

ประสิทธิภาพการใช้น้ำหมักชีวภาพและอีเอ็มบอลในการบำบัดน้ำทิ้ง
จากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด

Efficiency of Fermented Organic Matter and Effective Microorganism
(EM) Ball for Treating Effluent from Freshwater Aquaculture

กานตกานท์ เทพณรงค์¹ สมหมาย เชี่ยววารีสัจจะ^{2*} และดวงพร คันธโชติ³

Kantakan Thepnarong¹, Sommai Chiayvareesajja^{2*} and Duangporn Kantachote³

บทคัดย่อ

การบำบัดน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดเพื่อให้เป็นไปตามมาตรฐานน้ำทิ้งของกรมควบคุมมลพิษ โดยใช้น้ำทิ้งเทียม ซึ่งเตรียมจากการเติมอาหารกุ้ง 0.7 ก./ล. ลงในน้ำจืด ทำให้ค่าบีโอดีในน้ำเท่ากับ 26.31 มก./ล. ซึ่งใกล้เคียงกับน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดที่เกินค่ามาตรฐานน้ำทิ้ง และได้วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด ประกอบด้วย 7 ชุดการทดลอง คือ ชุดควบคุม ชุดการทดลองใช้น้ำหมักชีวภาพ 4 สูตร (น้ำหมักชีวภาพสารเร่ง พด.6 สูตรของ คุณจรรยา ไกรเนตร สูตรของคุณอนุสรณ์ หว่านณรงค์ และสูตรน้ำหมักชีวภาพเลี้ยงปลา) และ อีเอ็มบอล 2 สูตร (สูตรของคุณสมาน ยะธาตุ และลูกบอลดาสต้า) โดยวิธีการเตรียมและการใช้ ตามที่ผู้คิดค้นกำหนด เตรียมน้ำหมักชีวภาพเอง ทั้ง 4 สูตร รวมทั้งอีเอ็มบอลสูตรของคุณสมาน ยะธาตุ จากนั้นจึงศึกษาประสิทธิภาพการใช้น้ำหมักชีวภาพและอีเอ็มบอล ในการบำบัดน้ำทิ้งเทียม โดยทำชุดการทดลองละ 5 ซ้ำ ใส่น้ำทิ้งเทียม 100 ลิตร ในตู้กระจกแต่ละใบ และเติมอากาศ 2.5 ล./นาที่ ตลอดการทดลองเป็นระยะเวลา 30 วัน พบว่าน้ำหมักชีวภาพสารเร่ง พด.6 มีความเหมาะสมในการใช้บำบัดน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดมากที่สุด เพราะสามารถลดปริมาณสารแขวนลอย บีโอดี และฟอสฟอรัสรวมได้เร็วที่สุด อย่างไรก็ตาม คุณภาพน้ำในทุกชุดการทดลองผ่านเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำของกรมควบคุมมลพิษในวันสุดท้ายของการทดลอง

คำสำคัญ : น้ำหมักชีวภาพ อีเอ็มบอล การบำบัดน้ำทิ้ง การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด

¹ นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ สงขลา 90112

² รศ.ดร., ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ สงขลา 90112

³ รศ.ดร., ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ สงขลา 90112

* Corresponding author: e-mail: sommai.c@psu.ac.th

Abstract

To treat effluent from freshwater aquaculture for meeting the effluent standard of the Pollution Control Department, experiments were conducted using artificial wastewater prepared by adding shrimp pelleted feed 0.7 g/l in freshwater making the BOD (biochemical oxygen demand) value equaled 26.31 mg/l, which was close to the real effluent from an aquaculture farm, exceeding the effluent standard. Each experiment was carried out using a completely randomized design comprising 7 treatments with five replicates as follows: a control set, four treatments using fermented organic matter (FOM); FOM with a stimulating agent LD6, Khun Charoon Krainate's FOM, Khun Anusorn Whannarong's FOM and FOM for fish culture, and two treatments using effective microorganism (EM) balls; DASTA ball and Khun Saman Yatart's EM ball. Preparation and procedures used were based on the description of inventors. The four FOM and the EM ball originally created by Khun Saman Yatart were prepared on site. Afterwards, the experiments were carried out by adding a total of 100 liters artificial effluent in each glass aquarium and aeration was given at 2.5 l/min throughout the trial period of 30 days. It was found that FOM with the stimulating agent LD6 was the most effective set for treating the effluent as its fastest treatment to reduce suspended solids, BOD and total phosphorus in the effluent. However, all sets met the effluent standards of the Pollution Control Department at the end of the experiments.

Keywords : Fermented Organic Matter, EM Ball, Effluent Treatment, Freshwater Aquaculture

บทนำ

ปัจจุบันการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำมีการพัฒนาไปอย่างมากทั้งระบบการเลี้ยงและอาหารที่ใช้เลี้ยงสัตว์น้ำ อย่างไรก็ตามสัตว์น้ำสามารถนำอาหารที่ได้รับไปใช้ได้เพียงบางส่วนเท่านั้น ส่วนที่เหลือจะละลายสู่แหล่งน้ำที่เลี้ยงซึ่งอาจเกิดปัญหาต่อคุณภาพน้ำ เช่น แอมโมเนียที่เพิ่มขึ้นจากการย่อยสลายโปรตีน โดยประมาณ 80-90% ของแอมโมเนียนั้นจะถูกขับออกมาทางเหงือกของสัตว์น้ำ [1] และเกิดจากการย่อยเศษอาหารที่เหลือโดยจุลินทรีย์ในน้ำ ซึ่งแอมโมเนียมีความเป็นพิษต่อสัตว์น้ำ อาจทำให้สัตว์น้ำอ่อนแอลง หรือตายได้หากมีความเข้มข้นสูง [2] และของเสียจากกิจกรรมเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำยังสามารถส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมหากมีการปล่อยน้ำนั้นลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ ดังนั้นจึงมีการกำหนดมาตรฐานน้ำทิ้งจากบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดโดยกรมควบคุมมลพิษ คือ ความเป็นกรด-ด่าง (pH) อยู่ในช่วง 6.5-8.5 บีโอดีไม่เกิน 20 มก./ล. สารแขวนลอยไม่เกิน 80 มก./ล. แอมโมเนียไม่เกิน 1.1 มก.ไนโตรเจน/ล. ไนโตรเจนรวมไม่เกิน 4.0 มก.ไนโตรเจน/ล. และฟอสฟอรัสรวมไม่เกิน 0.5 มก.ฟอสฟอรัส/ล. [3] เพื่อป้องกันผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

การแก้ปัญหาคุณภาพน้ำดังกล่าวทำได้หลายวิธี เช่น เปลี่ยนถ่ายน้ำ ใช้สารเคมีต่างๆ และการใช้วิธีทางชีวภาพ เช่น ใช้จุลินทรีย์ช่วยบำบัดของเสียที่ปนเปื้อนในน้ำทิ้งให้อยู่ในรูปที่ไม่เป็นพิษ หรือลดปริมาณของเสียลง มีการใช้จุลินทรีย์เพื่อบำบัดน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในประเทศไทยมากกว่า 12 ปีแล้ว [4] ซึ่งส่วนใหญ่เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีขายในท้องตลาด ปัจจุบันมีการเผยแพร่การใช้น้ำหมักจุลินทรีย์ และอีเอ็มบอลหรือจุลินทรีย์ก้อนในการบำบัดน้ำทิ้ง

ทั้งในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และในแหล่งน้ำธรรมชาติโดยหน่วยงาน ร้านค้า และบุคคลต่างๆอย่างแพร่หลาย โดยที่เกษตรกรและผู้เลี้ยงไม่รู้ว่าผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์แต่ละชนิดสามารถกำจัด/ลดสารพิษในน้ำได้จริงหรือไม่ และสามารถลดสารพิษชนิดใดได้บ้าง จึงเป็นที่มาของการศึกษาหาประสิทธิภาพการใช้น้ำหมักชีวภาพและอีเอ็มบอลในการบำบัดน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เพื่อให้เกษตรกรสามารถนำผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ได้ผลดีและไม่สิ้นเปลืองงบประมาณในการบำบัดน้ำทิ้ง

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเตรียมน้ำหมักชีวภาพ

- น้ำหมักชีวภาพสารเร่ง พด.6 โดยนำเศษอาหารในครัวเรือน 40 กก. และน้ำตาล 10 กก. ผสมลงในถังหมัก จากนั้นจึงละลายสารเร่ง พด.6 จำนวน 1 ซอง (25 ก.) ในน้ำ 10 ลิตร แล้วเทลงในถังหมักคลุกเคล้าหรือคนให้ส่วนผสมเข้ากันปิดฝาแต่ไม่ต้องสนิท ใช้ระยะเวลาหมัก 20 วัน จึงได้น้ำหมักที่พร้อมใช้งาน [5]

- น้ำหมักชีวภาพสูตรคุณจรรยา ไกรเนตร โดยนำเปลือกสับปะรดสีเขียวที่มีคราบสีขาว ๆ ติดอยู่บริเวณตาสับปะรด 1 กก. มาสับเป็นชิ้นเล็กๆ ใส่เปลือกสับปะรดและกากน้ำตาล 1 ลิตรในถุงพลาสติก คลุกเคล้าให้เข้ากัน มัดปากถุงให้แน่นหมักทิ้งไว้ 14 วัน เมื่อครบกำหนดแกะถุงกรองเอาเฉพาะน้ำหมัก 1 ลิตร นำน้ำหมักที่ได้ผสมกับกากน้ำตาล 1 ลิตร เติมน้ำ 20 ลิตรผสมให้เข้ากันในถังหมัก แล้วปิดฝาให้สนิทจากนั้นนำไปวางไว้ในที่ร่ม หมักทิ้งไว้ประมาณ 7 วัน ก็สามารถนำไปใช้ได้ [6]

- น้ำหมักชีวภาพเลี้ยงปลา โดยหั่นมะละกอ ก๋วยจั๊บน้ำจืด และฟักทอง ทั้งเปลือกและเมล็ดอย่างละ 3 กก. ใส่ในถังหมักที่มีฝาปิด แล้วจึงผสมน้ำตาลทรายแดง 3 กก. คนให้เข้ากัน ปิดฝาให้แน่นหมักทิ้งไว้ 7 วัน จากนั้นเติมน้ำ 9 ลิตร ปิดฝาให้แน่นแล้วหมักต่ออีก 15 วัน จึงนำไปใช้ได้ [6]

- น้ำหมักชีวภาพสูตรคุณอนุสรณ์ หวานณรงค์ โดยนำสับปะรดทั้งลูกหรือเศษ ไม่ต้องปอกเปลือก 40 กก. มาต้มจนสุก ปล่อยให้เย็นแล้วสับให้ละเอียด แล้วนำส่วนสับปะรด กากน้ำตาล 10 ลิตร น้ำ 10 ลิตร มาผสมให้เข้ากัน ใส่ในถังหมักจากนั้นใส่สารเร่ง พด.2 จำนวน 1 ซอง (25 กรัม) คนให้เข้ากันหมักไว้ 7 วันแล้วนำไปใช้ได้ [7]

2. การเตรียมอีเอ็มบอล

- ลูกบอลดาสต้า เนื่องจากลูกบอลดาสต้าเป็นก้อนจุลินทรีย์ที่ผลิตโดยองค์การบริหารการพัฒนาพื้นที่พิเศษเพื่อการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืนเพื่อแจกจ่ายแก่เกษตรกร จึงไม่ต้องเตรียมเอง แต่ขอความอนุเคราะห์ก้อนจุลินทรีย์จากหน่วยงานที่ผลิต

- อีเอ็มบอลสูตรคุณสมาน ยะธาตุ โดยนำรำหยาบ 1 กก. ทรายร่อนละเอียด และหน้าดิน อย่างละ 2 กก. มาผสมกันในภาชนะให้เข้ากัน จากนั้นนำกากน้ำตาล 10 มล. และหัวเชื้อจุลินทรีย์ 2 ซ้อนโต๊ะผสมกัน แล้วราดลงไป ในภาชนะคลุกเคล้าให้เข้ากัน นำร่าอ่อน 2 กก.ใส่ตามลงไป คลุกเคล้าให้ทั่ว จากนั้นปั้นเป็นก้อนกลมๆ แล้วนำไปผึ่งลมไว้ในที่ร่ม 2 วัน ก็จะมีสปอร์ราขาวๆขึ้น เมื่อได้ 1 สัปดาห์ราก็จะหายไป นำไปใช้ได้ ถ้ารีบใช้เมื่อราขึ้นไม่ต้องรอให้แห้งก็นำไปใช้ได้ และใช้ให้หมดภายใน 1 ปีนับตั้งแต่วันที่ผลิต [6]

3. ศึกษาประสิทธิภาพการใช้น้ำหมักชีวภาพและอีเอ็มบอลในการบำบัดน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design) โดยทดลองในน้ำทิ้งเทียม ซึ่งเตรียมโดยผสมอาหารกุ้งสำเร็จรูป ยี่ห้อ ซีพี 9703 สำหรับกุ้งขนาดเล็ก ปริมาณ 0.7 ก./ล. ลงในน้ำจืด ทำให้น้ำทิ้งมีค่าบีโอดีเริ่มต้นเฉลี่ย 26.31 มก./ล. ใกล้เคียงกับน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงกุ้งจริง [8] แล้วตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 3 วัน ก่อนนำมาใช้ในการทดลอง ซึ่งแบ่งเป็น 7 ชุดการทดลอง ชุดการทดลอง ละ 5 ซ้ำ ทำการทดลองเป็นเวลา 30 วัน และใช้ปริมาณของผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์ในแต่ละชุดการทดลองตามอัตราส่วนการใช้ที่ผู้คิดค้น หรือหน่วยงานที่ผลิตผลิตภัณฑ์กำหนด โดยมีชุดการทดลองดังนี้

Thaksin.J., Vol.18 (1) January-June 2015

- ชุดการทดลองที่ 1 ชุดควบคุม (ไม่ใส่ผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์)
- ชุดการทดลองที่ 2 ใช้น้ำหมักชีวภาพสารเร่ง พด.6 100 มล./ลบ.ม. ใส่ทุก 10 วัน [5]
- ชุดการทดลองที่ 3 ใช้ลูกบอลดาสต้า 22.5 ก./ลบ.ม. ใส่ทุก 30 วัน [9]
- ชุดการทดลองที่ 4 ใช้น้ำหมักชีวภาพสูตรคุณจรรยา ไกรเนตร 3.125 มล./ลบ.ม. ใส่ทุก 15 วัน [6]
- ชุดการทดลองที่ 5 ใช้น้ำหมักชีวภาพเลี้ยงปลา 1.875 มล./ลบ.ม. ใส่ทุก 15 วัน [6]
- ชุดการทดลองที่ 6 ใช้น้ำหมักชีวภาพสูตรคุณอนุสรณ์ หวานณรงค์ 3.125 มล./ลบ.ม. ใส่ทุก 5 วัน [7]
- ชุดการทดลองที่ 7 ใช้อีเอ็มบอลสูตรคุณสมาน ยะธาตุ 200 ก./ลบ.ม. ใส่ทุก 15 วัน [6]

ทำความสะอาดตู้กระจกขนาด 45×60×45 ซม. แล้วเติมน้ำตัวอย่างให้ได้ปริมาตร 100 ลิตรต่อตู้ เต็มอากาศในตู้ทดลองด้วยหัวทราย 1 หัวต่อตู้ และปรับปริมาณการเติมอากาศในอัตรา 2.5 ลิตรต่อนาที ในทุกชุดการทดลอง ตลอดเวลา ยกเว้นในเวลาเก็บตัวอย่างน้ำหยุดเติมอากาศเป็นเวลา 3 นาที ในระหว่างการทดลองมีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำหาปริมาณแอมโมเนียรวม ไนโตรที่ ไนเตรท และฟอสฟอรัสรวม ด้วยวิธีของ Strickland และ Parsons [10] วิเคราะห์ค่าออกซิเจนละลายน้ำ บีโอดี และสารแขวนลอยทั้งหมด ใช้วิธีของ APHA และคณะ [11] วัดค่า pH โดยใช้ pH meter (CyberScan 500) และวัดอุณหภูมิโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ ทุกพารามิเตอร์ทำการตรวจวัดทุก 3 วัน เป็นเวลา 30 วัน ยกเว้นบีโอดี ที่ทำการตรวจวัดในวันเริ่มต้น และทุก 7 วันของการทดลอง

วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของตัวแปร โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียว (One Way Analysis of Variances) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของตัวแปรโดยวิธี Duncan's multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. คุณภาพน้ำทางด้านกายภาพและเคมีของน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเทียม

น้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเทียมทุกพารามิเตอร์เป็นค่าเฉลี่ย โดยมีอุณหภูมิ 27 °C pH 8.54 ปริมาณสารแขวนลอย 0.020 มก./ล. บีโอดี 26.31 มก./ล. ออกซิเจนละลายน้ำ 5.20 มก./ล. แอมโมเนียรวม 1.386 มก./ล. ไนโตรที่ 0.057 มก./ล. ไนเตรท 0.029 มก./ล. และฟอสฟอรัสรวม 1.306 มก./ล.

2. ประสิทธิภาพการใช้น้ำหมักชีวภาพ และอีเอ็มบอลในการบำบัดน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด

อุณหภูมิของน้ำทดลองระยะเวลาทดลองในทุกชุดการทดลอง มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด 26.0°C และสูงสุด 28.0°C โดยมีแนวโน้มของอุณหภูมิเพิ่มหรือลดในแต่ละครั้งที่ทำการตรวจวัดแบบเดียวกันทั้งหมด และต่างกันไม่เกิน 0.10°C ในแต่ละชุดการทดลอง

pH ในวันแรก เฉลี่ยมีค่าระหว่าง 7.80 (ชุดอีเอ็มบอลสูตรคุณสมาน ยะธาตุ) ถึง 8.07 (ชุดดาสต้าบอล) แล้วลดต่ำลง และคงที่เมื่อเวลาผ่านไป 6 วัน ในวันสุดท้ายของการทดลองมี pH เฉลี่ยอยู่ระหว่าง 7.10 (ชุดน้ำหมักชีวภาพสูตรคุณอนุสรณ์ หวานณรงค์) ถึง 7.67 (ชุดควบคุม) โดยตลอดการทดลอง pH มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) ยกเว้นวันที่ 18 (ภาพที่ 1ก) pH ของน้ำในทุกชุดการทดลองมีค่าต่ำลงเมื่อมีการเติมน้ำหมักชีวภาพหรืออีเอ็มบอล เนื่องจากน้ำหมักชีวภาพทั้ง 4 สูตรมีฤทธิ์เป็นกรด โดย pH อยู่ในช่วง 3.56 – 3.93 การเติมน้ำหมักชีวภาพหรืออีเอ็มบอลทำให้จำนวนจุลินทรีย์ในน้ำเพิ่มขึ้น และเกิดการปล่อยแอมโมเนียจากการย่อยโปรตีนจึงทำให้ pH สูงขึ้น หลังจากเติมน้ำหมักชีวภาพและอีเอ็มบอลแล้ว pH ค่อยสูงขึ้นในวันถัดไป ซึ่งตลอดการทดลองทุกชุดการทดลองมี pH อยู่ในช่วง 6.82 – 8.07 อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด [3]

ปริมาณสารแขวนลอยในวันเริ่มต้นมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 391 (ชุดดาสด้าบอล) ถึง 421 มก./ล. (ชุดน้ำหมักชีวภาพสูตรคุณอนุสรณ์ หว่านณรงค์) มีค่าสูงในวันเริ่มต้น เนื่องจากตะกอนยังไม่นอนกัน แล้วจึงค่อยลดลงอย่างต่อเนื่องจนสิ้นสุดการทดลอง ซึ่งชุดน้ำหมักชีวภาพสารเร่ง พด.6 และชุดดาสด้าบอล ลดลงได้เร็วกว่าชุดการทดลองอื่น ในวันสุดท้ายชุดน้ำหมักชีวภาพสารเร่ง พด.6 มีปริมาณสารแขวนลอยต่ำที่สุด (27 มก./ล.) และชุดน้ำหมักชีวภาพเลี้ยงปลา มีปริมาณสารแขวนลอยมากที่สุด (88 มก./ล.) โดยตลอดการทดลองปริมาณสารแขวนลอยในแต่ละชุดการทดลองมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) ยกเว้นวันที่ 3, 9 และ 15 (ภาพที่ 1ข) โดยใช้เวลา 24 วันจึงผ่านมาตรฐานน้ำทิ้งของกรมควบคุมมลพิษ (ยกเว้นชุดน้ำหมักชีวภาพเลี้ยงปลาที่ไม่ผ่านมาตรฐานน้ำทิ้ง)

ทุกชุดการทดลองมีค่าบีโอดีเฉลี่ย 26.31 มก./ล. ในวันเริ่มต้น และเมื่อผ่านไป 7 วัน ชุดควบคุม ชุดน้ำหมักชีวภาพสารเร่ง พด. 6 ชุดน้ำหมักชีวภาพสูตรคุณจรูญ ไกรเนตร และชุดน้ำหมักชีวภาพเลี้ยงปลา สามารถลดค่าบีโอดีลงได้ต่ำกว่า 20 มก./ล. ตามมาตรฐานกรมควบคุมมลพิษ ซึ่งชุดน้ำหมักชีวภาพสารเร่ง พด. 6 สามารถลดค่าบีโอดีได้แตกต่างจากทุกชุดการทดลองที่ไม่ผ่านมาตรฐานกรมควบคุมมลพิษ ($p < 0.05$) และเมื่อผ่านไป 21 วันทุกชุดการทดลองก็สามารถลดค่าบีโอดีได้ต่ำกว่า 20 มก./ล. (ภาพที่ 1ค) ถัดจากวันแรกที่มีการเติมหมักชีวภาพหรืออีเอ็มบอล ค่าบีโอดียังไม่ลดแต่กลับเพิ่มสูงขึ้น เพราะการเติมหมักชีวภาพและอีเอ็มบอลมีสารอินทรีย์จากวัตถุดิบที่ใช้ทำจึงเป็นการเพิ่มบีโอดีสู่น้ำและเชื้อจุลินทรีย์ยังไม่ทำงานทันทีหลังจากเติม จากนั้นเมื่อผ่านไป 7 วัน จึงเริ่มมีชุดการทดลองที่บำบัดค่าบีโอดีผ่านมาตรฐานน้ำทิ้งของกรมควบคุมมลพิษ

ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในทุกชุดการทดลองมีค่าค่อนข้างคงที่ตลอดการทดลอง โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 3.73 ถึง 4.88 มก./ล. เป็นเพราะมีการให้อากาศตลอดเวลา และในระหว่างการทดลองปริมาณออกซิเจนละลายในแต่ละชุดการทดลองมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) ยกเว้นวันที่ 3, 18 และ 24 (ภาพที่ 1ง)

เมื่อผ่านไป 6 วัน ทุกชุดการทดลองสามารถบำบัดแอมโมเนียรวมได้มากกว่าชุดควบคุม ($p < 0.05$) แต่เมื่อผ่านไป 15 วัน ปริมาณแอมโมเนียรวมในน้ำชุดควบคุมเริ่มใกล้เคียงกับชุดการทดลองอื่นๆ เมื่อสิ้นสุดการทดลองปริมาณแอมโมเนียรวมมีค่าเฉลี่ยต่ำสุด (0.133 มก.ไนโตรเจน/ล.) ในชุดน้ำหมักชีวภาพสารเร่ง พด.6 และสูงสุด (0.293 มก.ไนโตรเจน/ล.) ในชุดควบคุม และตลอดการทดลองปริมาณแอมโมเนียในแต่ละชุดการทดลองมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) (ภาพที่ 1จ) ทุกชุดการทดลองรวมถึงชุดควบคุมสามารถบำบัดแอมโมเนียได้ เพราะในน้ำมีแบคทีเรียกลุ่มไนโตรไฟอิงอยู่แล้วตามธรรมชาติ เมื่อมีแหล่งของแอมโมเนียและมีการเติมออกซิเจน แบคทีเรียกลุ่มไนโตรไฟอิงก็สามารถเปลี่ยนแอมโมเนียโดยปฏิกิริยานิโตรฟิเคชันให้อยู่ในรูปของไนไตรท์ (NO_2^-) และไนเตรท (NO_3^-) ได้ [2]

ทุกชุดการทดลองสามารถบำบัดไนไตรท์ได้ โดยชุดน้ำหมักชีวภาพสารเร่ง พด.6 สามารถลดไนไตรท์ได้เร็วที่สุดในช่วง 9 วันแรก แต่ไม่แตกต่างกับชุดการทดลองอื่นๆ ($p > 0.05$) ยกเว้นชุดอีเอ็มบอลสูตรคุณสมาน ยะชาตุ ที่มีผลให้ไนไตรท์สูงขึ้นจากวันเริ่มต้น และสูงกว่าทุกชุดการทดลองตลอดระยะเวลาทดลอง (ภาพที่ 1ฉ) ปริมาณไนไตรท์ มีค่าลดลงเมื่อเวลาผ่านไปหลังจากตรวจวัดครั้งแรก สอดคล้องกับพรชัย รุ่งศรี [12] ซึ่งศึกษาประสิทธิภาพของแบคทีเรีย *Bacillus subtilis*, *B. cereus* และ *B. licheniformis* พบว่าการเติมแบคทีเรียสามารถลดระดับของแอมโมเนียและไนไตรท์ได้เมื่อการเลี้ยงผ่านไประยะหนึ่ง

ไนเตรทมีค่าเฉลี่ยในวันที่ 3 อยู่ในช่วง 0.033 ถึง 0.055 มก.ไนโตรเจน/ล. แล้วเพิ่มขึ้นและสูงสุดเมื่อผ่านไป 9-12 วัน ในวันที่ 12 ชุดน้ำหมักชีวภาพสูตรคุณอนุสรณ์ หว่านณรงค์ มีไนเตรทเฉลี่ยสูงที่สุด 0.079 มก.ไนโตรเจน/ล. แล้วค่อยๆ ลดต่ำลงในทุกชุดการทดลอง เมื่อสิ้นสุดการทดลองปริมาณไนเตรทเฉลี่ยในชุดน้ำหมักชีวภาพสารเร่ง พด.6 (0.008 มก.ไนโตรเจน/ล.) ต่ำกว่าชุดการทดลองอื่น ($p < 0.05$) (ภาพที่ 1ช) เนื่องจากไนโตรไฟอิงแบคทีเรียจะเปลี่ยนแอมโมเนียเป็นไนไตรท์ก่อนแล้วจึงเปลี่ยนไนไตรท์เป็นไนเตรท ส่วนการบำบัดไนเตรทอาศัยแบคทีเรียกลุ่มดีไนโตรไฟอิง

ในสภาวะขาดออกซิเจน หรือการใช้ในเตรทของแปลงกักตอนพืชและแบคทีเรียสังเคราะห์แสง [2] ซึ่งในการทดลองนี้ไม่ได้ทำการศึกษามีจุลินทรีย์กลุ่มดังกล่าวอยู่หรือไม่ แต่ทุกชุดการทดลองสามารถบำบัดในเตรทได้ รวมทั้งชุดควบคุมที่มีจุลินทรีย์ตามธรรมชาติอยู่ด้วย แสดงว่าในน้ำธรรมชาติมีจุลินทรีย์กลุ่มนี้อยู่แล้ว

ทุกชุดการทดลองสามารถบำบัดฟอสฟอรัสรวมได้ แต่ใช้เวลาค่อนข้างนานคือ 24-27 วัน จึงสามารถบำบัดฟอสฟอรัสจนผ่านมาตรฐานของกรมควบคุมมลพิษได้ (0.4 มก.ฟอสฟอรัส/ล.) โดยชุดน้ำหมักชีวภาพสารเร่ง พด.6 สามารถบำบัดฟอสฟอรัสได้เร็วที่สุด (21 วัน) ในการบำบัดให้ผ่านมาตรฐาน เหลือ 0.395 มก.ฟอสฟอรัส/ล. และแตกต่าง กับชุดการทดลองอื่น ($p < 0.05$) ยกเว้นชุดน้ำหมักชีวภาพสูตรคุณอนุสรณ์ หว่านณรงค์ (ภาพที่ 1ข) ซึ่งการลดลงของฟอสฟอรัสรวมนี้เกิดขึ้นได้จากการใช้ของจุลินทรีย์ สอดคล้องกับ เจนจิรา ศุภพันธ์ และคณะ [13] และ จันทสิงห์ ดวงบ้านเช่า [14] พบว่า การใช้จุลินทรีย์ในการบำบัดน้ำเลี้ยงกุ้งสามารถลดปริมาณฟอสเฟตได้

ชุดน้ำหมักชีวภาพสารเร่ง พด.6 และชุดน้ำหมักชีวภาพสูตรคุณอนุสรณ์ หว่านณรงค์ สามารถลดค่าบีโอดี แอมโมเนียรวม ไนโตรเจน ไนเตรท และไนเตรทได้เร็วกว่าชุดการทดลองอื่นๆ เพราะชุดน้ำหมักชีวภาพสารเร่ง พด.6 ของกรมพัฒนาที่ดิน มีการใช้จุลินทรีย์ที่คัดสายพันธุ์มาแล้วประกอบด้วย *Bacillus sp.*, *Lactobacillus sp.* และ *Saccharomyces sp.* [5] และชุดน้ำหมักชีวภาพสูตรคุณอนุสรณ์ หว่านณรงค์ ที่บำบัดได้รองลงมาเพราะมีการใส่สารเร่ง พด.2 ที่ประกอบด้วยจุลินทรีย์กลุ่มยีสต์ แลคติกแอซิดแบคทีเรีย แบคทีเรียย่อยไขมัน แบคทีเรียย่อยโปรตีน และแบคทีเรียละลายอินทรีย์ฟอสฟอรัส [5] และทั้ง 2 ชุดการทดลองมีการเติมน้ำหมักชีวภาพน้อยกว่าชุดการทดลองอื่นๆ โดยเติมน้ำหมักชีวภาพสารเร่ง พด.6 ทุก 10 วัน และเติมน้ำหมักชีวภาพสูตรคุณอนุสรณ์ หว่านณรงค์ ทุก 5 วัน และแม้จะไม่เติมผลิตภัณฑ์ใดเลยในชุดควบคุมก็สามารถบำบัดน้ำได้หากไม่มีการใช้สารฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำ เมื่อมีอาหารและเติมอากาศจุลินทรีย์ก็สามารถเจริญเพิ่มจำนวนได้ เพียงแต่บำบัดได้ช้ากว่าชุดการทดลองที่เติมผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์ เพราะจำนวนจุลินทรีย์ในชุดควบคุมไม่เพียงพอต่อการบำบัดน้ำที่มีของเสียมาก ๆ หรือประสิทธิภาพไม่เต็มที่เท่าที่ผ่านการคัดเลือก

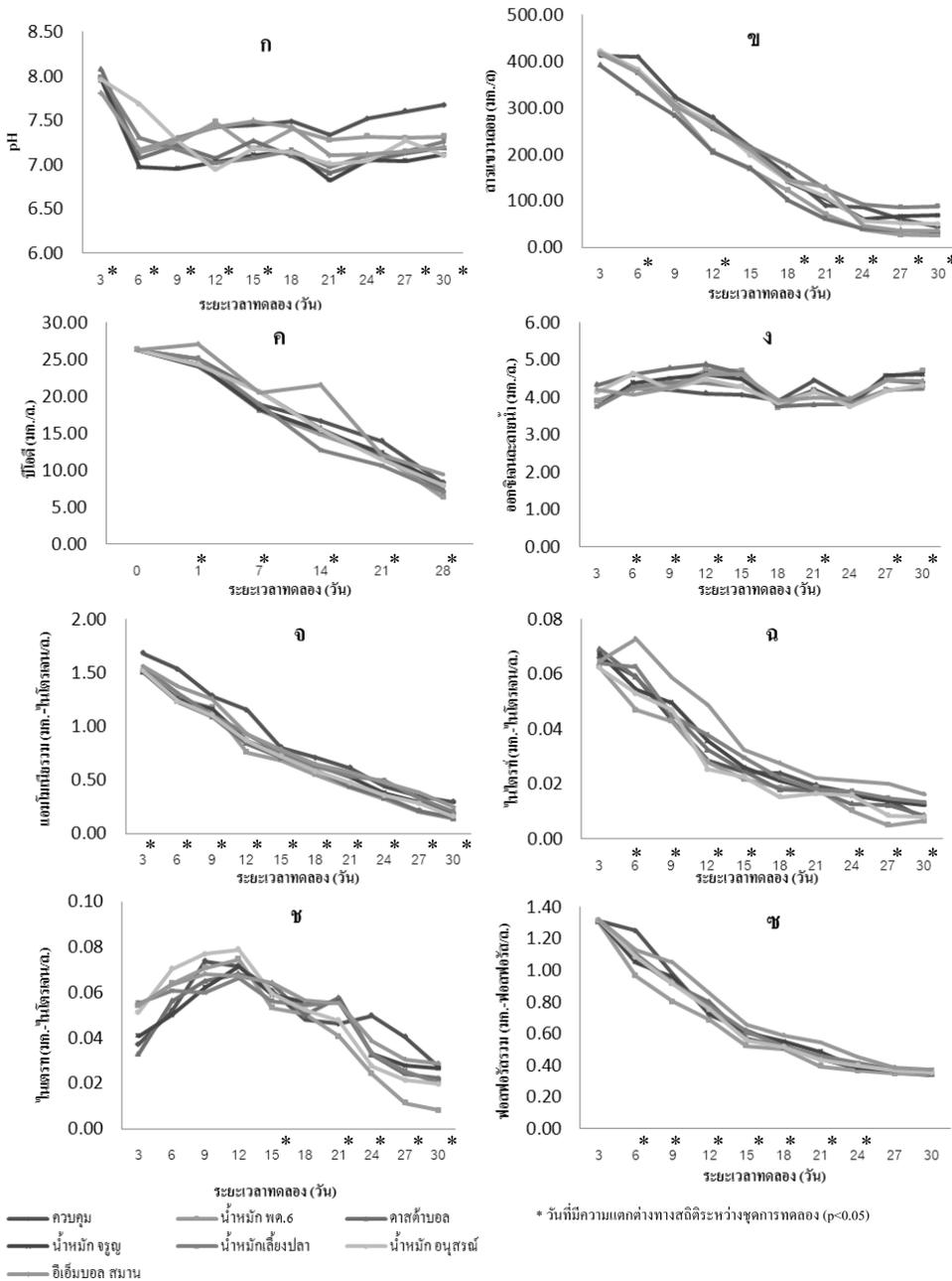
สรุปผลการวิจัย

การบำบัดน้ำทิ้งโดยใช้น้ำหมักชีวภาพและอีเอ็มบอล ในระยะเวลา 30 วัน ทุกชุดการทดลองสามารถบำบัดปริมาณสารแขวนลอย บีโอดี แอมโมเนียรวม ไนโตรเจน ไนเตรท และฟอสฟอรัสรวม ให้เป็นไปตามมาตรฐานน้ำทิ้งของกรมควบคุมมลพิษได้ ยกเว้น ปริมาณสารแขวนลอยของชุดน้ำหมักชีวภาพเลี้ยงปลา โดยชุดน้ำหมักชีวภาพสารเร่ง พด. 6 และชุดน้ำหมักชีวภาพสูตรคุณอนุสรณ์ หว่านณรงค์ สามารถบำบัดน้ำทิ้งได้เร็วกว่าสูตรอื่นๆ แต่การใช้มีข้อควรระวังคือ เมื่อเติมน้ำหมักชีวภาพสารเร่ง พด.6 จะทำให้ pH ลดต่ำลงจนอาจเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ จึงไม่ควรใช้เกินปริมาณที่แนะนำ และควรมีการเติมอากาศในระหว่างการบำบัด ส่วนชุดควบคุมก็สามารถบำบัดน้ำได้เพียงแต่การบำบัดน้ำจะช้ากว่าชุดเติมผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์

คำขอขอบคุณ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ที่สนับสนุนทุนอุดหนุนการวิจัย สัญญาเลขที่ NAT550128S เพื่อให้งานวิจัยสามารถดำเนินการไปจนสำเร็จลุล่วงด้วยดี และขอขอบคุณองค์การบริหารการพัฒนาพื้นที่พิเศษเพื่อการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืนที่ให้ความอนุเคราะห์ลูกบอลดาสต้าเพื่อใช้ในการวิจัย ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลงได้

Thaksin.J., Vol.18 (1) January-June 2015



ภาพที่ 1 คุณภาพน้ำทิ้งเทียมที่บำบัดด้วยน้ำหมักชีวภาพหรืออีเอ็มบอลสูตรต่างๆ เป็นเวลา 30 วัน (ค่าเฉลี่ย, n=5)

เอกสารอ้างอิง

- [1] Wood, C.M. (1993). Ammonia and urea metabolism and excretion. In: Evans, D.H., editor. **The Physiology of Fishes**. Boca Raton : CRC Press. 379-425.
- [2] Boyd, C.E. (1990). **Water Quality in Ponds for Aquaculture**. Alabama : Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University.
- [3] กรมควบคุมมลพิษ. (2553). **มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด**. สืบค้นเมื่อ 10 มกราคม 2553, จาก <http://www.pcd.go.th>.
- [4] เกียรติศักดิ์ พูนสุข. (2544). **จุลินทรีย์กับการเพาะเลี้ยงกุ้ง**. สืบค้นเมื่อ 6 มกราคม 2554, จาก <http://www.nicaonline.com>.
- [5] กรมพัฒนาที่ดิน. (2554). **สารเร่ง พด.6**. สืบค้นเมื่อ 2 กุมภาพันธ์ 2554, จาก <http://www.ldd.go.th>.
- [6] นิรนาม. (2554). **สูตรน้ำหมักชีวภาพ และจุลินทรีย์ก้อนของเกษตรกรที่ได้รับความนิยม**. สืบค้นเมื่อ 2 กุมภาพันธ์ 2554, จาก <http://www.rakbankerd.com/agriculture/>.
- [7] สุปรีชา กลิ่นพูน. (2551). ปุ๋ยเปรี้ยว ๆ ใช้น้ำบำบัดน้ำในบ่อกุ้งปลา. **Aqua Biz**. 2, 18-20.
- [8] ลีรี ทุกขวินาศ และชนินทร์ แสงรุ่งเรือง. (2541). การศึกษาวิจัยบำบัดน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำแบบพัฒนาด้วยระบบ Bio-filter. **ว.การประมง**. 51, 535-540.
- [9] องค์การบริหารการพัฒนาพื้นที่พิเศษเพื่อการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืน. (2554). **DASTA Ball (ลูกบอลดस्ता)**. สืบค้นเมื่อ 1 กุมภาพันธ์ 2554, จาก <http://www.dasta.or.th>.
- [10] Strickland, J.D.H. and Parsons, T.R. (1972). **A Practical Handbook of Seawater Analysis**. 2nd edition. Ottawa: Fisheries Research Board of Canada.
- [11] APHA, AWWA and WPCF. (1998). **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 20th edition. Washington, D.C. : American Public Health Association.
- [12] พรชัย รุ่งศรี. (2545). **การใช้สารประกอบจุลินทรีย์ในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำและประสิทธิภาพในการยับยั้งแบคทีเรียสกุลลิวรีโอ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- [13] เจนจิรา ศุภพันธ์ สุภัณฑิต นิมรัตน์ วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย และชุติวรรณ เดชสกุลวัฒนา. (2548). **ประสิทธิภาพในการลดไนเตรท ไนไตรท์ แอมโมเนียและฟอสเฟตในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำระบบปิดโดยแบคทีเรียผสม**. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา. ชลบุรี.
- [14] จันทสิงห์ ดวงบ้านเช่า. (2544). **การใช้แบคทีเรียเพื่อจัดการคุณภาพน้ำและปริมาณสารอินทรีย์ในตะกอนดินในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำระบบปิด**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.