าง 51.20 – 57.47 มิลลิกรัมต่อกรัม ในส่วนระบบการเลี้ยงปลาน้ำจืดในเชิงธุรกิจนั้น ที่ผ่านมามักไม่ค่อยให้ความสนใจการใช้ระบบชีววิทยามากนัก ทั้งนี้เนื่องจากกฎหมายด้านสิ่งแวดล้อมของไทยยังไม่ถูกบังคับใช้อย่างจริงจัง อีกทั้งการใช้ระบบชีววิทยาก็มีต้นทุนด้านบริหารจัดการมากกว่าระบบเชิงเดี่ยวแบบทั่วไป แต่เมื่อปัญหาสิ่งแวดล้อมเริ่มรุนแรงขึ้น อีกทั้งต่างประเทศคู่ค้าเริ่มเข้มงวดเรื่องสารเคมีตกค้างในสัตว์น้ำเพิ่มขึ้น เกษตรกรและนักธุรกิจจึงจำเป็นต้องพยายามลดความเสี่ยงในเรื่องสารตกค้าง และมุ่งเน้นเรื่องคุณภาพด้านอาหารปลอดภัยมากยิ่งขึ้น ระบบชีววิถีจึงถูกหลายฝ่ายเริ่มหันมาให้ความสนใจเพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในระบบการผลิตของตนเองมากขึ้น ที่ผ่านมาสัตว์น้ำจืดชนิดที่ให้ผลผลิตสูงสุดได้แก่ ปลานิล (30.26%) และในปี พ.ศ. 2540 ประเทศไทยมีผลผลิตที่ได้จากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดมากถึง 200,200 ตัน จากพื้นที่เพาะเลี้ยง 555,685 ไร่ (พัชรราช และคณะ, 2550) จากข้อมูลเบื้องต้นนี้ทำให้ทราบว่า การเลี้ยงปลานิลนั้นเป็นที่นิยมของเกษตรกรเป็นอย่างมาก เนื่องจากให้ผลผลิตสูง อย่างไรก็ตามการเลี้ยงปลานิลโดยเฉพาะที่เลี้ยงในกระชังนั้น ย่อมส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำในกระชังเองและต่อคุณภาพน้ำบริเวณใกล้เคียง จนกระทั่งอาจเกินความสามารถในการรองรับของเสียหรือการฟอกตัวตามธรรมชาติของแหล่งน้ำเหล่านั้นได้ จึงก่อให้เกิดสภาพปัญหามลพิษทางน้ำ และอาจส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศแหล่งน้ำและการเลี้ยงปลานิลและปลาทั้บทิศในกระชังโดยตรงได้ ที่ผ่านมามี

กรณีศึกษาที่ปลานิลและปลาตะเพียนในกระชังของเกษตรกรตายลงจำนวนมาก ทั้งในจังหวัดในภาคกลาง ภาคเหนือ และภาคอีสาน ซึ่งสาเหตุหลักมาจากการปล่อยน้ำเน่าเสียของโรงงานข้างเคียง น้ำเสียจะทำให้ปลาตายและเมื่อปลาตายจำนวนมากในครั้งเดียวกันก็จะเป็นสาเหตุที่ทำให้แหล่งน้ำเน่าเสียเพิ่มมากยิ่งขึ้น เป็นปัญหาต่อแหล่งน้ำดิบที่ใช้ในการอุปโภคและบริโภคของประชาชนโดยทั่วไปอยู่เสมอ

อุปสรรคและปัญหาจากเหตุการณ์ดังกล่าวนี้ จึงมีเกษตรกรบางรายได้ประยุกต์ค้นคิดวิธีการเลี้ยงปลานิลและปลาตะเพียนระบบปิดแบบประมงชีววิถีประยุกต์ กล่าวคือทำการเลี้ยงปลานิลและปลาตะเพียนโดยใช้ระบบน้ำหมุนเวียนแบบปิดในบ่อซีเมนต์ ซึ่งได้ปรับปรุงโรงเรือนจากเดิมที่เคยใช้เลี้ยงไก่เนื้อมาก่อน แต่ประสบปัญหาขาดทุนเนื่องจากวิกฤตการณ์ใช้หวัดนกในช่วงก่อนหน้านี้ เกษตรกรจึงประยุกต์เปลี่ยนพื้นโรงเรือนเลี้ยงไก่เนื้อมาสร้างเป็นบ่อซีเมนต์กลม ขนาดความจุประมาณ 18 ลูกบาศก์เมตร เพื่อเลี้ยงปลานิลและปลาตะเพียนภายในโรงเรือนด้วยอัตราที่หนาแน่นตามระบบเชิงพาณิชย์ โดยมีการจัดการระบบน้ำให้เป็นแบบหมุนเวียนในระบบปิด เน้นการผลิตปลาแบบปลอดสารพิษ มีการออกแบบบ่อบำบัดน้ำตามรูปแบบต่างๆ ไปซึ่งประกอบด้วยบ่อดักตะกอน บ่อบำบัดน้ำ และมีการตั้งซื้อวัสดุกรองน้ำที่มีราคาค่อนข้างสูงมาใช้ เช่น แผ่นกรองใยแก้ว เศษปะการัง เปลือกหอยต่างๆ และวัสดุกรองสำเร็จรูปที่ทำจากพลาสติกในรูปแบบต่างๆหลากหลาย แต่ทั้งนี้ทั้งนั้นวัสดุที่ใช้ประกอบชั้นกรองน้ำในบ่อเลี้ยงปลา ระบบปิดเหล่านี้ ทุกชนิดต้องสั่งซื้อจากต่างภูมิภาคหรือแม้กระทั่งต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศซึ่งจำเป็นต้องมีค่าใช้จ่ายด้านการขนส่งและภาษี อีกทั้งวัสดุบางชนิด เช่น เศษปะการังนั้นเป็นวัสดุที่มีข้อจำกัดทางด้านกฎหมายอนุรักษ์ทรัพยากรชายฝั่ง จึงเป็นที่มาของงานวิจัยชิ้นนี้ที่ต้องการทดสอบประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ (MMOs) ต่อการย่อยสลายของเสียจากปลาในชั้นกรองชีววิถีระบบปิด และทดสอบการใช้วัสดุเหลือใช้ที่หาง่ายในท้องถิ่นของจังหวัดเชียงใหม่ เพื่อนำมาสร้างมูลค่าเพิ่มโดยการนำมาประยุกต์ใช้เป็นวัสดุขี้ดเกาะของจุลินทรีย์ชนิดต่างๆที่มีประโยชน์ต่อการย่อยสลายเศษอาหารและสิ่งขับถ่ายต่างๆของปลาในบ่อเลี้ยงระบบปิดภายในโรงเรือนที่มีหลังคาปกคลุม ทั้งนี้หากคุณภาพน้ำในบ่อระบบปิดของปลานิลอยู่ในเกณฑ์คุณภาพที่ดีตามมาตรฐานการประมงที่ปลอดภัยแล้วนั้น ย่อมส่งผลให้ผลผลิตปลานิลและปลาตะเพียนทั้งขนาด

และน้ำหนักปลาที่เลี้ยงตามแบบเทคนิคชีวิตนี้ติดตามไปด้วยเช่นกัน นอกจากนี้ระบบการทำประมงอย่างเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมที่เรียกว่าระบบชีวิต โดยการใช้ผักตบชวาเพื่อดูดซับฟอสฟอรัสส่วนเกินจากน้ำออกสู่ภายนอกบ่อเลี้ยงปลา ก็เป็นอีกหนึ่งวิธีที่มีค่าใช้จ่ายต่ำ สามารถลดการใช้สารเคมีบำบัดน้ำ ลดปริมาณน้ำเสียที่ปล่อยออกสู่ภายนอกฟาร์มได้ รวมทั้งผักตบชวายังใช้ประโยชน์เป็นอาหารสัตว์และปุ๋ยชีวภาพได้ (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)

แนวทางการดำเนินงานวิจัย

ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific method) เพื่อศึกษาความสามารถของจุลินทรีย์กลุ่มที่มีประโยชน์ที่ผลิตโดยมหาวิทยาลัยแม่โจ้ (MMOs) เพื่อช่วยลดความขุ่นตะกอนในบ่อเลี้ยงปลานิลระบบปิดน้ำหมุนเวียนชนิดของวัสดุท้องถิ่นที่จุลินทรีย์ใช้ยึดเกาะในระบบกรองของบ่อระบบปิดคุณภาพน้ำ และอัตราการเจริญเติบโตของปลานิลทางด้านขนาดและน้ำหนัก

ทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

กรอบแนวความคิดในการศึกษา

การเลี้ยงปลานิลและปลาตะเพียนในบ่อระบบปิดเชิงพาณิชย์ ระบบน้ำหมุนเวียน

แบบต่างๆ ไป

(เลี้ยงอย่างหนาแน่นและมีการให้อาหารเม็ดอย่างเต็มทีนาน 4-8 เดือน)





(ต่อ)

(ต่อ)

: Weight gain, Average weight

: Specific Growth Rate; SGR

: Survival rate

: FCR

ผลผลิตปลานิลและปลา
ทับทิมไม่มีคุณภาพความล้มเหลวในการเพาะเลี้ยงปลานิลและปลา
ทับทิมเชิงพาณิชย์

- : พัฒนาระบบการเลี้ยงปลานิลและปลาทับทิมเชิงพาณิชย์ผสมผสานกับการใช้เทคนิคชีววิถีเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
- : พัฒนาผลผลิตทางการประมงเพื่อเป็นอาหารปลอดภัยและสร้างมูลค่าเพิ่มของวัสดุหาง่ายในท้องถิ่น
- : ประหยัดการใช้ทรัพยากรน้ำ ใช้ทรัพยากรน้ำอย่างเต็มประสิทธิภาพ ประหยัดการใช้ไฟฟ้า ช่วยลดภาวะโลกร้อน

อุปกรณ์และวิธีดำเนินงานวิจัย

แผนการวิจัย (ปีที่ 1)**ระยะที่ 1 : ทบทวนเอกสารและร่างแบบเสนอโครงการวิจัย**

1. ศึกษา ค้นคว้า และรวบรวมข้อมูลงานวิจัยและหนังสือต่างๆ ที่เกี่ยวกับเนื้อหาของโครงการ
2. ตั้งโจทย์ปัญหาและออกแบบวางแผนทดลองและการวิจัยร่วมกับนักศึกษา และ เกษตรกรที่มีส่วนร่วมในโครงการ
3. วางแผนการดำเนินงานและขออนุมัติโครงการวิจัย

ระยะที่ 2 : ระยะศึกษาทำการทดลองและบันทึกผลการทดลอง โดยแบ่งการทดลองดังนี้

การทดลองที่ 1 : การทดสอบประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์(MMOs) สูตรเฉพาะของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ต่อการย่อยของเสียในบ่อเลี้ยงปลาแบบปิดแบบชีววิถี

เป็นการทดลองในโรงเรือนที่มีหลังคาปกคลุม ใช้บ่อทดลองขนาดเล็กประมาณ 50x50x100 ซม. ที่มีส่วนแยกสำหรับระบบกรองชีววิถีนี้จำนวน 9 บ่อ (ภาพที่ 1) 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

กลุ่มทดลองที่ 1 บ่อเลี้ยงปลาแบบปิด ไม่มีวัสดุกรองทั้งชนิดที่ 1 และ 2 และไม่มีการเติมจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์(MMOs)

กลุ่มทดลองที่ 2 บ่อเลี้ยงปลาแบบปิดแบบชีววิถี ไม่มีวัสดุกรองทั้งชนิดที่ 1 และ 2 เติมจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์(MMOs) สูตรเฉพาะที่ 1 ปริมาตร 36.40 ลบ.ซม. / บ่อ

กลุ่มทดลองที่ 3 บ่อเลี้ยงปลาแบบปิดแบบชีววิถี ไม่มีวัสดุกรองทั้งชนิดที่ 1 และ 2 เติมจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์(MMOs) สูตรเฉพาะ 2 ปริมาตร 18.20 ลบ.ซม. / บ่อ

1.2. ใช้ปลานิลอายุประมาณ 21-23 วัน ขนาดประมาณ 3-5 ซม. จำนวน 20 ตัว / บ่อ ให้อาหารเม็ดลอยน้ำ จำนวน 5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักรวมปลาในบ่อ

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

1.4. ตรวจสอบผลผลิตปลานิล เช่น ขนาด น้ำหนัก ทุกๆสัปดาห์



ภาพที่ 1 บ่อระบบปิดโดยรวมทั้งหมดที่ใช้ทดลองเลี้ยงปลานิลระบบชีววิถีในอาคารทดลอง มหาวิทยาลัยแม่โจ้

การทดลองที่ 2 : ทดสอบประสิทธิภาพวัสดุที่ใช้ในระบบกรองของบ่อเลี้ยงปลาแบบชีววิถีชนิดต่างๆที่หาได้ง่ายและราคาถูกของจังหวัดเชียงใหม่

เป็นการทดลองในโรงเรือนที่มีหลังคาปกคลุมเช่นกัน ใช้บ่อทดลองขนาดเล็กประมาณ 50x50x100 ซม. ที่มีส่วนแยกสำหรับระบบกรองชีววิถีนี้จำนวน 9 บ่อ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Random Design ; CRD) และหาความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มทดลองโดยวิธี DNMR (Duncan's New Multiple Range Test) ตามโปรแกรมสำเร็จรูป Sirichai Statistic 6.0

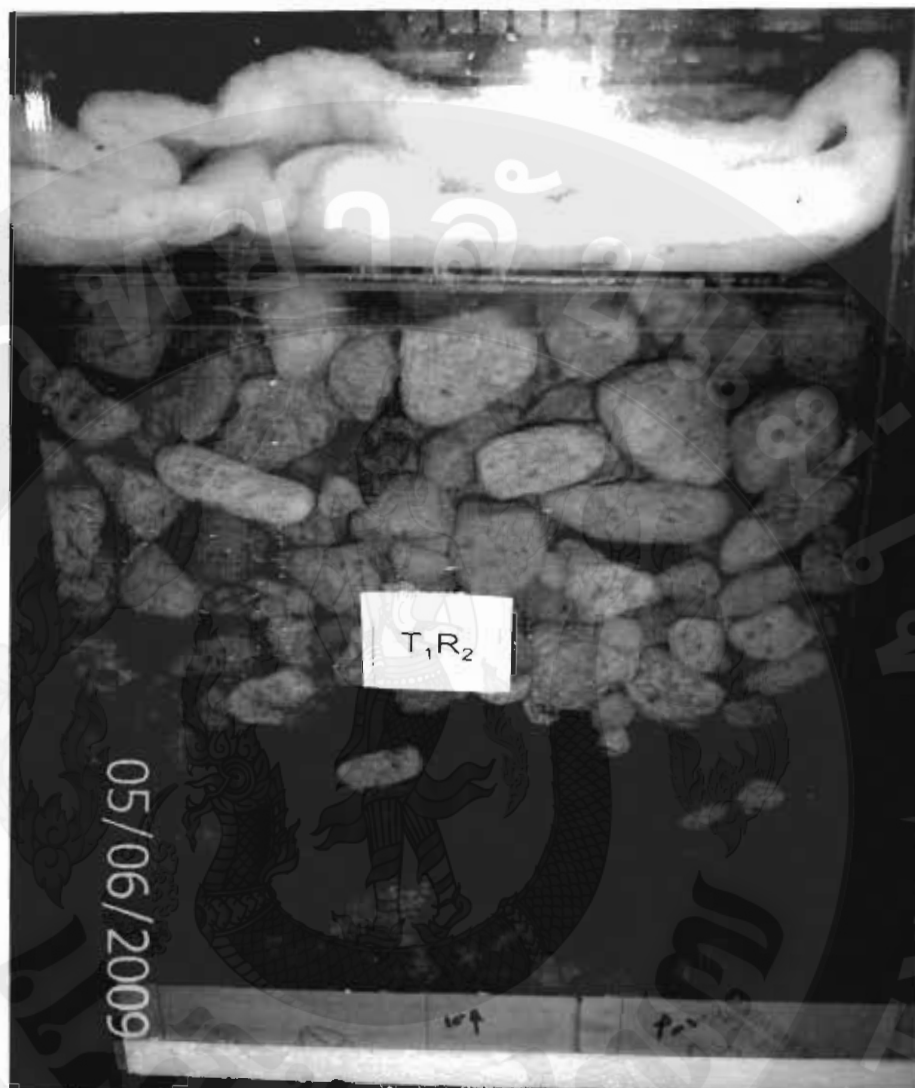
1. กำหนดกลุ่มทดลอง (Treatments) จำนวน 3 กลุ่มๆละ 3 ซ้ำ (Replications) ดังนี้

กลุ่มทดลองที่ 1 บ่อเลี้ยงปลานิลระบบปิดแบบชีววิถี ใช้วัสดุกรองมาตรฐานคือหินภูเขาไฟและเส้นใยพลาสติกเท่านั้น โดยไม่มีวัสดุกรองที่ใช้ทดลองทั้งชนิดที่ 1 คือลูกโป๊บอล (Bioballs) และชนิดที่ 2 คือผ้าขวดพลาสติกที่หาได้ในท้องถิ่น และไม่มีการเติมจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ (MMOs) (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 บ่อเลี้ยงปลานิลระบบปิดแบบชีววิถี ใช้วัสดุกรองมาตรฐาน แต่ไม่มีวัสดุกรองทดลองทั้งชนิดที่ 1 และ 2

กลุ่มทดลองที่ 2 บ่อเลี้ยงปลานิลระบบปิดแบบชีววิถี มีวัสดุกรองมาตรฐานร่วมกับวัสดุกรองที่ใช้ทดลองชนิดที่ 1 (Bioballs) ไม่มีการเติมจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์(MMOs) (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 3 บ่อเลี้ยงปลานิลระบบปิดแบบชีววิถี มีวัสดุกรองมาตรฐานร่วมกับวัสดุกรองทดลองชนิดที่ 1 (Bioballs) (Treatment 1)

กลุ่มทดลองที่ 3 บ่อเลี้ยงปลานิลระบบปิดแบบชีววิถี มีวัสดุกรองมาตรฐานร่วมกับวัสดุกรองชนิดที่ 2 คือฝาชวดพลาสติก แต่ไม่มีการเติมจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์(MMOs) (ภาพที่ 4)



ภาพที่ 4 ป่อเลี้ยงปลานิลระบบปิดแบบชีววิถี มีวัสดุกรองมาตรฐานร่วมกับวัสดุกรองทดลองชนิดที่ 2 ฝาขวดพลาสติก (Treatment 2)

2. ใช้ปลานิลอายุประมาณ 21-23 วัน ขนาดประมาณ 3-5 ซม. จำนวน 20 ตัว / บ่อ ให้อาหารเม็ดลอยน้ำ ให้อาหารจำนวน 5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักรวมปลา
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($\text{PO}_4\text{-P}$)
4. ตรวจสอบผลผลิตปลานิล เช่น ขนาด น้ำหนัก ทุกๆสัปดาห์

แผนการวิจัย (ปีที่ 2)

การทดลองที่ 3 : ทดสอบประสิทธิภาพวัสดุยัดเกาะสำหรับจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์(MMOs) ชนิดต่างๆที่ทำได้ง่ายและมีราคาถูกของจังหวัดเชียงใหม่

เป็นการทดลองในโรงเรือนที่มีหลังคาปกคลุมเช่นกัน ใช้บ่อทดลองขนาด เล็กประมาณ 50x50x100 ซม. ที่มีส่วนแยกสำหรับระบบกรองชีววิถีนี้จำนวน 9 บ่อ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์(Completely Random Design ; CRD) และหาความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มทดลองโดยวิธี DMRT (Duncan's New Multiple Range Test) ตามโปรแกรมสำเร็จรูป Sirichai Statistic 6.0

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

กลุ่มทดลองที่ 1 บ่อเลี้ยงปลาแบบปิดแบบชีววิถี ใช้วัสดุกรองมาตรฐานคือหินภูเขาไฟและเส้นใยพลาสติกเท่านั้น ไม่มีวัสดุกรองทั้งชนิดที่ 1 (Bioballs) และชนิดที่ 2 (ฟางคพลาสติค) แต่มีการเติมจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ (MMOs) สูตรเฉพาะที่เลือกจากการทดลองที่ 1 คือสูตรปริมาตร 36.40 ลบ.ซม. / บ่อ

กลุ่มทดลองที่ 2 บ่อเลี้ยงปลาแบบปิดแบบชีววิถี มีวัสดุกรองมาตรฐาน และวัสดุกรองชนิดที่ 1 ร่วมผสม และมีการเติมจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์(MMOs) สูตรเฉพาะที่เลือกจากการทดลองที่ 1 คือสูตรปริมาตร 36.40 ลบ.ซม. / บ่อ

กลุ่มทดลองที่ 3 บ่อเลี้ยงปลาแบบปิดแบบชีววิถี มีวัสดุกรองมาตรฐาน และวัสดุกรองชนิดที่ 2 ร่วมผสม และมีการเติมจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์(MMOs) สูตรเฉพาะที่เลือกจากการทดลองที่ 1 คือสูตรปริมาตร 36.40 ลบ.ซม. / บ่อ

2. ใช้ปลานิลอายุประมาณ 21-23 วัน ขนาดประมาณ 3-5 ซม. จำนวน 20 ตัว / บ่อ ให้อาหารเม็ดลอยน้ำ จำนวน 5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักรวมปลา

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

4. ตรวจสอบผลผลิตปลานิล เช่น ขนาด น้ำหนัก ทุกๆสัปดาห์

การทดลองที่ 4 : ทดสอบประสิทธิภาพวัสดุยึดเกาะสำหรับจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์(MMOs) ชนิดต่างๆที่หาได้ง่ายและมีราคาถูกของจังหวัดเชียงใหม่ ร่วมกับการใช้ผักตบชวา 30% ของพื้นที่น้ำ

เป็นการทดลองในโรงเรือนที่มีหลังคาปกคลุมเช่นกัน ใช้บ่อทดลองขนาด เล็กประมาณ 50x50x100 ซม. ที่มีส่วนแยกสำหรับระบบกรองชีววิธีนี้จำนวน 9 บ่อ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์(Completely Random Design ; CRD) และหาความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มทดลองโดยวิธี DMRT (Duncan's New Multiple Range Test) ตามโปรแกรมสำเร็จรูป Sirichai Statistic 6.0

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

กลุ่มทดลองที่ 1 บ่อเลี้ยงปลานิลระบบปิดแบบชีววิธี มีวัสดุกรอง มาตรฐาน แต่ไม่มีวัสดุกรองทั้งชนิดที่ 1 และ 2 มีการเติมจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ (MMOs) สูตรเฉพาะที่เลือกจากการทดลองที่ 1 สูตร 36.40 ลบ.ซม / บ่อ ร่วมกับการใช้ผักตบชวา 30% ของพื้นที่น้ำ

กลุ่มทดลองที่ 2 บ่อเลี้ยงปลานิลระบบปิดแบบชีววิธี มีวัสดุกรอง มาตรฐาน ร่วมกับวัสดุกรองชนิดที่ 1 และมีการเติมจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ (MMOs) สูตรเฉพาะที่เลือกจากการทดลองที่ 1 สูตร 36.40 ลบ.ซม / บ่อ ร่วมกับการใช้ผักตบชวา 30% ของพื้นที่น้ำ

กลุ่มทดลองที่ 3 บ่อเลี้ยงปลา ระบบปิดแบบชีววิธี มีวัสดุกรองมาตรฐาน และวัสดุกรองชนิดที่ 2 และมีการเติมจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์(MMOs) สูตรเฉพาะที่เลือกจากการทดลองที่ 1 สูตร 36.40 ลบ.ซม / บ่อ ร่วมกับการใช้ผักตบชวา 30% ของพื้นที่น้ำ

2. ใช้ปลานิลอายุประมาณ 21-23 วัน ขนาดประมาณ 3-5 ซม. จำนวน 20 ตัว / บ่อ ให้อาหารเม็ดลอยน้ำ ปริมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักรวมปลา

3. ตรวจสอบคุณภาพน้ำที่จำเป็นทางการประมง เช่น ปริมาณออกซิเจน ละลายน้ำ(DO) pH อุณหภูมิ แอมโมเนีย-ไนโตรเจน($\text{NH}_3\text{-N}$) ไนไตรด-ไนโตรเจน($\text{NO}_2\text{-N}$) ไนเตรด-ไนโตรเจน($\text{NO}_3\text{-N}$) และออร์โธฟอสเฟต($\text{PO}_4\text{-P}$)

4. ตรวจสอบผลผลิตปลานิล เช่น ขนาด น้ำหนัก ทุกๆสัปดาห์

ระยะเวลาการทำวิจัย 2 ปี (2552 – 2553)

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

ผลการทดลองที่ 1 : การทดสอบปริมาณจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์(MMOs) สูตรเฉพาะของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่คาดว่าจะมีผลดีต่อการลดของเสียต่างๆในน้ำที่ใช้เลี้ยงปลาในระบบปิดแบบชีววิถี (ปีที่ 1)

จากคำแนะนำข้างขวดจุลินทรีย์ สูตรเฉพาะของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ (MMOs) สูตร 3 (ภาพที่ 5) ระบุปริมาณการใช้น้ำจุลินทรีย์ชนิดนี้ไว้ที่จำนวน 100 ลบ.ซม. สำหรับบำบัดน้ำเสีย 1,000 ลิตร ดังนั้นในการทดลองครั้งนี้จึงกำหนดคัดแปลงสูตรการทดลองเป็น 2 สูตรเฉพาะย่อยเพื่อการทดลองที่ 1 ดังนี้

สูตรเฉพาะที่ 1 ใช้จุลินทรีย์จำนวน 36.40 ลบ.ซม. / บ่อ หรือปริมาณ MMOs ต่อปริมาณน้ำในตู้ทดลองคือ 364 ลิตร / เดือน

สูตรเฉพาะที่ 2 ใช้จุลินทรีย์จำนวน 18.20 ลบ.ซม. / บ่อ หรือปริมาณ MMOs ต่อปริมาณน้ำในตู้ทดลองคือ 364 ลิตร / เดือน



ภาพที่ 5 จุลินทรีย์สูตรเฉพาะ (MMOs) สูตร 3 สำหรับการบำบัดน้ำเสียของมหาวิทยาลัยแม่โจ้

จากผลการทดลองที่ 1 เมื่อเลี้ยงปลานิลในระบบปิดชีวิตนาน 3 เดือน พบว่า บ่อเลี้ยงที่ใช้จุลินทรีย์สูตรเฉพาะที่ 1 (36.40 ลบ.ชม / บ่อ) พบค่าเฉลี่ยปริมาณของเสียชนิดแอมโมเนีย-ไนโตรเจน, ไนไตรต-ไนโตรเจน, และออร์โธฟอสเฟต ต่ำกว่าบ่อเลี้ยงที่ใช้จุลินทรีย์สูตรเฉพาะที่ 2 (18.20 ลบ.ชม / บ่อ) และบ่อควบคุมที่ไม่ใช้จุลินทรีย์ใดๆ ในทางตรงกันข้ามที่พบระดับค่าเฉลี่ย pH ของน้ำ, ปริมาณกาซออกซิเจนละลายในน้ำ, และปริมาณไนเตรต-ไนโตรเจน ในบ่อเลี้ยงสูตรเฉพาะที่ 1 สูงกว่าบ่อเลี้ยงที่ใช้จุลินทรีย์สูตรเฉพาะที่ 2 และบ่อควบคุมที่ไม่ใส่จุลินทรีย์ใดๆ สำหรับค่าความเจริญเติบโตของปลานิลที่ประเมินจากค่าเฉลี่ยความยาวและน้ำหนักปลาโดยรวมนั้น พบว่า เมื่อเสร็จสิ้นการทดลองที่ 1 ปลานิลในบ่อทดลองสูตรเฉพาะที่ 1 มีทั้งขนาดความยาวและน้ำหนักตัวต่ำกว่าปลานิลที่เลี้ยงในบ่อทดลองสูตรเฉพาะที่ 2 และบ่อควบคุมที่ไม่ใช้จุลินทรีย์ (ตารางที่ 1)

ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ($\text{NH}_3\text{-N}$; ppm)	บ่อควบคุม ไม่ใส่จุลินทรีย์	0.019
	บ่อทดลองสูตรเฉพาะที่ 1	0.008
	บ่อทดลองสูตรเฉพาะที่ 2	0.010
ปริมาณไนไตรต-ไนโตรเจน ($\text{NO}_2\text{-N}$; ppm)	บ่อควบคุม ไม่ใส่จุลินทรีย์	0.669
	บ่อทดลองสูตรเฉพาะที่ 1	0.632
	บ่อทดลองสูตรเฉพาะที่ 2	0.678
ปริมาณออร์โธฟอสเฟต ($\text{PO}_4\text{-P}$; ppm)	บ่อควบคุม ไม่ใส่จุลินทรีย์	0.849
	บ่อทดลองสูตรเฉพาะที่ 1	0.798
	บ่อทดลองสูตรเฉพาะที่ 2	0.987
ระดับความเป็นกรด-ด่าง (pH)	บ่อควบคุม ไม่ใส่จุลินทรีย์	7.16
	บ่อทดลองสูตรเฉพาะที่ 1	7.09
	บ่อทดลองสูตรเฉพาะที่ 2	7.04
ปริมาณก๊าซออกซิเจน	บ่อควบคุม ไม่ใส่จุลินทรีย์	5.84
	บ่อทดลองสูตรเฉพาะที่ 1	6.03

ละลายน้ำ (DO ; ppm)		
	บ่อทดลองสูตรเฉพาะที่ 2	5.93
ปริมาณไนเตรด-ไนโตรเจน (NO ₃ -N ; ppm)	บ่อควบคุม ไม่ใส่จุลินทรีย์	0.527
	บ่อทดลองสูตรเฉพาะที่ 1	0.640
	บ่อทดลองสูตรเฉพาะที่ 2	0.572
อุณหภูมิ (C)	บ่อควบคุม ไม่ใส่จุลินทรีย์	25
	บ่อทดลองสูตรเฉพาะที่ 1	25
	บ่อทดลองสูตรเฉพาะที่ 2	25
ความยาวรากปลานิล (ซม.)	บ่อควบคุม ไม่ใส่จุลินทรีย์	11.55
	บ่อทดลองสูตรเฉพาะที่ 1	10.90
	บ่อทดลองสูตรเฉพาะที่ 2	12.02
น้ำหนักรากปลานิล (กรัม)	บ่อควบคุม ไม่ใส่จุลินทรีย์	53.04
	บ่อทดลองสูตรเฉพาะที่ 1	44.83
	บ่อทดลองสูตรเฉพาะที่ 2	53.41

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยรวมตลอดการทดลองที่ 1 ของปัจจัยคุณภาพน้ำและปลานิล

จากข้อมูลดิบเฉลี่ยตลอดการทดลองในตารางที่ 1 เป็นที่น่าสังเกตว่า บ่อทดลองสูตรเฉพาะที่ 1 ที่มีการใส่น้ำหมักจุลินทรีย์ MMOs ในปริมาณตามข้างขวด แนะนำไว้คือ 36.40 ลบ.ซม / บ่อ / เดือน นั้นให้ผลตัวเลขเฉลี่ยปริมาณของเสียชนิดแอมโมเนีย-ไนโตรเจน(0.008 มิลลิกรัม / ลิตร) ไนเตรด-ไนโตรเจน(0.632 มิลลิกรัม / ลิตร) และออร์โธฟอสเฟต(0.798 มิลลิกรัม / ลิตร) ก่อนข้างค้ำเมื่อเทียบกับบ่อทดลองอื่นๆ และยังให้ผลข้อมูลดิบเฉลี่ยในทางคุณสมบัติการเพิ่มระดับค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำ (pH; 7.09) ในบ่อสูตรเฉพาะที่ 1 ให้ดีขึ้นควบคู่ไปกับการเพิ่มปริมาณกาซออกซิเจนละลายน้ำ(6.03 มิลลิกรัม / ลิตร) และการเพิ่มปริมาณไนเตรด-ไนโตรเจน(0.640 มิลลิกรัม / ลิตร) ให้มากขึ้นตามมาด้วย การที่น้ำเลี้ยงปลานิลสามารถเปลี่ยนของเสียจากรูปแอมโมเนีย-ไนโตรเจน และ ไนเตรด-ไนโตรเจน ให้เปลี่ยนไปอยู่ในรูปของไนเตรด-ไนโตรเจน ซึ่งมีความเป็นพิษต่อปลานิลค่อนข้างน้อยนั้น ถือว่าเป็นคุณสมบัติที่เกิดขึ้นในบ่อเลี้ยงปลานิล เพราะนอกเหนือจากความเป็นพิษที่มีน้อยลงแล้วนั้น ไนเตรด-

ในโตรเจน ยังเป็นธาตุอาหารหลักที่พืชน้ำและแพลงก์ตอนพืชสามารถนำไปใช้ในการสังเคราะห์แสงเพื่อสร้างอาหารได้โดยตรง ซึ่งแพลงก์ตอนพืชและพืชน้ำเหล่านี้ต่างก็เป็นอาหารโดยธรรมชาติของปลานิลในบ่อเลี้ยงกลางแจ้งระบบเปิดทั่วไป ปลานิลที่กินอาหารธรรมชาติร่วมกับอาหารเม็ดที่เกษตรกรใช้เลี้ยงจึงอ้วนโตสมบูรณ์ดี เกษตรกรสามารถลดจำนวนอาหารเม็ดลงเพราะปลานิลสามารถกินอาหารธรรมชาติได้ จึงเป็นการลดต้นทุนค่าอาหารเลี้ยงปลานิลได้โดยตรง

แต่อย่างไรก็ตามจากข้อมูลของการทดลองที่ 1 เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ วิจัย ตามวิธีวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Random Design ; CRD) และหาความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มทดลองโดยวิธี DMRT (Duncan's New Multiple Range Test) ตามโปรแกรมสำเร็จรูป Sirichai Statistic 6.0 เพื่อหาความแตกต่างระหว่างปัจจัยต่างๆที่ศึกษาในกลุ่มทดลอง กลับพบว่า ไม่มีนัยสำคัญใดๆปรากฏขึ้นในแต่ละกลุ่มของการทดลองที่ 1 นี้เลย นั่นหมายความว่า บ่อทดลองทุกกลุ่มทดลอง (Treatments) ของการทดลองที่ 1 นี้ให้ผลไม่มีความแตกต่างใดๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อการใช้อุจลินทรีย์ MMOs และที่ไม่ใช้อุจลินทรีย์ MMOs ซึ่งเมื่อพิจารณาผลการทดลองโดยภาพรวม ผนวกเข้ากับแนวโน้มของการให้ผลปรากฏจากข้อมูลดิบเฉลี่ยข้างต้นแล้วนั้น การวางแผนทดลองในอนาคตในประเด็นนี้ แนะนำว่าควรมีการเพิ่มปริมาณอุจลินทรีย์ที่ใช้ หรือเพิ่มความถี่การใส่อุจลินทรีย์ลงสู่บ่อเลี้ยงปลานิลระบบปิดในอาคารเช่นนี้ให้มากกว่าเดิม ซึ่งอาจจะให้ผลปรากฏความแตกต่างระหว่างบ่อทดลองที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้นกว่าการทดลองครั้งนี้แน่นอน

ในด้านอัตราการเจริญเติบโตของปลานิลนั้น จากผลการทดลองเลี้ยงปลานิลในระบบปิดน้ำหมุนเวียนชีววิถี ภายในบ่อได้อาคารทดลองครั้งนี้ พบว่าปลานิลในบ่อทดลองสูตรเฉพาะที่ 1 (36.40 ลบ.ซม / บ่อ) มีค่าเฉลี่ยรวมข้อมูลดิบทั้งขนาดและน้ำหนักต่ำกว่าบ่อทดลองอื่นๆ ซึ่งอาจจะเป็นผลมาจากปริมาณไนเตรด-ในโตรเจนที่มีอยู่ค่อนข้างมากภายในบ่อยังไม่สามารถถูกกำจัดได้หมด และรวมทั้งที่ยังไม่ได้ถูกนำไปใช้โดยพืชน้ำและแพลงก์ตอนพืช เพราะเป็นการเลี้ยงภายในอาคารที่มีข้อจำกัดเรื่องแสงสว่าง จึงอาจจะส่งผลกระทบต่ออัตราการเจริญเติบโตของปลานิลที่เลี้ยงในบ่อระบบปิดภายในอาคารแบบนี้ แนวทางการแก้ไขปัญหานี้ในอนาคตนั้น จึงควรทดลองหาวิธีการที่เหมาะสม เพื่อลดปริมาณไนเตรด-ในโตรเจนในน้ำเหล่านี้ให้ลงให้เร็วกว่านี้ (การทดลองที่ 4 ในปีนี้ 2)

โดยใช้เทคนิคชีววิถีใช้ผักคตบชะวา ซึ่งเป็นพืชน้ำอึกชนิดหนึ่งที่มีความสามารถในการดูดซับธาตุอาหารส่วนเกินจากน้ำได้ดีมาก และยังมีความทนทานต่อสภาพพื้นที่ที่มีข้อจำกัดเรื่องแสงสว่าง จึงควรถูกเลือกมาใช้ในการทดลองต่อไป

ผลการทดลองที่ 2 : ทดสอบประสิทธิภาพวัสดุที่ใช้ในระบบกรองของบ่อเลี้ยงปลาแบบชีววิถีชนิดต่างๆที่หาได้ง่ายและราคาถูกของจังหวัดเชียงใหม่

โดยทั่วไปนั้นวัสดุกรองที่ใช้ในบ่อเลี้ยงปลาปัจจุบัน เช่น หินภูเขาไฟ ลูกพลาสติกใบโอบอลแบบต่างๆและแผ่นใยแก้วนั้น (ภาพที่ 6) เป็นวัสดุกรองที่มีราคาต้นทุนการผลิต โดยเฉพาะหินภูเขาไฟนั้นจำเป็นต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศ วัสดุต่างๆเหล่านี้คือต้นทุนของเกษตรกรในจังหวัดเชียงใหม่และภาคเหนือที่จำเป็นต้องลงทุนหากมีการเลี้ยงปลานิลในบ่อระบบปิดภายในอาคาร โรงเรือนเลี้ยงไก่เดิมที่เปลี่ยนมาสร้างบ่อคอนกรีตเลี้ยงปลานิลในขณะนี้

ดังนั้น จึงเป็นที่มาของการทดลองที่ 2 ซึ่งมีจุดประสงค์ค้นหาวិธีการใหม่ที่จะทำอย่างไร เพื่อลดต้นทุนค่าวัสดุกรองลงมาในราคาถูก แต่ประสิทธิภาพการกรองยังคงดีในระดับที่ยอมรับได้ โดยทดลองนี้ได้ใช้ฝาชวดพลาสติกชนิดต่างๆที่มีรอยหยักบริเวณพื้นผิวฝาชวด (ภาพที่ 7) ซึ่งมีขายอยู่ทั่วไปตามร้านรับซื้อชวดเก่าและเศษเหล็กต่างๆมาประยุกต์ใช้เป็นวัสดุกรองเพื่อเป็นที่ยึดเกาะของจุลินทรีย์ หากการทดลองที่ 2 นี้พบประสิทธิภาพการกรองของฝาชวดพลาสติกเก่าต่างๆเหล่านี้ดีกว่าหรือไม่แตกต่างไปจากวัสดุกรองมาตรฐานทั่วไปแล้วนั้น ย่อมเป็นการช่วยลดต้นทุนค่าวัสดุกรองในบ่อเลี้ยงปลานิลระบบปิดภายในอาคารของเกษตรกรภาคเหนือได้โดยตรง



ภาพที่ 6 วัสดุกรองมาตรฐานที่นิยมใช้ในบ่อเลี้ยงปลาทั่วไปในขณะนี้เช่น หินภูเขาไฟ ลูกพลาสติกไบโอบอล และ แผ่นเส้นใยพลาสติกตามลำดับ



ภาพที่ 7 ขวดพลาสติกชนิดต่างๆ ที่ดัดแปลงมาใช้เป็นวัสดุกรองหาง่ายและราคาประหยัด

จากผลการทดลองที่ 2 นี้พบว่า หากพิจารณาข้อมูลดิบเฉลี่ยโดยภาพรวมตลอดการทดลองนั้น บ่อทดลองที่ใช้วัสดุกรองเป็นฝาขวดพลาสติกชนิดต่างๆ แสดงประสิทธิภาพการกรองของเสีย ได้ต่ำกว่าบ่อทดลองที่ใช้วัสดุกรองเป็นลูกพลาสติกไบโอบอล กล่าวคือ บ่อทดลองที่ใช้ฝาขวดพลาสติกร่วมผสมในระบบกรองมาตรฐาน จะพบปริมาณของเสียสะสมจำพวกไนโตรด-ไนโตรเจน (0.142 มิลลิกรัม / ลิตร), ไนเตรด-ไนโตรเจน(0.121 มิลลิกรัม / ลิตร) และออร์

ฟอสเฟต(0.819 มิลลิกรัม / ลิตร) มากกว่าบ่อทดลองที่ใช้ลูกพลาสติกไบโอบอล ร่วมกับวัสดุรองมาตรฐานและบ่อควบคุมที่ใช้วัสดุรองมาตรฐานเพียงอย่างเดียว และบ่อทดลองที่ใช้ฝาขวดพลาสติกก็พบระดับความเป็นกรด-ด่าง(pH; 6.84) และ ปริมาณก๊าซออกซิเจนละลายน้ำ(5.06 มิลลิกรัม / ลิตร) ต่ำกว่าบ่อทดลองที่ใช้ลูกพลาสติกไบโอบอล ยกเว้นเป็นที่น่าสนใจว่า เฉพาะปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนเท่านั้น ที่พบในบ่อทดลองที่ใช้ฝาขวดพลาสติกน้อยกว่าบ่อทดลองที่ใช้ลูกพลาสติกไบโอบอล โดยเป็นปริมาณที่เท่ากับที่พบในบ่อควบคุมจำนวนเฉลี่ย 0.019 มิลลิกรัม / ลิตร สำหรับอัตราการเจริญเติบโตของปลานิลในการทดลองที่ 2 พบว่า ทั้งขนาดและน้ำหนักตัวเฉลี่ยข้อมูลติดตามผลการทดลองของปลานิลในบ่อทดลองที่ใช้ฝาขวดพลาสติกนี้มีมากกว่าบ่อควบคุมและบ่อใช้ลูกพลาสติกไบโอบอลตามลำดับ (ตารางที่ 2)

แต่อย่างไรก็ตามจากข้อมูลของการทดลองที่ 2 นี้เมื่อนำมาวิเคราะห์สถิติ วิจัย ตามวิธีวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์(Completely Random Design ; CRD) และหาความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มทดลองโดยวิธี DMRT (Duncan's New Multiple Range Test) โดยโปรแกรมสำเร็จรูป Sirichai Statistic 6.0 เพื่อหาความแตกต่างระหว่างปัจจัยต่างๆที่ศึกษาในกลุ่มทดลองที่ 2 นี้ กลับพบว่า ไม่มีนัยสำคัญใดๆปรากฏขึ้นในแต่ละกลุ่มของการทดลองที่ 2 นี้เลย นั่นหมายความว่าบ่อทดลองทุกกลุ่มทดลอง(Treatments) ของการทดลองที่ 2 ให้ผล ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติใดๆ ต่อการที่จะใช้หรือไม่ใช้วัสดุ รองทั้งลูกพลาสติกไบโอบอลและฝาขวดพลาสติกมาร่วมผสมกับหินภูเขาไฟซึ่งเป็นวัสดุมาตรฐานในบ่อควบคุมนั่นเอง ซึ่งนั่นหมายความว่า ไม่มีความจำเป็น ใดๆในทางสถิติวิจัย ที่เกษตรกรจะต้องลงทุนซื้อลูกพลาสติกไบโอบอลเท่านั้น เพื่อมาใช้ในระบบกรองของเสียสำหรับบ่อเลี้ยงปลานิลโรงเรือนระบบปิดใน อาคารเช่นนี้ เมื่อเปรียบเทียบกับทางเลือกใช้ฝาขวดพลาสติกชนิดต่างๆแทน เพราะผลของการทดลองที่ 2 ครั้งนี้แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพที่ใกล้เคียงกัน มาก จนกระทั่งไม่มีความแตกต่างใดๆในทางสถิติวิจัยเลย หากเกษตรกรสามารถ เปลี่ยนมาใช้ฝาขวดพลาสติกผสมกับวัสดุหินภูเขาไฟก็ยังสามารถส่งผลปกติต่อ ประสิทธิภาพการกรองของเสียได้ใกล้เคียงกับการใช้หินภูเขาไฟร่วมกับลูก พลาสติกไบโอบอลนั่นเอง แต่หากคำนวณต้นทุนค่าวัสดุรองแล้วนั้น การซื้อฝ าวขวดพลาสติกย่อมเป็นการลงทุนในราคาที่ถูกลงกว่าการซื้อลูกพลาสติกไบโอบอลได้

ไม่ต่ำกว่า 100 – 200 % นอกจากนี้ในอนาคตควรมีการวิจัยวัสดุกรองเชิงเคมีที่ไม่ต้องผสมใช้งานร่วมกับวัสดุกรองมาตรฐาน โดยเปรียบเทียบประสิทธิภาพการกรองระหว่างฝาชวดพลาสติกและลูกพลาสติกไบโอบอลล้วนๆต่อไป ทั้งนี้หากผลการทดลองในอนาคต ให้ผลที่ไม่แตกต่างกับการผสมหินภูเขาไฟซึ่งเป็นวัสดุมาตรฐานแล้วนั้น การเลือกใช้เฉพาะฝาชวดพลาสติกเพียงอย่างเดียวจะช่วยประหยัดต้นทุนค่าวัสดุกรองของเกษตรกรได้เพิ่มขึ้น

ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ($\text{NH}_3\text{-N}$; ppm)	บ่อควบคุม	0.019
	บ่อทดลองผสมลูกพลาสติกไบโอบอล	0.022
	บ่อทดลองผสมฝาชวดพลาสติก	0.019
ปริมาณไนไตรต-ไนโตรเจน ($\text{NO}_2\text{-N}$; ppm)	บ่อควบคุม	0.046
	บ่อทดลองผสมลูกพลาสติกไบโอบอล	0.098
	บ่อทดลองผสมฝาชวดพลาสติก	0.142
ปริมาณออร์ฟอสเฟส ($\text{PO}_4\text{-P}$; ppm)	บ่อควบคุม	0.778
	บ่อทดลองผสมลูกพลาสติกไบโอบอล	0.673
	บ่อทดลองผสมฝาชวดพลาสติก	0.819
ระดับความเป็นกรด-ด่าง (pH)	บ่อควบคุม	6.80
	บ่อทดลองผสมลูกพลาสติกไบโอบอล	6.96
	บ่อทดลองผสมฝาชวดพลาสติก	6.84
ปริมาณก๊าซออกซิเจนละลายน้ำ (DO ; ppm)	บ่อควบคุม	5.32
	บ่อทดลองผสมลูกพลาสติกไบโอบอล	5.21
	บ่อทดลองผสมฝาชวดพลาสติก	5.06

ปริมาณไนเตรต-ไนโตรเจน (NO ₃ -N ; ppm)	บ่อควบคุม	0.083
	บ่อทดลองผสมลูกพลาสติกไบโอ	0.082
	บ่อทดลองผสมฝาขวดพลาสติก	0.121
	บ่อควบคุม	27.06
อุณหภูมิ (C)	บ่อทดลองผสมลูกพลาสติกไบโอ	27.06
	บ่อทดลองผสมฝาขวดพลาสติก	27.06
	บ่อควบคุม	12.81
	บ่อทดลองผสมลูกพลาสติกไบโอ	11.96
ความยาวรากปลานิล (ซม.)	บ่อทดลองผสมฝาขวดพลาสติก	13.88
	บ่อควบคุม	61.15
	บ่อทดลองผสมลูกพลาสติกไบโอ	55.25
	บ่อทดลองผสมฝาขวดพลาสติก	63.89

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยรวมตลอดการทดลองที่ 2 ของปัจจัยต่างๆและอัตราการเจริญเติบโตปลานิล

ผลการทดลองที่ 3 ทดสอบประสิทธิภาพวัสดุยัดเกาะชนิดต่างๆที่หาได้ง่ายและมีราคาถูกของจังหวัดเชียงใหม่ สำหรับจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ (MMO₃)

จากผลการทดลองที่ 3 ที่ทำการทดสอบประสิทธิภาพวัสดุยัดเกาะสำหรับจุลินทรีย์ โดยใช้วัสดุชนิดต่างๆจำนวน 2 ชนิด คือ ลูกพลาสติกไบโอบอล และฝาขวดพลาสติก โดยมีวัสดุรองมาตรฐานคือ หินภูเขาไฟและเส้นใยพลาสติกเป็นส่วนประกอบรวมนั้น พบว่า ประสิทธิภาพการยัดเกาะของจุลินทรีย์ที่ประเมินได้จากการตรวจสอบคุณภาพน้ำในบ่อทดลอง โดยมีสมมุติฐานการทดลองว่า หากการยัดเกาะของจุลินทรีย์ทำได้ดีและมีประสิทธิภาพ จำนวนจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์เหล่านี้ย่อมต้องมีปริมาณสูง จุลินทรีย์ที่ยังเหลืออยู่ในปริมาณที่สูง ย่อมแสดงออกมาทางการปรับสภาพคุณภาพน้ำที่ควรจะให้ผลออกมาในทางที่ดีตามมาด้วย

นั่นเอง ทั้งนี้หากพิจารณาจากข้อมูลคุณภาพน้ำตลอดการทดลองที่ 3 พบว่าประสิทธิภาพการขีดยูเรียของจุลินทรีย์ในทุกกลุ่มการทดลอง แสดงผลออกมาในระดับที่ใกล้เคียงกันมาก จนแทบจะไม่มี ความแตกต่างกันเลยในประสิทธิภาพของวัสดุขีดยูเรียทั้งสามกลุ่มทดลองในครั้งนี้ (ตารางที่ 3)

จากข้อมูลคุณภาพน้ำของการทดลองที่ 3 นี้ เมื่อนำมาวิเคราะห์สถิติด้วย วิธีวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์(Completely Random Design ; CRD) และหาความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มทดลองโดยวิธี DMRT (Duncan's New Multiple Range Test) โดยโปรแกรมสำเร็จรูป Sirichai Statistic 6.0 เพื่อหาความแตกต่างระหว่างปัจจัยต่างๆที่ศึกษาในกลุ่มทดลองที่ 3 นี้พบว่า ไม่มีนัยสำคัญใดๆปรากฏขึ้นในแต่ละกลุ่มของการทดลองที่ 3 นี้เลย นั่นหมายความว่า การเลือกใช้วัสดุขีดยูเรียชนิดต่างๆไม่ว่าจะเป็นวัสดุมาตรฐานเพียงชนิดเดียวคือ หินภูเขาไฟและเส้นใยพลาสติก หรือวัสดุรองมาตรฐานผสมลูกพลาสติกไบโอบอล หรือวัสดุรองมาตรฐานผสมผ้าขดพลาสติก กลุ่มทดลองต่างๆเหล่านี้ไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการขีดยูเรียของจุลินทรีย์ในบ่อทดลองครั้งนี้เลย ดังนั้น หากเกษตรกรต้องการลดต้นทุนค่าวัสดุรอง อาจจะสามารเลือกใช้ผ้าขดพลาสติกเป็นวัสดุรองผสมร่วมกับวัสดุมาตรฐาน แทนการใช้วัสดุมาตรฐานเพียงอย่างเดียว หรือทดแทนการใช้วัสดุมาตรฐานผสมลูกพลาสติกไบโอบอล ซึ่งมีราคาแพงได้ แต่อย่างไรก็ตามเป็นที่น่าสังเกตว่า เมื่อมีการวิเคราะห์สถิติของผลผลิตปลาที่บ่มที่ผลิตได้ในรูปของน้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้นจากเมื่อเริ่มต้นการทดลองในบ่อทดลองต่างๆของการทดลองที่ 3 นี้กลับพบว่า น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้นจากทุกกลุ่มการทดลองที่ใช้วัสดุขีดยูเรียชนิดต่างๆเหล่านี้ ให้ผลความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($F = 59.93^{**}$) (ตารางที่ 4) และเมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มทดลองโดยวิธี DMRT (Duncan's New Multiple Range Test) แล้วพบว่า ทุกกลุ่มการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน (ตารางที่ 5) ผลการวิเคราะห์ที่ได้ออกมาเช่นนี้ย่อมแสดงให้เห็นว่า ทุกกลุ่มการทดลองที่มีการใช้วัสดุรองแตกต่างกันไปนี้ มีความเป็นอิสระต่อกันอย่างสิ้นเชิง วัสดุทุกชนิดที่ใช้ในการรองของ แต่ละกลุ่มไม่มีผลใดๆต่อกันและกัน ในทางสถิติด้วย แต่เมื่อพิจารณาจากข้อมูลเฉลี่ยของน้ำหนักปลานิลที่เพิ่มขึ้นตลอดการทดลอง พบว่า น้ำหนักเฉลี่ยปลานิลจากบ่อทดลองใช้วัสดุรองมาตรฐานผสมลูกพลาสติกไบโอบอลให้ค่าสูงสุดเท่ากับ 166.59 กรัม รองลงไปคือ

บ่อใช้วัสดุกรองมาตรฐานเพียงอย่างเดียวเท่ากับ 139.77 กรัม และบ่อที่ใช้ผ้าขวดพลาสติกผสมวัสดุมาตรฐานเท่ากับ 116.81 กรัม ตามลำดับ

ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ($\text{NH}_3\text{-N}$; ppm)	บ่อควบคุม	0.026
	บ่อทดลองผสมลูกพลาสติกไบโอบอล	0.026
	บ่อทดลองผสมผ้าขวดพลาสติก	0.028
ปริมาณไนไตรต์-ไนโตรเจน ($\text{NO}_2\text{-N}$; ppm)	บ่อควบคุม	0.125
	บ่อทดลองผสมลูกพลาสติกไบโอบอล	0.152
	บ่อทดลองผสมผ้าขวดพลาสติก	0.096
ปริมาณออร์โธฟอสเฟต ($\text{PO}_4\text{-P}$; ppm)	บ่อควบคุม	1.490
	บ่อทดลองผสมลูกพลาสติกไบโอบอล	1.646
	บ่อทดลองผสมผ้าขวดพลาสติก	1.723
ระดับความเป็นกรด-ด่าง (pH)	บ่อควบคุม	8.05
	บ่อทดลองผสมลูกพลาสติกไบโอบอล	8.05
	บ่อทดลองผสมผ้าขวดพลาสติก	8.00
ปริมาณก๊าซออกซิเจนละลายน้ำ (DO ; ppm)	บ่อควบคุม	1.74
	บ่อทดลองผสมลูกพลาสติกไบโอบอล	1.68
	บ่อทดลองผสมผ้าขวดพลาสติก	1.66
ปริมาณไนเตรต-ไนโตรเจน ($\text{NO}_3\text{-N}$; ppm)	บ่อควบคุม	0.325
	บ่อทดลองผสมลูกพลาสติกไบโอบอล	0.420
	บ่อทดลองผสมผ้าขวดพลาสติก	0.336
อุณหภูมิน้ำ (C)	บ่อควบคุม	27.23
	บ่อทดลองผสมลูกพลาสติกไบโอบอล	27.23
	บ่อทดลองผสมผ้าขวดพลาสติก	27.23

ความยาวลูกปลานิล (ซม.)	บ่อควบคุม	20.21
	บ่อทดลองผสมลูกพลาสติกใบโอ	19.94
	บ่อทดลองผสมฝาขวดพลาสติก	20.36
น้ำหนักลูกปลานิล (กรัม)	บ่อควบคุม	139.77
	บ่อทดลองผสมลูกพลาสติกใบโอ	166.59
	บ่อทดลองผสมฝาขวดพลาสติก	116.81

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยรวมตลอดการทดลองที่ 3 ของปัจจัยคุณภาพน้ำต่างๆและอัตราการเจริญเติบโตปลานิล

Sirichai Statistics Version 6.00

Analysis of Variance

Source	df	SS	MS	F	F 0.05	F 0.01	F- Prob
Treatments	2	16135.5778	8067.5778	59.93	3.23	5.18	0.000
Ex.Error	36	4846.2486	134.6180				
Total	38	20981.4042	552.1422				

Grand Mean = 141.05974 / CV = 8.2252% / LSD 0.05 = 9.01 / LSD 0.01 = 11.90

ตารางที่ 4 การวิเคราะห์ทางสถิติการทดสอบประสิทธิภาพวัสดุยึดเกาะชนิดต่างๆ ที่หาได้ง่ายและมีราคาถูกของจังหวัดเชียงใหม่สำหรับจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ (MMO_s)

NAME	MEAN	Ranked at Probability level	
		0.05	0.01
วัสดุมาตรฐาน+Bioballs	166.5900	A	A
วัสดุมาตรฐาน	139.7723	B	B
วัสดุมาตรฐาน+ฝาขวดพลาสติก	116.8169	C	C

Means not sharing letter in common differ significantly by DMRT

ตารางที่ 5 การวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยข้อมูลการทดสอบประสิทธิภาพวัสดุยึดเกาะชนิดต่างๆที่หาได้ง่ายและมีราคาถูกของจังหวัดเชียงใหม่สำหรับจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ (MMO_s)

จากผลการทดลองที่ 3 นี้จะเห็นได้ชัดเจนว่า ชนิดของวัสดุกรองในระบบปิดของบ่อที่ใช้เลี้ยงปลานิล ไม่มีความแตกต่างใดๆต่อประสิทธิภาพการขีดยูเรียของจุลินทรีย์ที่ใช้ทดลอง วัสดุกรองทั้งสามชนิดมีประสิทธิภาพการขีดยูเรียต่อจุลินทรีย์ในระดับใกล้เคียงกันมาก ดังนั้นหากพิจารณาต้นทุนค่าวัสดุกรองเพียงด้านเดียวเท่านั้น ผลจากการทดลองที่ 3 นี้ได้แสดงให้เห็นแล้วว่า ฝาชวดพลาสติกทั่วไปเกษตรกรสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในระบบกรองแบบปิดของบ่อเลี้ยงปลานิลในอาคารได้เช่นกัน แต่ถ้าหากพิจารณาทางด้านผลผลิตในแง่ต้นทุนปลานิลที่ผลิตได้ เกษตรกรคงยังจำเป็นที่จะต้องใช้วัสดุกรองมาตรฐานผสมรวมกับลูกพลาสติกไบโอบอลที่มีต้นทุนค่อนข้างสูงเช่นเดิมอยู่อีกต่อไป เพราะเป็นระบบกรองที่ให้ผลทางด้านการเพิ่มน้ำหนักปลาที่จับได้ดีที่สุดของการทดลองที่ 3 นี้

ผลการทดลองที่ 4 : ทดสอบประสิทธิภาพวัสดุขีดยูเรียสำหรับจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์(MMOs)ชนิดต่างๆที่ทำได้ง่ายและมีราคาถูกของจังหวัดเชียงใหม่ ร่วมกับการใช้ผักคตชวา 30% ของพื้นที่น้ำ

จากผลการทดลองที่ 4 ที่ทำการทดสอบประสิทธิภาพวัสดุขีดยูเรียสำหรับจุลินทรีย์ โดยใช้วัสดุชนิดต่างๆจำนวน 2 ชนิด คือ ลูกพลาสติกไบโอบอล และฝาชวดพลาสติก โดยมีวัสดุกรองมาตรฐานคือ หินภูเขาไฟและเส้นใยพลาสติกเป็นส่วนประกอบร่วมกับการใช้ผักคตชวา 30% ของพื้นที่บ่อทุกกลุ่มทดลอง ทั้งนี้ประสิทธิภาพการขีดยูเรียของจุลินทรีย์ประเมินได้จากการตรวจสอบคุณภาพน้ำในบ่อทุกทดลอง โดยมีสมมุติฐานการทดลองว่า หากการขีดยูเรียของจุลินทรีย์ทำได้ดีและมีประสิทธิภาพ จำนวนจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์เหล่านี้ย่อมต้องมีปริมาณสูง จุลินทรีย์ที่ยังเหลืออยู่ในปริมาณที่สูง ย่อมแสดงออกมาทางการปรับสภาพคุณภาพน้ำที่ควรจะให้ผลออกมาในทางที่ดีตามมาด้วยนั่นเอง นอกจากนี้การประยุกต์ใช้ 30% ของผักคตชวาเพื่อช่วยดูดซับของเสียในบ่อปลาแล้วนั้น ระบบรากผักคตชวาจะยังช่วยเพิ่มพื้นที่ขีดยูเรียของจุลินทรีย์อีกด้วยจึง คาดว่าน่าจะมีส่วนเกี่ยวข้องต่อประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ที่แสดงออกมาทางคุณภาพน้ำในทางใดทางหนึ่ง

ผลการทดลองที่ 4 เมื่อพิจารณาเฉพาะข้อมูลคุณภาพน้ำตลอดการทดลองพบว่า ประสิทธิภาพการขีดยูเรียของจุลินทรีย์ในทุกกลุ่มการทดลอง แสดงผลออกมาในระดับที่ใกล้เคียงกันมาก จนแทบจะไม่มีมีความแตกต่างกันเลยใน

ประสิทธิภาพของวัสดุขี้เถ้าทั้งสามกลุ่มทดลองที่มี 30% ผักตบชวาในครั้งนี้ (ตารางที่ 6)

จากข้อมูลคุณภาพน้ำของการทดลองที่ 4 นี้ เมื่อนำมาวิเคราะห์สถิติด้วย ตามวิธีวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Random Design ; CRD) และหาความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มทดลองโดยวิธี DMRT (Duncan's New Multiple Range Test) โดยโปรแกรมสำเร็จรูป Sirichai Statistic 6.0 เพื่อหาความแตกต่างระหว่างปัจจัยต่างๆของคุณภาพน้ำที่ศึกษาในกลุ่มทดลองที่ 4 นี้ พบว่า ไม่มีนัยสำคัญใดๆปรากฏขึ้นในแต่ละกลุ่มของการทดลองที่ 4 นี้เลย นั่นหมายความว่า การเลือกใช้วัสดุขี้เถ้าชนิดต่างๆไม่ว่าจะเป็นวัสดุมาตรฐานเพียงชนิดเดียวคือ หินภูเขาไฟและเส้นใยพลาสติก หรือวัสดุรองมาตรฐานผสมลูกพลาสติกไบโอบอล หรือวัสดุรองมาตรฐานผสมฝางพลาสติก ในทุกๆบ่อที่มี 30% ผักตบชวาเหล่านี้ วัสดุรองไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการขี้เถ้าของจุลินทรีย์ในบ่อทดลองครั้งนี้เลย ดังนั้น หากเกษตรกรต้องการลดต้นทุนค่าวัสดุรอง อาจจะสามารเลือกใช้ฝางพลาสติกเป็นวัสดุรองผสมร่วมกับวัสดุมาตรฐาน และ 30% ผักตบชวาแทนการใช้วัสดุมาตรฐานเพียงอย่างเดียว หรือทดแทนการใช้วัสดุมาตรฐานผสมลูกพลาสติกไบโอบอล ซึ่งมีราคาแพงได้

แต่อย่างไรก็ตามเป็นที่น่าสังเกตว่า เมื่อมีการวิเคราะห์สถิติของผลผลิตปลานิลที่ผลิตได้ในรูปของน้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้นจากเมื่อเริ่มต้นการทดลองในบ่อทดลองต่างๆของการทดลองที่ 4 นี้กลับพบว่า น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้นจากทุกกลุ่มการทดลองที่ใช้วัสดุขี้เถ้าชนิดต่างๆร่วมกับ 30% ผักตบชวาเหล่านี้ ให้ผลความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติด้วย ($F = 6.15^{**}$) (ตารางที่ 7) และเมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มทดลองโดยวิธี DMRT (Duncan's New Multiple Range Test) แล้วพบว่า กลุ่มทดลองที่ใช้วัสดุรองลูกพลาสติกไบโอบอลผสมวัสดุมาตรฐานและ 30% ผักตบชวา แสดงความแตกต่างทางด้านน้ำหนักปลานิลที่เพิ่มขึ้นอย่างแตกต่างกับกลุ่มทดลองอื่นๆทั้งหมด (ตารางที่ 8) และเมื่อพิจารณาข้อมูลเฉลี่ยของน้ำหนักปลานิลที่เพิ่มขึ้นตลอดการทดลอง พบว่า น้ำหนักเฉลี่ยปลานิลจากบ่อทดลองใช้วัสดุรองมาตรฐานผสมลูกพลาสติกไบโอบอลและ 30% ผักตบชวาให้ค่าสูงสุดเท่ากับ 136.37 กรัม รองลงไปคือบ่อใช้วัสดุรองมาตรฐานและฝางพลาสติกฯ เท่ากับ 111.78 กรัม และบ่อที่ใช้วัสดุมาตรฐานฯ เท่ากับ 116.81 กรัม ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ที่ได้ออกมา

เช่นนี้ย่อมแสดงให้เห็นว่า ผลผลิตน้ำหนักรากจากบ่อที่ใช้วัสดุกรองมาตรฐาน และบ่อที่ใช้วัสดุมาตรฐานผสมกับฟางคพลาสติค ให้ผลผลิตไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติด้วย ดังนั้น หากเกษตรกรต้องตัดสินใจเลือกชนิดวัสดุกรองราคา ถูกเพื่อลดต้นทุนในระบบปิดบ่อเลี้ยงปลานิล ซึ่งมีให้เลือกเพียงสองชนิดคือ วัสดุมาตรฐานผสมกับ 30% ผักตบชวา และฟางคพลาสติคผสมกับ 30% ผักตบชวา แล้วนั้น การเลือกใช้ฟางคพลาสติคย่อมเป็นทางเลือกที่เหมาะสมและลดต้นทุน ได้ดี

ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ($\text{NH}_3\text{-N}$; ppm)	บ่อควบคุม	0.035
	บ่อทดลองผสมลูกพลาสติกไบโอบอล	0.039
	บ่อทดลองผสมฟางคพลาสติค	0.040
ปริมาณไนไตรต-ไนโตรเจน ($\text{NO}_2\text{-N}$; ppm)	บ่อควบคุม	0.280
	บ่อทดลองผสมลูกพลาสติกไบโอบอล	0.160
	บ่อทดลองผสมฟางคพลาสติค	0.250
ปริมาณออร์ฟอสเฟส ($\text{PO}_4\text{-P}$; ppm)	บ่อควบคุม	1.857
	บ่อทดลองผสมลูกพลาสติกไบโอบอล	1.916
	บ่อทดลองผสมฟางคพลาสติค	1.829
ระดับความเป็นกรด-ด่าง (pH)	บ่อควบคุม	8.03
	บ่อทดลองผสมลูกพลาสติกไบโอบอล	8.08
	บ่อทดลองผสมฟางคพลาสติค	7.97
ปริมาณก๊าซออกซิเจนละลายน้ำ (DO ; ppm)	บ่อควบคุม	3.60
	บ่อทดลองผสมลูกพลาสติกไบโอบอล	4.02
	บ่อทดลองผสมฟางคพลาสติค	4.00

ปริมาณไนเตรต-ไนโตรเจน (NO ₃ -N ; ppm)	บ่อควบคุม	0.740
	บ่อทดลองผสมลูกพลาสติกใบโอ	0.740
	บ่อทดลองผสมลูกพลาสติกใบโอ	0.740
	บ่อทดลองผสมฝาขวดพลาสติก	0.940
อุณหภูมิ (C)	บ่อควบคุม	29
	บ่อทดลองผสมลูกพลาสติกใบโอ	29
	บ่อทดลองผสมลูกพลาสติกใบโอ	29
	บ่อทดลองผสมฝาขวดพลาสติก	29
ความยาวรากปลานิล (ซม.)	บ่อควบคุม	18.22
	บ่อทดลองผสมลูกพลาสติกใบโอ	18.53
	บ่อทดลองผสมลูกพลาสติกใบโอ	18.53
	บ่อทดลองผสมฝาขวดพลาสติก	18.75
น้ำหนักรากปลานิล (กรัม)	บ่อควบคุม	111.13
	บ่อทดลองผสมลูกพลาสติกใบโอ	136.37
	บ่อทดลองผสมลูกพลาสติกใบโอ	136.37
	บ่อทดลองผสมฝาขวดพลาสติก	111.78

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ยรวมตลอดการทดลองที่ 4 ของปัจจัยคุณภาพน้ำต่างๆและอัตรา
การเจริญเติบโตปลานิล

Sirichai Statistics Version 6.00

Analysis of Variance

Source	df	SS	MS	F	F 0.05	F 0.01	F-Prob
Treatments	2	5380.6368	2690.318	6.15	3.23	5.18	0.0053
Ex.Error	36	15750.4810	437.5134				
Total	38	21131.1178	556.0820				

Grand Mean = 119.76 / CV = 17.46% / LSD 0.05 = 16.24 / LSD 0.01 = 21.47

ตารางที่ 7 การวิเคราะห์ทางสถิติการทดสอบประสิทธิภาพวัสดุขี้เถ้าแกลบชนิดต่างๆ
ที่หาได้ง่ายและมีราคาถูกของจังหวัดเชียงใหม่สำหรับจุลินทรีย์ที่มี
ประโยชน์ (MMO₃) ร่วมกับการใช้ 30% ผักตบชวาดูดซับของเสีย

NAME	MEAN	Ranked at	Probability level
		0.05	0.01
วัสดุมาตรฐาน+Bioballs	136.3700	A	A
วัสดุมาตรฐาน	111.7838	B	B
วัสดุมาตรฐาน+ฝาขวดพลาสติก	111.1354	B	B

Means not sharing letter in common differ significantly by DMRT

ตารางที่ 8 การวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยข้อมูลการทดสอบประสิทธิภาพ วัสดุยึดเกาะชนิดต่างๆที่หาได้ง่ายและมีราคาถูกของจังหวัดเชียงใหม่ สำหรับจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ (MMO₅) ร่วมกับการใช้ 30% ผักตบชวาดูดซับของเสีย

จากผลการทดลองที่ 4 นี้จะเห็นได้ชัดเจนว่า ชนิดของวัสดุกรองในระบบปิดของ บ่อที่ใช้เลี้ยงปลานิลซึ่งประยุกต์ใช้ 30% ผักตบชวาดูดซับของเสียด้วย ไม่มีความแตกต่างใดๆต่อประสิทธิภาพการยึดเกาะของจุลินทรีย์ที่ใช้ทดลองที่ประเมินผล จากคุณภาพน้ำ วัสดุกรองทั้งสามชนิดมีประสิทธิภาพการยึดเกาะต่อจุลินทรีย์ในระดับใกล้เคียงกันมาก ดังนั้นหากพิจารณาต้นทุนค่าวัสดุกรองเพียงด้านเดียว เท่านั้น ผลจากการทดลองที่ 3 และ 4 นี้ได้แสดงให้เห็นแล้วว่า ฝาขวดพลาสติก ทั่วไป เกษตรกรสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในระบบกรองแบบปิดของบ่อเลี้ยง ปลานิลในอาคารได้เช่นกัน แต่ถ้าหากพิจารณาทางด้านผลผลิตในแง่ต้นทุนปลา นิลที่ผลิตได้ เกษตรกรคงยังจำเป็นที่จะต้องใช้วัสดุกรองมาตรฐานผสมรวมกับลูก พลาสติกไบโอบอลที่มีต้นทุนค่อนข้างสูงเช่นเดิมอยู่อีกต่อไป เพราะเป็นระบบ กรองที่ให้ผลทางด้านการเพิ่มน้ำหนักรปลานิลที่ดีที่สุดของการทดลองที่ 3 และ 4 นี้

จากผลการทดลองที่ 3 และ 4 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำตลอดการ ทดลอง ว่ามีความเหมาะสมต่อการเลี้ยงปลามากน้อยแค่ไหน พบว่า คุณภาพ น้ำบางประการเช่น ปริมาณออร์โธฟอสเฟต(PO₄-P) แอมโมเนีย-ไนโตรเจน(NH₃-N) และไนไตรต์-ไนโตรเจน(NO₂-N) ในการทดลองที่ 3 และ 4 มีปริมาณสูงเกิน ค่ามาตรฐานที่เหมาะสมทางการประมง ทั้งนี้อาจเพราะการทดลองครั้งนี้ เป็นการ ทดลองเลี้ยงปลานิลอย่างหนาแน่นเชิงธุรกิจในร่มชายคาโรงเรือนระบบปิดไม่มี แสงแดด จึงส่งผลให้มีปริมาณของเสียในกลุ่มฟอสฟอรัสและไนโตรเจนคั่งค้างอยู่

ค่อนข้างมาก การทดลองหาวิธีลดปริมาณของเสียในบ่อระบบปิดที่อยู่ภายในอาคารโรงเรียนครั้งนี้ โดยการใช้จุลินทรีย์และผักคตขวานำมาช่วยกำจัดของเสียเหล่านี้ อาจจะยังไม่ส่งผลได้ดีเท่าที่ควร เพราะปัจจัยเรื่องแสงแดดอาจยังคงมีความสำคัญต่อการทำงานของจุลินทรีย์และผักคตขวาตามธรรมชาติของมันเอง แต่อย่างไรก็ตามจากการทดลองครั้งนี้เป็นที่น่าสังเกตว่า เมื่อพิจารณาจากข้อมูลปริมาณกาซออกซิเจนละลายน้ำของการทดลองที่ 3 และ 4 นี้ พบว่า การทดลองที่ 3 มีค่าปริมาณกาซออกซิเจนละลายน้ำเฉลี่ยตลอดการทดลอง(ตารางที่ 3) ต่ำกว่าการทดลองที่ 4 อย่างชัดเจน ค่าปริมาณกาซออกซิเจนละลายน้ำในการทดลองที่ 4 ยังเหมาะต่อการประมงอีกด้วย(ตารางที่ 6) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการมี 30% ผักคตขวาในการทดลองที่ 4 นั้นเองจึงส่งผลให้มีปริมาณกาซออกซิเจนละลายน้ำสูงกว่ากลุ่มทดลองที่ 3

สรุปผลการวิจัย

1. การใช้จุลินทรีย์สูตรเฉพาะของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ สูตร 3 (MMOs) ทั้งในปริมาณ 18.20 และ 36.40 ซีซี / ปริมาตรน้ำในตู้ทดลอง 364 ลิตร / เดือน ไม่มีผลใดๆทางสถิติวิจัยต่อการปรับสภาพน้ำในบ่อระบบปิดภายในอาคารที่ใช้เลี้ยงลูกปลานิลทดลองเมื่อเปรียบเทียบกับบ่อควบคุมที่ไม่มี การใช้จุลินทรีย์ใดๆเลย แต่เมื่อดูจากแนวโน้มของข้อมูลดิบเฉลี่ยที่ได้จากการทดลองนี้พบว่า การทดลองเพิ่มปริมาณจุลินทรีย์ในปริมาณ 36.40 ซีซี / บ่อ หรือการเพิ่มความถี่การใส่จุลินทรีย์ในบ่อเลี้ยงปลานิลระบบปิดภายในอาคาร อาจจะให้ผลบางประการที่ชัดเจนขึ้นมากกว่านี้ได้ จึงควรมีการศึกษาอีกต่อไป
2. การใช้วัสดุกรองบางชนิดเช่น ฝาขวดพลาสติกและลูกพลาสติกใบโอบอลผสมใช้งานร่วมกับการใช้วัสดุมาตรฐานคือหินภูเขาไฟและเส้นใยพลาสติก ในระบบกรองของบ่อเลี้ยงปลานิลระบบปิดภายในอาคาร ไม่แสดงประสิทธิภาพการลดของเสียได้อย่างแตกต่างกันทางสถิติวิทยกับบ่อควบคุมที่ใช้หินภูเขาไฟและเส้นใยพลาสติกเพียงอย่างเดียว ดังนั้น จึงมีข้อน่าสังเกตว่า หากเกษตรกรเลือกที่จะลดต้นทุนค่าวัสดุกรอง โดยการเลือกใช้ฝาขวดพลาสติกซึ่งสามารถเก็บสะสมเองหรือหาซื้อจากร้านรับ

ซื้อของเก่าเหลือทิ้งทั่วไป นำผสมกับหินภูเขาไฟและเส้นใยพลาสติก อาจจะเป็นวิธีที่ดีที่สามารถลดต้นทุนได้ อนึ่ง การทดลองซ้ำโดยเลือกใช้เฉพาะฝาขวดพลาสติกเพียงอย่างเดียวในระบบกรองก็เป็นสิ่งที่ควรศึกษาต่อไป

3. การทดลองใช้ 30% ผักตบชวาในระบบชีววิถี ที่มีการเติมจุลินทรีย์เท่ากัน ลงในบ่อเลี้ยงปลานิลระบบปิดภายในอาคาร โรงเรือนที่ไม่มีแสงแดด ส่งผลให้มีปริมาณกาซออกซิเจนละลายน้ำเหมาะสมแก่การเลี้ยงปลานิล ได้ไม่ต่ำกว่า 3.60 – 4.02 มิลลิกรัม / ลิตร ตลอดจนการทดลอง เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณเพียง 1.66 – 1.74 มิลลิกรัม / ลิตร ที่พบในบ่อทดลองที่ไม่มีผักตบชวา แต่อย่างไรก็ตามทุกการทดลองในครั้งนี้ปริมาณเฉลี่ยของฟอสฟอรัสและไนโตรเจน พบปริมาณสูงเกินกว่า 0.20 และ 0.02 มิลลิกรัม / ลิตร ตามลำดับ ซึ่งเป็นปริมาณที่ไม่เหมาะสมต่อการเลี้ยงปลานิล
4. ผลผลิตของปลานิลที่เลี้ยงโดยระบบปิด ภายในอาคาร โรงเรือนที่ไม่มีแสงแดดในการทดลองที่ 3 และ 4 กลุ่มทดลองที่ใช้วัสดุมาตรฐานผสมกับลูกพลาสติกไบโอบอล แสดงผลผลิตในรูปของน้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติวิชัย ($F = 59.93^{**}$, $F = 6.15^{**}$) ตามลำดับ

เอกสารอ้างอิง

- ข้าวสด (1 สิงหาคม 2545). 2548. ยีสับห้ำประเทศด้านระเบิดแก่งแม่น้ำโขงชีปล่า บิ๊กสตูพันธุ์. จาก
http://www.searin.org/Th/Mekong/Mek_rapid_n3.htm
 [30 มกราคม 2550].
- ข่าวเกษตร นสพ. เดลินิวส์ (2 กันยายน 2546). 2548. การเพาะเลี้ยงปลาบิ๊กเชิงพาณิชย์เพื่อการส่งออก. จาก
http://www.vitayakorn.doae.go.th/asp/detail_whatsnews.asp?id=176
 [30 มกราคม 2550]
- ครูสันติธรรม เทพนิม. 2554. คุณภาพของน้ำในบ่อปลา. จาก
<http://www.sonfree.com/samaban/lesson/74> [24 กุมภาพันธ์ 2554]

จิรนารถ มากมูล, บัญญัติ มนเทียรอาสน์, ปฏิภาณ สุทธิกุลบุตร และภูสิต ปุณณิ.

2550. การเลี้ยงปลาอุกบึกอยู่ในบ่อพักน้ำเสียของคณะเทคโนโลยีการ
ประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ด้วยอัตราความหนาแน่น
ต่างกัน. รายงานการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 8 มหาวิทยาลัยแม่โจ้,
เชียงใหม่. 20- 28 น.

พัชร สีงห์สม, อภินันท์ สุวรรณรักษ์ และคนูวัต เฟื่องอัน. 2550. การเลี้ยงกบนา
ร่วมกับปลาอุกบึกโดยเทคนิคชีววิถี. รายงานการประชุมทางวิชาการ
ครั้งที่ 8 มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่. 59- 66 น.

พัชรราช สิริยะศักดิ์, บัญญัติ มนเทียรอาสน์, ปฏิภาณ สุทธิกุลบุตร และภูสิต
ปุณณิ. 2550. การเลี้ยงปลาไนในกระชังในบ่อพักน้ำเสียของคณะ
เทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้. รายงาน
การประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 8 มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่. 22-29 น.

ภูมิไทย ฟาร์ม. 2554. ฟอสฟอรัส : ดันเหตุของปัญหาแพลงก์ตอนและการเลี้ยงกุ้ง.

จาก

http://www.siamtilapia.com/th/news_activities/article_detail.php?frm_id=80&frm_code_id=3 [24 กุมภาพันธ์ 2554]

บัญญัติ มนเทียรอาสน์, วิชาญ นุ่นสังข์ และ คนูวัฒน์ เฟื่องอัน . 2547. ระบบ
เกษตรชีววิถีเพื่อลดต้นทุนการเลี้ยงปลานิลในบ่อแบบผสมผสาน. รายงาน
การประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 5,มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่,198-204 น.

บัญญัติ มนเทียรอาสน์ และ คนูวัต เฟื่องอัน. 2548. ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิต
เบื้องต้นของแหล่งน้ำในบ่อเลี้ยงปลาเกษตรทฤษฎีใหม่ มหาวิทยาลัยแม่
โจ้ เชียงใหม่ (พ.ย. 2545 – พ.ย. 2547). รายงานการประชุมทางวิชาการ
ครั้งที่ 6, มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่,180-186 น.

บัญญัติ มนเทียรอาสน์ ภูสิต ปุณณิ จิราภรณ์ กิตติกุล และพิมพ์
มนเทียรอาสน์. 2549. ระบบการเลี้ยงปลานิลเชิงบูรณาการร่วมกับ
ผักตบชวาในบ่อพักน้ำเสียเพื่อการบำบัดน้ำและเพื่อผลผลิตจระเข้หน้าจืด.
รายงานผลงานวิจัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่, 1-17 น.

บัญญัติ มนเทียรอาสน์ ภูสิต ปุณณิ จิราภรณ์ กิตติกุล และพิมพ์

มนเทียรอาสน์. 2549. การใช้ปลานิลดูดซับแคดเมียมในบ่อพักน้ำเสีย

คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

รายงานการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 7, มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่.
123-131 น.

บัญญัติ มนเทียรอาสน์ อภินันท์ สุวรรณรัตน์ และขจรเกียรติ แซ่ตัน. 2550.

**เปรียบเทียบศักยภาพห่วงโซ่อาหารธรรมชาติในบ่อเลี้ยงปลาแบบธุรกิจ
และแบบผสมผสานเพื่อลดต้นทุนการผลิตปลานิล 12 เดือน.** วารสารวิจัย
เทคโนโลยีการประมง, มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่. 171-181 น.

บัญญัติ มนเทียรอาสน์, ขจรเกียรติ ศรีนวลสม, อภินันท์ สุวรรณรัตน์, นิวุฒิ

หวังชัย, ภูสิต ปุณณิ และจิราภรณ์ กิตติกุล. 2552. เทคนิคชีววิถีกับการ
จัดการสิ่งแวดล้อมในบ่อเลี้ยงปลาบึกเพื่อลดต้นทุนและเพิ่มคุณภาพเนื้อ
ปลาแบบยั่งยืน. รายงานผลงานวิจัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่. 1-33 น.

บัญญัติ มนเทียรอาสน์ และขจรเกียรติ ศรีนวลสม. 2552. การใช้เทคนิคชีววิถีเพื่อ
ลดปริมาณสารกลืนสาปโคลนในเนื้อปลาบึก. รายงานการประชุมทาง
วิชาการประมง, มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 1-8 น.

ชวลิต วิทยานนท์. 2548. ปลาบึกสัตว์ใกล้จะสูญพันธุ์. วารสารสารคดี (Feature
Magazine). จาก <http://sarakadee.net/feature/1998/12/pla-buek.htm>.

[30 มกราคม 2550]

ไชยณรงค์ เศรษฐกร. 2548. ข้อมูลล่าสุดเกี่ยวกับปลาบึก. จาก

http://www.searin.org/Th/Mekong/mek_catfish_info2.htm.

[30 มกราคม 2550]

สำนักบริการคอมพิวเตอร์. 2548. นักวิจัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ถอดรหัส
พันธุกรรมปลาบึกได้สำเร็จ. จาก

<http://www.ku.ac.th/emagazine/january48/agri/fish.html>.

[30 มกราคม 2550]

วรพงษ์ นลินานนท์, มยุรี จัยวัฒน์, นงนุช รักสกุลไทย และ จิราวรรณ

เข้มประยูร. 2548. การกำจัดกลิ่นไม่พึงประสงค์ในเนื้อปลานิล. คณะ
เทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร. 1-7 น.

ทวีศักดิ์ ชัยเรืองยศ. 2548. เลี้ยงปลาบึกแบบลดต้นทุน. สื่อเกษตร. จาก

<http://www.agmassmedia.com/Technology/knowed/articles20.html>.

[30 มกราคม 2550]

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 (*Eichhornia crassipes*). **Water.Sci.Tech.**, 28(7) : 47-53.

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 (*Eichhornia 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 (*Eichhornia 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. Forêts. 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.
- Bunyat Montien-Art, Phusit Phukmanee, Jiraporn Kitikul and Pimporn Montien-Art. 2007. Use of nile tilapia for cadmium adsorption in wastewater stocking pond. **Proceedings : International Conference on Bridging Gaps in Agriculture Research and Development Toward Sustainable Development**, April 10-11, Central Luzon State University, Philippines. 184-189 p.
- Bunyat Montien-Art. 2008. Survival and growth of Siamese crocodile, *Crocodylus siamensis*, fed formulated diets with and without cadmium supplement. **Proceedings : The 5th Taiwan-Thailand Bilateral Conference on Agriculture for Improving Human Life**. May 7-9, National Pingtung University of Science and Technology, Pingtung, Taiwan. 241-247 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.

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.

Topcat . 2545. ความเห็นเกี่ยวกับปลาบึก. จาก

http://www.expert2you.com/view_article.php?cat_sel=90200&art_id=779

[30 มกราคม 2550]