การบำบัดน้ำเสียบ่อเพาะเลี้ยงลูกกุ้งบ้านไม้ขาว อำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ต ด้วยต้นปรงทองและต้นเหงือกปลาหมอในระบบบึงประดิษฐ์

จิราวรรณ เล่นทัศน์[1*] สายธาร ทองพร้อม[2] สมชาย สกุลทัพ[3] สุกัญญา วงศ์ธนะบูรณ์[4]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของพืช 2 ชนิด คือ ปรงทอง *(Acrostichum aureum)* และเหงือกปลาหมอ *(Acanthus ilicifolius)* ในการบำบัดน้ำเสียของฟาร์มอนุบาลลูกกุ้งด้วยระบบบึงประดิษฐ์แบบที่ปลูกพืชในชั้นกรอง (Vegetated Submerged Bed System, VSB) ที่ระยะเวลาในการเก็บกักน้ำ (Hydraulic Retention Time, HRT) ในแปลงบึงประดิษฐ์ต่าง ๆ กัน (2, 4, 6 และ 8 วัน)

จากผลการศึกษา พบว่า เหงือกปลาหมอ มีประสิทธิภาพในการบำบัดความเค็ม และของแข็งแขวนลอย (SS) ได้ดีกว่าปรงทอง โดยสามารถบำบัดความเค็มได้สูงสุด 33.33% ที่ระยะเวลาบำบัดตั้งแต่ 6 วันขึ้นไป สามารถบำบัดของแข็งแขวนลอยได้สูงสุด (TDS) 69.51% ที่ระยะเวลาบำบัด 8 วัน ต้นปรงทองมีประสิทธิภาพในการบำบัดของแข็งละลายได้ (TDS) ความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ (BOD) ไนโตรเจนในรูปทีเคเอ็น (TKN) ไนไตรท์ (NO_2^-) และไนเตรท (NO_3^-) ได้ดีกว่าต้นเหงือกปลาหมอ โดยสามารถบำบัดของแข็งละลายได้ (TDS) และความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ (BOD) ได้ดีกว่าเหงือกปลาหมอที่ทุกระยะเวลาในการเก็บกักน้ำ สามารถบำบัดของแข็งละลายได้ (TDS) ได้สูงสุด 35.53% ที่ระยะเวลา 2 วันในการเก็บกักน้ำ สามารถบำบัดบีโอดีได้สูงสุด 90.91% ที่ระยะเวลา 8 วันในการเก็บกักน้ำ มีประสิทธิภาพในการบำบัดไนโตรเจนในรูปทีเคเอ็นได้สูงสุด 87.47% ที่ระยะเวลา 4 วันในการเก็บกักน้ำ มีประสิทธิภาพในการบำบัดไนไตรท์ได้สูงสุด 79.25% ที่ระยะเวลา 8 วันในการเก็บกักน้ำ มีประสิทธิภาพในการบำบัดไนไตรทได้สูงสุด 80.60% ที่ระยะเวลา 4 วันในการเก็บกักน้ำ สำหรับฟอสเฟต พืชทั้ง 2 ชนิด มีประสิทธิภาพในการบำบัดได้ดี โดยต้นเหงือกปลาหมอ และต้นปรงทอง สามารถบำบัดฟอสเฟตได้สูงสุดที่ 95.44 และ 95.38% ตามลำดับ ที่ระยะเวลา 8 วันในการเก็บกักน้ำ

คำสำคัญ : ฟาร์มอนุบาลลูกกุ้ง บึงประดิษฐ์ ป่าพรุ การบำบัดน้ำเสีย

[1]นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อมมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต จังหวัดภูเก็ต e-mail: chirawan.l@pkru.ac.th

[2]อาจารย์สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต จังหวัดภูเก็ต e-mail: kobsaithan@yahoo.com

[3] อาจารย์สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต จังหวัดภูเก็ต

[4] อาจารย์สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต จังหวัดภูเก็ต e-mail: vongtanaboon@yahoo.com

** ผู้นิพนธ์หลักe-mail: chirawan.l@pkru.ac.th*

SHRIMP FARM WASTEWATER TREATMENT OF BAN MAI KHAO, THALANG DISTRICT,PHUKET PROVINCE BY CONSTRUCTED WETLAND WITH SWAMP FERN AND ACANTHUS

Chirawan Lenthas[1*] Saithan Thongphrom[2] Somchai Sakultap[3] Sukanya Vongtanaboon[4]

Abstract

The purposes of this research were to study the efficiency of 2 plants; Swamp fern (*Acrostichum aureum*) and Acanthus (*Acanthus ilicifolius*) in peat swamp forest for the wastewater treatmentfrom shrimp farms by using constructed wetland in Vegetated Submerged Bed System (VSB) at different Hydraulic Retention Time (HRT = 2, 4, 6 and 8)

The results showed that Acanthus had the higher efficiency for treatment salinity and suspended solid (SS) than Swamp fern. Acanthus enabled to remove 33.33% of salinity at retention time more than 6 days, 69.51% of suspended solid (SS) at 8 days of rentention time. Swamp fern had the higher efficiency for treatment total dissolved solid (TDS), BOD, TKN, nitrite (NO_2^-) and nitrate (NO_3^-) than Acanthus. Swamp fern had the higher efficiency for treatment TDS and BOD than Swamp fern at all retention time. Swamp fern enabled to remove 35.53% of TDS at 2 days of retention time, 90.91% of BOD at 8 days of rentention time, 87.47% of TKN at 4 days of rentention time, 79.25% of nitrite (NO_2^-) at 8 days of rentention time, 80.60% of nitrate (NO_3^-) at 4 days of rentention time. For phosphate (PO_4^{3-}), the 2 plants had the high efficiency for treatment. Acanthus and Swamp fern enabled to remove 95.44% and 95.38% of phosphate (PO_4^{3-}), respectively, at 8 days of rentention time.

Keywords : shrimp farming, constructed wetland, peat swamp forest, wastewater treatment

[1]Master level studies, Environmental Management, Faculty of Science and Technology, Phuket Rajabhat University,e-mail: chirawan.l@pkru.ac.th

[2]Lecturer in Environmental Management, Faculty of Science and Technology Phuket Rajabhat University, e-mail: kobsaithan@yahoo.com

[3]Lecturer in Environmental Management, Faculty of Science and Technology Phuket Rajabhat University,

[4]Lecturer in Environmental Management, Faculty of Science and Technology Phuket Rajabhat University, e-mail: vongtanaboon@yahoo.com

**Corresponding author, e-mail:chirawan.l@pkru.ac.th*

บทนำ

การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เป็นอาชีพที่สำคัญอย่างหนึ่งของประเทศไทย ทั้งเพื่อการขายภายในประเทศและการส่งออกสู่ตลาดต่างประเทศ นิยมเลี้ยงภายในบ่อมากที่สุด การเพาะเลี้ยงกุ้งทะเลเป็นกิจกรรมการเกษตรที่มีความสำคัญลำดับต้นๆ และสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรเป็นจำนวนมหาศาลในแต่ละปี (สำนักจัดการคุณภาพน้ำ, 2554) ซึ่งผลจากความต้องการของผู้บริโภคที่มีเพิ่มขึ้น ทำให้มีการขยายตัวของพื้นที่เพาะเลี้ยงมากขึ้น โดยกิจกรรมการเพาะเลี้ยงกุ้งหากมีการจัดการที่ไม่ถูกต้อง สามารถก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เกิดความเสื่อมโทรมของระบบนิเวศชายฝั่งและคุณภาพน้ำ ซึ่งเกิดจากการระบายน้ำที่มีปริมาณสารอาหารสูงออกสู่สิ่งแวดล้อม จากการศึกษาพรุทุ่งเตียน พบว่า น้ำเสียที่ปล่อยลงสู่พรุมีค่าความเค็มสูงมากถึง 32 พีพีที (ppt) เท่ากับความเค็มของน้ำทะเล (สายธาร ทองพร้อม, 2557) ซึ่งเกิดจากที่เกษตรกรมีการสูบน้ำทะเลในช่วงน้ำขึ้นเพื่อการเลี้ยงกุ้ง ส่วนน้ำในระหว่างการเลี้ยงและขณะจับกุ้ง จะถูกถ่ายออกสู่ป่าพรุโดยตรง ทำให้เกิดการถ่ายเทมวลสารอินทรีย์ และธาตุอาหารเป็นจำนวนมากลงสู่ป่าพรุ โดยไม่ได้รับการบำบัดน้ำเสียอย่างถูกวิธี ด้วยเหตุนี้ป่าพรุจึงเสื่อมโทรมลงอย่างมาก อยู่ในสภาวะวิกฤติ และมีแนวโน้มเสื่อมโทรมมากขึ้นเรื่อย ๆ

การบำบัดน้ำเสียโดยใช้ระบบบึงประดิษฐ์ (Constructed Wetland System) ซึ่งเป็นระบบบำบัดน้ำเสียแบบพื้นที่ชุ่มน้ำที่พึ่งพาธรรมชาติ อาจเป็นวิธีหนึ่งที่เหมาะสมกับชุมชนบ้านไม้ขาว เพราะเป็นระบบที่สามารถบำบัดน้ำเสียที่มีค่าการปนเปื้อนของของเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากเป็นระบบที่ได้รับการยอมรับว่า เข้ากับสิ่งแวดล้อมได้ดีและมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการไม่สูงมากนัก อีกทั้งไม่จำเป็นต้องพึ่งพาเทคโนโลยีต่างๆ ที่ยุ่งยาก เป็นวิธีที่พึ่งพาธรรมชาติเป็นหลัก โดยอาศัยวิธีการธรรมชาติช่วยธรรมชาติมาใช้ในการแก้ไขปัญหา (เกษม จันทร์แก้ว และอรอนงค์ ผิวนิล, 2555) การใช้บึงประดิษฐ์จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำเสียจากชุมชนที่อยู่ริมน้ำหรือพื้นที่ที่อยู่นอกเขตที่มีระบบบำบัดน้ำเสียรวม และจากการสำรวจพรุบ้านไม้ขาว พบว่า มีต้นปรงทอง *(Acrostichum aureum)* ในพรุทุ่งเตียน พรุยายรัดและพรุหลังวัดไม้ขาว จากรายงานการวิจัย ต้นปรงทอง สามารถบำบัดตะกอนแขวนลอย สารอินทรีย์ ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส (ปิยะ สันศนยุทธ, สุนทร งดงาม และอัมราภรณ์ ผดุงชีพ, 2549) นอกจากนี้ ต้นเหงือกปลาหมอ *(Acanthus ilicifolius)* ซึ่งเป็นพืชที่พบมากในบริเวณป่าพรุและป่าชายเลน น่าจะมีศักยภาพในการทนความเค็มได้สูงเพราะสามารถขึ้นได้ในป่าชายเลน ที่มีน้ำทะเลท่วมถึง จึงน่าจะใช้ในการบำบัดน้ำเสียของฟาร์มอนุบาลลูกกุ้งที่มีความเค็มสูงได้

งานวิจัยนี้ ได้เลือกใช้พืช 2 ชนิด ที่ได้ทำวิจัยแล้วว่าสามารถทนความเค็มได้ดี คือ ปรงทอง และเหงือกปลาหมอ นำมาบำบัดน้ำเสียของฟาร์มอนุบาลลูกกุ้ง ซึ่งมีความเค็มสูง ที่ระยะเวลาในการเก็บกักน้ำ (Hydraulic Retention Time, HRT) ในแปลงบึงประดิษฐ์ต่างกัน เนื่องจากป่าพรุเป็นป่าที่มีพื้นที่ลุ่มน้ำขัง ดินเป็นหล่มเลนและมีซากอินทรีย์วัตถุทับถมทำให้ดินยุบตัวได้ง่าย พืชที่ขึ้นในป่าพรุจึงมีการพัฒนาและมีความหลากหลาย ถ้าสามารถหาประสิทธิภาพของพืชที่อาศัยอยู่ในป่าพรุในการบำบัดน้ำเสียได้ ก็จะเป็นองค์ความรู้ที่เป็นประโยชน์ทางด้านการบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสมกับท้องถิ่นโดยอิงวิถีของชุมชน มีความสัมพันธ์กับการทำมาหากินและการอยู่รวมกันในชุมชน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำทิ้งของฟาร์มอนุบาลลูกกุ้ง บ้านไม้ขาว อำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ต ก่อนและหลังผ่านแปลงบึงประดิษฐ์

2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของพืชในการบำบัดน้ำเสียตามระยะเวลาในการเก็บกักน้ำ (Hydraulic Retention Time, HRT) ในแปลงบึงประดิษฐ์

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งของฟาร์มอนุบาลลูกกุ้งก่อนและหลังบำบัดโดยทำการวิเคราะห์ทั้งหมด 10 พารามิเตอร์ คือ ความเค็ม (Salinity) ใช้ Multiparameter รุ่น YSI 556 MPS ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ใช้ pH Meter รุ่น sevencompact ค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity) ใช้ Conductivity Meter ความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ (Biochemical Oxygen Demand, BOD) ใช้วิธี Azide Modification ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน ของแข็งแขวนลอย (Suspension solids, SS) ใช้วิธี Glass Fiber Filter Disc ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total Dissolved Solids, TDS) ใช้วิธี Gravimetric Method ไนโตรเจนในรูปทีเคเอ็น (Total Kjeldhal Nitrogen, TKN) ใช้วิธี Macro Kjeldhal Method ไนไตรท์ (Nitrite, NO_2^-) ใช้วิธี Colorimetric Method ไนเตรท (Nitrate, NO_3^-) ใช้วิธี Brucine Method และฟอตเฟต (Phosphate, PO_4^{3-}) ใช้วิธี Digestion and Ascorbic Acid Method

2. การศึกษาประสิทธิภาพของพืชในการบำบัดน้ำเสียตามระยะเวลาในการเก็บกักน้ำ (Hydraulic Retention Time, HRT) ในแปลงบึงประดิษฐ์เลือกพืชท้องถิ่นที่ปลูกง่าย มีการเจริญเติบโตเร็ว ง่ายในการดูแลรักษา สามารถนำไปใช้ประโยชน์ และสามารถทนต่อความเค็มได้ 2 ชนิด คือ ปรงทอง และเหงือกปลาหมอ นำมาปลูกในแปลงทดลองระบบบึงประดิษฐ์แบบ Vegetated Submerged Bed System (VSB) ซึ่งเป็นระบบบึงประดิษฐ์ขนาดเล็กที่สามารถนำมาประยุกต์เพื่อทดลองใช้กับชุมชนบ้านไม้ขาว เพื่อหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำเสียของฟาร์มอนุบาลลูกกุ้งที่มีความเค็มสูง โดยใช้ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสียในแปลงพืชต่างๆ กัน คือ 2, 4, 6 และ 8 วัน โดยทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำก่อนและหลังผ่านระบบบึงประดิษฐ์ ทางด้านกายภาพและเคมี ทั้ง 10 พารามิเตอร์

ผลการวิจัย

1. ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งของฟาร์มอนุบาลลูกกุ้งก่อนและหลังผ่านแปลงบึงประดิษฐ์โดยใช้ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสียในแปลงพืชต่างกัน

จากผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพและเคมีของน้ำเสียจากบ่อน้ำเสียรวมของฟาร์มเพาะเลี้ยงลูกกุ้ง ฟาร์มสมโภช แฮชเชอรี่ ที่ยังไม่ผ่านการบำบัด ครั้งที่ 1 และ 2 พบว่า น้ำเสียมีค่า pH 7.63 เท่ากันทั้ง 2 ครั้ง ค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 43.60 และ 10.55 mS/cm ค่าความเค็มเท่ากับ 25 และ 6 ppt ส่วนปริมาณสารแขวนลอย (Suspended Solids, SS) มีค่า 121 และ 82 mg/L ปริมาณสารละลายได้ทั้งหมด (Total Dissolve Solid, TDS) มีค่า 9317 และ 2823 mg/L ได้ ความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ (BOD) มีค่า 110.0 และ 43.0 mg/L ส่วนปริมาณไนโตรเจนในรูปทีเคเอ็นมีค่า 19.600 และ 1.493 mg/L ไนไตรท์ มีค่า 0.106 และ 0.131 mg/L ไนเตรท มีค่า 0.861 และ 0.423 mg/L ปริมาณฟอสเฟตมีค่า 1.797 และ 0.805 mg/L ตามลำดับ

น้ำเสียหลังผ่านการบำบัดด้วยบึงประดิษฐ์ทั้ง 3 แปลง ที่มีระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย (HRT) ต่างๆ กัน คือ 2, 4, 6 และ 8 วัน ในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1 พบว่า น้ำเสียหลังผ่านการบำบัด มีค่า pH ลดลง อยู่ในช่วง 5.67-6.55 สำหรับค่าการนำไฟฟ้า ความเค็ม และปริมาณสารละลายได้ทั้งหมด ลดลงเล็กน้อย อยู่ในช่วง 34.37 – 41.17 mS/cm, 18 – 24 ppt และ 7183 - 9297 mg/L ตามลำดับ ปริมาณสารแขวนลอยลดลงตามระยะเวลาในการกักเก็บของทั้ง 3 แปลง อยู่ในช่วง 45 - 69 mg/L ค่า BOD ลดลงตามระยะเวลาในการกักเก็บของทั้ง 3 แปลง มีค่าอยู่ในช่วง 10.00 – 88.5 mg/L ส่วนปริมาณไนโตรเจนในรูปทีเคเอ็น ไนไตรท์ และไนเตรท

มีค่าอยู่ในช่วง 7.093 -37.147, 0.022 – 2.228 และ 0.167 – 9.884 mg/L ตามลำดับ ปริมาณฟอสเฟตมีค่าลดลงตามระยะเวลาที่บำบัดอยู่ในช่วง 0.082 - 0.265 mg/L

ตาราง 1. ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำก่อนและหลังบำบัดด้วยบึงประดิษฐ์ในแปลงควบคุม โดยใช้ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสียในแปลงที่ต่างกัน ครั้งที่ 1 และ 2

Parameter (หน่วย)	ก่อนบำบัด		หลังบำบัด ที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำ (HRT)							
			2วัน		4 วัน		6 วัน		8 วัน	
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
pH	7.63	7.63	6.55	7.18	6.47	7.02	6.40	6.79	6.34	6.68
Conductivity (mS/cm)	43.60	10.55	40.13	8.21	40.53	8.32	40.97	8.45	41.17	8.51
Salinity (ppt)	25	6.0	20	4.0	20	4.0	20	4.0	20	4.0
SS (mg/L)	121	82	55	22.3	50	22.3	47	20.3	45	18.3
TDS (mg/L)	9317	2823	8743	2380	8873	2403	9050	2450	9297	2547
BOD (mg/L)	110.0	43.0	88.5	30.0	39.0	27.0	30.0	24.0	20.0	20.0
TKN (mg/L)	19.600	1.493	31.920	0.373	13.253	0.280	21.840	0.280	26.320	0.467
Nitrite, NO_2^- (mg/L)	0.106	0.131	0.881	0.165	1.856	0.141	2.505	0.141	2.228	0.102
Nitrate, NO_3^- (mg/L)	0.861	0.423	9.884	0.743	5.843	0.651	1.848	0.593	0.383	0.457
Phosphate, PO_4^{3-} (mg/L)	1.797	0.805	0.197	0.067	0.146	0.055	0.093	0.050	0.086	0.047

ตาราง 2. ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำก่อนและหลังบำบัดด้วยบึงประดิษฐ์ในแปลงที่ปลูกต้นปรงทอง โดยใช้ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสียในแปลงพืชต่างกัน ครั้งที่ 1 และ 2

Parameter (หน่วย)	ก่อนบำบัด		หลังบำบัด ที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำ (HRT)							
			2วัน		4 วัน		6 วัน		8 วัน	
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
pH	7.63	7.63	6.12	6.81	6.08	6.71	5.87	6.50	5.79	6.43
Conductivity (mS/cm)	43.60	10.55	34.37	6.19	34.40	6.22	34.42	6.25	41.17	6.28
Salinity (ppt)	25	6.0	24	5.0	24	5.0	24	5.0	24	5.0
SS (mg/L)	121	82.0	69	36.7	64	30.7	60	27.7	56	25.0
TDS (mg/L)	9317	2823	7183	1820	7190	1827	7200	1837	7213	1850
BOD (mg/L)	110.0	43.0	64.0	20.0	17.0	16.0	12.5	12.0	10.0	10.0
TKN (mg/L)	19.600	1.493	31.360	0.187	7.093	0.187	10.640	0.280	20.907	0.280
Nitrite, NO_2^- (mg/L)	0.106	0.131	0.952	0.075	0.090	0.055	0.028	0.060	0.022	0.065
Nitrate, NO_3^- (mg/L)	0.861	0.423	1.118	0.126	0.167	0.092	0.328	0.092	0.418	0.097
Phosphate, PO_4^{3-} (mg/L)	1.797	0.805	0.238	0.077	0.154	0.067	0.111	0.062	0.083	0.058

ตาราง 3. ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำก่อนและหลังบำบัดด้วยบึงประดิษฐ์ในแปลงที่ปลูกต้นเหงือกปลาหมอ โดยใช้ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสียในแปลงพืชต่างกัน ครั้งที่ 1และ 2

Parameter (หน่วย)	ก่อนบำบัด		หลังบำบัด ที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำ (HRT)							
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	2วัน		4 วัน		6 วัน		8 วัน	
			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
pH	7.63	7.63	5.67	6.96	5.72	6.63	6.20	6.33	5.92	6.23
Conductivity (mS/cm)	43.60	10.55	35.27	7.55	36.67	7.68	37.17	7.75	38.53	7.82
Salinity (ppt)	25	6.0	23	4.5	23	4.5	23	4.0	18	4.0
SS (mg/L)	121	82	61	30	57	25	53	23	49	22
TDS (mg/L)	9317	2823	7617	2100	7693	2133	7803	2177	7947	2257
BOD (mg/L)	110.0	43.0	72.5	26.0	20.0	20.0	16.0	16.0	12.0	14.0
TKN (mg/L)	19.600	1.493	37.147	0.187	17.547	0.187	31.173	0.280	36.960	0.280
Nitrite, NO_2^- (mg/L)	0.106	0.131	0.940	0.081	0.043	0.061	0.038	0.064	0.081	0.069
Nitrate, NO_3^- (mg/L)	0.861	0.423	1.133	0.131	0.207	0.095	0.449	0.098	0.624	0.101
Phosphate, PO_4^{3-} (mg/L)	1.797	0.805	0.265	0.087	0.126	0.081	0.086	0.077	0.082	0.071

น้ำเสียหลังผ่านการบำบัดด้วยบึงประดิษฐ์ทั้ง 3 แปลง ที่มีระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย (HRT) ต่าง ๆ กัน คือ 2, 4, 6 และ 8 วัน ในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 2 พบว่า pH มีค่าลดลง อยู่ในช่วง 6.23-7.18 สำหรับน้ำเสียหลังผ่านการบำบัด มีค่าการนำไฟฟ้า ความเค็ม และปริมาณสารละลายได้ทั้งหมด ลดลงเล็กน้อย อยู่ในช่วง 6.19 – 8.51 mS/cm, 4 – 5 ppt และ 1820 - 2547 mg/L ตามลำดับ ปริมาณสารแขวนลอยลดลงตามระยะเวลาในการกักเก็บของทั้ง 3 แปลง อยู่ในช่วง 18.3 – 36.7 mg/L ค่า BOD ลดลงตามระยะเวลาในการกักเก็บของทั้ง 3 แปลง มีค่าอยู่ในช่วง 10.00 – 30.0 mg/L ส่วนปริมาณไนโตรเจนในรูปทีเคเอ็น ไนไตรท์ และไนเตรท มีค่าอยู่ในช่วง 0.187 -0.467, 0.055 – 0.165 และ 0.059 – 10.743mg/L ตามลำดับ ปริมาณฟอสเฟตมีค่าลดลงตามระยะเวลาที่บำบัดอยู่ในช่วง 0.047 - 0.087 mg/L

2. ประสิทธิภาพของพืชในการบำบัดน้ำเสียตามระยะเวลาในการเก็บกักน้ำ (Hydraulic Retention Time, HRT) ในแปลงบึงประดิษฐ์

จากการศึกษาระยะเวลาในการเก็บกักน้ำเสียของพืชทั้ง 2 ชนิด คือ ปรงทอง และเหงือกปลาหมอ เปรียบเทียบกับแปลงควบคุมที่ไม่ได้ปลูกพืชมีเฉพาะดินในการบำบัดโดยใช้บึงประดิษฐ์ขนาดเล็กแบบ Vegetated Submerged System (VSB) ในการบำบัดสิ่งปนเปื้อนในน้ำเสียจากบ่อน้ำเสียรวมของฟาร์มเพาะเลี้ยงลูกกุ้ง ฟาร์มสมโภช แฮชเชอรี่ ที่มีระยะเวลาในการกักเก็บน้ำ (HRT) ในบึงประดิษฐ์ต่างกัน 4 ระยะ (2, 4, 6 และ 8 วัน) ผลการศึกษาสรุปได้ว่า เหงือกปลาหมอ มีประสิทธิภาพในการบำบัดความเค็ม และของแข็งแขวนลอย ได้ดีกว่าปรงทอง โดยสามารถบำบัดความเค็มได้สูงสุด 33.33% ที่ระยะเวลาบำบัดตั้งแต่ 6 วันขึ้นไป สามารถบำบัดของแข็งแขวนลอยได้สูงสุด 69.51% ที่ระยะเวลาบำบัด 8 วัน

ต้นปรงทองมีประสิทธิภาพในการบำบัดของแข็งละลายได้ ความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ ไนโตรเจนในรูปทีเคเอ็น ไนไตรท์ และไนเตรท ได้ดีกว่าต้นเหงือกปลาหมอ โดยสามารถบำบัดของแข็งแขวนลอยได้ดีกว่าเหงือกปลาหมอที่ทุกระยะเวลาในการกักเก็บ สามารถบำบัดสารแขวนลอยได้สูงสุด 35.53% ที่ระยะเวลา 2 วันในการกักเก็บ มีประสิทธิภาพในการบำบัดความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ได้ดีกว่าเหงือกปลาหมอที่ทุกระยะเวลาในการกักเก็บ สามารถบำบัดบีโอดีได้สูงสุด 90.91% ที่ระยะเวลา 8 วันในการกักเก็บ มีประสิทธิภาพในการบำบัดไนโตรเจนในรูปทีเคเอ็นได้สูงสุด 87.47% ที่ระยะเวลา 4 วันในการกักเก็บ มีประสิทธิภาพในการบำบัดไนไตรท์ได้สูงสุด 79.25% ที่ระยะเวลา 8 วันในการกักเก็บ มีประสิทธิภาพในการบำบัดไนไตรทได้สูงสุด 80.60% ที่ระยะเวลา 4 วันในการกักเก็บ สำหรับฟอสเฟต พืชทั้ง 2 ชนิด มีประสิทธิภาพในการบำบัดได้ดี โดยต้นเหงือกปลาหมอ และต้นปรงทอง สามารถบำบัดได้สูงสุดที่ 95.44 และ 95.38% ตามลำดับ ที่ระยะเวลา 8 วันในการกักเก็บ

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากศึกษาประสิทธิภาพของพืช 2 ชนิด คือ ปรงทอง *(Acrostichum aureum)* และเหงือกปลาหมอ *(Acanthus ilicifolius)* ในการบำบัดน้ำเสียของฟาร์มอนุบาลลูกกุ้งด้วยระบบบึงประดิษฐ์แบบที่ปลูกพืชในชั้นกรอง (Vegetated Submerged Bed System, VSB) ที่ระยะเวลาในการเก็บกักน้ำ (Hydraulic Retention Time, HRT) ในแปลงบึงประดิษฐ์ต่าง ๆ กัน (2, 4, 6 และ 8 วัน) สรุปได้ว่า พืชทั้ง 2 ชนิด มีประสิทธิภาพในการบำบัดฟอสเฟตได้ดี โดยต้นเหงือกปลาหมอและต้นปรงทอง สามารถบำบัดฟอสเฟตได้สูงสุดที่ 95.44 และ 95.38% ตามลำดับ ที่ระยะเวลา 8 วันในการเก็บกักน้ำ

เหงือกปลาหมอ มีประสิทธิภาพในการบำบัดความเค็ม และของแข็งแขวนลอย (SS) ได้ดีกว่าปรงทอง โดยใช้ระยะเวลาบำบัดตั้งแต่ 6 วันขึ้นไป โดยสามารถบำบัดได้ถึง 33.33% และสามารถบำบัดของแข็งแขวนลอย (SS) ได้สูงสุด 69.51% ที่ระยะเวลาบำบัด 8 วัน

ต้นปรงทองมีประสิทธิภาพในการบำบัดของแข็งละลายได้ (TDS) ความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ (BOD) ไนโตรเจนในรูปทีเคเอ็น (TKN) ไนไตรท์ (NO_2^-) และไนเตรท (NO_3^-) ได้ดีกว่าต้นเหงือกปลาหมอ โดยสามารถบำบัดของแข็งละลายได้ (TDS) ได้สูงสุด 35.53% ที่ระยะเวลา 2 วันในการเก็บกักน้ำ สามารถบำบัดความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ (BOD) ได้สูงสุด 90.91% ที่ระยะเวลา 8 วันในการเก็บกักน้ำ สามารถบำบัดไนโตรเจนในรูปทีเคเอ็น (TKN) ได้สูงสุด 87.47% ที่ระยะเวลา 4 วันในการเก็บกักน้ำ มีประสิทธิภาพในการบำบัดไนไตรท์ (NO_2^-) ได้สูงสุด 79.25% ที่ระยะเวลา 8 วันในการเก็บกักน้ำ มีประสิทธิภาพในการบำบัดไนไตรท (NO_3^-) ได้สูงสุด 80.60% ที่ระยะเวลา 4 วันในการเก็บกักน้ำ

เนื่องจากนี้พืชเหล่านี้จะดูดซับธาตุอาหารและสิ่งปนเปื้อนที่มีอยู่ในน้ำเสียทั้งยังช่วยการทำงานของจุลินทรีย์ในการย่อยสลายสารอินทรีย์อาศัยการปลดปล่อยออกซิเจนของพืชที่ได้จากการสังเคราะห์แสง กระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ของจุลินทรีย์ในดินการดูดซึมสารอาหารของพืชเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตและการกรองสิ่งปนเปื้อนของพืชและดินร่วมกัน (โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ย, 2552) เป็นการใช้กระบวนการทางธรรมชาติ เช่น กระบวนการ themo osmosis และกระบวนการสังเคราะห์แสง (photosynthesis) ซึ่งอาศัยหลักการธรรมชาติช่วยธรรมชาติ (เกษม จันทร์แก้ว และคณะ, ม.ป.ป.) ในการบำบัดและฟื้นฟูน้ำเสียให้ใช้ประโยชน์ได้ ดังนั้น จึงสามารถนำพืชเหล่านี้ไปประยุกต์ใช้กับป่าพรุซึ่งเป็นพื้นที่ชุ่มน้ำตามธรรมชาติ (Natural Wetland) สามารถบำบัดน้ำเสียโดยใช้ขบวนการทางธรรมชาติ และฟื้นฟูน้ำเสียให้ใช้ประโยชน์ได้ โดยใช้พืช ดิน หิน เป็นพื้นที่ในการยึดเกาะของจุลินทรีย์เพื่อช่วยในการบำบัดน้ำเสียด้วยกระบวนการทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ (Chris, C.T., 1997) ซึ่งเหมาะกับบริบทของชุมชนบ้านไม้ขาว เพื่อแก้ปัญหาความเสื่อมโทรมของป่าพรุและปัญหาการจัดการน้ำเสียชุมชนได้อย่างเหมาะสม โดยอาศัยศักยภาพของตนเองและทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่ เพื่อเป็นการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพของพื้นที่ชุ่มน้ำพรุบ้านไม้ขาวให้คงอยู่อย่างยั่งยืน

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการศึกษาประสิทธิภาพของพืชแต่ละชนิดเพื่อใช้ในการบำบัดน้ำเสียแต่ละประเภท เช่น น้ำเสียชุมชน น้ำเสียที่เกิดจากฟาร์มอนุบาลลูกกุ้ง และน้ำเสียจากการบรรจุภัณฑ์กุ้งเพื่อส่งออกสู่ตลาดต่างประเทศ
2. ควรมีการศึกษาวิจัยเพื่อศึกษาความเป็นไปได้หรือปัจจัย ที่จะสามารถสร้างความร่วมมือในการมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วนในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติของชุมชน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านไม้ขาว อำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ต ที่ให้ความอนุเคราะห์เข้าใช้พื้นที่ในการทำแปลงบึงประดิษฐ์ และอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ในระหว่างการทำการทดสอบระบบบำบัดของแปลงบึงประดิษฐ์ และสาขาวิชาเคมี ที่ให้ความอนุเคราะห์สารเคมี สถานที่ วัสดุและอุปกรณ์ในการวิจัย ขอขอบคุณ ศูนย์ปฏิบัติการทดสอบทางเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ให้ความอนุเคราะห์ เครื่องมือและน้ำกลั่นในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

เกษม จันทร์แก้ว ธนิศร์ ปัทมพิฑูร และอรนงค์ ผิวนิล. (ม.ป.ป.). **การบำบัดน้ำเสียด้วยกระบวนการธรรมชาติช่วยธรรมชาติโดยระบบบึงประดิษฐ์ที่แหลมผักเบี้ย จังหวัดเพชรบุรี**. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาวิทยาลัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เกษม จันทร์แก้ว และอรอนงค์ ผิวนิล. (2555). **เอกสารประกอบการฝึกอบรม หลักสูตร การจัดการน้ำเสียโดยพื้นที่ชุ่มน้ำ**. กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. อบรมวันที่ 5-9 มีนาคม 2555 ณ สถาบันฝึกอบรมและถ่ายทอดเทคโนโลยีด้านสิ่งแวดล้อม จ.ปทุมธานี และโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จ.เพชรบุรี.

โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ย. (2552). **การบำบัดน้ำเสียด้วยระบบแปลงพืชป่าชายเลน**. วิทยาลัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://haii.or.th/wiki84/index.php/การบำบัดน้ำเสียด้วยระบบแปลงพืชป่าชายเลน.สืบค้นเมื่อ 15 พฤษภาคม 2557.

ปิยะ สันศนยุทธ สุนทร งดงาม และอัมราภรณ์ ผดุงชีพ. (2549). **น้ำทิ้งจากบ่อกุ้ง: ปัญหามลพิษ และการบำบัดโดยใช้บึงประดิษฐ์.** ส่วนงานวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีด้านน้ำ ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม. กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม.

สายธาร ทองพร้อม. (2557). ประสิทธิภาพป่าพรุพื้นที่ชุ่มน้ำตามธรรมชาติ ในการบำบัดน้ำเสียชุมชนบ้านไม้ขาว อำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ต. **SDU Research Journal of Science and Technology**, 7(3), 1-15.

สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม. (2542). **ทะเบียนพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญระดับนานาชาติและระดับชาติของประเทศไทย**. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.

สำนักจัดการคุณภาพน้ำ. (2554). **คู่มือการประเมินปริมาณน้ำทิ้งและปริมาณมลพิษจากกิจกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ**. กรุงเทพมหานคร : กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

AWWA WEF and APHA. (2012). **Standard method for the examination of water and wastewater**. 22nd ed. Washington D.C: American Public Health Association.

Chris C. Tanner. (1997). Guidelines for constructed wetland treatment of farm dairy wastewaters in New Zealand. **NIWA Science and Technology**. Series No. 48 June 1997.