

การปรับปรุงคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงปลานิลด้วยบอน (*Colocasia esculenta*)  
และ *Phormidium* sp. ในบึงประดิษฐ์ระดับนำร่อง

Water quality improvement in tilapia pond by Taro (*Colocasia esculenta*)  
and *Phormidium* sp. in a pilot-scale constructed wetland

ฐปน ชื่นบาล

Tapana Cheunbarn

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จ. เชียงใหม่ 50290

e-mail: tapana@mju.ac.th

**บทคัดย่อ**

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของระบบบึงประดิษฐ์แบบไหลใต้ดินตามแนวนอน โดยใช้พืชน้ำได้แก่บอน (*Colocasia esculenta*) และสาหร่าย *Phormidium* sp. ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำของบ่อเลี้ยงปลานิล การทดลองประกอบด้วยชุดควบคุม (ระบบกรอง ไม่มีพืชและสาหร่าย) และชุดทดลอง (บึงประดิษฐ์ มีพืชและสาหร่าย) ทำการเลี้ยงปลานิล (*Oreochromis niloticus*) ในบ่อขนาด 2.5x4.5x0.8 เมตร โดยให้น้ำไหลเวียนระหว่างระบบและบ่อปลาตลอด 24 ชั่วโมง หลังการทดลอง 4 เดือนผลการทดลองพบว่าคุณภาพน้ำในชุดทดลองดีกว่าชุดควบคุม และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ในค่าของ BOD, SS และ  $\text{NO}_4^+ - \text{N}$  อย่างไรก็ตามไม่มีความแตกต่างในค่าของ DO อุณหภูมิและ pH จากการศึกษาพบว่าชุดการทดลองนั้น ปลามีอัตราการรอดและอัตราการแลกเนื้อที่ดีกว่าในชุดควบคุม แสดงให้เห็นว่าบึงประดิษฐ์ที่มีบอนและสาหร่าย *Phormidium* sp. เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำจืด และยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเจริญของปลาได้อีกด้วย

**คำสำคัญ :** บึงประดิษฐ์ คุณภาพน้ำ บ่อเลี้ยงปลานิล

**Abstract**

This research aimed to investigate the efficiency of horizontal subsurface flow constructed wetland which aquatic plant (Taro, *Colocasia esculenta*) and algae (*Phormidium* sp.) for improving water quality in tilapia ponds. The experiment comprised of the control (filtration system without plant and algae) and the treatment (constructed wetland with plant and algae). Tilapia (*Oreochromis niloticus*) was carried in ponds (2.5x4.5x0.8 m). The water was pumped to recirculate between constructed wetland systems and the fish ponds for 24 hours. After 4 months experiment, the results showed the water qualities in treatment were significantly ( $p > 0.05$ ) better than control in BOD, SS and  $\text{NO}_4^+ - \text{N}$ . However there were not different in DO, temperature and pH. The study indicated that average survival rate and feed conversion ratio of fish in treatment were improved better than control. These suggest that constructed wetland with Taro and *Phormidium* sp. was

alternate to be applied for improving water quality in aquaculture pond and to increase fish growing efficiency.

**Keywords :** constructed wetland, water quality, tilapia pond

## คำนำ

จากการรายงานของกลุ่มวิจัยและวิเคราะห์สถิติการประมง พบว่าผลผลิตสัตว์น้ำจืดของไทยมีแนวโน้มสูงขึ้น โดยในปี 2555 มีปริมาณผลผลิตทั้งสิ้น 493,200 ตัน เป็นการจับจากธรรมชาติ 219,400 ตัน และจากการเพาะเลี้ยง 454,300 ตัน ซึ่งเพิ่มขึ้น 36.6% นับจากปี 2545 โดยจากการเพาะเลี้ยงเพิ่มขึ้น 54.2% ในขณะที่การจับจากธรรมชาติเพิ่มขึ้นเพียง 10.4% (Department of Fisheries, 2015: online) อย่างไรก็ตาม เมื่อปริมาณการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำมีมากขึ้น ปัญหาที่ตามมาได้แก่ คุณภาพของน้ำที่เสื่อมโทรมลง เนื่องจากระบบเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่ใช้กันอยู่ทั่วไปนั้น ยังไม่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมภายในระบบได้อย่างดีพอ ทำให้ระบบนิเวศในบ่อเสื่อมโทรม ผลผลิตสัตว์น้ำไม่มีคุณภาพ การเติบโตช้า และอาจมีการติดโรคได้ง่าย เกษตรกรมักแก้ปัญหาโดยการถ่ายเทน้ำจากบ่อเลี้ยงลงสู่แหล่งน้ำตามธรรมชาติโดยไม่มีการบำบัดให้ได้ค่ามาตรฐานก่อนปล่อยลงแหล่งน้ำธรรมชาติ ซึ่งอาจทำให้คุณภาพของแหล่งน้ำเสื่อมโทรมลงถ้ามีค่าเกินกว่าที่ระบบธรรมชาติบำบัดได้ ดังนั้นเพื่อเป็นการลดปัญหาที่เกิดขึ้น การใส่ใจและการดูแลคุณภาพน้ำของบ่อเพาะเลี้ยงและแหล่งน้ำตามธรรมชาติโดยรอบจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง บึงประดิษฐ์เป็นวิธีการหนึ่งที่เป็นที่นิยมในการใช้ปรับปรุงคุณภาพน้ำ ทั้งน้ำทิ้งจากการเกษตร อุตสาหกรรม และน้ำทิ้งชุมชน (Polomski, *et al*, 2008) โดยเฉพาะน้ำทิ้งจากบ่อปลาที่มีสารอาหารไม่มากนักแต่มีปริมาณของน้ำทิ้งมาก (Naylor *et al.*, 2003) ซึ่งเป็นระบบที่มีค่าใช้จ่ายไม่สูง ใช้เทคโนโลยีแบบง่ายๆ ไม่ต้องอาศัยเครื่องจักรกล เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (Berghage, 1999) จึงจัดได้ว่าเป็นระบบที่มีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำในบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด แต่อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพของระบบขึ้นอยู่กับชนิดของพืชที่ใช้ในระบบเป็นสำคัญ (Guntenspergen *et al.*, 1989) โดยพืชที่ใช้ควรสามารถเจริญได้ในพื้นที่น้ำท่วมขัง มีความสามารถในการกำจัดสารอาหารและโลหะหนักต่างๆ ที่ปนเปื้อนมากับน้ำได้ดี การศึกษาครั้งนี้จึงได้ประยุกต์ใช้ต้นบอนและไฮยาโนแบคทีเรีย *Promidium sp.* ซึ่งเป็นพืชน้ำและสาหร่ายท้องถิ่นที่พบได้ทั่วไปในบริเวณบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และมีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียได้ดี (Bindu *et al.*, 2008, Phuengcharoen, 2007) มาใช้ในระบบบึงประดิษฐ์ขนาดเล็กเพื่อทำการบำบัดและปรับปรุงคุณภาพน้ำในบ่อเพาะเลี้ยงปลานิลให้ดีขึ้น โดยเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์น้ำจืดสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดชนิดอื่นๆ ได้

## อุปกรณ์และวิธีการ

## 1. การเตรียมอุปกรณ์

**การเตรียมปลา :** นำปลานิลจากฟาร์มเพาะเลี้ยง ความยาวเฉลี่ยเริ่มต้น 160-170 กรัม มาทำการพักไว้ในบ่ออนุบาล เพื่อให้ปลาปรับตัวเป็นเวลา 2 สัปดาห์

**การเตรียมพืชที่ใช้ในการทดลอง :** ต้นบอนตัดเอาเฉพาะส่วนลำต้น เหง้าและราก แช่น้ำไว้ ส่วนไชยาโนแบคทีเรีย *Phormidium* sp. ทำการเพิ่มจำนวนโดยเพาะเลี้ยงในบ่ออนุบาลด้วยอาหาร BG11

**การเตรียมบึงประดิษฐ์ :** นำบ่อพลาสติกสีดำความจุ 208 ลิตร ทำการเจาะรูและต่อท่อพีวีซีที่ด้านล่างของบ่อ เพื่อเป็นที่ระบายน้ำ กั้นเขตพื้นที่ ออกเป็นสามส่วน ด้วยอิฐมอญที่วางเรียงกัน ใส่หินกรวด 3 ใน 4 ส่วนของบ่อ โดยชุดทดลองเป็นบึงประดิษฐ์นั้น ทำการปลูกต้นบอนที่ได้จัดเตรียมไว้ลงในส่วนหัวและส่วนท้าย จำนวน 10 ต้น/ตารางเมตร ส่วนกลางนำสาหร่ายที่เลี้ยงไว้มาปลูกไปจนเต็มพื้นที่ ทำการเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 1 สัปดาห์เพื่อให้สาหร่ายและบอนปรับตัว ส่วนชุดควบคุมเป็นบ่อกรอง ไม่มีการปลูกพืชและสาหร่าย

## 2. การติดตั้งระบบ

ทำการติดตั้งระบบที่เตรียมไว้กับบ่อปลา โดยติดตั้งระบบหมุนเวียนของน้ำด้วยเครื่องปั้มน้ำโดยให้น้ำไหลเวียนระหว่างบ่อปลาและระบบตลอด 24 ชั่วโมง ระยะเวลาที่เก็บน้ำ 0.24 ชั่วโมง ทำการเดินระบบ 1 สัปดาห์ก่อนนำปลานิลลงบ่อทั้งชุดควบคุมและชุดทดลอง

## 3. ขั้นตอนการทดลอง

แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ชุดการทดลองแบบ 3 ซ้ำดังนี้ ชุดการทดลอง ประกอบด้วย บ่อเลี้ยงปลา บึงประดิษฐ์ (มีพืชและสาหร่าย) และชุดควบคุม ประกอบด้วย บ่อเลี้ยงปลา ระบบกรอง (ไม่มีพืชและสาหร่าย) ปล่อยปลานิลลงเลี้ยงในบ่อขนาด 2.5x4.5x0.8 เมตร จำนวน 100 ตัว/บ่อ (24 ตัว/ลูกบาศก์เมตร) อาหารที่ใช้เป็นอาหารชนิดเม็ดสำหรับปลานิล โดยจะเปลี่ยนขนาดอาหารตามน้ำหนักของปลา ให้อาหารวันละ 2 ครั้ง เข้าและเย็น ทำการทดลองเป็นจำนวน 4 เดือน โดยเปลี่ยนน้ำในบ่อ 1 ครั้งต่อเดือน ตัดและเก็บเกี่ยวต้นบอนและสาหร่ายที่เจริญมากเกินไปออกจากระบบทุกเดือน เพื่อเป็นการนำสารอาหารที่ถูกดูดซับโดยต้นพืชออกจากระบบ และป้องกันการปลดปล่อยสารอาหารในพืชออกสู่ระบบเมื่อใบร่วงหล่น

## 4. การบันทึกผลการทดลอง

**การวัดการเจริญเติบโตของปลา:** ตรวจสอบการเจริญเติบโตของปลานิล ในสัปดาห์ที่สองและสี่ของเดือน โดยการสุ่มปลามาบ่อละ 10 ตัว ทำการวัดน้ำหนัก และความยาวของปลา บันทึกค่าที่ได้เพื่อนำไปหาค่าพารามิเตอร์ที่กำหนดไว้ดังนี้

$$\text{อัตราการรอดชีวิต (survival) \%} = \frac{\text{จำนวนปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง}}{\text{จำนวนปลาเมื่อเริ่มต้นการทดลอง}} \times 100$$

$$\text{น้ำหนักเพิ่มต่อวัน (กรัม/วัน)} = \frac{\text{น้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย} - \text{น้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น}}{\text{จำนวนวัน}}$$

$$\text{อัตราการแลกเนื้อ} = \frac{\text{ปริมาณอาหารที่กิน}}{\text{น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น}}$$

$$\text{ค่าเฉลี่ยน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักสุดท้าย} - \text{น้ำหนักเริ่มต้น}}{\text{น้ำหนักเริ่มต้น}} \times 100$$

### นำหนักเริ่มต้น

**การตรวจวัดคุณภาพน้ำ:** ทำการตรวจวัดคุณภาพน้ำในบ่อปลาทุก 2 สัปดาห์ ดังนี้ อุณหภูมิด้วยเทอร์โมมิเตอร์ pH ด้วยเครื่องวัด pH ของแข็งแขวนลอย (SS) ด้วยวิธี Gravimetric DO และ BOD ด้วยวิธี Direct method [APHA, 1998] แอมโมเนีย ( $\text{NO}_4^+ \text{-N}$ ) ด้วยเครื่อง สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Hach Odyssey, Model DR/2500)

### 5. การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลการเจริญเติบโตของปลาและคุณภาพน้ำ มาทำการเปรียบเทียบระหว่างชุดการทดลองและชุดควบคุมโดยใช้ T-test independent samples ด้วยโปรแกรม Excel 2007

### ผลการทดลอง

#### คุณภาพของน้ำในบ่อเลี้ยงปลานิล

จากการศึกษาคุณภาพของน้ำในบ่อเลี้ยงปลานิลเป็นระยะเวลา 4 เดือนของการทดลอง พบว่าค่า DO BOD และ SS ของชุดควบคุมอยู่ในช่วง 2.77-5.53 มิลลิกรัม/ลิตร 21.0-50.0 มิลลิกรัม/ลิตร และ 0.0-1.68 มิลลิกรัม/ลิตร ในขณะที่ชุดการทดลองอยู่ในช่วง 3.45-5.75 มิลลิกรัม/ลิตร และ 7.5-30.0 มิลลิกรัม/ลิตร และ 0.0-0.95 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ปริมาณแอมโมเนียมีค่าอยู่ในช่วง 0.48-2.41 มิลลิกรัม/ลิตร ในชุดควบคุม และมีค่าอยู่ในช่วง 0.14-1.77 มิลลิกรัม/ลิตร ในชุดทดลองตามลำดับ จากการวิเคราะห์ pH พบว่า ชุดทดลองจะอยู่ในช่วง 7.55-7.83 และชุดควบคุมอยู่ในช่วง 7.47-7.98 ในขณะที่อุณหภูมิค่าไม่แตกต่างกันโดยอยู่ในช่วง 22.1-27.7 องศาเซลเซียส (Fig. 1)

เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของคุณภาพของน้ำในบ่อเลี้ยงปลา ระหว่าง 2 ชุดทดลองพบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ( $p < 0.05$ ) ในค่า BOD, SS และ แอมโมเนีย ในขณะที่ค่า DO, pH และ อุณหภูมิพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงปลานิลตลอด 4 เดือนของการทดลองแสดงใน Table 1

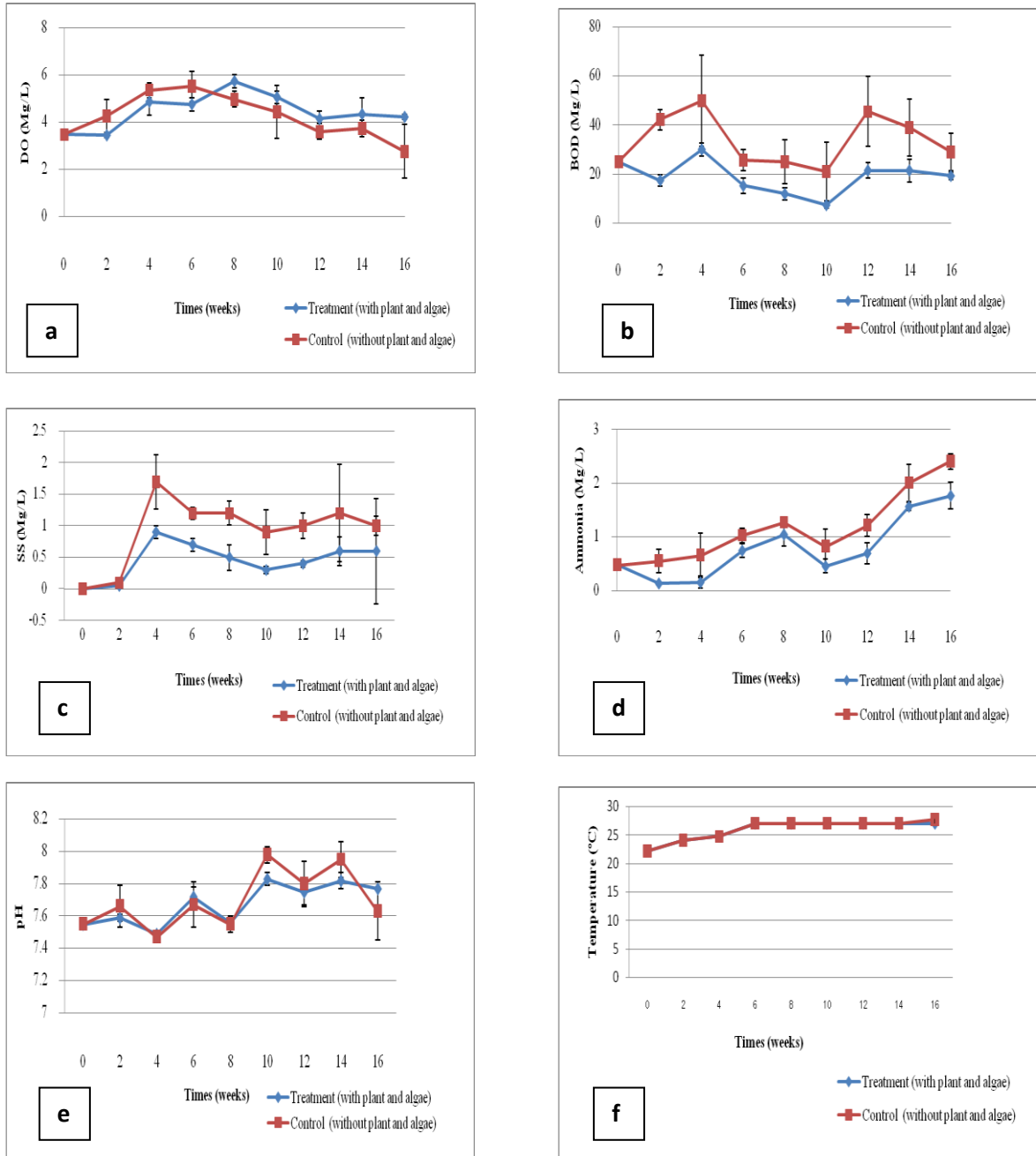


Figure 1 Water quality during 4 months of tilapia cultivation with construction wetland

(a) DO, (b) BOD, (c) SS, (d) Ammonia, (e) pH, (f) Temperature

**Table 1** Water quality means during 4 months of tilapia cultivation with construction wetland

Parameters	Means ( $\pm$ SD)		Comparison of differences means (T- test)
	Control (without plant and algae)	Treatment (with plant and algae)	
DO (mg/l)	4.25 $\pm$ 0.93	4.46 $\pm$ 0.75	ns
BOD (mg/l)	33.54 $\pm$ 10.57	18.84 $\pm$ 6.77	*
(NO <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N) (mg/l)	1.16 $\pm$ 0.66	0.79 $\pm$ 0.58	*
SS (mg/l)	0.90 $\pm$ 0.55	0.45 $\pm$ 0.31	*
pH	7.70 $\pm$ 0.18	7.68 $\pm$ 0.13	ns
Temperature ( $^{\circ}$ C)	25.95 $\pm$ 1.89	25.87 $\pm$ 1.83	ns

NS = Not significant, \* = Significant statistical differences (P<0.05)

### ผลผลิตและการเจริญเติบโตของปลา

จากการศึกษาพบว่าอัตราการรอดชีวิตของปลานิลของชุดควบคุมมีค่าเฉลี่ย 77.78 $\pm$ 3.43% และชุดการทดลอง มีค่าเฉลี่ย 88.33 $\pm$ 7.20% น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของปลานิลของชุดควบคุมมีค่าเฉลี่ย 92.93 $\pm$ 26.87% สำหรับชุดทดลอง มีค่าเฉลี่ย 75.25 $\pm$ 9.48% อัตราการเพิ่มน้ำหนักต่อวันของปลานิลในชุดควบคุมมีค่าเฉลี่ย 1.29 $\pm$ 0.38 กรัม/วัน สำหรับชุดทดลองมีค่าเฉลี่ย 1.05 $\pm$ 0.13 กรัม/วันและค่าเฉลี่ยอัตราการแลกเนื้อ ของปลานิลในชุดควบคุมมีค่า 1.25 $\pm$ 0.50 สำหรับชุดทดลองมีค่า 0.86 $\pm$ 0.33

เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติพบว่าผลผลิตและการเจริญเติบโตของปลานิลระหว่าง 2 ชุดการทดลองมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (p<0.05) โดยประสิทธิภาพของชุดการทดลองทั้ง 2 วิธีนั้น มีผลต่อค่าอัตราการรอดชีวิตของปลานิล น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเพิ่มน้ำหนักต่อวันและอัตราการแลกเนื้อ ผลการทดลองดังแสดงใน Table 2

**Table 2** Growth performance of 4 months tilapia cultivation with construction wetland

Performance	Means ( $\pm$ SD)		Comparison of differences means (T -test)
	Control (without plant and algae)	Treatment (with plant and algae)	
Survival rate (%)	77.78 $\pm$ 3.43	88.33 $\pm$ 7.20	*
Percentage weight gain; PWG (%)	92.93 $\pm$ 26.87	75.25 $\pm$ 9.48	*
Average daily weight gain; ADG (g/day)	1.29 $\pm$ 0.38	1.05 $\pm$ 0.13	*
Feed conversion ratio (FCR)	1.25 $\pm$ 0.50	0.86 $\pm$ 0.33	*

\* = Significant statistical differences (P<0.05)

### วิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองพบว่าคุณภาพของน้ำในบ่อเลี้ยงปลานิลนั้นชุดควบคุมที่เป็นระบบกรอง (ไม่มีบอนและสาหร่าย) มีคุณภาพน้ำที่ต่ำกว่าชุดทดลองที่เป็นบึงประดิษฐ์ (มีบอนและสาหร่าย) โดยเฉพาะเมื่อเวลาการเลี้ยงนานขึ้น โดยในช่วงหนึ่งเดือนแรกของการทดลองค่า DO ของชุดควบคุมจะสูงกว่าในชุดการทดลอง แต่หลังจากสัปดาห์ที่เจ็ดไปพบว่า ในชุดทดลองจะมีค่า DO สูงกว่า (Fig.1a) แม้ว่าค่า DO ของทั้งสองชุดการทดลองจะไม่มี ความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 1) ก็ตาม ทั้งนี้เนื่องจาก ในสัปดาห์แรกๆ ของการทดลองนั้น จำนวนปลาที่ตายลงในชุดควบคุมมีมากกว่าในชุดทดลอง แต่อย่างไรก็ตามเมื่อเวลาผ่านไปพืชและสาหร่ายในบึงประดิษฐ์โตขึ้นจะสามารถเพิ่มปริมาณออกซิเจนให้แก่แหล่งน้ำได้ดีขึ้น โดยออกซิเจนจากบรรยากาศจะถ่ายเทเข้าสู่พืชทางใบและถูกลำเลียงโดยการแพร่ และการไหลพาของอากาศ ลงไปยังระบบราก ทำให้สามารถลำเลียงออกซิเจนได้ดีกว่าระบบที่ไม่มีพืช พืชในบึงประดิษฐ์สามารถส่งผ่านออกซิเจนได้ถึง 5-45 กรัม/วัน/ตารางเมตร ขึ้นกับชนิดของพืชและระดับออกซิเจนในส่วนราก (Reed *et al.*, 1998) จากขบวนการเหล่านี้ ทำให้ระบบที่มีพืชได้รับปริมาณออกซิเจนมากกว่าระบบที่ไม่มีพืช เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าชุดควบคุมมีค่า DO 2.77 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำกว่าเกณฑ์คุณภาพน้ำที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (Department of Fisheries, 2014: online) ในขณะที่ชุดทดลองมีค่า DO 4.23 มิลลิกรัม/ลิตร เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ในการกำจัดสารอินทรีย์ในน้ำเสียส่วนใหญ่ นั้นมักเป็นการตกตะกอน ซึ่งสามารถเกิดขึ้นได้ดีในบึงประดิษฐ์ที่มีต้นพืช ในขณะที่สารอินทรีย์ที่ละลายน้ำส่วนมากจะถูกย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์ ดังนั้นในระบบบึงประดิษฐ์ที่มีพืชระบบจะสามารถกำจัดสารอินทรีย์ได้ดี โดยเฉพาะในบริเวณชั้นกรอง รอบๆ ต้นพืช จะเกิดขบวนการบำบัดโดยจุลินทรีย์ จึงทำให้บึงประดิษฐ์ที่มีต้นพืชสามารถกำจัดค่า BOD ได้มากกว่าระบบที่ไม่มีต้นพืช จากการทดลองจะเห็นได้ว่าระบบที่มีต้นพืชนั้นมีค่า BOD เฉลี่ยตลอดการทดลองที่ต่ำกว่าชุดควบคุมที่ไม่มีต้นพืช (Fig.1b) โดยผลการทดลองค่า BOD เฉลี่ยของชุดควบคุมคือ  $33.54 \pm 10.57$  มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ที่ 20 มิลลิกรัม/ลิตร (Department of Fisheries, 2014: online) ในขณะที่ชุดทดลองมีค่า BOD เฉลี่ยคือ  $18.84 \pm 6.77$  มิลลิกรัม/ลิตร จากการวิเคราะห์ของแข็งแขวนลอยพบว่า ในชุดควบคุมมีค่าสูงกว่า โดยมีค่าเฉลี่ย  $0.90 \pm 0.55$  มิลลิกรัม/ลิตร ในขณะที่ชุดการทดลองมีค่าเฉลี่ย  $0.45 \pm 0.31$  มิลลิกรัม/ลิตร (Fig.1c) ทั้งนี้เนื่องจากในระบบที่มีพืชจะเกิดการแพร่กระจายของรากและไรโซมไปทั่วชั้นกรอง เกิดเป็นช่องว่างขึ้น ซึ่งช่วยป้องกันการอุดตันของตัวกลางได้ดี นอกจากนี้พืชในระบบจะช่วยลดความเร็วของกระแส น้ำ เพิ่มระยะเวลาในการสัมผัสระหว่างน้ำเสียและพืชมากขึ้น ทำให้เกิดการตกตะกอนและการทับถมได้ดี และยังช่วยลดการฟุ้งกระจายของตะกอนได้ ทำให้น้ำมีความใสมากขึ้น (Christopher and William, 2006) สาหร่ายเป็นตัวช่วยที่สำคัญในการดูดซับตะกอนและสารอินทรีย์ต่างๆ ซึ่งส่วนใหญ่เกิดจากอาหารที่เหลือและสิ่งขับถ่ายของปลา โดยสาหร่ายที่ติดยึดเกาะกับพื้น วัสดุรอบๆ และต้นบอนที่มีรากเป็นจำนวนมากนั้น สามารถกรองและดูดซับสารอินทรีย์ต่างๆ ได้ดี ทำให้ชุดทดลองสามารถกรองและตกตะกอนสารอินทรีย์ต่างๆ ได้มากกว่าชุดควบคุม แหล่งน้ำที่ให้ผลผลิตทางการประมงที่ดี ควรมีค่าปริมาณสารแขวนลอยอยู่ในช่วงระหว่าง 25-80 มิลลิกรัม/ลิตร (Dongsawat, 1987) โดยผลการทดลองพบว่าค่า SS ทั้งชุดควบคุมและชุดทดลองต่ำกว่า 25 มิลลิกรัม/ลิตร ดังนั้นน้ำในบ่อทดลองทั้งสองชุดการทดลองจึงไม่มีปัญหาเกี่ยวกับตะกอน เมื่อพิจารณาแอมโมเนีย พบว่ามีปริมาณแอมโมเนียมีค่าสูงในทั้งสองชุดการทดลอง (Fig.1d) โดยชุดควบคุมมีค่าเฉลี่ย  $1.16 \pm 0.66$  มิลลิกรัม/ลิตร

ในขณะที่ชุดทดลองมีค่าเฉลี่ย  $0.79 \pm 0.58$  มิลลิกรัม/ลิตร โดยเฉพาะหลังจากเดือนที่ 3 ของการเพาะเลี้ยง ปริมาณแอมโมเนียสูงขึ้นอย่างชัดเจน ทั้งนี้เนื่องจากการสะสมของอาหารและของเสียจากการขับถ่ายใน บริเวณพื้นบ่อเป็นจำนวนมาก แอมโมเนียเหล่านี้จะถูกกำจัดจากแหล่งน้ำในรูปของก๊าซแอมโมเนียด้วยการ ระเหย ในกรณี ที่ pH มากกว่า 7 และเกิดขบวนการ Nitrification ด้วยแบคทีเรีย ซึ่งทำให้แอมโมเนีย เปลี่ยนรูป ไปเป็นไนไตรท์และไนเตรต โดยทั่วไปในระบบบึงประดิษฐ์นั้นพบว่า ไนเตรตในรูปของไนโตรเจนจะถูกกำจัด ออกจากน้ำได้รวดเร็วด้วยพืชมากกว่าจะอยู่ในรูปของแอมโมเนีย จึงเป็นสาเหตุให้ปริมาณแอมโมเนีย ของชุด ทดลองมีปริมาณน้อยกว่าชุดควบคุม จากการวิเคราะห์ pH พบว่า pH ของทั้งสองชุดการทดลองมีความ เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำโดยชุดทดลองมีค่าเฉลี่ย  $7.68 \pm 0.13$  และชุดควบคุมมีค่าเฉลี่ย  $7.70 \pm 0.18$  (Fig.1e) เช่นเดียวกับอุณหภูมิพบว่า ทั้งสองชุดการทดลองมีอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำโดย ชุดทดลองมีค่าเฉลี่ย  $25.87 \pm 1.83$  °C และชุดควบคุม  $25.95 \pm 1.89$  °C (Fig. 1f)

จากการศึกษาการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของบึงประดิษฐ์ต่อการเจริญเติบโตของปลานิล แสดงให้เห็นว่า ชุดการทดลองนั้น ปลานิลมีอัตราการรอดชีวิตสูงกว่าในชุดควบคุม โดยมีอัตราการรอด  $88.33 \pm 7.20\%$  และ  $77.77 \pm 3.43\%$  ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าอัตราการรอดของปลานิลในชุดควบคุมมีค่า ค่อนข้างต่ำ ทั้งนี้เนื่องจากคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงเป็นสิ่งสำคัญ โดยเฉพาะค่า BOD และปริมาณแอมโมเนีย ที่มีค่า สูงมากในชุดควบคุม ส่งผลให้ปลานิลในชุดควบคุมอ่อนแอ และมีอัตราการรอดต่ำ อย่างไรก็ตามการมีปริมาณ ปลาที่น้อยลงนี้ส่งผลให้ชุดควบคุมมีความหนาแน่นของปลาน้อยลง จึงเป็นสาเหตุให้ปลามีการเจริญที่ดีกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับชุดทดลองที่มีปริมาณความหนาแน่นของปลาสูงกว่า โดยจะเห็นได้จากน้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อ วัน และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของปลาในชุดการทดลองมีค่า  $1.05 \pm 0.13$  กรัม/วัน และ  $75.25 \pm 9.48\%$  ในขณะที่ชุดควบคุมมีค่า  $1.29 \pm 0.38$  กรัม/วัน และ  $92.93 \pm 26.87\%$  ตามลำดับ เมื่อพิจารณาถึงอัตราการแลก เนื้อ พบว่าชุดทดลองมีอัตราการแลกเนื้อ  $0.86 \pm 0.33$  ในขณะที่ชุดควบคุมมีอัตราการแลกเนื้อ  $1.25 \pm 0.5$  ซึ่งทั้ง สองชุดการทดลองมีอัตราการแลกเนื้อที่ดี

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าระบบบึงประดิษฐ์ที่มีพืชและสาหร่ายนั้นมีประสิทธิภาพในการช่วย ปรับปรุงคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงปลานิลได้เป็นอย่างดี โดยช่วยให้คุณภาพน้ำในบ่อดีกว่าระบบที่ไม่มีพืชและ สาหร่าย ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเจริญของปลาได้อีกด้วย

### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักวิจัยและส่งเสริมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่สนับสนุนงบประมาณ สำหรับการ วิจัยในครั้งนี้

### เอกสารอ้างอิง

APHA, WCPF and AWWA, 1998. Standard Methods for the Examination of Waters and Wastewaters. 20<sup>th</sup> Edition. American Public Health Publisher Inc., New York, USA.



- Berghage, R. D. 1999. Green water treatment for the green industries: opportunities for biofiltration of greenhouse and nursery irrigation water and runoff with constructed wetlands. *HortScience*. 34: 50-54.
- Bindu, T., Sylas, V. P., Mahesh, M., Rakesh, P. S., and Ramasamy, E. V. 2008. Pollutant removal from domestic wastewater with Taro (*Colocasia esculenta*) planted in a subsurface flow system. *Ecol.Eng.* 33: 68-82.
- Christopher, J. A., and William J. M. 2006. Sediment, carbon, and nutrient accumulation at two 10-year-old created riverine marshes. *Wetlands*. 26: 779-792.
- Department of Fisheries. Statistical data on fishery [Online]. Available from <http://www.fisheries.go.th/it-stat/> [2015, April 15].
- Department of Fisheries. Appropriate water quality criteria for aquaculture [Online]. Available from [http://extension.fisheries.go.th/bkk\\_fisheries/knowledge4.html](http://extension.fisheries.go.th/bkk_fisheries/knowledge4.html) [2014, August 28].
- Dongsawat, M. 1987. Water quality criteria for the protection of fresh water aquatic organism. Inland Fisheries Resources Institute. Department of Fisheries. 38 pp. [in Thai]
- Guntenspergen, G. R., Steams, F., and Kadlec, J. A. 1989. Wetland vegetation, In: *Constructed wetlands for waste-water treatment*. Edited by Hammer, D. A. Lewis Publishers, Chelsea, MI. pp.73-88.
- Naylor, S., Brisson, J., Labelle, M.A., Drizo, A and Comeau, Y. 2003. Treatment of freshwater fish farm effluent using constructed wetlands: the role of plants and substrate. *Water.Sci. Technol.* 48:215-222.
- Phuengcharoen, S. 2007. Treated piggery wastewater treatment by *Phormidium* sp. and *Spirulina platensis*. Bachelor of Science thesis, Faculty of Science, Maejo University, Chiangmai. 107 p. [in Thai]
- Polomski, R. F., Bielenberg, D. G., Whitwell, T., Taylor, M. D., Bridges, W. C., and Klaine, S. J. 2008. Differential nitrogen and phosphorus recovery by five aquatic garden species in laboratory-scale subsurface-constructed wetlands. *HortScience*. 43: 868-874.
- Reed, S.C., Crites, R.W. and Middlebrook, E.J.1998. *Natural System for Waste Management and Treatment*. 2<sup>nd</sup> ed., McGraw-Hill, Inc., Singapore. 433 p.