ศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของอีเอ็มบอลจากพืชน้ำ ในการบำบัดน้ำเสียจากบ่อเลี้ยงกุ้ง

Study on the Enhancement of EM Ball Added by Aquatic Plants in Treatment of Wastewater Discharged from Shrimp Ponds

จิรสิน สยมภาค

สาขาวิชาเทคโนโลยีเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ
วิทยาลัยประมงติณสูลานนท์
สถาบันการอาชีวศึกษาเกษตรภาคใต้
ปีการศึกษา 2564

ศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของอีเอ็มบอลจากพืชน้ำ ในการบำบัดน้ำเสียจากบ่อเลี้ยงกุ้ง

Study on the Enhancement of EM Ball Added by Aquatic Plants in Treatment of Wastewater Discharged from Shrimp Ponds

จิรสิน สยมภาค

สาขาวิชาเทคโนโลยีเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ
วิทยาลัยประมงติณสูลานนท์
สถาบันการอาชีวศึกษาเกษตรภาคใต้
ปีการศึกษา 2564

ใบรับรองโครงงาน
เทคโนโลยีบัณฑิต (ทล.บ.)
สาขาวิชาเทคโนโลยีเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

เรื่อง ศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของอีเอ็มบอลจากพืชน้ำ
ในการบำบัดน้ำเสียจากบ่อเลี้ยงกุ้ง
Study on the Enhancement of EM Ball Added
by Aquatic Plants in Treatment of Wastewater Discharged
from Shrimp Ponds

โดย นายจิรสิน สยมภาค

ได้รับพิจารณาเห็นชอบโดย

..... ประธานกรรมการ
(นายกรีฑา ดิษโสภา)
..... กรรมการ
(นางพัชริดา ขำขจร)
..... ประธานหลักสูตร
(นางกฤษณี วงศ์วุฒิวัฒน์) ทำหน้าที่ กรรมการและเลขานุการ

วันที่ 29 เดือน ตุลาคม พ.ศ.2564
วิทยาลัยประมงติณสูลานนท์
สถาบันการอาชีวศึกษาเกษตรภาคใต้
ปีการศึกษา 2564

เรื่อง	ศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของอีเอ็มบอลจากพืชน้ำในการบำบัดน้ำเสียจากบ่อเลี้ยงกุ้ง Study on the Enhancement of EM Ball Added by Aquatic Plants in Treatment of Wastewater Discharged from Shrimp Ponds
โดย	นายจิรสิน สยมภาค
สาขาวิชา	เทคโนโลยีเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ
อาจารย์ที่ปรึกษา	นายอภิรักษ์ จันทวงศ์
ที่ปรึกษาร่วมโครงงาน	นางพัชริดา ขำขจร

บทคัดย่อ

ศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของ EM Ball จากพืชน้ำป่นแห้งในการบำบัดน้ำเสียจากบ่อเลี้ยงกุ้ง เพื่อศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของ EM Ball จากพืชน้ำในการลดสารประกอบไนโตรเจนในการบำบัดน้ำเสียจากบ่อเลี้ยงกุ้งก่อนปล่อยลงสู่ธรรมชาติแบ่งออกเป็น 4 ชุดการทดลอง ชุดการทดลองที่ 1 EM Ball ทั่วไปที่ไม่เพิ่มพืชน้ำป่นแห้ง ชุดการทดลองที่ 2 เพิ่มดอกจอกป่นแห้ง 30 กรัม ชุดการทดลองที่ 3 เพิ่มต้นกกป่นแห้ง 30 กรัม และชุดการทดลองที่ 4 เพิ่มผักตบชวาป่นแห้ง 30 กรัม ต่อน้ำเสียจากบ่อเลี้ยงกุ้ง 400 ลิตร ทำการทดลองเป็นระยะเวลา 15 วัน ณ โรงเพาะฟักสัตว์น้ำกร่อย วิทยาลัยประมงติณสูลานนท์ พบว่า ชุดการทดลองที่ 1 ชุดควบคุม สามารถลดปริมาณแอมโมเนียได้ดีกว่า โดยลดจาก 5.488±0.000 มิลลิกรัมต่อลิตร เหลือ 0.035±0.009 มิลลิกรัมต่อลิตร และลดปริมาณไนไตรท์ 1.483±0.000 มิลลิกรัมต่อลิตร เหลือ 1.421±0.096 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) สรุปได้ว่าการเพิ่มพืชน้ำป่นแห้งใน EM Ball ไม่มีผลต่อการเพิ่มประสิทธิภาพของ EM Ball

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานเรื่องศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของ EM Ball จากพืชน้ำแบบปั่นแห้งเพื่อช่วยลดสารประกอบไนโตรเจนในการบำบัดน้ำเสียจากบ่อเลี้ยงกุ้งก่อนปล่อยลงสู่ธรรมชาติฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยการเอื้อเฟื้อข้อมูลที่มีประโยชน์ และความร่วมมือต่างๆ ของหลายท่านที่ช่วยสนับสนุนผู้วิจัยตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดการทดลองลอง ขอขอบพระคุณอาจารย์อภิรักษ์ จันทวงศ์ เป็นอาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีเพราะเลี้ยงสัตว์น้ำวิทยาลัยประมงติณสูลานนท์ สถาบันการอาชีวศึกษาเกษตรภาคใต้ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา และสละเวลาให้คำแนะนำเกี่ยวกับแนวทางการทำวิจัย การปรับปรุงและการนำเสนองานวิจัยนี้ และขอบคุณทางครอบครัวอย่างยิ่งที่สนับสนุนงบประมาณในการทำงานและให้กำลังใจในการทำวิจัยในครั้งนี้ ให้ผู้วิจัยสามารถดำเนินการได้อย่างราบรื่นและลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณเพื่อนในหลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ วิทยาลัยประมงติณสูลานนท์ สถาบันการอาชีวศึกษาเกษตรภาคใต้ ที่ให้ความร่วมมือ และช่วยเหลือในด้านการดำเนินการต่างๆ จนทำให้วิจัยสำเสร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบคุณครอบครัวที่สนับสนุนในด้านกำลังใจตลอดการทำวิจัย ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง มา ณ ที่นี้

จิรสิน สยมภาค

สาขาวิชาเทคโนโลยีเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

วิทยาลัยประมงติณสูลานนท์ สถาบันการอาชีวศึกษาเกษตรภาคใต้

ตุลาคม 2564

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	**(1)**
สารบัญตาราง	**(2)**
สารบัญภาพ	**(3)**
บทนำ	
ที่มาและความสำคัญ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	
เอกสารวิชาการ	4
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	26
วิธีการดำเนินการ	
วัสดุและอุปกรณ์	27
การวางแผนการทดลอง	28
วิธีการทดลอง	28
ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	
ผลการทดลอง	31
วิจารณ์ผลการทดลอง	34
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	
สรุปผลการทดลอง	36
ข้อเสนอแนะ	36
เอกสารอ้างอิง	**37**
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก ตารางแสดงข้อมูลและผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	41
ภาคผนวก ข วัสดุและอุปกรณ์	53

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากฟาร์มเลี้ยงกุ้งทะเล	24
2	แสดงค่าแอมโมเนีย (มิลลิกรัมต่อลิตร) จากการเพิ่มประสิทธิภาพของ EM ที่ผสมพืชน้ำในการลดสารประกอบไนโตรเจนในการบำบัดน้ำเสีย จากบ่อเลี้ยงกุ้ง	31
3	แสดงค่าไนไตรท์ (มิลลิกรัมต่อลิตร) จากการเพิ่มประสิทธิภาพของ EM ที่ผสมพืชน้ำในการลดสารประกอบไนโตรเจนในการบำบัดน้ำเสีย จากบ่อเลี้ยงกุ้ง	32
4	แสดงค่าคุณภาพน้ำ จากการเพิ่มประสิทธิภาพของ EM ที่ผสมพืชน้ำในการลดสารประกอบไนโตรเจนในการบำบัดน้ำเสีย จากบ่อเลี้ยงกุ้ง	33

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงภาพจุลินทรีย์ EM	8
2	แสดงภาพรำละเอียด	16
3	แสดงภาพแกลบ	17
4	แสดงภาพกากน้ำตาล	18
5	แสดงภาพหน้าดินเหนียว	19
6	แสดงภาพผักตบชวา	20
7	แสดงภาพต้นกก	21
8	แสดงภาพดอกจอก	22

บทนำ

ที่มาและความสำคัญ

กุ้งขาวแปซิฟิก *(Penaeus vannamei)* หรือ Pacific white Shrimp หรือที่เรียกกันทั่วไปว่า White Leg Shrimp เป็นกุ้งพื้นเมืองในทวีปอเมริกาใต้ พบอยู่ทั่วไปในบริเวณชายฝั่งของมหาสมุทรแปซิฟิกตะวันออก จากตอนเหนือของประเทศเม็กซิโกจนถึงตอนเหนือของประเทศเปรู กุ้งชนิดนี้มีการเลี้ยงกันมากในประเทศเอกวาดอร์ เม็กซิโก เปรู ปานามา ฮอนดูรัส โคลัมเบีย และประเทศบราซิล ซึ่งประเทศบราซิลเป็นประเทศที่เริ่มเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมไม่กี่ปีมานี้ แต่มีผลผลิตเป็นจำนวนมาก เนื่องจากรัฐบาลประเทศบราซิลให้การสนับสนุนการเลี้ยงกุ้งขาวแปซิฟิกอย่างจริงจัง ทำให้ผลผลิตของประเทศบราซิลเพิ่มอย่างรวดเร็วจนเป็นอันดับ 1 ของประเทศในทวีปอเมริกาใต้ในขณะนี้

กุ้งขาวแปซิฟิกที่เกษตรกรในประเทศไทยนิยมเรียกว่ากุ้งขาวแวนนาไม หรือเรียกกันว่า “กุ้งขาว” เป็นกุ้งที่เลี้ยงง่าย มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว เนื่องจากพ่อแม่พันธุ์ได้รับการพัฒนาสายพันธุ์มาเป็นเวลาช้านาน และทำให้มีการนำเข้าไปเลี้ยงในหลายๆ ประเทศ และกุ้งชนิดนี้ได้มีการนำเข้ามาทดลองเลี้ยงในทวีปเอเชียครั้งแรกในประเทศไต้หวัน ปี พ.ศ. 2539 และต่อมาได้นำเข้าไปในประเทศจีนในปี พ.ศ. 2541 สำหรับประเทศไทยได้มีการนำกุ้งขาวแวนนาไมเข้ามาทดลองเลี้ยงในปีพ.ศ. 2541 การทดลองในครั้งนั้นแบบไม่ประสบความสำเร็จมากนัก จนกระทั่งเดือนมีนาคมพ.ศ. 2542 กรมประมงได้อนุญาตให้นำพ่อแม่พันธุ์ที่ปลอดเชื้อ (Specific Pathogen Free, SPF)จากต่างประเทศเข้ามาทดลองเลี้ยง ระยะเวลาการนำเข้าพ่อแม่พันธุ์ที่ปลอดเชื้อจากเดือนมีนาคม พ.ศ. 2545 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2546 เป็นช่วงเวลาเดียวกันที่การเลี้ยงกุ้งกุลาดำในประเทศไทยกำลังประสบปัญหาในเรื่องกุ้งโตช้า โดยเฉพาะในขณะที่จับกุ้งจะ พบว่า มีกุ้งขนาดเล็กน้ำหนักประมาณ 3 ถึง 5 กรัม เป็นจำนวนมาก ทำให้เกษตรกรส่วนใหญ่ประสบปัญหาภาวะขาดทุน ในขณะเดียวกันเกษตรกรบางส่วนได้ทดลองเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ซึ่งส่วนใหญ่ให้ผลค่อนข้างดี และจากกระแสการเลี้ยงกุ้งขาวที่ได้ผลดีกว่ากุ้งกุลาดำ ส่งผลให้เกษตรกรจำนวนมากหันมาเลี้ยงกุ้งขาวกันมากขึ้นแต่เนื่องจากกุ้งขาวเป็นกุ้งชนิดใหม่ที่ไม่เคยเลี้ยงในประเทศไทย รายละเอียดเกี่ยวกับพฤติกรรมการเลี้ยงการให้อาหารตลอดจนปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลเกี่ยวกับการเลี้ยงยังไม่มีการศึกษามาก่อน ทำให้กลุ่มของเกษตรกรบางส่วนมีปัญหาในเรื่องของกุ้งเป็นโรคในเรื่องของลูกพันธุ์ที่มีคุณภาพไม่ดี หลังจากเลี้ยงแล้วมีปัญหากุ้งโตช้า และมีลักษณะผิดปกติบางอย่างเกิดขึ้น เนื่องจากกุ้งขาวเป็นกุ้งที่มีการเลี้ยงอย่างแพร่หลายทั่วโลกมากกว่า 30 ประเทศ ดังนั้นในอนาคตการผลิตกุ้งขาวออกสู่ตลาดโลก

มีปริมาณมาก โดยเฉพาะในปี พ.ศ. 2546 ประเทศจีน ซึ่งเป็นประเทศที่มีการผลิตกุ้งมากที่สุดในโลก ถึง 400,000 ตันต่อปี พบว่า จำนวนมากกว่าครึ่งหนึ่งของผลผลิตจะมาจากกุ้งขาวส่วนในประเทศไทย เมื่อปี พ.ศ. 2545 มีการผลิตกุ้งขาวที่มีอยู่ประมาณ 20,000 ตัน แต่ในปี พ.ศ. 2562 ประเทศไทย สามารถผลิตกุ้งขาวได้จำนวนประมาณ 260,610 ตัน จะเห็นได้ว่ามี ปริมาณเพิ่มขึ้นมาก และในขณะนี้ ประเทศไทยเป็นประเทศที่ผลิตกุ้งขาวได้มากเป็นอันดับสองรองจากประเทศจีน

ผลกระทบของน้ำทิ้งจากฟาร์มเลี้ยงกุ้งบริเวณแหล่งน้ำธรรมชาติในเขตจังหวัด สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช สงขลา และปัตตานี พบว่า คลองราม จังหวัดสุราษฎร์ธานีคุณภาพน้ำ มีการปนเปื้อนของของเสียจากการเลี้ยงกุ้ง ค่าเฉลี่ย แอมโมเนียรวม สูงถึง 0.424 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ย BOD 6.29 มิลลิกรัมต่อลิตร ปากพนัง มีค่าเฉลี่ยแอมโมเนียรวม 0.554 มิลลิกรัมต่อลิตร ต่อลิตร ค่าเฉลี่ย BOD 3.20 มิลลิกรัมต่อลิตร คลองท่าซัก จังหวัดนครศรีธรรมราชมีค่าเฉลี่ย แอมโมเนียรวม 0.380 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ย BOD 3.13 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนคลองอื่นๆ คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำเพื่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ การเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำ ในคลองเหล่านี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลักๆ ได้แก่ ปริมาณน้ำฝนที่ตกในแต่ละเดือน ระดับการขึ้นลงของน้ำ ในฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ คุณภาพน้ำโดยรวมจะดีขึ้นในทุกๆ แหล่งน้ำ BOD และแอมโมเนีย ในทุกแหล่งน้ำ พบว่า มีความสัมพันธ์กับพื้นที่การเลี้ยงกุ้ง โดยที่สามารถใช้พื้นที่การเลี้ยงทำนาย ค่าเฉลี่ยของแอมโมเนียรวม 82.5 และ 98.8 เปอร์เซ็นต์ และค่าเฉลี่ยของ BOD46.1 เปอร์เซ็นต์ คุณภาพน้ำที่สำรวจจากแหล่งน้ำต่างๆ พบว่า มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของคลอโรฟิลล์ เอ เฉลี่ย 55.0 เปอร์เซ็นต์ ปัจจัยที่มีอิทธิพลมากที่สุดได้แก่ ความเค็ม ระดับการขึ้นลงของน้ำ แอมโมเนียรวม ฟอสฟอรัสรวม นอกจากนี้ได้เสนอร่างเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง เพื่อการป้องกัน และจัดการคุณภาพน้ำในแหล่งเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งให้สามารถใช้ประโยชน์ ในระยะยาว

การแก้ปัญหาคุณภาพน้ำดังกล่าวทำได้หลายวิธี เช่น เปลี่ยนถ่ายน้ำ ใช้สารเคมีต่างๆ และ การใช้วิธีทางชีวภาพ เช่น ใช้จุลินทรีย์มาช่วยบำบัดของเสียที่ปนเปื้อนในน้ำทิ้งให้อยู่ในรูป ที่ไม่เป็นพิษ หรือลดปริมาณของเสียลง การใช้จุลินทรีย์ เพื่อบำบัดน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ มีการใช้มากว่า 10 ปีแล้ว (เกรียงศักดิ์, 2544) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีขายในท้องตลาด ปัจจุบัน มีการใช้จุลินทรีย์ก้อนในการบำบัดน้ำทิ้งทั้งในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และในแหล่งน้ำธรรมชาติ โดยหน่วยงานต่างๆ อย่างแพร่หลาย โดยที่เกษตรกร และผู้ใช้ยังไม่รู้ว่ามีจุลินทรีย์ชนิดใดบ้าง ที่เป็นประโยชน์จริง และแต่ละชนิดมีบทบาทในการลดสารพิษชนิดใด รวมทั้งมีการนำผลิตภัณฑ์ จากจุลินทรีย์ดังกล่าวไปใช้ในทุกสภาพแวดล้อม ตั้งแต่แหล่งน้ำจืดจนถึงในทะเลโดยยังไม่มีการทดลอง เพื่อหาวิธีการใช้ที่ได้ผล และเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์จากจุลินทรีย์แต่ละชนิดจึงมีความจำเป็น ต้องศึกษาหาวิธีการใช้ที่เหมาะสม สำหรับผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์แต่ละชนิดว่าเหมาะสำหรับน้ำจืด

หรือน้ำทะเล ที่ให้ผลในการบำบัดของเสียชนิดใดได้ดี และแตกต่างกับการทำงานของจุลินทรีย์ที่มีอยู่แล้วในธรรมชาติหรือไม่ เพื่อนำผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดได้ผลดี และไม่สิ้นเปลืองงบประมาณในการบำบัดน้ำเสียของการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม

ดังนั้นผู้วิจัย จึงได้สนใจที่จะศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของ EM Ball จากพืชน้ำป่นแห้ง ในการลดสารประกอบไนโตรเจนในการบำบัดน้ำเสียจากบ่อเลี้ยงกุ้งก่อนปล่อยลงสู่ธรรมชาติ *(Penaeus vannamei)*

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของ EM Ball จากพืชน้ำป่นแห้ง ในการลดปริมาสารประกอบไนโตรเจนในการบำบัดน้ำเสียจากบ่อเลี้ยงกุ้งก่อนปล่อยลงสู่ธรรมชาติ

การตรวจเอกสาร

การศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของ EM Ball จากพืชน้ำป่นแห้งในการบำบัดน้ำเสียจากบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม *(Penaeus vannamei)* เพื่อช่วยบำบัดน้ำเสียที่มีคุณภาพดีในการปล่อยลงสู่ธรรมชาติมีเอกสารงานวิชาการ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

เอกสารวิชาการ

1. น้ำเสีย

น้ำเสีย ตามพระราชบัญญัติส่งเสริม และรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 หมายถึง ของเสียที่อยู่ในสภาพเป็นของเหลวรวมทั้งมวลสารที่ปะปน หรือปนเปื้อนอยู่ในของเหลวนั้น การบำบัดมีกระบวนการมากมายที่สามารถนำมาใช้ในการทำความสะอาดน้ำเสียขึ้นอยู่กับประเภทและขอบเขตของการปนเปื้อน น้ำเสียส่วนใหญ่ได้รับการบำบัด ซึ่งรวมถึงกระบวนการการบำบัดทางกายภาพ ทางเคมี และทางชีวภาพ อย่างไรก็ตาม การใช้ถังบำบัดน้ำเสียเป็นที่แพร่หลายระบบการบำบัดด้วยวิธีแอโรบิก ที่สำคัญที่สุดเป็นกระบวนการตกตะกอนโดยการบำรุงรักษา และการหมุนเวียนของชีวะมวลที่ซับซ้อน ที่ประกอบด้วยจุลินทรีย์ที่สามารถดูดซับสารอินทรีย์ในน้ำเสีย น้ำเสียบางที่อาจจะได้รับการปฏิบัติอย่างดี และนำกลับมาใช้เป็นน้ำปรับสภาพ

ผลกระทบของน้ำเสียจากบ่อเลี้ยงกุ้ง

1) ผลกระทบของน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำต่อสิ่งแวดล้อม

ในปัจจุบันประเทศไทยยังมีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่มีเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะการเพาะเลี้ยงชายฝั่งคือ การเลี้ยงกุ้งทะเล เช่น กุ้งกุลาดำ และกุ้งขาวแวนนาไม เป็นต้น ซึ่งมีการเลี้ยงแบบพัฒนาที่มีความหนาแน่นของสัตว์น้ำสูง จำเป็นต้องใช้น้ำเป็นจำนวนมาก ตัวอย่าง เช่น การเลี้ยงกุ้งกุลาดำในการเลี้ยงกุ้งหนึ่งรุ่นในบ่อเลี้ยงขนาด 0.9-6 ไร่ ให้ผลผลิตกุ้ง 0.4-2.5 ตันต่อไร่ ต้องใช้น้ำ 6,000-168,000 ตันต่อรุ่น (คณิต และพุทธ, 2535) ซึ่งน้ำทิ้ง และขี้เลนที่ถูกทิ้งออกมาสู่สิ่งแวดล้อมจะทำให้เกิดผลกระทบกับสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะทำให้เกิดมลพิษทางน้ำ

2) ผลกระทบต่อคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติ

ความเค็มของน้ำทิ้งมีผลกระทบต่อคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติ การรองรับสภาพน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้ง ที่ใช้น้ำเค็มในการเลี้ยงโดยเฉพาะการเลี้ยงกุ้งทะเล จะส่งผลกระทบต่อแหล่งน้ำจืดในบริเวณใกล้เคียง หรือเป็นแหล่งรองรับ เนื่องจากน้ำในการเลี้ยงกุ้งมีการปล่อยน้ำเสีย

เป็นจำนวนมากรวมถึงขี้เลนซึ่งก็มีความเค็มด้วยส่งผลให้แหล่งน้ำจืดแหล่งน้ำผิวดิน และแหล่งน้ำใต้ดินไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ดีเท่าที่ควร น้ำเสียจากการเลี้ยงกุ้งทำให้แหล่งน้ำตามธรรมชาติมีออกซิเจนที่ละลายน้ำลดลง เนื่องจากในมีสารอินทรีย์ละลายอยู่เป็นปริมาณมากเมื่อมีการปล่อยลงสู่แหล่งน้ำทำให้มีการใช้ออกซิเจนในการย่อยสลายสารอินทรีย์เหล่านั้นโดยจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในธรรมชาติ เมื่อออกซิเจนลดลงจนจุลินทรีย์ ที่ต้องใช้ออกซิเจนก็ไม่สามารถทำงานได้อีกสารอินทรีย์ที่เหลือก็จะถูกย่อยสลายต่อโดยจุลินทรีย์กลุ่มที่ไม่ใช้ออกซิเจน และผลผลิตที่ได้ก็จะเป็นพิษต่อสัตว์น้ำด้วย เช่น แอมโมเนีย ไฮโดรเจนซัลไฟด์ เป็นต้น

สารอาหารในส่วนของน้ำเสียจากการเพาะเลี้ยงกุ้งขาวจะทำให้เกิดการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืช เนื่องจากในน้ำเสียมีธาตุอาหารละลายอยู่เป็นปริมาณมาก โดยเฉพาะไนโตรเจนและฟอสฟอรัสซึ่งจะเป็นสารอาหารให้กับแพลงก์ตอนพืชทำให้มีการเจริญเติบโต และเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วตามสารอาหารที่ได้รับ ซึ่งจะแย่งใช้ออกซิเจนกับกุ้งในเวลากลางคืน และเมื่อแพลงก์ตอนเหล่านั้นตายลง จุลินทรีย์ก็จะใช้ออกซิเจนในการย่อยสลายซากแพลงก์ตอนเหล่านั้น ทำให้ออกซิเจนลดลงและส่งผลต่อกุ้ง สารปนเปื้อนในน้ำเสียจากการเลี้ยงกุ้งมีผลต่อสัตว์น้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติ เนื่องจากมีการเลี้ยงกุ้งเพิ่มมากขึ้นทำให้มีน้ำทิ้งปล่อยลงสู่แหล่งน้ำตามธรรมชาติมากขึ้นตามไปด้วย และในน้ำเสียเหล่านั้นจะมีสารปนเปื้อนอยู่เป็นจำนวนมาก เช่น แอมโมเนีย แอมโมเนียมไอออน ไนไตรท์ ไนเตรท ฟอสเฟต และสารเคมีอื่นๆ ซึ่งสารบางชนิดเป็นพิษต่อสัตว์น้ำโดยตรง และบางชนิดมีมากจนจุลินทรีย์ในแหล่งน้ำธรรมชาติไม่สามารถย่อยสลายได้ทัน จึงทำให้คุณภาพน้ำในแหล่งรองรับเสื่อมโทรม

2. จุลินทรีย์บำบัดน้ำเสียจากบ่อเลี้ยงกุ้ง

การใช้จุลินทรีย์บำบัดน้ำเสียจากการเลี้ยงกุ้งการบำบัดน้ำเสียจากการเลี้ยงกุ้งโดยวิธีทางชีวภาพนั้นจำเป็นต้องใช้จุลินทรีย์หลายชนิดในการบำบัด เพราะจุลินทรีย์แต่ละชนิดที่มีความสามารถในการย่อยสลายสารปนเปื้อนในน้ำต่างๆ ได้แตกต่างกัน จุลินทรีย์ชนิดเดียวไม่สามารถบำบัดน้ำได้ทุกพารามิเตอร์ ดังนั้นในการรวมจุลินทรีย์หลายชนิดที่มีความสามารถในการบำบัดน้ำในพารามิเตอร์ต่างกันมาใช้ร่วมกัน จะทำให้ประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำได้ผลดีขึ้น จุลินทรีย์ที่อยู่ในน้ำจะย่อยสลายสารอินทรีย์ โดยการสร้างเอนไซม์มาย่อยสลายสารอินทรีย์เหล่านั้น เอนไซม์ที่มีความสำคัญในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำที่ได้จากการเลี้ยงกุ้งมีด้วยกันหลายชนิด เช่น Amylase, Glucose isomerase, Protease, Rennct, Pectinase, Glucose Oxidase และ Lipase ซึ่งเอนไซม์ส่วนใหญ่สร้างมาจากจุลินทรีย์กลุ่มของรา และ *Bacillus* spp. ซึ่ง *Bacillus* spp. จะพบได้ในแหล่งน้ำทั้งน้ำจืด น้ำทะเล และในดินตะกอนกับแหล่งน้ำ โดยจุลินทรีย์กลุ่มนี้มักจะมีการสร้าง

เอนไซม์ที่มีประโยชน์ในการนำไปใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ รวมทั้งสามารถใช้ในการบำบัดน้ำเสีย ซึ่งการใช้จุลินทรีย์ในการบำบัดน้ำเสียให้ได้ผลดีมากนั้นและต้องมีการคัดเลือกจุลินทรีย์ให้เหมาะสมกับชนิดของน้ำเสียที่ต้องการบำบัด รวมทั้งต้องมีการควบคุมการใช้จุลินทรีย์เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำ

ชนิดของจุลินทรีย์ในการบำบัดน้ำเสีย

การใช้จุลินทรีย์ในบ่อเลี้ยงกุ้งที่มีน้ำเน่าเสียจากภายในบ่อเลี้ยงกุ้ง และบ่อเลี้ยงกุ้งเกิดจากจุลินทรีย์อีกกลุ่มหนึ่งเป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายไม่สมบูรณ์ จึงก่อให้เกิดของเสียเกิดขึ้น ดังนั้นการแก้ไขปัญหาที่ตรงจุดก็ คือ การนำจุลินทรีย์กลุ่มที่มีประสิทธิภาพสูงเข้าไปย่อยสลายแทนที่เพื่อให้ของเสียจากอาหารกุ้ง และอื่นๆ ถูกย่อยสลายโดยสมบูรณ์ ดังนั้น น้ำที่เสียอยู่ก็จะกลับกลายเป็นน้ำดีมีออกซิเจนสูงตามปกติ ซึ่งจะมีผลทำให้สุขภาพกุ้งที่เลี้ยงดีไปด้วยการเจริญเติบโตก็สามารถเป็นไปอย่างรวดเร็ว และไม่สร้างมลภาวะให้สิ่งแวดล้อมไม่มีสารเคมีตกค้างในพื้นดินในบ่อเลี้ยงกุ้ง และผู้บริโภคกุ้งปลอดภัย

2.1 บาซิลลัส ซับทิลิส *(Bacillus subtilis)*

แบคทีเรียในสกุล บาซิลลัส (*Bacillus* sp.) บทบาทที่มีของจุสินทรีย์กลุ่มนี้ในกระบวนการหมัก คือ จัดเป็นพวก Ammonifiers ที่เกี่ยวข้องกับการแปรสภาพสารอินทรีย์ไนโตรเจนให้เป็น สารอนินทรีย์ไนโตรเจน ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการดังกล่าวส่วนใหญ่จะเป็นแอมโมเนีย และแบคทีเรียในสกุล บาซิลลัส สามารถผลิตเอนไซม์โปรติเอส (Protease) ทำหน้าที่ย่อยโปรตีนให้มีขนาดโมเลกุลเล็กลง โดยมีน้ำเป็นตัวร่วมปฏิกิริยาทางชีวเคมี (Hydrolysis) แปรสภาพโปรตีนให้เป็นโพลีเปปไทด์ (Polypeptides) และแปรสภาพโอลิโกเปปไทด์ (Oligopeptides) ให้กลายเป็นกรดอะมิโน (Amino acids) เอ็นไซม์นี้ถ้าย่อยโปรตีนในสภาพที่มีออกซิเจนเพียงพอ (Aerobic Proteolysis) จะได้รับคาร์บอนไดออกไซค์ แอมโมเนีย ซัลเฟต และน้ำ แต่หากย่อยสลายโปรตีนในสภาพที่ปราศจากออกซิเจนจะได้แอมโมเนีย เอมีน คาร์บอนไคออกไซค์ กรดอินทรีย์ (Indole Skatole Mercaptans) และไฮโครเจนซัลไฟด์ สารต่างๆ เหล่านี้ก่อให้เกิดกลิ่นเหม็น (Foul Smelling) นอกจากนี้แบคทีเรียสกุลบาซิลลัส ยังสามารถสังเคราะห์ฮอร์โมนพืช

คุณสมบัติพิเศษของ *B. subtilis* เป็นแบคทีเรียแกรมบวก สามารถสร้างแคปซูล (Capsule) สามารถสร้าง แอนโดสปอร์ (Endospore) ซึ่งเป็นโครงสร้างที่มีความทนทานต่อสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญได้ดี มีแหล่งที่อยู่อาศัยพบได้โดยทั่วไปภายในดิน มีอัตราการแพร่พันธุ์เร็ว ขยายตัวทดแทนรวดเร็ว ในช่วงเวลา 4 ชั่วโมง สามารถเพิ่มปริมาณจำนวนได้เป็นแสนเท่าเชื้อมาตรฐานสามารถขยายปริมาณได้ถึง 6 เท่าตัว *B. subtilis* มีชีวิตที่ทนทานในสภาพที่ปลอดจากความชื้น สามารถทนต่ออุณหภูมิต่ำ และทนต่ออุณหภูมิที่สูงถึง โดยไม่เป็นอะไร ทนต่อสภาพแวดล้อม ที่เป็นกรดด่าง (pH) ทนทานต่อยาฆ่าเชื้อ ชอบสภาพอากาศที่มีออกซิเจน แม้อับอากาศออกซิเจนก็มีชีวิตรอดอยู่ได้โดยมีขนาดใหญ่กว่าเชื้อแบคทีเรียอื่นๆ ถึง 4 เท่า โดยปริยาย

2.2 บาซิลลัส พูมิลัส (*Bacillus pumilus*)

โครงสร้างของเซลล์ *B. pumilus* ประกอบด้วยโครโมโซมแบบวงกลม 1 ตัว รวมถึงยีนประมาณ 4,000 ยีนและโปรตีน 3,600-3,900 ที่มีความยาวแตกต่างกันในช่วง 3.7 ถึง 3.8 Mbp 41 เปอร์เซ็นต์ ของคู่เบสดีเอ็นเอใน *B. pumilus* คือ GC โครงสร้างเซลล์ของ *B. pumilus* คล้ายกับสายพันธุ์บาซิลลัสอื่น เช่น *B. subtilis*, *B. megaterium* และ *B. Cereus* ซึ่งเป็นชั้นนอกของการเชื่อมข้ามแบบ Peptidoglycan ใน *B. pumilus* ถูกปกคลุมด้วยกรดทีโคอิคและไลโปติโคอิค เช่นเดียวกับแบคทีเรียแกรมบวกอื่นๆ ส่วนใหญ่ กรดเหล่านี้ประกอบด้วยพอลิไกลโคซิลฟอสเฟต ที่มีโมโนและไดแซกคาไรด์เป็นโมโนเมอร์ ที่สามารถมีบทบาทการยึดเกาะกับพื้นผิวที่แตกต่างกัน เช่น เซลล์โฮสต์ในทางกลับกันกลุ่มฟอสเฟตเหล่านี้บนพื้นผิวของ *B. pumilus* สามารถให้ประจุลบสุทธิบนผิวเซลล์ ซึ่งทำให้สามารถจับไอออนบวกที่จำเป็นบางอย่างเช่น Ca^{2+} และ Mg^{2+} ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของเซลล์เป็นแกรมบวก และเป็นบาซิลลัสที่พบได้ทั่วไปในดิน *B. pumilus* สปอร์ ATCC 7061 โดยทั่วไปจะมีความต้านทานสูงต่อสิ่งแวดล้อม รวมทั้งการสัมผัสแสงยูวี เช่น ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ สายพันธุ์ของ *B. pumilus* ที่พบในห้องปฏิบัติการ NASA Jet Propulsion Laboratory พบว่ามีความทนทานต่อสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เป็นพิเศษ และยังพบว่าสายพันธุ์ *B. pumilus* ที่แยกได้จากกุ้งกุลาดำมีความทนทานต่อเกลือสูง และยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อโรคในทะเลรวมทั้ง *Vibrio alginolyticus* เมื่อเพาะเลี้ยงร่วมกัน

2.3 บาซิลลัส อะไมโลลิเควฟาเซีย (*Bacillus amyloliquefaciens*)

เป็นจุลินทรีย์ผลิตเอนไซม์ใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพ และควบคุมกลิ่นในระบบบำบัดน้ำเสียอุตสหกรรมแปรรูปอาหารต่างๆ *B. amyloliquefaciens* เป็นแบคทีเรียที่สามารถผลิตสารโพลี่เปปไตท์ ชื่อ Iturin มีฤทธิ์ฆ่าเชื้อรา (Antifungal Agent) อีกทั้งผลิตเอ็นไซม์ เช่น Lipase, Amylase, Sucrase, Protease และ Peptidase ฯลฯ *B. amyloliquefaciens* จะเป็นแบคทีเรียในสกุล *Bacillus* ซึ่งเป็นแหล่งที่มาของ เอนไซม์ BamH1 Restrictionenzyme นอกจากนี้ยังสังเคราะห์ แอนติบอดี โปรตีน บาสเนส ซึ่งเป็น Ribonuclease ที่ศึกษากันอย่างแพร่หลาย ซึ่งสร้างความซับซ้อนแน่นหนา ที่มีชื่อเสียงด้วย Intracellular Inhibitor Barstar และ Plantazolicin ซึ่งเป็นยาปฏิชีวนะที่มีฤทธิ์ในมันถูกใช้ในการเกษตรเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ถือเป็นแบคทีเรีย Biocontrol ที่มีรากฐาน และใช้ในการต่อสู้กับเชื้อโรคในพืชบางชนิดในการเกษตร และการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ สามารถทำงานได้ทั้งสภาวะที่มีออกซิเจน หรือไม่มีออกซิเจนเลยก็ได้ซึ่งตัวนี้เหมาะสำหรับย่อยสลายสารอินทรีย์ที่พื้นบ่อ ทำให้มีขี้เลนน้อยลง และกำจัดกลิ่นเลนเหม็น และยังช่วยกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันของกุ้งได้ คุณสมบัติมีดังนี้

1) คุณภาพน้ำบริสุทธิ์สามารถลดไนโตรเจน แอมโมเนีย และไนโตรเจนในน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2) ย่อยสลายเศษเหลือทิ้งด้านล่าง ทั้งเศษอาหาร และมูลสัตว์น้ำ ฯลฯ

3) การปรับปรุงคุณภาพน้ำให้เป็นธรรมชาติ และปรับความสมดุลของแบคทีเรีย (สวนเกษตรผสมผสาน นครปฐม, 2564)

ประโยชน์ในการใช้จุลินทรีย์

1) ช่วยย่อยสลายสิ่งขับถ่าย และเศษอาหารเหลือที่สะสมอยู่ภายในบ่อเลี้ยง และก้นบ่อทำให้ปริมาณของเสียเหล่านี้มีน้อยลง ทำให้สภาพน้ำดี ไม่เกิดโรคระบาดในบ่อได้ง่าย

2) รักษาสภาพน้ำให้คงที่ สามารถควบคุมชนิดแพลงก์ตอนสีเขียวให้อยู่ได้ยาวนาน การที่บ่อมีแพลงก์ตอนคงที่จะทำให้คุณภาพทางเคมีของน้ำดีด้วย

3) จุลินทรีย์บางชนิดมี่สามารถควบคุมการเพิ่มปริมาณจุลินทรีย์ที่ไม่พึงประสงค์ ซึ่งจะทำให้ลดความเสี่ยงในการเกิดโรคระบาดในบ่อเลี้ยงกุ้งได้

3. EM Ball (อีเอ็มบอล)

ภาพที่ 1 อีเอ็มบอล

ที่มา: องค์การบริหารส่วนตำบลท่าโพธิ์ (2561)

3.1 การกำเนิด EM Ball

มูลนิธิเกษตรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (คิวเซ) ได้ให้ความรู้เกี่ยวกับ EM Ball และการนำไปใช้ประโยชน์ที่เกิดขึ้นมานานแล้วจากแนวคิดของ ดร.เทรูโอะ ฮิหงะ แห่งมหาวิทยาลัยริวกิว โดย EM ย่อมาจาก Effective Microorganism มีทั้งเป็นแบบก้อน (EM Ball) และแบบน้ำ (EM liquid) แนวคิดนี้เริ่มเป็นที่แพร่หลายในประเทศไทยภายหลังจากการที่มีการใช้สารเคมีในการเกษตรเพิ่มขึ้น ทำให้เกิดปัญหาน้ำเน่าเสีย และส่งผลต่อผลผลิตทางการเกษตร จึงได้หาแนวทางในการจัดการปรับปรุงพัฒนาคุณภาพสิ่งแวดล้อม โดยใช้หลักการทำงานของจุลินทรีย์ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือชนิดก่อโรค ชนิดมีประโยชน์ และชนิดไม่เกิดประโยชน์ และโทษ (กลาง) หลักการสำคัญ

ของ EM Ball คือไม่ใช่การบำบัดน้ำเสียโดยตรง แต่เป็นการใช้หลักการนำจุลินทรีย์ชนิดที่มีประโยชน์ไปแย่งอาหารจากจุลินทรีย์ที่มีอยู่ตามธรรมชาติที่เป็นสาเหตุของน้ำเน่าเสีย โดยได้มีการส่งเสริมให้ใช้ในเกษตรกรรมและประมงมาแล้วกว่า 15 ปี มีองค์กรสนับสนุนให้นำไปใช้อย่างแพร่หลาย เริ่มจากใช้น้ำจุลินทรีย์เพื่อปรับสภาพแวดล้อมในพื้นที่ที่มีน้ำเน่าเสียเป็นเวลานาน และได้พัฒนาจากชนิดน้ำให้เป็นแบบก้อนลูกบอล เนื่องจากเมื่อใช้แบบน้ำได้ระยะหนึ่ง พบว่า ไม่สามารถปรับสภาพน้ำเสียที่ลึกลงไปบริเวณก้นน้ำได้ จึงได้แปรสภาพการผลิตให้กลายเป็นแบบก้อน มีการเพิ่ม O_2 และลดก๊าซมีเทนในน้ำได้เป็นอย่างดี

3.2 การต่อยอดภูมิปัญญาท้องถิ่นสู่การปฏิบัติ

ภายหลังจากที่มีการแพร่หลายของกลุ่มเกษตรพึ่งพาธรรมชาติ และปัญหาต่างๆ จากการใช้สารเคมีจำนวนมาก ก็ทำให้มีกลุ่มปราชญ์ชาวบ้านที่ยังสนใจในการใช้วิถีธรรมชาติเพื่อดำรงชีวิตมากขึ้น ขบวนองค์กรชุมชนจังหวัดชลบุรี ก็เป็นกลุ่มหนึ่งที่เริ่มสนใจการใช้วิถีธรรมชาติ เนื่องจากมีการใช้สารเคมีในพื้นที่อย่างแพร่หลายทำให้มีสารพิษตกค้าง และส่งผลต่อสุขภาพของคนในชุมชนเกิดความเสียหายอย่างมาก จึงได้เรียนรู้วิธีการผลิตจากกสิกรรมธรรมชาติ และนำมาใช้ในพื้นที่ชุมชนเกาะจันทร์ และชาวบ้านผลิต EM Ball กันเอง ใช้การพึ่งพาธรรมชาติให้มากที่สุด โดยใช้ข้าวเหนียวเป็นหัวเชื้อสร้างจุลินทรีย์จากดินในป่าไผ่ และสังเกตลักษณะภายนอกของเชื้อจุลินทรีย์ว่าสามารถนำมาใช้ได้ หรือไม่ หากมีสีขาวก็สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ นอกจากนี้น้ำหมักชีวภาพจากผลไม้ที่มีอยู่ในชุมชน เช่น มะนาว มะม่วง มะกรูด เป็นต้น เพื่อใช้รักษาโรคผิวหนัง น้ำกัดเท้า เป็นต้น จากการผลิต และใช้ในพื้นที่มาระยะหนึ่ง จึงได้มีการเปรียบเทียบพบว่า พื้นที่ที่ใช้ EM Ball น้ำมีลักษณะใสสะอาด เป็นผลจากการใช้ธรรมชาติดูแลซึ่งกัน และกันทำให้สามารถควบคุมผลผลิต น้ำ และสภาพอากาศได้

ขณะเดียวกัน ชาวชุมชนหลังมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร ประสบปัญหาน้ำเสียใกล้แหล่งชุมชนที่ระบายน้ำออกมาทุกวันทำให้ต้องหาวิธีการปรับปรุงคุณภาพน้ำ จึงได้เรียนรู้วิถีการดำเนินชีวิตแบบพึ่งพาธรรมชาติ และเรียนรู้การทำ “ดังโงะ” เป็นชื่อเรียก EM Ball ภาษาญี่ปุ่น โดยใช้เปลือกสัปปะรดนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตได้อย่างดี หรืออาจใช้เปลือกผลไม้มีสารเคมีน้อยที่สุดนำมาใช้หมักน้ำเชื้อจุลินทรีย์ ต้องมีการล้างทำความสะอาด และไม่ควรนำผักมาใช้เพราะมีสารเคมีอยู่มาก และไม่เหมาะสมในการผลิต EM Ball มีกรรมวิธีการผลิตที่แตกต่างออกไปบ้างแต่ก็มีลักษณะใกล้เคียงกัน คือ ใช้ดินเหนียว รำหยาบ แป้งข้าวเหนียวที่มีเชื้อจุลินทรีย์อยู่มาคลุกเคล้า และเก็บอยู่ในอุณหภูมิห้อง กระบวนการผลิตต้องมีระยะเวลาในการเพาะเชื้อที่พอเหมาะห้ามตากแดด ประมาณ 15 วัน ถึง 1 เดือน นำไปใช้ปรับสภาพน้ำเสียให้ดีขึ้นได้ สิ่งที่ต้องระวัง คือ เพลี้ยแป้ง และเพลี้ยกระโดดที่อาจส่งผลต่อการทำให้เกิดการเน่าเสีย หลังจากที่ผลิตหัวเชื้อจุลินทรีย์แล้วก็สามารถนำไปใช้เป็นน้ำยาซักผ้า น้ำยาสระผมได้อีกด้วย ส่วนใหญ่แล้วชาวบ้านผลิตใช้กัน

ภายในครัวเรือนเท่านั้น แต่ก็มีชุมชนบ้านไร่ จ.อุบลราชธานี นำสูตรนี้ไปใช้ในพื้นที่ได้ผลดีเช่นกัน ประเด็นสำคัญของการทำให้คุณภาพ EM Ball มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล คือ ระยะเวลาการเพาะเชื้อที่พอเหมาะพอควร และใช้ให้เหมาะสมกับสภาพน้ำด้วย มีตัวอย่างพื้นที่ที่นำไปใช้และได้ผลดี เช่น ชุมชนวัดกลางเคยมีขยะ และน้ำเน่าเสียจำนวนมาก หลังจากได้มีการนำจุลินทรีย์มาใช้ก็ทำให้ปัญหาน้ำเน่าเสียลดลงได้ หรือบางพื้นที่ใช้ระบบน้ำหยดเพื่อบำบัดน้ำเสียได้ผลอย่างดีเช่นกัน

อีกพื้นที่หนึ่งที่มีตัวอย่างการใช้ EM Ball ได้ผลอย่างดี คือ ชุมชนบางบัว กรุงเทพฯ เป็นชุมชนที่ตั้งอยู่ตลอดแนวคลองบางบัวเป็นคลองสาขาจากคลองรังสิตผ่านคลองลาดพร้าว และเชื่อมต่อกับคลองแสนแสบ ชุมชนบางบัวมีการเรียนรู้ และผลิตน้ำหมักชีวภาพ เพื่อบรรเทาน้ำเน่าเสียในคลองมาระยะหนึ่งแล้ว แต่ก็ยังไม่เห็นผลชัดเจนในพื้นที่ตนเองเพราะลักษณะน้ำในคลองไหลอยู่ตลอดเวลา จึงต้องไปใช้ในบริเวณน้ำนิ่ง เช่นเดียวกับ ชุมชนร่วมใจพัฒนาเหนือ (คลองบางบัวเหนือ) เขตสายไหม ได้ทดลองทำ และใช้ด้วยตัวเองผ่านการเรียนรู้จากอาจารย์ผู้รู้ต่างๆ โดยวิธีการผลิตใช้การหมักเปลือกผลไม้ เช่น ส้ม สัปปะรด เป็นต้น อัตราส่วนเปลือกส้มต่อกากน้ำตาลต่อน้ำ เป็น 3:1:12 หมักในถังทึบแสงประมาณ 45 วัน หรือถึง 3 เดือน หากนำไปใช้ให้เอาน้ำหมัก 1 ลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ผสมและนำไปเทราด หรือรดในบริเวณที่มีน้ำเน่าเสีย พบว่า กลิ่นน้ำขยะเน่าเสียไม่มี ซึ่งจากการใช้งานมาเป็นระยะหนึ่งมีข้อสังเกตว่า การใช้น้ำหมักจุลินทรีย์ต้องใช้ในบริเวณน้ำนิ่ง แต่การใช้ EM Ball ใช้สำหรับน้ำนิ่ง และลึกเท่านั้น นอกจากนี้ยังมีผลการนำไปใช้กับสัตว์ เช่น สุกร โดยนำน้ำผสมหัวเชื้อให้สุกรดื่มพบว่า กลิ่นมูลสุกรมีน้อยลงอีกด้วย

นอกจากการผลิต และใช้ภายในกลุ่มชาวบ้าน หรือชุมชนต่างๆ หน่วยงานการเคหะแห่งชาติได้นำแนวคิดนี้มาใช้งานกับโครงการบ้านเอื้ออาทร เนื่องจากการใช้ระบบบำบัดน้ำเสียโดยทั่วไปต้องใช้งบประมาณจำนวนมาก จึงได้หาทางเลือกอื่น เพื่อบำบัดน้ำเสียในชุมชน จึงได้ร่วมมือกับมูลนิธิเกษตรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (คิวเซ) นำ EM ทั้งแบบก้อน และน้ำมาใช้ พบว่าค่า BOD ใกล้เคียงกับค่าเกณฑ์มาตรฐานรับรอง นอกจากนี้ชุมชนได้มีการแปรรูป EM แบบน้ำผลิตเป็นน้ำยาต่างๆ ในครัวเรือนอีกด้วย เพื่อให้เกิดความมั่นใจในการใช้งาน การเคหะแห่งชาติได้มีการเสนอให้มหาวิทยาลัยขอนแก่นศึกษาวิจัยการใช้ EM ผลการวิจัย พบว่า หากใช้ในอัตราส่วนน้ำ EM 1 ลิตร น้ำเปล่า 800 ลิตร สามารถลดกลิ่นน้ำเน่าเสียลงได้ และน้ำใสขึ้น แต่ค่า BOD ไม่เปลี่ยนแปลง ซึ่งได้มีการนำไปใช้ในพื้นที่อื่นๆ เช่น ลพบุรี อุทัยธานี เพื่อช่วยบรรเทาน้ำเน่าเสียลงได้เช่นกัน หรือในชุมชนวัดตึก กรุงเทพมหานคร ซึ่งมีการประสบปัญหาน้ำเน่าเสียจากขยะในบริเวณรอบๆ ชุมชน ได้มีการทดลองใช้ EM พบว่า นอกจากจะลดกลิ่นน้ำเน่าเสียได้แล้วยังสามารถลดการเจริญเติบโตของยุงได้อีกด้วย

3.3 มุมมองนักวิชาการทฤษฎีสู่ปฏิบัติจริง

ในมุมของนักวิชาการก็มีการนำไปใช้ในที่ต่างๆ และได้เสนอข้อคิดเห็นหลากหลาย เริ่มจากผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีชีวภาพ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ที่พบปัญหาน้ำเสียจากโรงงานแป้งมัน จึงต้องการลดค่า COD, BOD และการเกิดก๊าซชีวภาพ จึงนำ EM Ball ไปใช้ในบ่อน้ำเสียระบบปิด พบว่า ได้ผลดี คุณภาพน้ำดีขึ้น ซึ่งจากการสังเกตและใช้สิ่งที่ต้องคำนึงถึง คือ ชนิด ปริมาณ และสัดส่วนจุลินทรีย์ใน EM Ball และแหล่งน้ำที่จะนำไปใช้ให้ได้ผล ทั้งนี้การใช้ประโยชน์ต้องดูว่ามีความเหมาะสมด้วย ซึ่งหากพิจารณาในแง่วิชาการ “ง้วนดิน” หรือ “จอมปลวก” มีสารอาหารอยู่เยอะมาก และสามารถมาใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย ซึ่งกรรมวิธีการผลิต EM Ball ที่มีดินเป็นองค์ประกอบก็น่าจะมีส่วนทำให้เกิดประโยชน์ในการนำไปใช้ได้เช่นกัน ซึ่งตามสูตร พด.6 ของกรมพัฒนาที่ดิน มีการผลิต และนำไปใช้ได้อย่างดี และแพร่หลายมาก

ที่ผ่านมาการแก้ปัญหาน้ำเน่าเสียมีหลายหน่วยงานพัฒนา และการผลิต EM Ball ที่มีความหลากหลาย เช่น องค์การเภสัชกรรม กรมพัฒนาที่ดิน องค์การบริหารการพัฒนาพื้นที่พิเศษเพื่อการท่องเที่ยงอย่างยั่งยืน (DASTA) เป็นต้น ซึ่งแต่ละหน่วยงานก็มีการนำไปใช้ และได้ผลเป็นอย่างดี ดังนั้น เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกัน และไม่ก่อให้เกิดความสับสนในการใช้ประโยชน์ EM Ball กระทรวงวิทยาศาสตร์ จึงเข้ามามีส่วนร่วมการช่วยประสานในการรวบรวมข้อมูลการใช้งานที่ยังอยู่ในพื้นที่ที่จำกัด แต่หากนำมาใช้ในพื้นที่ขยายอาจต้องดูถึงประสิทธิผลของการใช้งานจริงต่อไป ขณะนี้ยังไม่มีเกณฑ์มาตรฐานที่แน่ชัดในการใช้ประโยชน์ EM Ball การใช้ประโยชน์ก็ยังไม่มีข้อสรุปที่ชัดเจน จึงควรนำข้อมูลทั้งหลายที่มีอยู่มาเผยแพร่ให้เห็นข้อดี ข้อเสียในการใช้ EM Ball และกระบวนการผลิตก็มีความแตกต่างกัน ประสิทธิภาพในการใช้จึงออกมาแตกต่างกัน ดังนั้น จึงต้องมีการควบคุมคุณภาพการผลิต เพื่อไม่ให้เกิดข้อถกเถียงในประสิทธิภาพการใช้ EM Ball เช่นกัน

บางทัศนะได้เสนอข้อเท็จจริงประการหนึ่ง ที่มีการตรวจพิสูจน์ในห้องทดลอง โดยนำน้ำที่ใช้ EM ball ใน 5 แหล่ง พบว่ามีจุลินทรีย์เป็นอันตรายมีอยู่ในปริมาณมาก ซึ่งการนำไปใช้อาจมีทั้งข้อดีและข้อเสีย และในบางพื้นที่มีสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมในการใช้อาจทำให้ความหลากหลายทางชีวภาพอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้และส่งผลเสียในระยะยาวได้ ทั้งนี้ วัตถุดิบในการผลิตมาจากหลายแหล่ง และแหล่งผลิตเหล่านั้นก็อาจไม่ได้มีการควบคุมอย่างเหมาะสม ทำให้แทนที่จะเกิดประโยชน์แต่อาจก่อให้เกิดโทษก็เป็นได้

ขณะนี้มีหลายหน่วยงานที่พยายาม เข้ามาช่วยเหลือฟื้นฟูผลจากภัยพิบัติน้ำท่วมในพื้นที่ต่างๆ ซึ่งสิ่งที่ต้องทำในลำดับแรกๆ คือ การบรรเทาน้ำเน่าเสียเพื่อให้พื้นที่ที่ยังมีน้ำท่วมขังเป็นเวลานานสามารถดำรงชีวิตได้อย่างเป็นปกติแต่ยังมีความคิดเห็นที่แตกต่างกันเกี่ยวกับการใช้ EM Ball ว่าสามารถใช้ได้จริง หรือไม่ขาดการประสานงานเชื่อมโยงให้เกิดความร่วมมือระหว่างหน่วยงานภาครัฐนักวิชาการ และภูมิปัญญาท้องถิ่นอย่างชัดเจน จึงมีข้อเสนอให้กระทรวงวิทยาศาสตร์

เป็นหน่วยงานเชื่อมประสานให้เกิดการดูแลให้เกิดการใช้ประโยชน์จาก EM Ball ให้เกิดประสิทธิผลมากขึ้น ควรรวบรวมข้อมูลจากทั้งที่ได้จากภูมิปัญญาชาวบ้านหน่วยงานที่มีการผลิต และใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลาย และนักวิชาการเพื่อให้ประชาชนเกิดความมั่นใจในการใช้ประโยชน์อย่างแท้จริง

ถึงแม้ขณะนี้ ยังไม่สามารถหาข้อสรุปของการนำไปใช้ EM Ball ว่าเกิดประโยชน์ได้จริงหรือไม่ แต่อย่างน้อยก็นำไปสู่แนวทางแรกเริ่มในการจัดการกับข้อมูลข่าวสารที่มีอยู่จำนวนมาก แต่ยังขาดการจัดการอย่างเหมาะสม การเชื่อมโยงข้อมูลความรู้จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง นักวิชาการและภูมิปัญญาชาวบ้าน เพื่อไม่ให้เกิดการนำข้อมูลไปใช้อย่างผิดๆ เพราะผลเสียที่ได้รับอาจหมายถึงความเชื่อมั่นของคนในสังคมลดลง และแผ่ขยายนำไปสู่ปัญหาสังคมอื่นๆ ตามมาก็เป็นได้

ปัญหาความไม่สมดุลย์ในการใช้ทรัพยากรทั้งหลายนำไปสู่ปัญหาน้ำท่วม ภัยแล้ง เกิดการเปลี่ยนแปลงมากมาย และส่งผลเสียต่อการดำรงชีวิตของคนจำนวนมาก ปัญหาการจัดการผังเมืองที่มีการรุกล้ำพื้นที่น้ำผ่าน (Flood Way) นำไปสู่หายนะของประเทศครั้งใหญ่ ผลที่ตามมาคือ การเกิดน้ำเน่าเสียเป็นวงกว้าง ดังนั้น การใช้ EM Ball จึงเป็นทางเลือกในการพัฒนาคุณภาพน้ำให้เกิดการฟื้นฟูที่ดีขึ้น แต่การที่นำมาใช้ให้เกิดประโยชน์นั้นยังต้องมีการทดลอง พิสูจน์ต่อไปว่าได้ผลจริงหรือไม่ มีข้อจำกัดในการนำไปใช้อย่างไร ข้อมูลที่สมบรูณ์เหล่านี้ยังต้องมีการนำมาเผยแพร่ให้กับสาธารณชนได้รับทราบ โดยอาศัยหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเข้ามาประสานงานในการเชื่อมโยงข้อมูลความรู้เกี่ยวกับ EM Ball ให้เกิดประโยชน์ต่อไป

3.4 ความหมาย

ย่อมาจาก Effective Microorganism Ball หมายถึง กลุ่มจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ มีลักษณะเป็นของเหลวสีน้ำตาลอ่อนกลิ่นหวานอมเปรี้ยว ซึ่ง ศ.ดร.เทรูโอะ ฮิงะ นักวิทยาศาสตร์ผู้เชี่ยวชาญสาขาพืชสวนมหาวิทยาลัยริวกิว เมืองโอกินาวา ประเทศญี่ปุ่น เป็นผู้คิดค้นขึ้น เพื่อจะนำมาใช้บำบัดน้ำเน่าเสียช่วยในการปรับสภาพความสมดุลของสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม และรวมทั้งช่วยลดการแพร่ระบาดของเชื้อโรคได้ดี ทั้งนี้ EM Ball ถือเป็นสิ่งมีชีวิตเกิดจากกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ ทั้งซากพืช ซากสัตว์ซึ่งไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต ประกอบไปด้วยก้อนจุลินทรีย์ธรรมชาติสามกลุ่มคือจุลินทรีย์ที่ผลิตกรดแลกติกยีตส์ และจุลินทรีย์สังเคราะห์แสง ซึ่งจะช่วยฟื้นฟูระบบนิเวศช่วยย่อยตะกอนให้กลายเป็นอาหารของสัตว์เล็กๆ ช่วยเพิ่มจุลินทรีย์ชนิดดีในน้ำทำให้เกิดการย่อยสลายที่มากขึ้น และเพิ่มปริมาณออกซิเจนในน้ำ ทำให้สภาพของน้ำสมดุล อย่างไรก็ตามการที่จะเก็บรักษา EM Ball นั้นต้องเก็บรักษาไว้ในที่ร่ม อุณหภูมิประมาณ 20-45 องศาเซลเซียส และหากยังไม่ได้เปิดใช้สามารถเก็บไว้ได้นาน 1 ปี แต่ถ้าเปิดใช้แล้ว จะสามารถเก็บไว้ได้เพียง 6 เดือนเท่านั้น

3.5 ประเภทของจุลินทรีย์ EM

จุลินทรีย์มี 2 ประเภท ประเภทต้องการอากาศ (Aerobic Bacteria) และประเภท

ไม่ต้องการอากาศ (Anaerobic Bacteria) จุลินทรีย์ทั้ง 2 กลุ่มนี้ ต่างพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน และสามารถอยู่ร่วมกันได้จากการค้นคว้าดังกล่าวได้มีการนำเอาจุลินทรีย์ที่ได้รับการคัด และเลือกสรรอย่างดีจากธรรมชาติที่มีประโยชน์ต่อพืช สัตว์ และสิ่งแวดล้อม มารวมกัน 5 วงศ์ (Families) 10 จีนัส (Genuses) 80 ชนิด (Spicies) ได้แก่

กลุ่มที่ 1 กลุ่มจุลินทรีย์พวกเชื้อราที่มีเส้นใย (Filamentous Fingt) ทำหน้าที่เป็นตัวเร่งการย่อยสลาย สามารถทำงานได้ดีในสภาพที่มีออกซิเจน มีคุณสมบัติต้านทานความร้อนได้ดีปกติ ใช้เป็นหัวเชื้อผลิตเหล้า ผลิตปุ๋ยหมัก ฯลฯ

กลุ่มที่ 2 กลุ่มจุลินทรีย์พวกสังเคราะห์แสง (Photosynthetic Bacteria) ทำหน้าที่สังเคราะห์สารอินทรีย์ให้แก่ดิน เช่น ไนโตรเจน (N) กรดอะมิโน (Amino acids) น้ำตาล (Sugar) วิตามิน (Vitamins) ฮอร์โมน (Hormones) และอื่นๆ เพื่อสร้างความสมบูรณ์ให้แก่ดิน

กลุ่มที่ 3 กลุ่มจุลินทรีย์ที่ใช้ในการหมักอาหาร (Zynogumie or Fermented Microorganisms) ทำหน้าที่เป็นตัวกระตุ้นให้ผิวดินต้านทานโรค (Diseases Resistant) เข้าสู่วงจรการย่อยสลายได้ดีช่วยการพังทลายของดิน ป้องกันโรค และแมลงศัตรูพืชบางชนิดที่มีความสามารถบำบัดมลพิษในน้ำเสียที่เกิดจากสิ่งแวดล้อมเป็นพิษต่างๆ ได้

กลุ่มที่ 4 กลุ่มจุลินทรีย์พวกตรึงไนโตรเจน (Nitrogen Fixing Microorganis) มีทั้งพวกที่เป็นสาหร่าย (Algae) และพวกแบคทีเรีย (Bacteria) ทำหน้าที่ตรึงก๊าซไนโตรเจนจากอากาศผลิตสารที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโต เช่น โปรตีน (Protein) กรดอินทรีย์ (Organic Acids) กรดไขมัน (Fatty Acids) แป้ง (Starch or Carbohydrates) ฮอร์โมน (Hormones) และวิตามิน (Vitamins) ฯลฯ

กลุ่มที่ 5 กลุ่มจุลินทรีย์พวกสร้างกรดแลคติก (Lactic Acids) ที่มีประสิทธิภาพในการต่อต้านเชื้อรา และแบคทีเรียที่เป็นโทษ ส่วนใหญ่เป็นจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการอากาศหายใจ ทำหน้าที่เปลี่ยนสภาพดินเน่าเปื่อย หรือดินก่อโรคให้เป็นดินที่ต้านทานโรค ช่วยลดจำนวนจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของโรคพืชที่มีจำนวนนับแสน หรือให้หมดไป นอกจากนี้ยังสามารถในการช่วยย่อยสลายเปลือกเมล็ดพันธุ์พืชช่วยให้เมล็ดงอกได้ดี และแข็งแรงกว่าปกติอีกด้วย

3.6 การเก็บรักษาจุลินทรีย์ EM

1) จุลินทรีย์ EM สามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน 1 ปี อย่างน้อย 6 เดือน ในอุณหภูมิปกติ ไม่เกิน 45-50 องศาเซลเซียล โดยปิดฝาให้สนิท อย่าให้มีอากาศเข้า และอย่าเก็บไว้ในตู้เย็น

2) ทุกครั้งที่แบ่งไปใช้ต้องรีบปิดฝาให้สนิท

3) การนำจุลินทรีย์ EM ไปขยายต่อ ควรใช้ภาชนะที่สะอาด และใช้ให้หมดภายในเวลาที่เหมาะสม

4) การเก็บไว้หลายๆ วัน โดยไม่มีการเคลื่อนไหว ภายในภาชนะที่จะมีฝ้าขาวเหนือผิวน้ำ นั่นคือ การทำงานของจุลินทรีย์ที่ฟักตัว เมื่อเขย่าแล้วทิ้งไว้ชั่วขณะ ฝ้าขาวจะสลายตัวกลับไปอยู่ในจุลินทรีย์เหมือนเดิม

5) เมื่อนำไปขยายเชื้อในน้ำและกากน้ำตาล จุลินทรีย์จะมีกลิ่นหอมมาก และเป็นฟองขาวๆ ภายใน 2-3 วัน ถ้าไม่มีฟองดังกล่าวแสดงว่า การหมักขยายเชื้อยังไม่ได้ผล

6) จุลินทรีย์ EM ที่นำไปขยายเชื้อแล้วควรใช้ภายใน 7 วัน หลังจากหมักได้ที่แล้ว ทั้งนี้ เพื่อป้องกันการเสื่อมสภาพที่อาจเกิดจากความไม่สะอาดของภาชนะ และสิ่งสกปรกแปลกปลอมจากอากาศ เพราะจุลินทรีย์ส่วนใหญ่ไม่ต้องการอากาศ

7) ถ้าใช้ไม่หมดภายใน 3 วัน ต้องปิดฝาให้สนิทด้วยพลาสติก เพื่อไม่ให้อากาศเข้า ก่อนใช้ทุกครั้งต้องตรวจดูก่อนว่ายังมีกลิ่นหอมอมเปรี้ยวอมหวานหรือไม่ ถ้ามีแสดงว่ายังใช้ได้

3.7 ลักษณะการทำงาน

1) ถ้ามีจุลินทรีย์กลุ่มดี หรือกลุ่มสร้างสรรค์มากกว่ากลุ่มก่อโรค โลกจะอยู่ในสภาวะสร้างสรรค์ สะอาด บริสุทธิ์ ปราศจากมลพิษ และโรคภัยทั้งปวง

2) ถ้ามีจุลินทรีย์กลุ่มก่อโรค หรือกลุ่มทำลายมากกว่ากลุ่มดี สภาวะโลกจะตรงข้าม คือ เกิดมลภาวะเน่าเหม็น มีโรคระบาด เป็นสภาวะทำลาย

3) ส่วนกลุ่มกลางจะคอยช่วยสนับสนุนจุลินทรีย์กลุ่มใดกลุ่มหนึ่งที่มีจำนวนมากกว่าให้สามารถแสดงปฏิกิริยาได้มากยิ่งขึ้น

3.8 การนำมาใช้ในประเทศไทย

เป็นครั้งแรกที่ ศจ.ดร.ฮิงะ ศาสตราจารย์คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยริวคิว โอกินาว่า ประเทศญี่ปุ่น ได้นำ EM เข้ามาโดยขอความร่วมมือกับกรมพัฒนาที่ดิน ซึ่งเป็นหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับเกษตรกรรมโดยตรง ได้บรรยายถึงเทคนิคการใช้ EM ให้นักวิชาการฟัง แต่ทุกคนที่เข้าฟังกับไม่เชื่อในประสิทธิภาพของ EM มีบ้างที่เชื่อจึงไม่นำสิ่งนี้มาทดลอง มีเพียงมูลนิธิบำเพ็ญสาธารณประโยชน์ด้วยการจัดกิจกรรมทางศาสนา ซึ่งเป็นหน่วยงานของเอกชนหน่วยเดียวที่นำไปให้ทดลองที่รังสิตระยะหนึ่ง ซึ่งได้ผลดีมาก

3.9 การแก้ไขปัญหาสภาพแวดล้อมด้วย EM

จุดสำคัญของการแก้ไขปัญหาการทำลายสภาพแวดล้อมธรรมชาติก็คือดึงจุลินทรีย์ที่อยู่ในหมวดแอนแอโรบิค มาเพาะเลี้ยงรวมกับจุลินทรีย์ในหมวด แอโรบิคให้เป็น EM แล้วนำไปใช้กับสภาพแวดล้อมที่เต็มไปด้วยความสกปรกต่างๆ เช่น น้ำเสีย ซึ่งสามารถจะใช้บำบัดน้ำเสีย ทำให้น้ำสะอาดได้ภายใน 24 ชั่วโมง นำกลับไปใช้ใหม่ได้

3.10 ส่วนประกอบ EM Ball

1) รำละเอียด

2) แกรบ

3) กากน้ำตาล

4) หน้าดินเหนียว

5) ผสมพืชน้ำบด

6) หัวเชื้ออีเอ็ม

3.11 ขั้นตอนการผสม EM Ball

ขั้นตอนที่ 1 ผสม รำละเอียด แกรบ หน้าดิน เข้าด้วยกัน

ขั้นตอนที่ 2 ผสม กากน้ำตาล หัวเชื้ออีเอ็ม เข้าด้วยกัน

ขั้นตอนที่ 3 พักไว้ประมาณ 15 นาที และผสมแต่ละส่วนเข้าด้วยกัน แล้วนำมาปั้นเป็นก้อน

ขั้นตอนที่ 4 นำไปเก็บไว้ในที่ร่มให้หัวเชื้อ EM ขยายตัวอย่างเต็มที่ เป็นเวลา 3 วัน แล้วจึงนำไปใช้งาน EM Ball ที่ปั้นแล้ว 1 ลูก 100 กรัม ต่อ ปริมาตรน้ำ 400 ลิตร (เกรียงศักดิ์, 2544)

รำละเอียด

รำละเอียดนั้นเป็นอาหารสัตว์ที่ใช้กันมานานมาก และเป็นที่รู้จักมานานแล้วในบ้านเรา โดยในสมัยก่อนจะได้รำละเอียดจากโรงสีข้าวต่างๆ ซึ่งจะใช้สำหรับเป็นอาหารหมู และไก่ ซึ่งอาจจะนำไปผสมกับพืชผักอย่างเช่นต้นกล้วย ปลีกล้วยหรือเศษผักต่างๆ เพื่อใช้เป็นอาหารหมู ในปัจจุบันก็ยังนิยมใช้รำเป็นอาหารสัตว์อยู่เช่นกัน เราทราบดีว่ารำนั้นเป็นผลพลอยได้จากการสีข้าว เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดหนึ่งที่ใช้กันมากในการประกอบสูตรอาหารสุกรหรือสัตว์ปีก เช่น ไก่ หรือแม้กระทั่งสัตว์น้ำอย่างปลาก็ได้

คุณสมบัติที่สำคัญของรำ

โปรตีนประมาณ 12 เปอร์เซ็นต์ แต่ถ้าเป็นรำที่ได้จากโรงสีขนาดกลางหรือเล็กเรียกกันโดยทั่วไปว่า รำปิ่นแก้ว มีโปรตีนต่ำประมาณ 7 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากส่วนของแกลบปนอยู่มากมีไขมันสูง 12-13 เปอร์เซ็นต์ ทำให้หืนง่าย เก็บไว้ไม่ได้นาน มีไวตามินบีชนิดต่างๆ สูง ยกเว้นไนอะซีน ซึ่งอยู่ในรูปที่สัตว์ใช้ประโยชน์ได้น้อยมีคุณสมบัติเป็นยาระบายถ้าใช้เป็นส่วนประกอบในสูตรอาหารสัตว์ในปริมาณที่สูง จะทำให้สัตว์ถ่ายอุจจาระเหลว เพราะฉะนั้นควรซื้อรำจากแหล่งที่ไว้ใจได้

ภาพที่ 2 รำละเอียด
ที่มา: สวนหม่อนไม้ (2558)

แกลบ

คือเป็นเปลือกแข็งของเมล็ดข้าวจากการสีข้าว เป็นส่วนที่เหลือใช้จากการผลิตข้าวสาร เมล็ดมีลักษณะเป็นรูปทรงรี เม็ดยาวสีเหลืองอมน้ำตาล หรือเหลืองนวล แล้วแต่ภูมิประเทศที่มีการปลูกข้าว แกลบประกอบด้วยเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส ลิกนิน เถ้า และมีซิลิกาในเถ้ามาก แกลบไม่ละลายในน้ำ มีความคงตัวทางเคมี ทนทานต่อแรงกระทำ จึงเป็นตัวดูดซับที่ดีในการบำบัดน้ำเสียที่มีโลหะหนัก การกำจัดโลหะหนักด้วยแกลบมีรายงานว่าสามารถใช้ได้กับ แคดเมียม ตะกั่ว สังกะสี ทองแดง โคบอลต์ นิกเกิล และเงิน ในรูปที่ทำ และไม่ทำปฏิกิริยากับสารเคมี สารเคมีที่นิยมใช้ทำปฏิกิริยากับแกลบเพื่อให้ดูดซับโลหะมากขึ้นคือ โซเดียมไฮดรอกไซด์ โซเดียมคาร์บอเนตและอีพิคลอโรไฮดริน

คุณสมบัติที่สำคัญของแกลบ

นอกจากการนำแกลบข้าวไปใช้เป็นเชื้อเพลิงต่างๆ แล้วยังนำไปผสมกับวัสดุอื่นๆ ทำเป็นวัสดุก่อสร้างแล้ว แกลบข้าวยังถูกนำไปผลิตเป็นขี้เถ้าแกลบ (Rice Husk Ash) เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ ส่วนประกอบหลักของขี้เถ้าแกลบ คือ ซิลิกา (SiO_2) สามารถนำไปทำให้บริสุทธิ์ด้วยกระบวนการทางเคมี และการเผาที่อุณหภูมิสูง ซิลิกาในขี้เถ้าแกลบมีทั้งที่เป็น ซิลิกาผลึก (Crystalline Silica) ซิลิกาผลึกที่สามารถแบ่งย่อยเป็นหลายชนิดตามความแตกต่างของรูปร่างลักษณะผลึกและความหนาแน่นของซิลิกา รูปร่างของผลึกมีหลายแบบ เช่น สามเหลี่ยม สี่เหลี่ยม หกเหลี่ยม สี่เหลี่ยมลูกบาศก์ และเป็นเส้นยาว ซิลิกาอสัณฐาน (Amorphous Silica) ซึ่งเป็นซิลิกาที่มีรูปร่างไม่เป็นผลึก (Non-crystalline Silica) สรรพคุณ ลดกลิ่น จากคอกวัว นำมาทำปุ๋ยได้

ภาพที่ 3 แกลบ
ที่มา: นพพล เกตุประสาท (2557)

กากน้ำตาล

กากน้ำตาลเป็นของเหลวลักษณะเหนียวข้นสีน้ำตาลดำ ที่เป็นผลจากการผลิตน้ำตาลทราย ซึ่งไม่สามารถจะตกผลึกน้ำตาลได้อีก เป็นเนื้อของสิ่งที่ไม่ใช่น้ำตาลที่ละลายปะปนอยู่ในน้ำอ้อย ซึ่งประกอบด้วยน้ำตาลซูโครสน้ำตาลอินเวอร์ท (Invert Sugar) สารเคมี เช่น ปูนขาว ที่ใช้ในการตกตะกอนให้น้ำอ้อยใส กากน้ำตาลมีระดับพลังงานระดับต่ำถึงปานกลางที่จะขึ้นอยู่กับปริมาณของน้ำที่มีอยู่ในกากน้ำตาล มีโพแทสเซียม และมีปริมาณน้ำในระดับสูง ทำให้เกิดเชื้อราได้ง่าย กากน้ำตาลแบ่งได้หลายชนิด คือ กากน้ำตาลจากหัวบีท กากน้ำตาลจากส้ม กากน้ำตาลจากข้าวโพด กากน้ำตาลจากไม้

คุณสมบัติที่สำคัญของกากน้ำตาล

ประโยชน์ของกากน้ำตาลที่ใช้ได้ในหลายอุตสาหกรรมเช่น ใช้ทำปุ๋ย ใช้เลี้ยงสัตว์ใช้ผลิตแอลกอฮอล์ ใช้ในอุตสาหกรรมยีสต์ ใช้ทำผงชูรส และใช้ทำกรดน้ำส้ม แต่ส่วนใหญ่จะใช้ผลิตแอลกอฮอล์ และใช้เป็นอาหารสัตว์สำหรับในประเทศไทยส่วนใหญ่จะใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตแอลกอฮอล์สำหรับการผลิตสุรา และการผลิตเอทานอล เพื่อใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตแก๊สโซฮอล์ นอกจากนี้ ยังใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตผงชูรส อุตสาหกรรมการผลิตอาหารสัตว์ อุตสาหกรรมการผลิตยีสต์ ตลอดจนการนำกากน้ำตาลไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมรายย่อยต่างๆ เช่น นำกากน้ำตาลไปใช้หมักทำปุ๋ยน้ำ ใช้ทำน้ำสกัดชีวภาพ ใช้เพื่อเพาะเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ เพื่อใช้ในฟาร์มกุ้ง ตลอดจนใช้ในการบำบัดน้ำทิ้ง

ภาพที่ 4 กากน้ำตาล
ที่มา: สวนหม่อนไม้ (2558)

หน้าดินเหนียว

ดินเหนียวเป็นดินที่มีเนื้อละเอียด ในสภาพดินแห้งจะแตกออกเป็นก้อนแข็ง เมื่อเปียกน้ำแล้วจะมีความยืดหยุ่น สามารถปั้นเป็นก้อน หรือคลึงเป็นเส้นยาวได้ เหนียวเหนอะหนะติดมือ เป็นดินที่มีการระบายน้ำ และอากาศไม่ดี แต่สามารถอุ้มน้ำ และแลกเปลี่ยนธาตุอาหารพืชได้ดี เหมาะที่จะใช้ทำนาปลูกข้าวเพราะเก็บน้ำได้นาน ติดมือง่าย

คุณสมบัติที่สำคัญของดินเหนียว

- เป็นวัสดุที่ใช้ในการทำเครื่องปั้นดินเผา ดินที่นำมาทำเครื่องปั้นดินเผาเป็นดินเหนียวที่มีเนื้อละเอียด
- สามารถทำเป็นที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตได้
- ดินมีไว้สำหรับปลูกพืช
- เป็นแหล่งเก็บกักน้ำ

ภาพที่ 5 หน้าดินเหนียว
ที่มา: สวนหม่อนไม้ (2558)

4. พืชน้ำ

4.1 ผักตบชวา

จัดเป็นพรรณไม้น้ำที่มีถิ่นกำเนิดดั้งเดิมอยู่ในทวีปอเมริกาใต้ นำเข้ามาปลูกคครั้งแรกที่วังสระปทุมในกรุงเทพมหานครเมื่อปี พ.ศ.2444 แต่จากการขยายพันธุ์อย่างรวดเร็ว และเกิดน้ำท่วมจึงทำให้มีผักตบชวาหลุดรอดออกมา ที่เกิดการแพร่กระจายไปทั่ว จนกลายเป็นวัชพืชน้ำที่รุนแรง โดยผักตบชวานั้นจัดเป็นพืชน้ำล้มลุกมีอายุหลายฤดู มีลำต้นสั้นแตกใบเป็นกอลอยไปตามน้ำที่ไหล ซึ่งเกิดตามซอกใบแล้วเจริญเป็นต้นอ่อนที่ปลายไหล ลำต้นมีลักษณะอวบน้ำผิวมีลำต้นเรียบเป็นสีเขียวอ่อน และเข้ม ลำต้นจะมีขนาดสั้น หรือยาวจะขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของแม่น้ำ ก้านใบจะพองออกตรงช่องกลาง ภายในมีลักษณะเป็นรูพรุน จึงช่วยพยุงลำต้นให้ลอยน้ำได้ บางต้นอาจจะขึ้นอยู่ตามโคลนในที่น้ำตื้น สามารถขึ้นบนบกก็ได้ ที่มีความทนทานต่อความแห้งแล้งได้ดี แต่จะไม่ทนน้ำเค็ม ผักตบชวาเป็นพืชที่ขยายพันธุ์ได้รวดเร็ว โดยการแยกกอ หรือใช้ไหล พบได้ทั่วไปตามริมน้ำบางต้นจะอยู่ตามโคลนในที่น้ำตื้น สามารถขึ้นบนบกก็ได้ ผักตบชวาเป็นพืชที่มีความทนทานต่อความแห้งแล้งได้ดี แต่จะไม่ทนน้ำเค็ม ผักตบชวาเป็นพืชที่ขยายพันธุ์ได้รวดเร็ว โดยมีการแยกกอหรือใช้ไหลพบได้ทั่วไปตามริมน้ำ

ภาพที่ 6 ผักตบชวา

ที่มา: นพพล เกตุประสาท (2557)

4.2 ต้นกก

เป็นไม้ล้มลุก ซึ่งหลายคนมักมองว่าต้นกกเป็นวัชพืชที่ไม่มีประโยชน์ใดๆ เลย แต่ในความเป็นจริงเนื่องจากต้นกกมีประโยชน์และสรรพคุณมาก ต้นกกเป็นวัชพืชที่มีสายพันธุ์หรือชนิดของต้นกกมากกว่า 4,000 ชนิด กระจายอยู่ทั่วโลก โดยต้นกกชอบบริเวณที่มีความชื้นสูงหรือบริเวณที่มีน้ำขังท่วมอยู่ จึงชอบขึ้นในพื้นที่บ่อ บึง ทางระบายน้ำ นาข้าว หรือพื้นที่ลุ่มน้ำ เป็นต้น ลักษณะของต้นกก คือ ลำต้นมีรูปร่างเป็นสามเหลี่ยม หรือสามมุมถ้ามองในแนวขวาง ในบางสายพันธุ์หรือชนิดของต้นกกนั้นมีผนังกั้นคล้ายห้องแบ่งเป็นส่วนๆ ออกไป ดอกของต้นกกมีช่อปลายแหลมห่อหุ้มไว้แค่เพียงอันเดียวเท่านั้น มีกาบใบอยู่ชิดกัน มีดอกที่จะมีกาบย่อยๆ ออกมาเป็นช่อหุ้ม อีกทั้งต้นกกเลื้อยไปใต้ดิน และสามารถแตกเป็นลำต้นใหม่โผล่มาเหนือดิน แต่ลำต้นไม่แตกกิ่งแบบต้นไม้ ซึ่งใครหลายคนมักจะไม่สามารถแยกได้ระหว่างหญ้า เพราะมีลักษณะของใบคล้ายกันแต่แตกต่างที่เรียงตัวอัดแน่นกันเป็นสามมุม และไม่มีมุมของกาบใบ

ภาพที่ 7 ต้นกก

ที่มา: นพพล เกตุประสาท (2557)

4.3 ต้นจอก

จัดเป็นวัชพืชน้ำขนาดเล็ก หรือพรรณไม้ที่ขึ้นลอย และเจริญเติบโตติดกันเป็นกลุ่มลอยอยู่บนผิวน้ำ ที่มีอายุยืนหลายปี ลำต้นที่ทอดขนานไปกับผิวน้ำ ลำต้นมีลักษณะอวบน้ำ และมีรากระบบรากแก้ว และมีรากฝอยเป็นจำนวนมากออกเป็นกระจุกอยู่ใต้น้ำ สีขาว ลำต้นมีความสูงประมาณ 2.5-10 เซนติเมตร ลำต้นมีไหล ต้นใหม่จะเกิดจากโคนต้น และเกิดบนไหล โดยต้นจอกเป็นพรรณไม้น้ำที่ชอบแสงแดดจัด ชอบน้ำจืด สามารถพบได้ตามลำคลอง หนองน้ำ นาข้าว และที่มีน้ำขัง ขยายพันธุ์ด้วยวิธีการใช้เมล็ด หรือแตกไหล และวิธีการแยกต้นอ่อน

ภาพที่ 8 ดอกจอก
ที่มา: นพพล เกตุประสาท (2557)

5. คุณภาพน้ำที่ใช้ในการศึกษา

5.1 ค่าความเป็นกรดด่าง (pH)

ความเป็นกรดด่าง เป็นคุณสมบัติทางเคมีของน้ำอย่างหนึ่งมีความสำคัญและมีความสัมพันธ์กับระบบต่างๆ มากมาย งานวิเคราะห์คุณภาพน้ำจะวัดค่าความเป็นกรดด่างด้วยทุกครั้ง เนื่องจากสามารถวัดได้ง่าย วิศวกรสิ่งแวดล้อมใช้ค่าความเป็นกรดด่างเป็นตัวควบคุมขบวนการต่างๆ ทั้งในด้านน้ำดี และน้ำเสีย เช่น ระบบการผลิตน้ำประปาระบบบำบัดน้ำเสีย การตกตะกอนกระบวนการโคแอกเลชัน (Coagulation) การกัดกร่อน และยังใช้หาค่าความเป็นด่าง ค่าคาร์บอนไดออกไซด์ และสมดุลความเป็นกรดด่าง อื่นๆ ตลอดจนแสดงค่าความเข้มข้นของความเป็นกรดด่างของสารละลายได้ ในทางทฤษฎีถือว่าน้ำบริสุทธิ์ที่มีค่าความเป็นกรดด่างเท่ากับ 7 น้ำที่มีค่าความเป็นกรดด่างสูงกว่า 7 ถือว่าเป็นด่าง ส่วนน้ำที่มีค่าความเป็นกรดด่างต่ำกว่า 7 ถือว่าเป็นกรด ในการวัดค่าความเป็นกรดด่างนั้นจะต้องคำนึงถึงอุณหภูมิเป็นสำคัญ เพราะเป็นปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเกิดไอออนน้ำ หรือถ้าการเกิดไอออนลดลงจะมีผลทำให้มีการเป็นเบสของน้ำเพิ่มขึ้นด้วย มิฉะนั้นผลกระทบของความเป็นกรดด่างจะเกิดการผิดพลาดขึ้นด้วย ดังนั้นโดยทั่วไปแล้วในการวัดค่าความเป็นกรดด่างมักจะทำควบคู่ไปกับการวัดอุณหภูมิ

4.2 แอมโมเนีย (Ammonia, NH_3)

ปริมาณแอมโมเนียที่อยู่ในน้ำ เป็นตัวสะท้อนถึงประสิทธิภาพระบบกรองชีวภาพว่าทำงานได้ดีเพียงใด แอมโมเนียเกิดขึ้นจากการหายใจออกมาทางเหงือกปลา อีกทั้งยังเกิดจากการที่แบคทีเรียย่อยสลายของเสียต่างๆ ในตู้ปลา เช่น เศษอาหาร ตะกอน และขี้ปลา ค่าแอมโมเนียที่เราสามารถวัดได้ เรียกกันว่า แอมโมเนียรวม ซึ่งในค่าแอมโมเนียรวมจะประกอบไปด้วยแอมโมเนีย 2 ชนิด คือ อิออนไนซ์แอมโมเนีย (NH_4^+) ซึ่งไม่เป็นพิษต่อสัตว์น้ำ และอันอิออนไนซ์แอมโมเนีย (NH_3) ซึ่งเป็นพิษต่อสัตว์น้ำ สัดส่วนแอมโมเนียทั้งสองชนิดนั้น จะขึ้นกับปัจจัยหลัก คือ ค่าความเป็นกรดด่างของน้ำ (pH) และรองลงมาคืออุณหภูมิ (ความเป็นกรดด่างสูง แอมโมเนียประเภท NH_3 จะมีสัดส่วนมากขึ้น ซึ่งจะทำให้แอมโมเนียมีพิษมากขึ้น)

4.3 ไนไตรท์ (Nitrite, NO_2^-)

ระดับไนไตรท์ที่วัดได้โดยใช้ชุดทดสอบนั้น โดยปกติ จะเป็นตัวบ่งชี้ถึงสภาวะการทำงานของระบบกรองชีวภาพว่าทำงานได้สมบูรณ์หรือเพียงพอตามวัฏจักรไนโตรเจนหรือไม่ เพราะไนไตรท์เกิดจากการย่อยสลายแอมโมเนียโดยแบคทีเรียที่ใช้ก๊าซออกซิเจน ในบางครั้งสาเหตุการเพิ่มระดับไนไตรท์ ยังอาจเกิดจากการเพิ่มจำนวนปลาเข้ามาเลี้ยงในบ่อจำนวนมาก ขณะที่แบคทีเรียไม่สามารถสลายไปเป็นไนเตรทได้ทัน ปริมาณที่จัดว่าปกติควรให้ไม่มี หรือมีค่าเท่ากับศูนย์ หากมีการตรวจพบแสดงว่าแบคทีเรียยังทำงานได้ไม่สมบูรณ์ จากผลการเก็บข้อมูลจาก ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งจันทบุรี ระบุว่าในแหล่งน้ำธรรมชาติ พบค่าไนไตรท์ <0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งจัดเป็นค่าต่ำสุดของเครื่องมือทั่วๆ ไปสามารถวัดได้ ความเป็นพิษของไนไตรท์ต่อปลานั้นจะมีน้อยกว่าแอมโมเนีย แต่ก็ยังถือว่ามีผลต่อปลารุนแรงพอสมควร คือ ไนไตรท์จะไปทำปฏิกิริยากับฮีโมโกบิน ได้เมทธิโมโกลบินส่งผลให้ไม่สามารถขนถ่ายออกซิเจนได้ ซึ่งผลที่ได้คือเกิดอาการเลือดเป็นพิษ และจะทำลายระบบประสาท ตับ ไตของปลา กรณีแม้มีไนไตรท์ในระดับต่ำ แต่มีอยู่เป็นระยะเวลานานๆ จะทำให้ขอบฝาปิดเหงือกของปลา (เหงือกอ้า หรือเหงือกบาน) วิธีแก้ปัญหาเมื่อค่าเกินมาตรฐานในระยะสั้นการลดปริมาณไนไตรท์ สามารถกระทำได้โดยการเปลี่ยนถ่ายน้ำด้วยการเติมเกลือ แต่ในระยะยาวผู้เลี้ยงจะต้องพยายามเพิ่มประสิทธิภาพของบ่อกรองให้ดีขึ้นจนสามารถควบคุมปริมาณแอมโมเนียให้ได้ด้วย

4.4 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen, DO)

ปกติหน่วยการวัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ จะวัดกันเป็น มิลลิกรัมต่อลิตร ปลาหายใจโดยการใช้ออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำเท่านั้น เนื่องจากปลาจัดว่าเป็นสัตว์เลือดเย็น ดังนั้นอุณหภูมิภายนอกจะมีผลทำให้กระบวนการเผาผลาญภายในร่างกายเพิ่มขึ้นเป็นผลให้ปลาต้องการปริมาณออกซิเจน เพิ่มสูงขึ้นเช่นกัน ในทางตรงกันข้ามปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำจะลดลง

ตารางที่ 1 แสดงค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากฟาร์มเลี้ยงกุ้งทะเล

ค่าดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	ค่ามาตรฐานน้ำทิ้ง
ความเป็นกรดด่าง (pH)	-	6.5-9.0
บีโบดี (Biochemical Oxygen Demand)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 20
สารแขวนลอย (Suspended Solids)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 70
แอมโมเนียอิสระ (NH_3-N)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 1.1
ฟอสฟอรัสรวม (Total Posphorus)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 0.4
ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 0.01
ไนโตรเจนรวม (Total Nitroeen) คือ ผลรวมไนโตรเจนละลาย (Total Dissolved Nitrosen) และไนโตรเจนแขวนลอย (Total Particulate Nitrosen)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 4.0
ความเค็ม (Salinity)		จะมีค่าสูงกว่าความเค็มของแหล่งรองรับน้ำทิ้งในขณะนั้นได้ไม่เกินร้อยละ 50

ที่มา: ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งสุราษฎร์ธานี (2558)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กานตกานท์ (2557) ได้มีการศึกษาประสิทธิภาพการใช้น้ำหมักชีวภาพ และ EM Ball ในการบำบัดน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำการบำบัด น้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เพื่อให้เป็นไปตามมาตรฐานน้ำทิ้งของกรมควบคุมมลพิษ โดยใช้น้ำทิ้งเทียม ซึ่งเตรียมจากการเติมอาหารกุ้งลงในน้ำ 3 ระดับ คือ น้ำจืด น้ำกร่อย และน้ำเค็ม เพื่อให้ค่าออกซิเจนในน้ำเท่ากับ 20 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือมากกว่า ซึ่งใกล้เคียงกับน้ำเสียที่มาจากการเพาะเลี้ยงกุ้งจริงที่เกินค่ามาตรฐานน้ำทิ้ง และประกอบด้วย คือ ชุดควบคุม และชุดการทดลอง โดยมีการใช้น้ำหมักชีวภาพ 4 สูตร น้ำหมักชีวภาพสูตร พด.6 สูตรของ คุณจรูญ ไกรเนตร สูตรของคุณอนุสรณ์ หว่านณรงค์ สูตรน้ำหมักชีวภาพเลี้ยงปลา พบว่า ระหว่างการทดลองมีการศึกษาคุณภาพน้ำทั้งด้านชีวภาพ กายภาพ และเคมี พบว่า จุลินทรีย์ทั้ง 3 กลุ่ม คือ ยีสต์ แลคติกแอสิดแบคทีเรีย และแบคทีเรียที่มีการย่อยโปรตีน สามารถเจริญได้ใน น้ำทั้ง 3 ระดับ ความเค็ม โดยยีสต์ และแลคติกแอสิดแบคทีเรียในทั้ง 3 ระดับความเค็มมีแนวโน้มการเจริญแบบเดียวกัน ส่วนแบคทีเรียย่อยโปรตีนในน้ำแต่ละระดับความเค็มมีแนวโน้มการเจริญเติบโตแตกต่างกัน นอกจากนี้ จำนวนจุลินทรีย์ทั้ง 3 กลุ่มแปรผัน ($P<0.05$) ตามปริมาณบีโอดี สารประกอบของไนโตรเจน และฟอสฟอรัสแต่แปรผกผัน ($P<0.05$) กับความเค็มและปริมาณ ออกซิเจนละลายน้ำ ในขณะที่ ขวัญเนตรและนันทิยา (2554) ได้ศึกษา การเปรียบเทียบประสิทธิภาพจุลินทรีย์ในการบำบัดน้ำเสียจากโรงอาหารของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ งานวิจัยนี้ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพจุลินทรีย์ ในการบำบัดน้ำมันต่อไขมัน และซีโอดี โดยใช้น้ำเสียของโรงอาหารมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่มีปริมาณของน้ำมันต่อไขมัน 59-210 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่า COD 1,650-3,500 มิลลิกรัมต่อลิตร การที่ใช้จุลินทรีย์ 3 ชุด ที่ประกอบด้วยชุดการทดลองที่ 1 จุลินทรีย์จากระบบการบำบัดน้ำเสียแบบแอกติเวเต็ดสลัดจ์ ชุดการทดลองที่ 2 จุลินทรีย์สำเร็จรูป Micro DRD-14 และชุดการทดลองที่ 3 เป็นจุลินทรีย์รวม (Micro Mix) ประกอบด้วย Micro DRD-14 Micro PROTON-95 และ Micro Powder การควบคุมอัตราภาระบรรทุกสารอินทรีย์ที่ 0.05, 0.11, 0.17 และ 0.22 kg.COD/m^3d ผลการศึกษา พบว่า ประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำมัน หรือไขมันของจุลินทีย์รวมMicro Mix เท่ากับ 77 เปอร์เซ็นต์ ที่อัตราภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 0.17 kg.COD/m^3d และน้ำทิ้งผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ในขณะที่น้ำมัน หรือไขมันในน้ำทิ้งของ Control และ MicroDRD-14 ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ประสิทธิภาพในการบำบัดซีโอดีที่อัตราภาระบรรทุกสารอินทรีย์ที่ 0.05-0.17 kg.COD/m^3d ที่มีการศึกษาประสิทธิภาพดีที่สุดในการบำบัดมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ในการทดลองนี้ Micro Mix ให้ประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำมัน หรือไขมัน และซีโอดีสูงที่สุด และ จรีรัตน์ และธนากร (2553) พบว่า ผลการศึกษาน้ำหมักชีวภาพ (EM) ในการบำบัดน้ำชยะมูลฝอยชุมชน สำหรับความสามารถ

การบำบัดน้ำขยะมูลฝอยด้วยน้ำหมักชีวภาพได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดสารอินทรีย์ชะมูลฝอยของระบบบำบัดน้ำเสีย เทศบาลนครสงขลา และเทศบาลนครหาดใหญ่ด้วยน้ำหมักชีวภาพ พบว่า ผลการศึกษาจะเห็นได้ว่าน้ำหมักชีวภาพเพียงอย่างเดียวไม่เหมาะสมในการนำมาใช้บำบัดน้ำขยะมูลฝอย เนื่องจากน้ำหมักชีวภาพประกอบด้วยสารที่ย่อยสลายยากด้วยเช่นกัน จึงต้องใช้ในปริมาณที่เหมาะสมเพื่อลดกลิ่น และสารอินทรีย์ในขั้นต้น และใช้ปฏิกิริยาเฟนตันร่วมโดยใช้สารเคมีชนิด Commercial, Chemical, Reagent และ Grade เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการบำบัดสารอินทรีย์และลดต้นทุนประเทศไทยมีการขยายตัวของอุตสาหกรรมเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอย่างรวดเร็ว

ประสิทธิ์ และทัศพร (2554) ได้ศึกษาการบำบัดตะกอนเลน จากบ่อที่เลี้ยงกุ้งทะเลโดยกระบวนการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจน เพื่อผลิตก๊าซชีวภาพ โดยใช้ตะกอนเลนจากบ่อเลี้ยงกุ้งที่มีวิธีการเลี้ยงแตกต่างกัน 2 แบบ คือ การเลี้ยงกุ้งทะเลแบบไม่ใช้จุลินทรีย์ EM (Effective Microorganisms) ในขณะเลี้ยง และแบบใช้จุลินทรีย์ EM ในขณะเลี้ยง ผลการศึกษา พบว่า การบำบัดตะกอนเลน โดยใช้ตะกอนเลนจากการเลี้ยงกุ้งแบบไม่ใช้จุลินทรีย์สามารถลด TS, TDS, TSS, TVS, BOD และ COD ได้ ซึ่งสอดคล้องกับ สุบัณฑิต และวีรพงศ์ (2548) พบว่า การคัดแยกจุลินทรีย์ในดินตะกอนจากบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำที่มีคุณสมบัติของโพรไบโอติกที่ดี คือ สามารถย่อยสลายสารอาหาร 3 ประเภท คือ โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และมีคุณสมบัติอื่นๆ ที่ไม่ดื้อต่อยาต้านจุลชีพที่สำคัญ ทนต่อความเค็มในระดับต่างๆ สามารถต่อต้าน *Vibrio harveyi* และมีความสามารถในการย่อยสลายแอมโมเนีย ไนไตรท์ ไนเตรท และฟอสเฟส ที่ละลายอยู่ในน้ำ พบว่า สามารถคัดแยกจุลินทรีย์จากบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำได้ 6 สายพันธุ์ คือ *B. polymyxa*, *B. licheniformis*, *B. subtilis*, *B. megaterium*, *B. thuringiensis* และ *Oceanisphaera* sp.

พรชนก และภัชราภรณ์ (2554) พบว่า น้ำเสียจากกระบวนการผลิตของโรงงานปลาป่นมี BOD สูงอยู่ในช่วง 4,000-16,000 มิลลิกรัมต่อลิตร กระบวนการบำบัดน้ำเสียที่ยังมีอยู่เป็นกระบวนการทางชีวภาพ ซึ่งจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในระบบน้ำเสียมีประสิทธิภาพไม่สูงพอที่จะบำบัดน้ำเสียให้ผ่านมาตรฐานน้ำทิ้งของกระทรวงอุตสาหกรรมปัญหานี้อาจแก้ได้ด้วยการเติมตะกอนจุลินทรีย์จากระบบบำบัดน้ำเสียประเภทใกล้เคียงกัน หรือในปัจจุบันมีผลิตภัณฑ์ทางการค้าเป็นอีกทางเลือกหนึ่ง ในการศึกษานี้ใช้จุลินทรีย์ทางการค้าชนิด EMTEC FM ของบริษัท เอ็มเทค แมเนจเม้นท์ จำกัด (Commercial Seed: CS) ในการบำบัดน้ำเสีย

วิธีการดำเนินการ

ศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของอีเอ็มบอลจากพืชน้ำป่นแห้ง 3 ชนิด ในการบำบัดน้ำเสียจากบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม (*Penaeus vannamei*) มีวัสดุอุปกรณ์ การวางแผนการทดลอง และวิธีการทดลอง ดังนี้

วัสดุ และอุปกรณ์

1)	ถังไฟเบอร์กลาส ขนาดความจุ 500 ลิตร	จำนวน	12	ถัง
2)	กะละมัง	จำนวน	4	ถัง
3)	ชุดระบบการให้อากาศ	จำนวน	12	ชุด
4)	หัวเชื้ออีเอ็ม	จำนวน	1	ลิตร
5)	รำละเอียด	จำนวน	3	กิโลกรัม
6)	กากน้ำตาล	จำนวน	3	กิโลกรัม
7)	ผักตบชวาแบบแห้ง	จำนวน	3	กิโลกรัม
8)	ดอกจอกแบบแห้ง	จำนวน	3	กิโลกรัม
9)	ต้นกกแบบแห้ง	จำนวน	3	กิโลกรัม
10)	หน้าดินเหนียว	จำนวน	3	ลิตร
11)	แกรบ	จำนวน	3	กิโลกรัม
12)	น้ำสะอาด	จำนวน	1	ลิตร
13)	เครื่องแก้ววิทยาศาสตร์	จำนวน	1	ชุด
14)	ปั้มสูบน้ำ	จำนวน	1	ชุด
15)	สารเคมีวิเคราะห์คุณภาพน้ำ	จำนวน	1	ชุด

การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design, CRD) แบ่งเป็น 4 ชุดทดลอง (treatment) ในแต่ละชุดการทดลองมี 5 ซ้ำ (Replications) เพิ่มพืชน้ำแบบปั่นแห้ง ในปริมาณที่เท่ากัน ในการบำบัดน้ำเสียจากบ่อเลี้ยงกุ้งแต่ละชุด ซึ่งแบ่งชุดการทดลองเป็น ดังต่อไปนี้

ชุดการทดลองที่ 1 EM Ball สูตรทั่วไป (ชุดควบคุม)
ชุดการทดลองที่ 2 EM Ball ที่เพิ่มดอกจอก 30 กรัม จากสูตรทั่วไป
ชุดการทดลองที่ 3 EM Ball ที่เพิ่มต้นกก 30 กรัม จากสูตรทั่วไป
ชุดการทดลองที่ 4 EM Ball ที่เพิ่มผักตบชวา 30 กรัม จากสูตรทั่วไป

วิธีการทดลอง

1. การเตรียมสถานที่

ทำความสะอาดสถานที่ทำการทดลองทำความสะอาดถังไฟเบอร์กลาสขนาดความจุ 500 ลิตรจำนวน 12 ถัง ล้างบ่อด้วยน้ำยาทำความสะอาด Potassium Monopersulphate และน้ำอัตราส่วน 1:1:20 ล้างทำความสะอาด แล้วทิ้งไว้ให้แห้ง

2. ติดตั้งอุปกรณ์การให้อากาศ

ต่อท่อระบบการให้อากาศด้วยท่อ PVC เจาะรู แล้วใส่หัวปรับอากาศกับสายอ๊อกซิเจน และหัวทราย หลังจากนั้นตรวจสอบระบบการให้อากาศ

3. การเตรียมน้ำเสีย

เตรียมน้ำเสียจากบ่อเลี้ยงกุ้งในแต่ละถัง ถังละ 400 ลิตร ทุกชุดการทดลอง

4. การเตรียมอีเอ็มบอลในการทดลอง

1) รำละเอียด 1 กิโลกรัม
2) แกลบ 0.5 กิโลกรัม

3) กากน้ำตาล 6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

4) หัวเชื้อ EM 2 ช้อนโต๊ะ

5) หน้าดินเหนียว 1 กิโลกรัม

6) ผสมพืชน้ำป่นแบบแห้ง 1 กิโลกรัม

5. ขั้นตอนการผสม EM Ball (เกรียงศักดิ์, 2544)

ขั้นตอนที่ 1 ผสม รำละเอียด แกรบ หน้าดิน เข้าด้วยกัน

ขั้นตอนที่ 2 ผสม กากน้ำตาล หัวเชื้อ EM เข้าด้วยกัน

ขั้นตอนที่ 3 เตรียมพืชน้ำแห้งที่ป่นแล้วที่จะนำมาผสม

ขั้นตอนที่ 4 พักไว้ประมาณ 15 นาที และผสมเข้าด้วยกันแล้วนำมาปั้นให้เป็นก้อน

ขั้นตอนที่ 5 นำไปเก็บไว้ในที่ร่มห้ามให้โดนแดดให้หัวเชื้อ EM ขยายตัวอย่างเต็มที่เป็นเวลา 3 วัน จึงนำไปใช้งาน

EM Ball ที่ผสมกับพืชน้ำแล้ว 100 กรัม ต่อ ปริมาตรน้ำ 400 ลิตร

6. การรวบรวมข้อมูลในระหว่างการทดลอง

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำระหว่างการเลี้ยง โดยทำการตรวจวัดคุณภาพน้ำทุกวัน มีค่าความเป็นกรดด่าง ค่าความเค็ม ค่าความเป็นด่าง และอุณหภูมิในน้ำ ตั้งแต่เริ่มการทดลองจนสิ้นสุดการทดลอง และทำการตรวจวัดคุณภาพน้ำทุกๆ 3 วัน โดยจะตรวจค่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ค่าแอมโมเนีย และค่าไนไตรท์

6.1 เก็บรวบรวมข้อมูล

6.1.1 เก็บคุณภาพน้ำทุกวัน

- ออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen; DO)
- อุณหภูมิน้ำ (Temperature) ตรวจวัดโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer)
- ความเค็ม (Salinity) วิเคราะห์ด้วย Refractometer
- ความเป็นกรดด่าง (pH) ตรวจวัดโดยใช้ pH Meter
- ความเป็นด่าง จะใช้วิเคราะห์ด้วยชุดทดสอบค่าความเป็นด่าง

6.1.2 เก็บคุณภาพน้ำทุกๆ 3 วัน

ปริมาณค่าแอมโมเนีย ไนไตรท์ โดยใช้เครื่องดูดกลืนแสงสำหรับการตรวจค่าแอมโมเนีย และไนไตรท์

7. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลไปวิเคราะห์ทางสถิติ โดยหาค่าความแปรปรวน (One-way ANOVA) เพื่อศึกษาความแตกต่างของแต่ละทรีตเมนต์ จากนั้นเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแต่ละทรีตเมนต์ โดยวิธีการของ Duncan Multiple Test (DMRT) ที่ระดับ ความมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการทดลอง

การศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของ EM ที่ผสมพืชน้ำป่นแห้งในการลดสารประกอบไนโตรเจนในการบำบัดน้ำเสียจากบ่อเลี้ยงกุ้ง เป็นการศึกษาเชิงทดลองโดยแบ่งออกเป็น 4 ชุดการทดลอง ได้แก่ ชุดการทดลองที่ 1 เติม EM ที่ผสมสูตรทั่วไป ชุดการทดลองที่ 2 เติม EM ที่ผสมดอกจอกป่นแห้ง 30 กรัม ชุดการทดลองที่ 3 เติม EM ที่ผสมต้นกกแบบป่นแห้ง 30 กรัม และ ชุดการทดลองที่ 4 เติม EM ที่ผสมผักตบชะวาป่นแห้ง 30 กรัม ต่อน้ำ 400 ลิตร วิเคราะห์คุณภาพน้ำ ระยะเวลา 0, 3, 6, 9, 12 และ 15 วัน คุณภาพน้ำที่ศึกษา ได้แก่ แอมโมเนีย (มิลลิกรัมต่อลิตร) และไนไตรท์ (มิลลิกรัมต่อลิตร) ผลการศึกษามีรายละเอียด ดังนี้

1. แอมโมเนีย

ตารางที่ 2 แสดงค่าแอมโมเนีย (มิลลิกรัมต่อลิตร) จากการเพิ่มประสิทธิภาพของ EM ที่ผสมพืชน้ำป่นแห้งในการลดสารประกอบไนโตรเจนในการบำบัดน้ำเสียจากบ่อเลี้ยงกุ้ง เป็นระยะเวลา 15 วัน (ค่าเฉลี่ย±SD)

ชุดการทดลอง	วันที่					
	0	3	6	9	12	15
T1	5.488±0.000	4.562±0.097	3.557±0.173	3.557±0.173	0.130±0.020	0.035±0.009 [b]
T2	5.456±0.000	4.661±0.074	3.205±0.035	3.205±0.035	0.153±0.014	0.036±0.011 [a]
T3	5.420±0.000	4.898±0.117	3.230±0.055	3.230±0.055	0.128±0.042	0.036±0.010 [a]
T4	5.375±0.000	4.752±0.132	3.209±0.052	3.209±0.052	0.154±0.056	0.037±0.015 [a]
ผลการวิเคราะห์						0.039

หมายเหตุ: อักษรยกกำลังแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ในแต่ละชุดการทดลอง

จากตารางที่ 2 พบว่า แอมโมเนีย ช่วงวันเริ่มต้นของการทดลอง ชุดการทดลองที่ 1, 2, 3 และ 4 มีค่าเท่ากับ 5.488±0.000, 5.456±0.000, 5.420±0.000 และ 5.375±0.000 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และลดลงอย่างต่อเนื่องจนสิ้นสุดการทดลอง ในวันที่ 15 ของชุดการทดลองที่ 1, 2, 3 4 และมีค่าเท่ากับ 0.035±0.009, 0.036±0.011, 0.036±0.010 และ 0.037±0.015 มิลลกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และจากการทดสอบทางสถิติ พบว่า ปริมาณแอมโมเนียในวันสุดท้ายของแต่ละชุดการทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

2. ไนไตรท์

ตารางที่ 3 แสดงค่าไนไตรท์ (มิลลิกรัมต่อลิตร) จากการเพิ่มประสิทธิภาพของ EM ที่ผสมพืชน้ำป่นแห้ง ในการลดสารประกอบไนโตรเจนในการบำบัดน้ำเสียจากบ่อเลี้ยงกุ้ง เป็นระยะเวลา 15 วัน (ค่าเฉลี่ย±SD)

ชุดการทดลอง	วันที่					
	0	3	6	9	12	15
T1	1.483±0.000	2.683±0.046	3.692±0.131	3.244±0.063	2.212±0.009	1.421±0.096
T2	1.453±0.000	2.467±0.081	3.277±0.320	3.135±0.035	2.121±0.047	1.476±0.049
T3	1.484±0.000	2.431±0.045	3.234±0.032	3.136±0.061	2.117±0.053	1.529±0.050
T4	1.454±0.000	2.524±0.074	3.215±0.056	3.212±0.054	2.181±0.067	1.026±0.063
ผลการวิเคราะห์						0.072

จากตารางที่ 3 พบว่า ไนไตรท์ วันเริ่มต้นของการทดลอง ชุดการทดลองที่ 1, 2, 3 และ 4 มีค่าเท่ากับ 1.483±0.000, 1.453±0.000, 1.484±0.000 และ 1.454±0.000 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และเริ่มมีการเพิ่มขึ้นสูงที่สุดในวันที่ 6 มีค่าเท่ากับ 3.692±0.131, 3.277±0.320, 3.234±0.032 และ 3.215±0.056 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และเริ่มจะมีการลดลงจนสิ้นสุดการทดลองในวันที่ 15 ของการทดลอง มีค่าเท่ากับ 1.421±0.096, 1.476±0.049, 1.529±0.050 และ 1.026±0.063 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และจากการทดสอบทางสถิติ พบว่า ปริมาณค่าไนไตรท์ในวันสุดท้ายของแต่ละชุดการทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

3. คุณภาพน้ำอื่นๆ

ตารางที่ 4 แสดงค่าคุณภาพน้ำ จากการเพิ่มประสิทธิภาพของ EM Ball ที่ผสมพืชน้ำแบบป่นแห้ง ในการลดสารประกอบไนโตรเจนในการบำบัดน้ำเสียจากบ่อเลี้ยงกุ้งเป็นเวลา 15 วัน

ชุดการทดลอง	ความเค็ม (ส่วนในพันส่วน)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความเป็นกรดด่าง	ออกซิเจนที่ละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ความเป็นด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตร)
T1	15-19	27-29	7.10-8.16	4.10-5.38	64-136
T2	14-18	25-31	7.08-8.14	3.72-5.30	68-136
T3	13-20	27-32	6.50-7.95	3.68-4.80	68-136
T4	13-20	26-32	7.13-7.96	4.16-4.92	64-136

จากตารางที่ 4 พบว่า ค่าของคุณภาพน้ำ ได้แก่ ค่าความเค็ม อุณหภูมิ ความเป็นกรดด่าง ออกซิเจนที่ละลายน้ำ และความเป็นด่าง ของชุดการทดลองที่ 1 มีค่าเท่ากับ 15-19 ส่วนในพันส่วน 27-29 องศาเซลเซียส 7.10-8.16, 4.10-5.38 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 64-136 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ชุดการทดลองที่ 2 มีค่าเท่ากับ 14-18 ส่วนในพันส่วน 25-31 องศาเซลเซียส 7.08-8.14, 3.72-5.38 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 68-136 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ชุดการทดลองที่ 3 มีค่าเท่ากับ 13-20 ส่วนในพันส่วน 27-32 องศาเซลเซียส 6.50-7.95, 3.68-4.80 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 68-136 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ชุดการทดลอง 4 มีค่าเท่ากับ 13-20 ส่วนในพันส่วน 26-32 องศาเซลเซียส 7.13-7.96, 4.16-4.92 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 64-136 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองการเพิ่มประสิทธิภาพของ EM Ball ที่เพิ่มพืชน้ำแบบป่นแห้งที่เติมอย่างละ 30 กรัม ในการบำบัดน้ำเสียจากบ่อเลี้ยงกุ้ง ซึ่งประกอบด้วย ผักตบชะวา ต้นกก ดอกจอก เนื่องจากพืชน้ำเหล่านี้ไม่สามารถกำจัดสารประกอบไนโตรเจนได้ เพราะพืชน้ำป่นแห้งตายแล้วจึงเปลี่ยนสภาพไปเป็นอาหารให้กับจุลินทรีย์ที่อยู่ใน EM Ball เพราะ EM Ball ที่ผสมพืชน้ำ ประกอบด้วยจุลินทรีย์ชนิดดี ประสิทธิภาพการทำงานของ EM Ball มิใช่การบำบัดน้ำเสียโดยตรง แต่ใช้หลักการนำเอาจุลินทรีย์ชนิดดีมีประสิทธิภาพไปแย่งอาหาร ของเสีย ซากพืชสัตว์ที่ไหลมากับน้ำ จากจุลินทรีย์ที่มีอยู่ตามธรรมชาติในน้ำที่กำลังจะเน่า หรือในน้ำเสีย ที่เป็นการสกัดกั้นการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ธรรมชาติที่เป็นสาเหตุของน้ำเน่าเสีย

กระบวนการย่อยสลายทางชีวภาพ การย่อยสลายของอินทรียวัตถุที่ยังสามารถเกิดในน้ำได้เช่นกัน จนได้สารประกอบไนโตรเจนรูปแบบต่างๆ ที่ละลายในน้ำ ทั้งในรูปของก๊าซ และของแข็งตกตะกอน ได้แก่ ก๊าซแอมโมเนีย (NH_3) ที่ถูกตรึงอยู่ระหว่างอนุภาคของน้ำแต่ส่วนมากจะออกสู่อากาศ ไนเตรท (NO_3^-) ที่เข้ากับเกลือที่ละลายในน้ำจนตกตะกอน เช่น แคลเซียม (Ca) ได้เป็นแคลเซียมไนเตรท $Ca(NO_3)_2$ โพแทสเซียม (K) ได้เป็นโพแทสเซียมไนเตรท (KNO_3) เป็นต้นสอดคล้องกับพรชัย (2545) ศึกษาประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ *B. Subtilis B. cereus* และ *B. licheniformis* พบว่า การเติมจุลินทรีย์มีความสามารถลดปริมาณไนไตรท์ และแอมโมเนียได้ เมื่อทำการทดลองผ่านไประยะหนึ่ง

ปริมาณแอมโมเนียในน้ำเสียหลังจากการเติมอีเอ็มบอลที่เพิ่มพืชน้ำแบบป่นแห้งแล้วมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเหมือนกัน คือ มีค่าสูงในวันเริ่มต้นแล้วค่อยๆ ลดลงเมื่อเวลาผ่านไป ในวันที่ 3, 6, 9, 12 และ 15 ของการทดลอง โดยทุกชุดการทดลองรวมถึงชุดควบคุมสามารถบำบัดแอมโมเนียได้ เพราะในน้ำมีจุลินทรีย์กลุ่มไนตริไฟอิงอยู่แล้วตามธรรมชาติ เมื่อมีแหล่งของแอมโมเนียและมีการเติมออกซิเจน จุลินทรีย์กลุ่มไนตริไฟอิงก็สามารถเปลี่ยนรูปของแอมโมเนียโดยปฏิกิริยาไนตริฟิเคชันให้อยู่ในรูปของไนไตรท์ (NO_2^-) จุลินทรีย์กลุ่มในไนโตรแบคเตอร์ก็สามารถเปลี่ยนไนไตรท์ให้อยู่ในรูปของไนเตรท (NO_3^-) ซึ่งสอดคล้องกับสิริ และชนินทร์ (2541) ที่พบว่า ถังบำบัดไนตริฟิเคชันที่มีการเติมอากาศสามารถบำบัดแอมโมเนีย และไนไตรท์ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ปริมาณไนไตรท์ในน้ำเสียภายหลังการเติม EM Ball ที่เพิ่มพืชน้ำแบบป่นแห้ง มีแนวโน้มการแปลี่ยนแปลงเหมือนกัน คือ เริ่มมีการเพิ่มขึ้นสูงที่สุดในวันที่ 6 และเริ่มมีการลดลงจนสิ้นสุดการทดลองในวันที่ 15 ของการทดลอง พบว่า ปริมาณไนไตรท์ในชุดการทดลองที่เพิ่มพืชน้ำที่แบบป่นแห้งสามารถลดปริมาณไนไตรท์ได้ไม่แตกต่างกับชุดการควบคุมที่ไม่มีการเพิ่มพืชน้ำแบบป่นแห้ง สอดคล้องกับ

พรชัย (2545) ที่ได้ศึกษาประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ *B. Subtilis B. cereus* และ *B. licheniformis* และพบว่า การเติมจุลินทรีย์สามารถลดปริมาณไนไตรท์ และแอมโมเนียเมื่อการทดลองผ่านไประยะหนึ่ง และสอดคล้องกับ สุบัณฑิต และวีรพงศ์ (2548) ใช้จุลินทรีย์ในการบำบัดของเสียภายในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ และพบว่า ชุดทดลองที่มีการเพิ่มจุลินทรีย์ที่สามารถลดปริมาณของไนไตรท์ และปริมาณแอมโมเนียได้ดีกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการทดลอง

การศึกษาประสิทธิภาพของ *B. Subtilis B. cereus และ B. licheniformis* ที่เพิ่มพืชน้ำแบบปั่นแห้งในการลดสารประกอบไนโตรเจนในการบำบัดน้ำเสียจากบ่อเลี้ยงกุ้ง ที่มีการแบ่งออกเป็น 4 ชุดการทดลอง ได้แก่ ชุดการทดลองที่ 1 อีเอ็มบอลที่ไม่เพิ่มพืชน้ำแบบปั่นแห้ง ชุดการทดลองที่ 2 เพิ่มดอกจอกปั่นแห้ง 30 กรัมชุดการทดลองที่ 3 เพิ่มต้นกกปั่นแห้ง 30 กรัม และ ชุดการทดลองที่ 4 เพิ่มผักตบชะวาปั่นแห้ง 30 กรัม ต่อน้ำเสียจากบ่อเลี้ยงกุ้ง 400 ลิตร มีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำที่ระยะเวลา 0, 3, 6, 9, 12 และ 15 วัน โดยคุณภาพน้ำที่ศึกษา ได้แก่ แอมโมเนีย และไนไตรท์ จากผลของการศึกษาสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ในวันที่ 15 ในชุดการทดลองที่ 1 ชุดควบคุม สามารถลดปริมาณแอมโมเนีย ได้ดีกว่าจากวันที่เริ่มต้นถึงสิ้นสุด มีค่าเท่ากับ 5.488±0.000 มิลลิกรัมต่อลิตร เหลือ 0.035±0.009 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณไนไตรท์ ในชุดการทดลองที่ไม่เพิ่มพืชน้ำป่นแห้งที่สามารถลดปริมาณไนไตรท์ได้ไม่แตกต่างกับชุดการทดลองที่เพิ่มพืชน้ำแบบปั่นแห้งโดยลดลงจาก 1.483±0.00 มิลลิกรัมต่อลิตร เหลือ 1.421±0.096 มิลลิกรัมต่อลิตร ทั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการที่เพิ่มพืชน้ำป่นแห้งไม่มีผลต่อประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำสียของ EM Ball ในการลดปริมาณสารประกอบไนโตรเจนในการบำบัดน้ำเสียจากบ่อเลี้ยงกุ้ง

ข้อเสนอแนะ

1. ควรใช้ EM Ball ปริมาณที่เหมาะสมในการลดสารประกอบไนโตรเจนในการบำบัดน้ำเสียจากบ่อเลี้ยงกุ้ง
2. ควรมีการศึกษาประสิทธิภาพของ EM Ball ที่ผสมพืชชนิดอื่น เพื่อใช้ในการหาพืชแบบอื่นที่มีประสิทธิภาพบำบัดน้ำที่ดีที่สุด
3. ควรนำพืชน้ำที่ยังมีชีวิตมาทดลองเพิ่มประสิทธิภาพของ EM Ball
4. จากการศึกษาควรนำ EM Ball ที่เพิ่มพืชน้ำ ไปใช้กับสถานที่จริงที่ทำการศึกษา เพื่อที่จะศึกษาว่ามีผลต่อการทดลองเหมือนหรือสอดคล้องกับการศึกษาในห้องปฏิบัติการ และสามารถใช้งานได้จริง

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. 2551. นโยบายสิ่งแวดล้อม. (ออนไลน์) สืบค้นจาก : https://www.pcd.go.th/isotype/1/ (4 กรกฎาคม 2564)

กรมประมง. 2550. การเลี้ยงกุ้งขาวแบบพัฒนา. ส่วนเผยแพร่การประมง. สำนักพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีการประมง. (ออนไลน์) สืบค้นจาก : https://www.fisheries.go.th/ems/images/ems/Manualvannamei.pdf (5 กรกฎาคม 2564)

กานตกานท์ เทพณรงค์. 2557. ประสิทธิภาพการใช้น้ำหมักชีวภาพ และอีเอ็มบอลในการบำบัดน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. วาริชศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. (ออนไลน์) สืบค้นจาก : https://kb.psu.ac.th/psukb/handle/2016/11671 (6 กรกฎาคม 2564)

เกรียงศักดิ์ พูนสุข. 2544. จุลินทรีย์กับการเพาะเลี้ยงกุ้ง. (ออนไลน์) สืบค้นจาก : https://www.facebook.com/ ThaishrimpNews.Online/posts/859845337393381 (8 กรกฎาคม 2564)

คณิต ไชยาคำ และพุทธ ส่องแสงจินดา. 2535. คุณสมบัติและปริมาณน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ กุลาดำแบบพัฒนา อำเภอระโนด จังหวัดสงขลา. เอกสารวิชาการฉบับที่ 2/2535 สถาบันวิจัยการ เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง สงขลา. (ออนไลน์) สืบค้นจาก : http://www.nicaonline.com/index.php?option=com_content&view=article&id=1151:2012-03-15-06-54-32&catid=34:2012-01-05-07-25-45&Itemid=113 (7 กรกฎาคม 2564)

จรีรัตน์ สกุลรัตน์ และอภิฤดี สงสุข. 2553. ศักยภาพของน้ำหมักชีวภาพ (EM) ในการบำบัดน้ำขยะมูลฝอยชุมชน. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. (ออนไลน์) สืบค้นจาก : http://aunilo.uum.edu.my/Find/Record/th-psu.2010-7742 (4 กรกฎาคม 2564)

นพพล เกตุประสาท. 2557. หน่วยอนุรักษ์และใช้ประโยชน์พืชพรรณ. ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง จ.นครปฐม. (ออนไลน์) สืบค้นจาก : http://clgc.agri.kps.ku.ac.th/resources/weed/eichornia.html (18 พฤศจิกายน 2564)

ประสิทธิ์ ศรีนคร อรรถวิโรจน์ เขียวนาค ขวัญตา ตันติกำธน และจิระพล ศรีเสริฐผล. 2554. การบำบัดตะกอนเลนในบ่อเลี้ยงกุ้งทะเลโดยกระบวนการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจน. วารสาร การจัดการสิ่งแวดล้อม. (ออนไลน์). สืบค้นจาก : https://ag2.kku.ac.th/kaj/pub/14%20Tanakorn.pdf (8 กรกฎาคม 2564)

พรชนก วงศ์ผดุงเกียรติ และภัชราภรณ์ สุวรรณวิทยา.2554. จุลินทรีย์ทางการค้าในกระบวนการบำบัดน้ำเสีย โรงงานปลาป่น. วารสารวิศวกรรมสารมก. 77[24]. หน้า 24 – 33. (ออนไลน์) สืบค้นจาก : https://kukr.lib.ku.ac.th/journal/index.php?/ENGJ/search_detail/result/203049 (3 สิงหาคม 2564)

วีรชัย เพชรสุทธิ์ และฤทธิรงค์ แสนชนะ. 2556. การบำบัดน้ำและการใช้ประโยชน์จากเลนบ่อเลี้ยงกุ้งทะเลเพื่อการเลี้ยงกุ้งระบบชีวภาพ. (ออนไลน์) สืบค้นจาก : https://-extension://fheoggkfdfchfphceeifdbepaooicaho/html/site_status_block_page.html (5 สิงหาคม 2564)

ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งสุราษฎร์ชานี, 2558. คุณสมบัติของน้ำที่เหมาะสมในการเลี้ยงกุ้ง. (ออนไลน์) . สืบค้นจาก : www.fisheries.go.th/if- suratthani/web2/images/dow /vannamei.pdf (5 สิงหาคม 2564)

สวนเกษตรผสมผสาน นครปฐม. 2564. จุลินทรีย์โปรไบโอติกส์ สำหรับสัตว์น้ำ. (ออนไลน์) สืบค้นจาก : https://ag2.kku.ac.th/kaj/PDF.cfm?filename=P90%20Fis16.pdf&id=3133&keep track=1 (15 กรกฎาคม 2564)

สวนหม่อนไม้. 2558. รำละเอียด. (ออนไลน์) สืบค้นจาก : http://www.monmai.com/% E0% B8%A3%E0%B8% (10 พฤศจิกายน 2564)

สารานุกรมเสรี. 2564. น้ำเสีย. (ออนไลน์) สืบค้นจาก : https://th.wikipedia.org/wiki (8 สิงหาคม 2564)

สิริ ทุกข์วินาศ และชนินทร์ แสงรุ่งเรือง. 2541. การศึกษาวิจัยบำบัดน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำแบบพัฒนาด้วยระบบ Bio-filter.วารสารการประมง. (ออนไลน์) สืบค้นจาก : https://agkb.lib.ku.ac.th/dof/search_detail/result/216966 (10 สิงหาคม 2564)

สุบัณฑิต นิ่มรัตน์ และวีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย. 2548. การใช้จุลินทรีย์ในการบำบัดของเสียในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำระบบพัฒนา. (ออนไลน์). สืบค้นจาก : http://cac.pcd.go.th/index.php/ourservices/2017-02-05-14-04-09/cac-menu-fisheries/cac-menu-shore-fisheries/302-fisheries-seashore-09 (15 สิงหาคม 2564)

สำนักงานเกษตรและสหกรณ์ จังหวัดอุบลราชธานี. 2564. ใช้แกลบดิบปรับปรุงดินให้ถูกวิธี. วารสารด้านการเกษตร. (ออนไลน์) สืบค้นจาก : https://www.opsmoac.go.th/ubon

สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง .2552. วัฏจักร ไนโตรเจน (Nitrogen Cycle). (ออนไลน์) สืบค้นจาก : www.nicaonline.com article/view/68913 (20 สิงหาคม 2564)

องค์การบริหารส่วนตำบลท่าโพธิ์. 2561. วิธีทำ EM Ball บำบัดน้ำเสีย. (ออนไลน์) สืบค้นจาก : https://www.thapo.go.th/networknews/detail/139730/show.html (1 พฤศจิกายน 2564)

อาภาวรรณ พ่อค้า และนิติ ชูเชิด. 2555. การคัดเลือกตัวกลางที่เหมาะสมต่อการยึดเกาะของเมือกชีวภาพ เพื่อบำบัดไนเตรทจากน้ำทิ้งการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง. (ออนไลน์) สืบค้นจาก : https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/tsujournal/article/view/68913 (12 สิงหาคม 2564)

Hydroneo. 2563. คุณภาพน้ำที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงกุ้ง. (ออนไลน์) สืบค้นจาก : www.fisheries.go.th/if- suratthani/web2/images/dow/vannamei.pdf, (1 พฤศจิกายน 2564)

Promotionsci. 2557. คุณภาพน้ำที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงกุ้งทะเล. (ออนไลน์) สืบค้นจาก : www.fisheries.go.th/if- suratthani/web2/images/dow/vannamei.pdf (18 สิงหาคม 2564)

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
ตารางแสดงข้อมูลและผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ชุดการทดลอง	วันที่					
	0	3	6	9	12	15
T1	5.488±0.000	4.562±0.097	3.557±0.173	3.557±0.173	0.130±0.020	0.035±0.009 [b]
T2	5.456±0.000	4.661±0.074	3.205±0.035	3.205±0.035	0.153±0.014	0.036±0.011 [a]
T3	5.420±0.000	4.898±0.117	3.230±0.055	3.230±0.055	0.128±0.042	0.036±0.010 [a]
T4	5.375±0.000	4.752±0.132	3.209±0.052	3.209±0.052	0.154±0.056	0.037±0.015 [a]

ชุดการทดลอง	วันที่					
	0	3	6	9	12	15
T1	1.483±0.000	2.683±0.046	3.692±0.131	3.244±0.063	2.212±0.009	1.421±0.096
T2	1.453±0.000	2.467±0.081	3.277±0.320	3.135±0.035	2.121±0.047	1.476±0.049
T3	1.484±0.000	2.431±0.045	3.234±0.032	3.136±0.061	2.117±0.053	1.529±0.050
T4	1.454±0.000	2.524±0.074	3.215±0.056	3.212±0.054	2.181±0.067	1.026±0.063

ชุดการทดลอง	ความเค็ม (ส่วนในพันส่วน)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความเป็นกรดด่าง	ออกซิเจนที่ละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ความเป็นด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตร)
T1	15-19	27-29	7.10-8.16	4.10-5.38	64-136
T2	14-18	25-31	7.08-8.14	3.72-5.30	68-136
T3	13-20	27-32	6.50-7.95	3.68-4.80	68-136
T4	13-20	26-32	7.13-7.96	4.16-4.92	64-136

Descriptives									
แอมโมเนีย (มิลลิกรัมต่อลิตร)		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Mini mum	Maxi mum
						Lower Bound	Upper Bound		
แอมโมเนีย วันที่ 0	1.00	3	1.0610	0.00000	0.00000	1.0610	1.0610	1.06	1.06
	2.00	3	1.0610	0.00000	0.00000	1.0610	1.0610	1.06	1.06
	3.00	3	1.0610	0.00000	0.00000	1.0610	1.0610	1.06	1.06
	4.00	3	1.0610	0.00000	0.00000	1.0610	1.0610	1.06	1.06
	Total	12	1.0610	0.00000	0.00000	1.0610	1.0610	1.06	1.06
แอมโมเนีย วันที่ 3	1.00	3	.2787	.03308	.01910	.1965	.3608	.25	.31
	2.00	3	.3043	.04384	.02531	.1954	.4132	.26	.35
	3.00	3	.3217	.05698	.03290	.1801	.4632	.26	.36
	4.00	3	.3017	.01474	.00851	.2650	.3383	.29	.31
	Total	12	.3016	.03786	.01093	.2775	.3256	.25	.36
แอมโมเนีย วันที่ 6	1.00	3	.2677	.04148	.02395	.1646	.3707	.23	.31
	2.00	3	.2330	.01493	.00862	.1959	.2701	.22	.25
	3.00	3	.2447	.00896	.00517	.2224	.2669	.24	.26
	4.00	3	.2307	.00451	.00260	.2195	.2419	.23	.24
	Total	12	.2440	.02462	.00711	.2284	.2596	.22	.31
แอมโมเนีย วันที่ 9	1.00	3	.1820	.09312	.05377	-.0493	.4133	.10	.28
	2.00	3	.2319	.01440	.00831	.1961	.2677	.22	.25
	3.00	3	.2295	.02481	.01433	.1679	.2911	.21	.26
	4.00	3	.2230	.01285	.00742	.1911	.2550	.21	.23
	Total	12	.2166	.04694	.01355	.1868	.2464	.10	.28
แอมโมเนีย วันที่ 12	1.00	3	.0342	.00637	.00368	.0184	.0500	.03	.04
	2.00	3	.0011	.00076	.00044	-.0007	.0030	.00	.00
	3.00	3	.0016	.00085	.00049	-.0005	.0037	.00	.00
	4.00	3	.0012	.00072	.00042	-.0006	.0030	.00	.00
	Total	12	.0095	.01513	.00437	-.0001	.0191	.00	.04

แอมโมเนีย วันที่ 15	1.00	3	.0019	.00040	.00023	.0009	.0029	.00	.00
	2.00	3	.0006	.00021	.00012	.0000	.0011	.00	.00
	3.00	3	.0004	.00010	.00006	.0002	.0006	.00	.00
	4.00	3	.0005	0.00000	0.00000	.0005	.0005	.00	.00
	Total	12	.0009	.00069	.00020	.0004	.0013	.00	.00

ANOVA

				Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
แอมโมเนีย วันที่ 0	Between Groups	(Combined)		0.000	3	0.000		
		Linear Term	Contrast	0.000	1	0.000		
			Deviation	0.000	2	0.000		
	Within Groups			0.000	8	0.000		
	Total			0.000	11			
แอมโมเนีย วันที่ 3	Between Groups	(Combined)		.003	3	.001	.578	.646
		Linear Term	Contrast	.001	1	.001	.690	.430
			Deviation	.002	2	.001	.522	.612
	Within Groups			.013	8	.002		
	Total			.016	11			
แอมโมเนีย วันที่ 6	Between Groups	(Combined)		.003	3	.001	1.682	.247
		Linear Term	Contrast	.001	1	.001	2.896	.127
			Deviation	.001	2	.001	1.074	.386
	Within Groups			.004	8	.001		
	Total			.007	11			
แอมโมเนีย วันที่ 9	Between Groups	(Combined)		.005	3	.002	.679	.589
		Linear Term	Contrast	.002	1	.002	.905	.369
			Deviation	.003	2	.001	.566	.589
	Within Groups			.019	8	.002		
	Total			.024	11			

แอมโมเนียวันที่ 12	Between Groups	(Combined)		.002	3	.001	76.596	.000
		Linear Term	Contrast	.001	1	.001	137.666	.000
			Deviation	.001	2	.000	46.060	.000
	Within Groups			.000	8	.000		
	Total			.003	11			
แอมโมเนียวันที่ 15	Between Groups	(Combined)		.000	3	.000	29.149	.000
		Linear Term	Contrast	.000	1	.000	55.249	.000
			Deviation	.000	2	.000	16.098	.002
	Within Groups			.000	8	.000		
	Total			.000	11			

แอมโมเนียวันที่ 3			
Treatment		N	Subset for alpha = 0.05
			1
Duncan[a]	1.00	3	.2787
	4.00	3	.3017
	2.00	3	.3043
	3.00	3	.3217
	Sig.		.253
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.			
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.			

แอมโมเนียวันที่ 6			
Treatment		N	Subset for alpha = 0.05
			1
Duncan[a]	4.00	3	.2307
	2.00	3	.2330
	3.00	3	.2447
	1.00	3	.2677
	Sig.		.097
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.			
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.			

แอมโมเนียวันที่ 9			
Treatment		N	Subset for alpha = 0.05
			1
Duncan[a]	1.00	3	.1820
	4.00	3	.2230
	3.00	3	.2295
	2.00	3	.2319
	Sig.		.275
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.			
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.			

แอมโมเนียวันที่ 12				
Treatment		N	Subset for alpha = 0.05	
			1	2
Duncan[a]	2.00	3	.0011	
	4.00	3	.0012	
	3.00	3	.0016	
	1.00	3		.0342
	Sig.		.879	1.000
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.				
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.				

แอมโมเนียวันที่ 15				
Treatment		N	Subset for alpha = 0.05	
			1	2
Duncan[a]	3.00	3	.0004	
	4.00	3	.0005	
	2.00	3	.0006	
	1.00	3		.0019
	Sig.		.424	1.000
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.				
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.				

Descriptives									
						95% Confidence Interval for Mean			
		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Lower Bound	Upper Bound	Minimum	Maximum
ไนไตรท์ วันที่ 0	1.00	3	.1830	0.00000	0.00000	.1830	.1830	.18	.18
	2.00	3	.1830	0.00000	0.00000	.1830	.1830	.18	.18
	3.00	3	.1830	0.00000	0.00000	.1830	.1830	.18	.18
	4.00	3	.1830	0.00000	0.00000	.1830	.1830	.18	.18
	Total	12	.1830	0.00000	0.00000	.1830	.1830	.18	.18
ไนไตรท์ วันที่ 3	1.00	3	.1290	.00872	.00503	.1073	.1507	.12	.14
	2.00	3	.1560	.02152	.01242	.1025	.2095	.14	.18
	3.00	3	.1590	.02339	.01350	.1009	.2171	.13	.17
	4.00	3	.1487	.01914	.01105	.1011	.1962	.13	.17
	Total	12	.1482	.02032	.00587	.1353	.1611	.12	.18
ไนไตรท์ วันที่ 6	1.00	3	.1283	.00208	.00120	.1232	.1335	.13	.13
	2.00	3	.1327	.00651	.00376	.1165	.1488	.13	.14
	3.00	3	.1550	.02427	.01401	.0947	.2153	.13	.17
	4.00	3	.1370	.01493	.00862	.0999	.1741	.13	.15
	Total	12	.1383	.01638	.00473	.1278	.1487	.13	.17
ไนไตรท์ วันที่ 9	1.00	3	.1267	.00115	.00067	.1238	.1295	.13	.13
	2.00	3	.1317	.00321	.00186	.1237	.1397	.13	.13
	3.00	3	.1360	.01212	.00700	.1059	.1661	.12	.15
	4.00	3	.1270	.00954	.00551	.1033	.1507	.12	.14
	Total	12	.1303	.00783	.00226	.1254	.1353	.12	.15
ไนไตรท์ วันที่ 12	1.00	3	.1210	.01253	.00723	.0899	.1521	.11	.13
	2.00	3	.0547	.01050	.00606	.0286	.0808	.04	.07
	3.00	3	.0750	.03822	.02207	-.0200	.1700	.03	.10
	4.00	3	.0763	.02401	.01386	.0167	.1360	.05	.10
	Total	12	.0818	.03255	.00940	.0611	.1024	.03	.13

ไนไตรท์ วันที่ 15	1.00	3	.1340	.01500	.00866	.0967	.1713	.12	.15
	2.00	3	.0910	.00265	.00153	.0844	.0976	.09	.09
	3.00	3	.0627	.01650	.00953	.0217	.1037	.05	.08
	4.00	3	.0433	.00493	.00285	.0311	.0556	.04	.05
	Total	12	.0828	.03694	.01066	.0593	.1062	.04	.15

ANOVA

				Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ไนไตรท์ วันที่ 0	Between Groups	(Combined)		0.000	3	0.000		
		Linear Term	Contrast	0.000	1	0.000		
			Deviation	0.000	2	0.000		
	Within Groups			0.000	8	0.000		
	Total			0.000	11			
ไนไตรท์ วันที่ 3	Between Groups	(Combined)		.002	3	.001	1.505	.286
		Linear Term	Contrast	.001	1	.001	1.588	.243
			Deviation	.001	2	.001	1.463	.287
	Within Groups			.003	8	.000		
	Total			.005	11			
ไนไตรท์ วันที่ 6	Between Groups	(Combined)		.001	3	.000	1.918	.205
		Linear Term	Contrast	.000	1	.000	1.632	.237
			Deviation	.001	2	.000	2.060	.190
	Within Groups			.002	8	.000		
	Total			.003	11			
ไนไตรท์ วันที่ 9	Between Groups	(Combined)		.000	3	.000	.936	.467
		Linear Term	Contrast	.000	1	.000	.068	.800
			Deviation	.000	2	.000	1.370	.308
	Within Groups			.000	8	.000		
	Total			.001	11			

ไนไตรท์ วันที่ 12	Between Groups	(Combined)		.007	3	.002	4.077	.050
		Linear Term	Contrast	.002	1	.002	3.364	.104
			Deviation	.005	2	.003	4.434	.051
	Within Groups			.005	8	.001		
	Total			.012	11			
ไนไตรท์ วันที่ 15	Between Groups	(Combined)		.014	3	.005	35.195	.000
		Linear Term	Contrast	.014	1	.014	102.371	.000
			Deviation	.000	2	.000	1.607	.259
	Within Groups			.001	8	.000		
	Total			.015	11			

ไนไตรท์วันที่ 3			
Treatment		N	Subset for alpha = 0.05 1
Duncan[a]	1.00	3	.1290
	4.00	3	.1487
	2.00	3	.1560
	3.00	3	.1590
	Sig.		.108
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.			
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.			

ไนไตรท์วันที่ 6			
Treatment		N	Subset for alpha = 0.05 1
Duncan[a]	1.00	3	.1283
	2.00	3	.1327
	4.00	3	.1370
	3.00	3	.1550
	Sig.		.070
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.			
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.			

ไนไตรท์วันที่ 9			
Treatment		N	Subset for alpha = 0.05 1
Duncan[a]	1.00	3	.1267
	4.00	3	.1270
	2.00	3	.1317
	3.00	3	.1360
	Sig.		.210
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.			
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.			

ไนไตรท์วันที่ 12				
Treatment		N	Subset for alpha = 0.05	
			1	2
Duncan[a]	2.00	3	.0547	
	3.00	3	.0750	.0750
	4.00	3	.0763	.0763
	1.00	3		.1210
	Sig.		.320	.054
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.				
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.				

ไนไตรท์วันที่ 15					
Treatment		N	Subset for alpha = 0.05		
			1	2	3
Duncan[a]	4.00	3	.0433		
	3.00	3	.0627		
	2.00	3		.0910	
	1.00	3			.1340
	Sig.		.073	1.000	1.000
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.					
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.					

ภาคผนวก ข
วัสดุและอุปกรณ์

ภาพผนวกที่ 1 ถังไฟเบอร์ขนาด 500 ลิตร

ภาพผนวกที่ 2 กะละมัง

ภาพผนวกที่ 3 เครื่องให้อากาศ

ภาพผนวกที่ 4 หัวเชื้ออีเอ็ม

ภาพผนวกที่ 5 เครื่องแก้ววิทยาศาสตร์

ภาพผนวกที่ 6 สารเคมีวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

ภาพผนวกที่ 7 ปั้มสูบน้ำ

ภาพผนวกที่ 8 กากน้ำตาล

ภาพผนวกที่ 9 หน้าดินเหนียว

ภาพผนวกที่ 10 แกลบ

ภาพผนวกที่ 11 รำละเอียด

ภาพผนวกที่ 12 ต้นกก

ภาพผนวกที่ 13 น้ำสะอาด

ภาพผนวกที่ 14 ผักตบชวา

ภาพผนวกที่ 15 ดอกจอก

ภาพผนวกที่ 16 น้ำเสียจากบ่อเลี้ยงกุ้ง