วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา ปีที่ 27 (ฉบับที่ 3) กันยายน – ธันวาคม พ.ศ. 2565
BURAPHA SCIENCE JOURNAL Volume 27 (No.3) September – December 2022 บทความวิจัย

การศึกษาระดับชีวมวลของไข่น้ำต่อประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำทิ้ง จากบ่อเลี้ยงปลาหมอไทย

Study of the Efficiency of Wolffia sp. Biomass on the Treatment of Effluent from Climbing Perch Culture

สุกัญญา คำหล้า[1*] โฆษิต ศรีภูธร[1] บุญทิวา ชาติชำนิ[1] และจุรีพร วงศ์จันดา[2]

Sugunya Kumla[1] Kosit Sriphuthorn[1] Boonthiwa Chartchumni[1] and Jureeporn Wongjunda[2]

[1] *สาขาวิชาประมง คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร*

[2] *คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร*

[1] *Fisheries, Faculty of Natural Resources, Rajamangala University of Technology Isan Sakon Nakhon Campus*

[2] *Faculty of Natural Resources, Rajamangala University of Technology Isan Sakon Nakhon Campus*

Received : 11 October 2021

Revised : 16 January 2022

Accepted : 28 January 2022

บทคัดย่อ

การบำบัดน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงปลาหมอไทยโดยใช้ไข่น้ำในโรงเรือนทดลองโดยใช้ชีวมวลของไข่น้ำต่างกัน คือ 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 kg ทำการทดลองเป็นระยะเวลา 30 วัน ผลการศึกษาพบว่า การใช้ไข่น้ำที่มีชีวมวล 0.8 kg บำบัดน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงปลาหมอไทยเป็นเวลา 30 วัน สามารถบำบัดค่าบีโอดี (BOD) แอมโมเนีย (NH_3) ปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (TSS) ไนโตรเจนรวม (TN) และฟอสฟอรัสรวม (TP) และการใช้ไข่น้ำบำบัดน้ำทิ้งสามารถทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) และปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolved oxygen, DO) มีค่าอยู่ในช่วงที่มีความเหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงปลาน้ำจืด แต่การใช้ชีวมวลไข่น้ำที่ 0.4 kg บำบัดน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงปลาหมอไทยเป็นเวลา 30 วัน ส่งผลให้ชีวมวลไข่น้ำมีปริมาณมากที่สุดเท่ากับ 1.83±0.00 kg ส่วนการใช้ชีวมวลไข่น้ำ 0.6 kg บำบัดน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงปลาหมอไทยเป็นเวลา 20 วัน ส่งผลให้ไข่น้ำมีปริมาณไนโตรเจนมากที่สุดเท่ากับ 6.12±0.58 % และการใช้ชีวมวลไข่น้ำ 0.6 kg บำบัดน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงปลาหมอไทยเป็นเวลา 10 วัน ส่งผลให้ไข่น้ำมีปริมาณคลอโรฟิลล์มากที่สุดเท่ากับ 37.52±0.45 % ผลจากการทดลองพบว่าเมื่อปริมาณชีวมวลไข่น้ำเพิ่มขึ้น ไข่น้ำจำนวนมากจะตายและถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์กลายเป็นไนเตรท ซึ่งไข่น้ำสามารถนำกลับมาใช้เพื่อการเจริญเติบโตต่อไปและเหมาะสมในการใช้ไข่น้ำเพื่อผลิตเป็นอาหารเสริมในการเลี้ยงสัตว์

คำสำคัญ : ปลาหมอไทย ; การบำบัดน้ำทิ้ง ; ชีวมวลของไข่น้ำ ; โรงเรือนทดลอง

Abstract

The purpose of this research was to study the wastewater treatment from Climbing Perch culture by using Wolffia sp. in experimental house. The different biomass of Wolffia sp. at 0.2, 0.4, 0.6 and 0.8 Kg. Wolffia sp./unite were treated for 10, 20 and 30 days. The results were found that the biomass of Wolffia sp. at 0.8 Kg. Wolffia sp./unite after treated for 30 days showed the lowest values of biochemical oxygen demand (BOD), Ammonia (NH_3), Total suspended solids (TSS), Total Nitrogen and Total Phosphorus and the wastewater treatment from Climbing Perch culture by using Wolffia sp. can make values of pH and Dissolved Oxygen (DO) Suitable for freshwater fish culture. However, the use of biomass of Wolffia sp. at 0.4 Kg. Wolffia sp./unite after treated for 30 days showed the highest volume of biomass as 1.83±0.00 Kg. the use of biomass of Wolffia sp. at 0.6 Kg. Wolffia sp./unite after treated for 20 days showed the highest volume of nitrogen as 6.12±0.58 % and the use of biomass of Wolffia sp. at 0.6 Kg. Wolffia sp./unite after treated for 10 days showed the highest volume of Chlorophyll as 37.52±0.45 % The results of the experiment indicated that when the amount of biomass of Wolffia sp. increased that stopped growing and died in a large number of experimental vessels. It becomes an important organic nitrogen that causes microorganisms to decompose into inorganic nitrogen in the form of nitrate (NO_3^-), which can be reused for further growth and suitable for use Wolffia sp. for the production of animal supplementary products.

Keywords : Climbing Perch, effluent treatment, Wolffia sp. ; experimental house

***Corresponding author. E-mail:** sugunyakumla@gmail.com

บทนำ

ในปัจจุบันมีเกษตรกรหันมาเลี้ยงปลาหมอไทยเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากสามารถผลิตลูกปลาหมอไทยให้เป็นปลาเพศเมียได้เกือบทั้งหมด ซึ่งมีการเจริญเติบโตเร็ว มีขนาดใหญ่ และราคาสูง เป็นที่นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลายทำให้ความต้องการของผู้บริโภคมีมากขึ้น (Department of Fisheries. 2017) การเลี้ยงปลาหมอไทยแปลงเพศมีการเลี้ยงทั้งในบ่อดินและบ่อที่เลี้ยงกุ้งกุลาดำมาก่อน ในช่วง 2-3 ปีที่ผ่านมามีการเลี้ยงเชิงพาณิชย์ ปัญหาที่ตามมาได้แก่ คุณภาพของน้ำที่เสื่อมโทรมลง เนื่องจากระบบเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่ใช้กันอยู่ทั่วไปนั้น ยังไม่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมภายในระบบได้อย่างดีพอ ทำให้ระบบนิเวศในบ่อเสื่อมโทรม ผลผลิตสัตว์น้ำไม่มีคุณภาพการเติบโตช้า และอาจมีการติดโรคได้ง่ายเกษตรกรมักแก้ปัญหาโดยการถ่ายเทน้ำจากบ่อเลี้ยงลงสู่แหล่งน้ำตามธรรมชาติโดยไม่มีการบำบัดให้ได้ค่ามาตรฐานก่อนปล่อยลงแหล่งน้ำธรรมชาติ ซึ่งอาจทำให้คุณภาพของแหล่งน้ำเสื่อมโทรมลงถ้ามีค่าเกินกว่าที่ระบบธรรมชาติบำบัดได้ ดังนั้นเพื่อเป็นการลดปัญหาที่เกิดขึ้น การใส่ใจและการดูแลคุณภาพน้ำของบ่อเพาะเลี้ยงและแหล่งน้ำตามธรรมชาติโดยรอบจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง

ระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียชุมชนและอุตสาหกรรมอาหาร ส่วนใหญ่ใช้ระบบบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพที่ใช้จุลินทรีย์การย่อยสลายสารที่ปนเปื้อนในน้ำเสีย ทำให้ปริมาณสาร ต่าง ๆ ลดน้อยลง จากงานวิจัยของ Pantip Klomjek *et al.,* (2015) ได้บำบัดน้ำเสียจากฟาร์มสุกรและผลผลิตของแหนแดงในระบบบำบัดน้ำเสียพืชลอยน้ำผลการศึกษาพบว่าสามารถลดค่า COD, BOD_5, TSS, TDS, TKN และ TP ในระบบบำบัดได้ และงานวิจัยของ Jirapong Phadungpran and Somchai Wangwiboonkit (2020) การใช้ไข่น้ำ (*Wolffia globosa*) แหนแดง (*Azolla spp.*) และแหนเป็ดเล็ด (*Lemna minor*) บำบัดสิ่งขับถ่ายของปลานิลที่เลี้ยงในบ่อคอนกรีต พบว่ามีประสิทธิภาพการบำบัด แอมโมเนีย-ไนโตรเจน ไนไตรท์-ไนโตรเจน ไนเตรท-ไนโตรเจน ออร์โธฟอสเฟต ฟอสฟอรัสรวม และสารแขวนลอย การดูดซับไนโตรเจนและฟอสฟอรัสของไข่น้ำ แหนแดง และแหนเป็ดเล็ก พบว่า แหนแดงมีประสิทธิภาพการดูดซับธาตุอาหารดีที่สุด สามารถลด ไนเตรท-ไนโตรเจน ไนโตรเจนรวม ออร์โธฟอสเฟต และฟอสฟอรัสรวมได้

ไข่น้ำเป็นพืชน้ำที่ขึ้นอยู่ตามแหล่งน้ำนิ่งตามธรรมชาติทั่วไปสามารถเจริญเติบโตแพร่ขยายพันธุ์ได้อย่างรวดเร็วมีคุณค่าทางเศรษฐกิจมีลักษณะเป็นเม็ดเล็ก ๆ สีเขียว มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5-1.5 ml จากงานวิจัยของ Appenroth *et al.,* (2017) พบว่าพืชน้ำวงศ์ Lemnaceae ทั้ง 5 สกุลมีปริมาณโปรตีน ไขมัน แป้ง กรดอะมิโน และกรดไขมันมีค่าอยู่ในระดับใกล้เคียงกับคำแนะนำขององค์การอนามัยโลก (WHO) โดยเฉพาะไข่น้ำชนิด *W. hyalina* และ *W. microscopica* แนะนำใช้เป็นอาหารสำหรับมนุษย์ พบมากในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือส่วนในภาคกลางและภาคอื่น ๆ นั้นยังไม่เป็นที่แพร่หลายมากนัก พบได้ทั่วไปตามแหล่งน้ำนิ่งหรือขัง เช่น บ่อ ห้วย บึง และหนองน้ำ ไข่น้ำสามารถเพาะเลี้ยงได้ง่าย ซึ่งชาวภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือนิยมนำมาประกอบอาหารประจำถิ่น จากงานวิจัยของ Boonthiwa Chatchamni *et al.,* (2012) ได้นำไข่น้ำมาการบำบัดน้ำเสียฟาร์มสุกรซึ่งมีประสิทธิภาพการบำบัด BOD และของแข็งแขวนลอยในน้ำเสียจากฟาร์มสุกรที่ความเข้มข้น 20 % ที่ระยะเวลาบำบัด 20 วัน มีประสิทธิภาพการบำบัดสูงสุดเท่ากับ 96.45±0.02 และ 90.30±0.10 % และงานวิจัยของ Urszula Kotowska *et al.,* (2018) ได้นำไข่น้ำมาบำบัดน้ำเสียชุมชน พบว่า ไข่น้ำสามารถบำบัดน้ำเสียชุมชนอย่างมีนัยสำคัญ (75-78%) และการลดความต้องการออกซิเจน (93-97%) และงานวิจัยของ T. Suppadit (2011) การบำบัดน้ำทิ้งในฟาร์มนกกระทาโดยใช้ไข่น้ำที่ 12.0 g/l และเวลาบำบัด 30 วัน แสดงให้เห็น

ประสิทธิภาพที่ดีที่สุด การเจริญเติบโตของ ไข่น้ำลดลงเมื่อใช้ความเข้มข้นของสารชีวมวล 16.0 g/l เมื่อตรงตามสภาวะที่เหมาะสมและใช้ความเข้มข้นน้ำเสียและระยะเวลาที่เหมาะสม Muhammad Sajjad Ahmad *et al.,* (2018) การบำบัดน้ำเสียด้วยไข่น้ำโดยใช้ Mesocosms แบบไหลต่อเนื่องในระดับห้องปฏิบัติการที่เลี้ยงด้วยน้ำเสียแบบจำลอง อัตราการกำจัดโดยเฉลี่ยของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสมีค่า 0.03–0.18 mg-N/m^2/d และ 0.023–0.079 mg-P/m^2/d นอกจากนี้ยังพบว่าไข่น้ำยังมีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งโปรตีนสามารถใช้ทดแทนหรือใช้เป็นอาหารเสริมสำหรับเลี้ยงสัตว์ได้หลายชนิด เช่น ปลาน้ำจืดที่กินพืช เป็นอาหารสุกร ไก่ และกบ เป็นต้น (Ruekaewma *et al.,* 2015) ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้น้ำทิ้งจากการเลี้ยงปลาหมอไทยนำมาบำบัดคุณภาพน้ำโดยการใช้ชีวมวลของไข่น้ำโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อจะศึกษาปริมาณไข่น้ำที่แตกต่างกันระยะเวลาที่เหมาะสมซึ่งข้อมูลที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ จะเป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดการระบบการเลี้ยงปลาหมอไทยให้มีประสิทธิภาพ เกิดความต่อเนื่องและมีทิศทางที่ถูกต้อง ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการนำไปใช้ได้กับเกษตรกร เอกชน และผู้สนใจเพื่อพัฒนาระบบการเลี้ยงปลาหมอไทยแปลงเพศที่ยั่งยืนต่อไปในอนาคต

วิธีดำเนินการวิจัย

วางแผนการทดลองแบบแฟคทอเรียล 5x3 Factorial in completely randomized design แบ่งเป็น 15 ชุดการทดลอง ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ ๆ ระยะเวลาทดลองนาน 30 วัน โดยแบ่งออกเป็น 2 ปัจจัย คือ ปัจจัยที่ 1 : ระดับชีวมวลของไข่น้ำ แบ่งเป็น 5 ระดับ คือ 0, 0.2, 0.4, 0.6 และ 0.8 kg ปัจจัยที่ 2 : ระยะเวลาในการบำบัดคุณภาพน้ำ แบ่งเป็น 3 ระยะ คือ 10, 20 และ 30 วัน

การเตรียมน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงปลาหมอไทยและไข่น้ำ โดยการเตรียมน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงปลาหมอไทยน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงปลาหมอไทยที่ใช้ในการทดลองเป็นน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงปลานาน 3 เดือน โดยเก็บน้ำทิ้งภายหลังจากเก็บผลผลิตออกจำหน่าย ปริมาณ 3,000 ลิตร นำมาพักไว้ในบ่อเดียวกันก่อนการทดลอง น้ำทิ้งที่จะใช้ในการทดลองจะถูกสุ่มตัวอย่างไปบางส่วน เพื่อทำการวิเคราะห์ค่าดัชนีต่าง ๆ ดังนี้ บีโอดี (BOD) วิเคราะห์ด้วยวิธี 5-Day BOD Test แอมโมเนีย (NH_3) วิเคราะห์ด้วยวิธี Phenate method ปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (TSS) วิเคราะห์ด้วยวิธี Glass Fiber Filter Disc และอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 103-105 ° C ไนโตรเจนรวม (TN) การวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนโดยวิธีเจลดาห์ล (Kjeldahl) และฟอสฟอรัสรวม (TP) วิเคราะห์ด้วยวิธี Ascorbic Acid Method ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) การวิเคราะห์ด้วย pH Meter และปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolved oxygen, DO) การวิเคราะห์ด้วย DO Meter (APHA. AWWA. WEF. 1998) สำหรับน้ำทิ้งที่เหลือจากการสุ่มตัวอย่างจะนำมาใช้ในการทดลองต่อไป และการเตรียมไข่น้ำที่นำมาใช้ในการทดลองนำมาเลี้ยงไว้ในน้ำสะอาดก่อนทำการทดลองเป็นเวลา 7 วัน สุ่มตัวอย่างบางส่วนเพื่อวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนและปริมาณคลอโรฟิลล์สำหรับไข่น้ำที่เหลือจากการสุ่มตัวอย่างจะนำมาใช้ในการทดลองต่อไป

วิธีการทดลอง คือ ตวงนำทิ้งจากบ่อเลี้ยงปลาหมอไทยที่พักทิ้งไว้เป็นเวลา 7 วัน ลงในบ่อคอนกรีต 0.8 เมตร ปริมาณน้ำ 50 ลิตร และนำน้ำที่พักทิ้งไว้ลงในภาชนะแต่ละใบจนครบ หน่วยการทดลอง ทำการชั่งน้ำหนักไข่น้ำ ตามอัตราน้ำหนักชีวมวลที่ใช้ในแต่ละหน่วยการทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูลผลการศึกษาชีวมวลของไข่น้ำในแต่ละหน่วยทดลองตามระยะเวลา 10, 20 และ 30 วัน ตามลำดับ เก็บตัวอย่างน้ำเพื่อตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ได้แก่ บีโอดี (BOD) แอมโมเนีย (NH_3)

ปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (TSS) ไนโตรเจนรวม (TN) และฟอสฟอรัสรวม (TP) ดีที่สุด และการใช้ไข่น้ำบำบัดน้ำทิ้งสามารถทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) และปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolved oxygen, DO) เก็บหลังจากทำการทดลองครบ 10, 20 และ 30 วัน ตามลำดับ โดยจะเริ่มเก็บน้ำเวลา 10.00 น. ทุกครั้งในทุกหน่วยการทดลอง เก็บตัวอย่างไข่น้ำเพื่อตรวจวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนรวม ด้วยวิธี Kjeldahl Method (APHA. AWWA. WEF. 1998) และคลอโรฟิลล์ ด้วยวิธี Spectrophotometer (Arnon. 1949) เก็บหลังจากทำการทดลองครบ 10, 20 และ 30 วัน ตามลำดับ การหาชีวมวลของไข่น้ำ ไข่น้ำจากทุกหน่วยทดลองมาชั่งน้ำหนักเปียกหลังจากการทำการทดลองครบ 10, 20 และ 30 วัน ตามลำดับ โดยรวบปลายผ้าขาวบางที่รองรับไข่น้ำผูกด้วยเชือกปล่อยให้สะเด็ดน้ำ 5 นาที แล้วนำไปชั่งน้ำหนัก จากนั้นจึงนำกลับใส่ภาชนะทดลองตามเดิม โดยการชั่งน้ำหนักไข่น้ำจะทำหลังจากเก็บตัวอย่างน้ำแล้ว นำข้อมูลคุณภาพน้ำ ชีวมวลไข่น้ำ ปริมาณไนโตรเจนรวมและคลอโรฟิลล์ ที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการวิจัย

1. การบำบัดน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงปลาหมอไทยแปลงเพศโดยใช้ไข่น้ำในโรงเรือนทดลอง

จากผลการศึกษาพบว่าการบำบัดน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงปลาหมอไทยภายหลังมีการใช้ไข่น้ำบำบัดน้ำเสียที่ปริมาณไข่น้ำ 0.8 และระยะเวลา 30 วัน มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำเสียอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ภายหลังการบำบัดด้วยไข่น้ำทุกดัชนีตรวจวัดแสดงดังตารางที่ 1 น้ำทิ้งมีค่า BOD เฉลี่ยเท่ากับ 460.23±0.00 mg/l, ปริมาณ TSS เฉลี่ยเท่ากับ 1.14±0.00 mg/l, NH_3 เฉลี่ยเท่ากับ 0.22±0.00 mg.N-/l, TN เฉลี่ยเท่ากับ 0.30±8.13 mg.N-/l, ค่า DO เฉลี่ยเท่ากับ 13.16±0.00 mg/l, pH เฉลี่ยเท่ากับ 6.86±0.00 และ TP เฉลี่ยเท่ากับ 0.42±0.00 mg.P/l ตามลำดับ เมื่อใช้ไข่น้ำในการบำบัดสามารถลดค่าดังกล่าวได้มากกว่าที่ไม่มีการบำบัดด้วยไข่น้ำซึ่งประสิทธิภาพของไข่น้ำในการบำบัดน้ำเสียตลอด 30 วัน เท่ากับ 3-100 % แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ผลการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำในรูปของ BOD, TSS, NH_3, TN, DO, pH และ TP ภายหลังที่ใช้ไข่น้ำจำนวน 0.8 kg ในการบำบัดน้ำเสียช่วงเวลา 0, 10, 20 และ 30 วัน

วัน	พารามิเตอร์						
	BOD (mg/l)	TSS (mg/l)	NH_3 mg.N-/l	TN (mg.N-/l)	DO (mg/l)	pH	TP mg.P/l
0	460.23±0.00*	1.14±0.00*	0.22±0.00*	0.30±8.13	13.16±0.00*	6.86±0.00*	0.42±0.00*
10	92.57±0.00*	1.11±0.00*	0.00±0.00	0.12±0.00*	16.56±0.00*	6.50±0.00*	0.29±0.00*
20	43.22±0.00*	1.01±0.00*	0.00±0.00	0.00±0.00	18.93±0.00*	6.70±0.00*	0.14±0.00*
30	21.16±0.00*	0.61±0.00*	0.00±0.00	0.00±0.00	21.91±0.68*	6.63±0.15*	0.05±0.00*

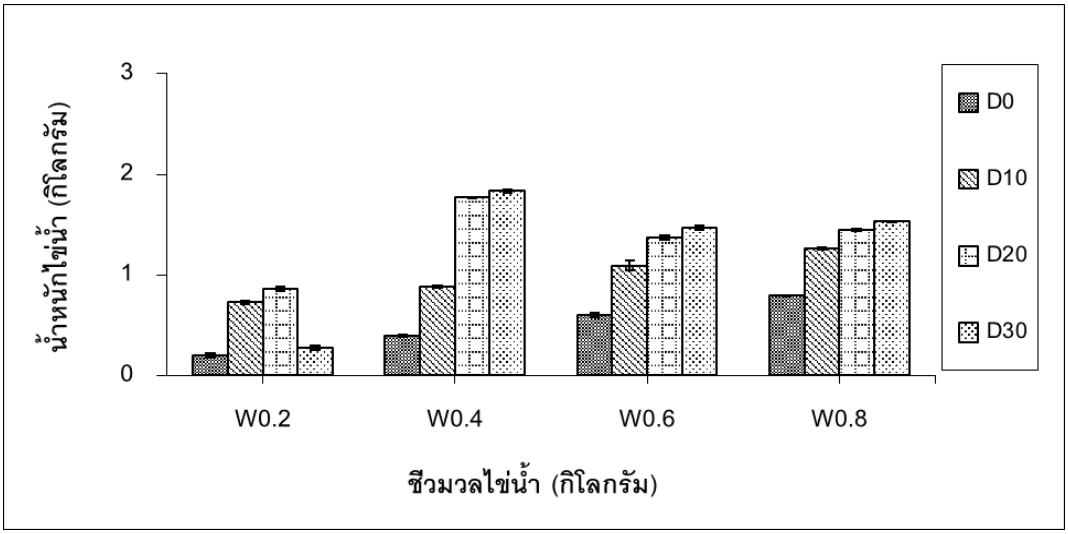
*มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ตารางที่ 2 ประสิทธิภาพของไข่น้ำในการบำบัดน้ำเสียในรูป BOD, TSS, NH_3, TN, DO, pH และ TP ภายหลังที่ใช้ไข่น้ำจำนวน 0.8 kg ในการบำบัดน้ำเสียช่วงเวลา 10, 20 และ 30 วัน

วัน	พารามิเตอร์					
	BOD (%)	TSS (%)	NH_3 (%)	TN (%)	DO (%)	TP (%)
10	80	3	100	60	26	31
20	91	11	100	100	44	67
30	95	46	100	100	66	88

2. ผลการศึกษาชีวมวลไข่น้ำ

ผลการศึกษาชีวมวลของไข่น้ำภายหลังใช้บำบัดน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงปลาหมอไทยพบว่า ชีวมวลไข่น้ำที่ 0.2, 0.4, 0.6 และ 0.8 kg ภายหลังใช้บำบัดน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงปลาหมอไทย 30 วัน ชีวมวลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการบำบัด โดยมีชีวมวลไข่น้ำมากที่สุดเท่ากับ 1.83±0.00, 1.46±0.02 และ 1.53±0.00 kg ตามลำดับ แสดงดังภาพที่ 1



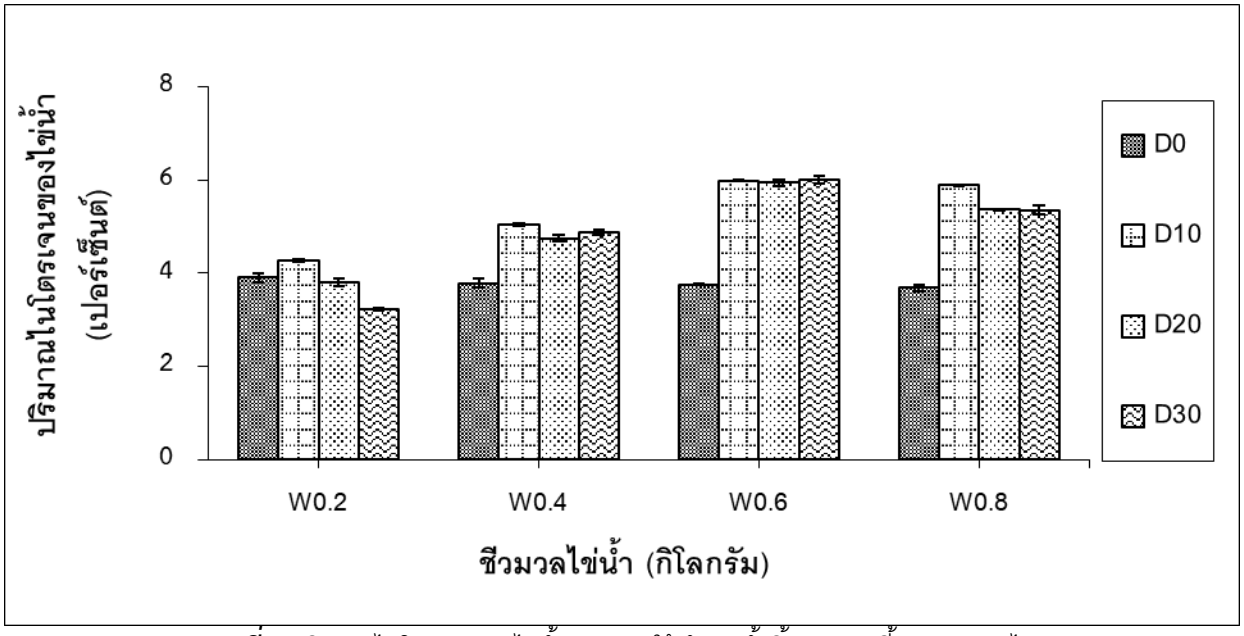
ภาพที่ 1 ปริมาณชีวมวลของไข่น้ำภายหลังใช้บำบัดน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงปลาหมอไทย

ในน้ำทิ้งมีสารอาหารและแร่ธาตุที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของไข่น้ำ โดยเฉพาะสารอนินทรีย์ไนโตรเจน คือ ไนเตรท (NO_3^-) ซึ่งเมื่อผ่านกระบวนการที่เรียกว่า Denitrification ไปแล้วนั้นไข่น้ำสามารถจะดูดซึมนำไปใช้ประโยชน์เพื่อการเจริญเติบโตได้ แต่ชีวมวลไข่น้ำ 0.2 kg ภายหลังใช้บำบัดน้ำทิ้ง 20 วัน มีชีวมวลลดลงต่ำสุด การเจริญเติบโตของไข่น้ำมีจำนวนต้นเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงระยะเวลา 3-6 วันแรก และมีวงจรชีวิตแค่ 15-20 วัน ภายหลังใช้บำบัดน้ำทิ้ง 20 วัน

จึงทำให้มวลชีวภาพลดลงมากที่สุด และจากการวิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนียและฟอสฟอรัสรวมในน้ำทิ้งมีปริมาณน้อย ซึ่งแอมโมเนียมีส่วนช่วยสร้างกรดอะมิโนโปรตีน Co-enzyme นิวคลีอิก และคลอโรฟิลล์ในพืช ขณะที่ฟอสฟอรัสให้พลังงานแก่พืช ช่วยกระตุ้นการแตกหน่อ และทำให้พืชแข็งแรงทนทานต่อโรค

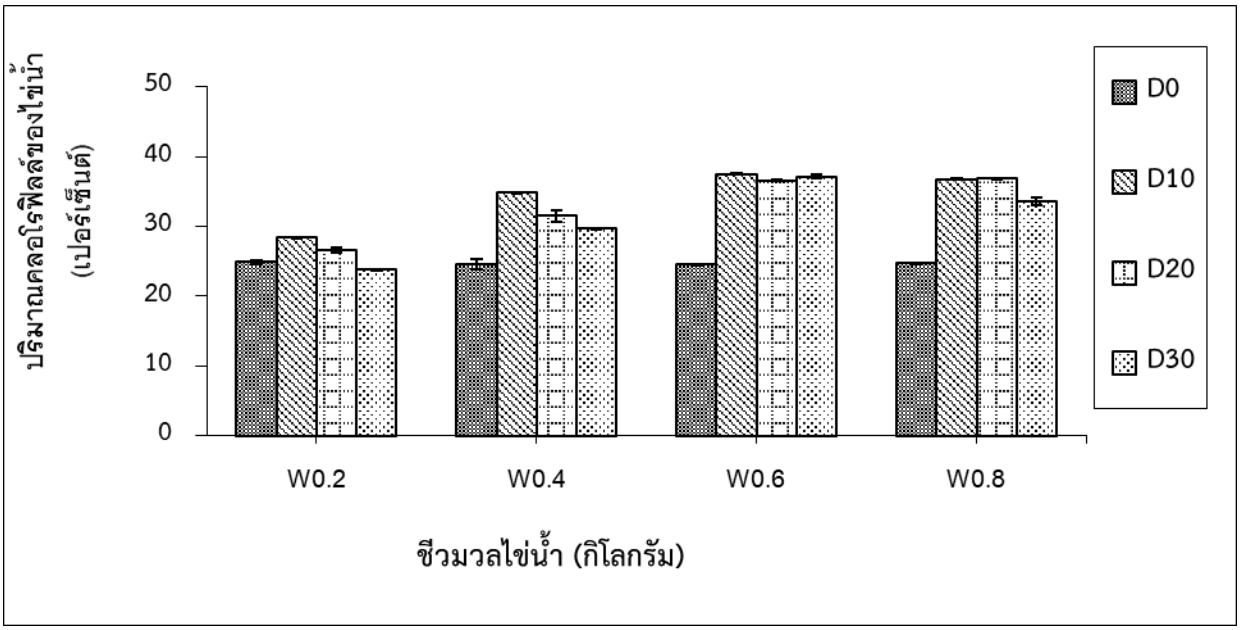
3. ผลการศึกษาปริมาณไนโตรเจนและคลอโรฟิลล์ในไข่น้ำ

ผลการศึกษาปริมาณไนโตรเจนของไข่น้ำภายหลังใช้บำบัดน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงปลาหมอไทยพบว่า ชีวมวลไข่น้ำ 0.6 kg ภายหลังใช้บำบัดน้ำทิ้ง 20 วัน มีปริมาณไนโตรเจนของไข่น้ำมากที่สุดเท่ากับ 6.12±0.58 % แสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ปริมาณไนโตรเจนของไข่น้ำภายหลังใช้บำบัดน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงปลาหมอไทย

ผลการศึกษาปริมาณคลอโรฟิลล์ของไข่น้ำภายหลังใช้บำบัดน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงปลาหมอไทยพบว่า ชีวมวลไข่น้ำ 0.6 kg ภายหลังใช้บำบัดน้ำทิ้ง 10 วัน มีปริมาณคลอโรฟิลล์มากที่สุดเท่ากับ 37.52±0.45 % แสดงดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ปริมาณคลอโรฟิลล์ของไข่น้ำภายหลังใช้บำบัดน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงปลาหมอไทย

วิจารณ์ผลการวิจัย

1. การบำบัดน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงปลาหมอไทยแปลงเพศโดยใช้ไข่น้ำในโรงเรือนทดลอง

จากการศึกษาการบำบัดน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงปลาหมอไทยโดยใช้ไข่น้ำบำบัดแสดงให้เห็นว่าคุณภาพน้ำทิ้งที่ใช้ไข่น้ำบำบัด 0.8 kg เป็นเวลา 30 วันมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำทิ้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ค่า PH เท่ากับ 6.63±0.15, ค่า DO เท่ากับ 21.91±0.68 mg/l โดยถือว่าอยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำค่า BOD เท่ากับ 21.16±0.00 mg/l, NH_3 น้อยกว่า 0.00 mg/l, TN น้อยกว่า 0.00 mg/l และ TP เท่ากับ 0.05±0.00 mg/l ตามลำดับ (Satoshi Soda *et al*., 2013) โดยมีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาที่บำบัด ส่วนปริมาณ TSS ในน้ำทิ้งมีค่าเท่ากับ 0.61±0.00 mg/l กลับมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นทั้งนี้เนื่องมาจากชีวมวลไข่น้ำมีความหนาแน่นมากและภายหลังการบำบัด 20 วัน ไข่น้ำที่ไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ เกิดการตายไปบางส่วนส่งผลให้ในน้ำทิ้งมีปริมาณของแข็งแขวนลอยเพิ่มมากขึ้นในน้ำทิ้งปริมาณ BOD ที่มีอยู่ในน้ำจะแสดงถึงปริมาณออกซิเจนทั้งหมดที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำ ไข่น้ำสามารถใช้อินทรีย์สารที่มีในน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงปลาหมอไทย เพื่อใช้ในการเจริญเติบโต ทำให้ความสกปรกของน้ำลดลง และมีผลทำให้ค่า BOD ลดน้อยลง ทั้งนี้การใช้ไข่น้ำเพื่อบำบัด BOD ในน้ำทิ้งมีข้อจำกัดคือ ไข่น้ำมีวงจรชีวิตแค่ 15-20 วัน และสามารถใช้บำบัด BOD ในน้ำทิ้งที่มีความเข้มข้นน้อย ๆ ได้เท่านั้นแต่หากยังต้องการใช้ไข่น้ำเพื่อบำบัด BOD อาจจะต้องเพิ่มปริมาณไข่น้ำให้มากขึ้นเพื่อให้การบำบัดมีประสิทธิภาพ การที่จุลินทรีย์ย่อยสลายอินทรีย์ไนโตรเจนในน้ำทิ้ง จะเปลี่ยนรูปไปเป็น (NH_3) ไนไตรท (NO_2^-) และสุดท้ายคือ ไนเตรท (NH_3^-) (Bolan *et al*., 2004) ซึ่งจะสามารถละลายน้ำได้ดี หากมีปริมาณการปนเปื้อนในน้ำสูงเกินไปจะเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตได้ จากงานวิจัยของ T. Suppadit (2011) ใช้ไข่น้ำ (Wolffia arrhizal) ระหว่างการบำบัดน้ำทิ้งในฟาร์ม

นกกระทาผลการศึกษาพบว่า ชีวมวล 12.0 g/ไข่น้ำ/l และระยะเวลาการบำบัด 30 วัน พบว่า มีสภาวะที่ดีที่สุดสำหรับการเจริญเติบโตของไข่น้ำ และคุณภาพของน้ำทิ้งที่บำบัดแล้วในแง่ของความต้องการออกซิเจนทางชีวภาพ สารแขวนลอย ฟอสฟอรัสรวม ไนเตรต แอมโมเนียไนโตรเจนทั้งหมด และไนโตรเจนเจลดาห์ลทั้งหมด ค่า pH และความเค็มมีความคล้ายคลึงกันสำหรับชีวมวลแต่ละระดับชีวมวลของไข่น้ำ ที่ 4.00-12.0 g/l ของเสียมีความเหมาะสมต่อการอยู่รอดของ ไข่น้ำ เมื่อเวลาผ่านไป เนื่องจากไข่น้ำสามารถตรึง N ในบรรยากาศได้ ดังนั้นเพื่อเป็นการควบคุมการปนเปื้อนของปริมาณไนเตรทในแหล่งน้ำจึงต้องมีการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำที่ปล่อยทิ้งจากการเลี้ยงสัตว์น้ำ (Theptoon Thongsri. 2012) ส่วนค่า TN และค่า TP มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดคือ ไม่เกิน 0.4 mg-N./l และ ไม่เกิน 0.5 mg-P./l ตามลำดับ (Ministry of Natural Resources and Environment. 2008)

2. ผลการศึกษาชีวมวลไข่น้ำ

ผลการศึกษาชีวมวลของไข่น้ำภายหลังใช้บำบัดน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงปลาหมอไทยพบว่า ชีวมวลไข่น้ำ ที่ 0.4, 0.6 และ 0.8 kg ภายหลังใช้บำบัดน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงปลาหมอไทย 30 วัน ชีวมวลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการบำบัด โดยมีชีวมวลไข่น้ำมากที่สุดเท่ากับ 1.83±0.00, 1.46±0.02 และ 1.53±0.00 kg ตามลำดับ ในน้ำทิ้งมีสารอาหารและแร่ธาตุที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของไข่น้ำ โดยเฉพาะสารอนินทรีย์ไนโตรเจนคือ ไนเตรท (NO_3^-) ซึ่งเมื่อผ่านกระบวนการที่เรียกว่า Denitrification ไปแล้วนั้นไข่น้ำสามารถจะดูดซึมนำไปใช้ประโยชน์เพื่อการเจริญเติบโตได้ (Goffman and Crawford, 2003) แต่ชีวมวลไข่น้ำ 0.2 kg ภายหลังใช้บำบัดน้ำทิ้ง 20 วัน มีชีวมวลลดลงต่ำสุด การเจริญเติบโตของไข่น้ำมีจำนวนต้นเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงระยะเวลา 3-6 วันแรก และมีวงจรชีวิตแค่ 15-20 วัน ภายหลังใช้บำบัดน้ำทิ้ง 20 วัน จึงทำให้มวลชีวภาพลดลงมากที่สุด (Kansinee Panwanitdumrong and Sukhum Roajai. 2009) และจากการวิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนียและฟอสฟอรัสรวมในน้ำทิ้งมีปริมาณน้อยซึ่งแอมโมเนียมีส่วนช่วยสร้างกรดอะมิโนโปรตีน Co-enzyme นิวคลีอิก และคลอโรฟิลล์ในพืช ขณะที่ฟอสฟอรัสให้พลังงานแก่พืช ช่วยกระตุ้นการแตกหน่อ และทำให้พืชแข็งแรงทนทานต่อโรค ดังนั้นเมื่อชีวมวลเริ่มต้นที่ใช้มีปริมาณน้อยจึงทำให้การแตกหน่อเพิ่มจำนวนน้อยตามไปด้วย ภายหลัง 20 วัน เมื่อไข่น้ำหยุดการเจริญเติบโตและมีบางจำนวนเริ่มทยอยตายจึงทำให้ปริมาณชีวมวลลดลง ส่วนการใช้ชีวมวลไข่น้ำที่มากกว่า 0.2 kg ภายหลัง 20 วัน ปริมาณชีวมวลยังคงมีปริมาณที่เพิ่มมากขึ้นตามเวลาบำบัด เนื่องจากว่าผลของปริมาณชีวมวลที่เพิ่มมากขึ้นในช่วง 10-20 วัน ไข่น้ำที่หยุดการเจริญเติบโตและตายในภาชนะทดลองจำนวนมาก จะกลายเป็นอินทรีย์ไนโตรเจนที่สำคัญที่ทำให้จุลินทรีย์ย่อยสลายทำให้กลายเป็นสารอนินทรีย์ไนโตรเจนในรูปไนเตรท (NO_3^-) ซึ่งไข่น้ำสามารถนำกลับมาใช้เพื่อการเจริญเติบโตต่อไปได้

3. ผลการศึกษาปริมาณไนโตรเจนและคลอโรฟิลล์ในไข่น้ำ

3.1 ผลการศึกษาปริมาณไนโตรเจนของไข่น้ำภายหลังใช้บำบัดน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงปลาหมอไทยพบว่า ชีวมวลไข่น้ำ 0.6 kg ภายหลังใช้บำบัดน้ำทิ้ง 20 วัน มีปริมาณไนโตรเจนของไข่น้ำมากที่สุดเท่ากับ 6.12±0.58 % (Tichaedza John Chikuvire *et al.,* 2018) เมื่อนำผลการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนของไข่น้ำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ปริมาณไนโตรเจนในไข่น้ำอาจจะสอดคล้องกับค่าแอมโมเนียในน้ำทิ้งที่มีลดลงกว่า 0.01 mg-N./l ในวันที่ 20 ลักษณะภายนอกที่สามารถสังเกตได้ชัดเจนคือ เซลล์ของไข่น้ำจะมีสีเขียวสด การสะสมของ

ปริมาณไนโตรเจนในไข่น้ำเกิดจากกระบวนการไหล (Mass flow) โดยกระบวนการนี้ส่วนใหญ่จะเกิดเมื่อพืชมีการคายน้ำและพืชสามารถชดเชยน้ำที่หายไป (Miller และ Donahue, 1990)

3.2 ผลการศึกษาปริมาณคลอโรฟิลล์ของไข่น้ำภายหลังใช้บำบัดน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงปลาหมอไทยแปลงเพศ ชีวมวลไข่น้ำ 0.6 kg ภายหลังใช้บำบัดน้ำทิ้ง 10 วัน มีปริมาณคลอโรฟิลล์มากที่สุดเท่ากับ 37.52±0.45 % เมื่อนำผล การวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์ของไข่น้ำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) คลอโรฟิลล์ (Chlorophyll) เป็นรงควัตถุหรือสารสี (Pigment) ที่มีสีเขียวอยู่ในคลอโรพลาสต์ (Chloroplast) มีความสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช เพื่อสร้างเป็นน้ำตาลกลูโคส ซึ่งเป็นสารอาหารที่ให้พลังงานในเซลล์ของพืช เนื่องจากในช่วงระยะเวลา 3-6 วันแรกไข่น้ำมีจำนวนต้นเพิ่มขึ้นมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วจึงทำให้ไข่น้ำมีปริมาณคลอโรฟิลล์เพิ่มขึ้นมากที่สุด (Kansinee Panwanitdumrong and Sukhum Roajai. 2009)

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาการบำบัดคุณภาพน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงปลาหมอไทยโดยใช้ไข่น้ำในโรงเรือนทดลอง พบว่าไข่น้ำมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงน้ำเสียแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ซึ่งดัชนีตรวจวัดและต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดผลการใช้ไข่น้ำในการบำบัดน้ำเสียสามารถลด ค่า BOD, TSS, NH_3, TN, DO, pH และ TP ดีที่สุด และการใช้ไข่น้ำบำบัดน้ำทิ้งสามารถทำให้ค่า pH และ DO มีค่าอยู่ในช่วงที่มีความเหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงปลาน้ำจืด ประสิทธิภาพของไข่น้ำในการบำบัดน้ำเสียตลอด 30 วัน ที่ปริมาณไข่น้ำ 0.8 kg เท่ากับ 3-100 %

การศึกษาชีวมวลไข่น้ำที่มากกว่า 0.2 kg ภายหลัง 20 วัน ปริมาณชีวมวลยังคงมีปริมาณที่เพิ่มมากขึ้นตามเวลาบำบัด ปริมาณไนโตรเจนของไข่น้ำภายหลังใช้บำบัดน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงปลาหมอไทยพบว่า ชีวมวลไข่น้ำจำนวน 0.6 kg ภายหลังใช้บำบัดน้ำทิ้ง 20 วัน มีปริมาณไนโตรเจนของไข่น้ำมากที่สุดเท่ากับ 6.12±0.58 % ปริมาณคลอโรฟิลล์ของไข่น้ำภายหลังใช้บำบัดน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงปลาหมอไทยแปลงเพศพบว่า ชีวมวลไข่น้ำจำนวน 0.6 kg ภายหลังใช้บำบัดน้ำทิ้ง 10 วัน มีปริมาณคลอโรฟิลล์มากที่สุดเท่ากับ 37.52±0.45 %

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลงได้ด้วยดีด้วยด้วยการสนับสนุนและความร่วมมือจากคณาจารย์เจ้าหน้าที่ทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือ แนะนำในด้านการดำเนินโครงการวิจัย คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณสาขาวิชาประมง คณะทรัพยากรธรรมชาติที่ให้การอนุเคราะห์ห้องปฏิบัติการและเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ขอขอบพระคุณคณาจารย์ เจ้าหน้าที่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนครทุกท่าน ที่อำนวยความสะดวกในการดำเนินการวิจัย ให้ความรู้และเทคนิคด้านต่าง ๆ ของการวิจัย ซึ่งงานวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ปีงบประมาณ 2560

เอกสารอ้างอิง

APHA. AWWA.. WEF. (1998) Standard Method for the Examination for Water and Watsewater. (20 th ed). Washington, DC. *American Public Health Association*, *25*(6), 3-5.

Appenroth, K-J., Sree, K.S., Bohm, V., Hammann, S., Vetter, W., Leiterer, M. and Jahreis, G. (2017). Nutritional value of duckweeds (Lemnaceae) as human food. *Food chemistry*, *217*, 266-273.

Arnon, D.I., 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts polyphenol oxidase in Beta vulgaris. *Plant Physiol*, *24*, 1-15.

Bolan, N.S., Wong, L., Adriano, D.C., (2004). Nutrient removal from farm effluents. *Bioresour. Techno, 94*, 251–260.

Boonthiwa Chatchamni, Sunanta Laowansiri and Kannikar Chukiatwatana. (2012). wastewater treatment from piggery farm by using Wolffia sp. To be supplementary food for animal. *GRADUATE STUDIES JOURNAL,10*(50), 113-122.

Department of Fisheries. (2017). Freshwater animal husbandry statistics for the year 2015. Document No. 11/2017. Fisheries Development Policy and Strategy Division, Department of Fisheries. 65 pages.

Groffman, P.M., Crawford, M.K., (20030. Denitrification potential in urban riparian zones. J. Environ. Qual. ,*32*, 1144–1149.

Jirapong Phadungpran and Somchai Wangwiboonkit. (2020). *Using water meal (Wolffia globosa), water fern (Azolla spp.) and duckweed (lemna minor) to reduce metabolic waste of nile tilapla (Oreochromis niloticus) cultured in concrete tank*. Thesis (M.Sc. (Fisheries Science)). King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang.

Kansinee Phanwanichdamrong and Sukhum Roajai. (2009). *An experimental study of egg culture and Used to improve the color of goldfish.* Master's thesis. Kasetsart University.

Miller, R.W.and R.L. Donahue. (1990). *Soils: An introduction to soils and plant growth. 6th edition. Prentice-Hall International*. Englewood Cliffs, N.J. 768 p.

Ministry of Natural Resources and Environment. (2008). *Standards for effluent from freshwater aquaculture ponds*. Government Gazette General Announcement, Volume 125, Special Section 21. 2008. Bangkok.

Muhammad Aamer Mehmooda, Chen-Guang Liuc, Abdul Tawab, Feng-Wu Bai, Chularat Sakdaronnarong, Jianren Xu,Sawsan Abdulaziz Rahimuddin, Munazza Gull. (2018), Bioenergy potential of Wolffia arrhiza appraised through pyrolysis, kinetics, thermodynamics parameters and TG-FTIR-MS study of the evolved gases. *Bioresource Technology*, *253*(2018), 297–303.

Pantip Klomjak, Wipha Homhuan, Damrongsak Suwansri and Nuchanan Pholrit. (2015) Swine Wastewater Treatment Using Water Fern (Azolla microphylla) in Floating Aquatic Plant Wastewater Treatment System. *KKU Science Journal*, *43*(4), 698-714.

Ruekaewma, N., Piyatiratitivorakul, S. and Powtongsook, S. (2015). Culture system for Wolffia globosa L. (Lemnaceae) for hygiene human food. Songklanakarin. *journal of science and technology*, *37*, 575 – 580.

T. Suppadit. (2011). Nutrient removal of effluent from quail farm through cultivation of Wolffia arrhizal. *Bioresource Technology*, *102* (2011), 7388–7392.

Tichaedza John Chikuvire P. Muchaonyerwa R. Zengeni. (2018). Biomass, Nitrogen Uptake and Content of Wolffia arrhiza Depends on Strength of Swine Lagoon Water. *Water Environment Research*, *90*(12), 2066-2074.

Theptoon Thongsri. (2012). *The Effects of Nitrogen on the Environment*. Retrieved September, 26, 2017, from http://lib3.dss.go.th/fulltext/dss_j/2555_190_60_p12-14.pdf

Umaporn Niyanuch. (2010). *The Postharvest Changes of Compositions and Antioxidant Activity of Wolffia arrhiza (Linn) Wimm.* Master of Science Thesis. Khon Kaen University.

Urszula Kotowska, Joanna Karpinska, Justyn Kapelewska, Ewa M.Kowejsza, Alicja Piotrowska-Niczyporuk, Janina Piekutin, Adam Kotowskid. (2018). Removal of phthalates and other contaminants from municipal wastewater during cultivation of Wolffia arrhizal. *Process Safety and Environmental Protection, 120*(1), 268-277.