

# การบำบัดน้ำทิ้งและตะกอนเลนจากบ่อเพาะเลี้ยงปลาช่อน

## Wastewater and Sludge Treatment from Snake Head Fish Farm

ดร.มงคล ดำรงค์ศรี<sup>1,1</sup> รศ.ดร.ประทักษ์ ตาบทิพย์วรรณ<sup>2,1</sup> ผศ.ดร.อรพินท์ จินตสถาพร<sup>2,2</sup> และ จุลวัฒน์ กิตติ์ครสกุล<sup>1,2</sup>

Dr.Mongkol Damrongsri<sup>1,1</sup>, Asso.Prof.Dr.Prathak Tabthipwon<sup>2,1</sup>, Asst.Prof.Dr.Orapin Jintasataporn<sup>2,2</sup>

and Junlawat Kittiacarasakul<sup>1,2</sup>

### บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการศึกษาเพื่อหาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสีย และตะกอนเลนจากฟาร์มเพาะเลี้ยงปลาช่อนโดยระบบบ่อเติมอากาศ ระบบบึงประดิษฐ์และระบบลานตากตะกอน โดยระบบบึงประดิษฐ์ใช้พืชในการศึกษา 2 ชนิดคือ ผักบุ้งและผักกระเฉด ที่ระยะเวลาพักชดสสาร 1-5 วันและภาระบรรทุกของแข็งของระบบลานตากตะกอน 0.05 , 0.10 และ 0.20 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> ผลการศึกษาพบว่าประสิทธิภาพการบำบัด BOD ของระบบบ่อเติมอากาศ อยู่ในช่วง 94-96% บำบัด COD อยู่ในช่วง 74-76% บำบัด TKN อยู่ในช่วง 94-95% บำบัด TN อยู่ในช่วง 23-43% และ บำบัด TP อยู่ในช่วง 4-7% ประสิทธิภาพการบำบัด BOD ของระบบบึงประดิษฐ์ชนิดผักบุ้ง อยู่ในช่วง 51-62% บำบัด COD อยู่ในช่วง 57-62% บำบัด TKN อยู่ในช่วง 32-64% บำบัด TN อยู่ในช่วง 32-63% และบำบัด TP อยู่ในช่วง 8-59% ประสิทธิภาพการบำบัดของระบบบึงประดิษฐ์ชนิดผักกระเฉดพบว่ามีประสิทธิภาพต่ำ เนื่องจากผักกระเฉดไม่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาวะน้ำนิ่ง ส่วนประสิทธิภาพของระบบลานตากตะกอนพบว่า ที่ภาระบรรทุกของแข็ง 0.20 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> มีประสิทธิภาพสูงสุด ระยะเวลาที่ใช้ในการตากให้ได้ 70%TS เท่ากับ 9.79 วัน

### ABSTRACT

The purpose of this study was to examine the efficiency of three systems, i.e aerated lagoon system, constructed wetland system and sand-drying-bed system that were used in the treatment of wastewater and sludge from snake-head fish farm. The result shown that in aerated lagoon system for hydraulic retention time (HRT) of 1-5 day, the removal efficiency of BOD was 94-96%, COD up to 74-76%, TKN up to 94-95%, TN up to 23-43%, and TP up to 4-7%. In the constructed wetland system for hydraulic retention time (HRT) of 1-5 day, two kinds of plants: water spinach and water mimosa were used, the result indicated that for water spinach, the removal rate of BOD was about 51-62%, COD about 57-62%, TKN about 32-64%, TN about 32-63%, and TP about 8-59%; however, when using water mimosa in the constructed wetland system, the removal efficiency was low because the vegetable was not suitable at stagnant water condition. The result of sand-drying-bed system at the solid loading rates of 0.05, 0.10, and 0.20 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>, at the rate of 0.20 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> gave the highest efficiency, of which the system could dry up the waste sludge up to 70% TS in 9.79 days.

Key Words: Aerated Lagoon, Constructed Wetland, Sand Drying Bed, Snake-head fish, Wastewater

E-mail: fengmkol@nontri.ku.ac.th

<sup>1,1, 1,2</sup> ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Department of Environmental Engineering, Faculty of Engineering, Kasetsart University

<sup>2,1,2,2</sup> ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Department of Aquaculture, Faculty of Fisheries, Kasetsart University

## คำนำ

ปัจจุบันเป็นที่ทราบกันว่าน้ำเสียจากกิจกรรมการเกษตรได้เพิ่มความรุนแรงมากขึ้น ซึ่งทำให้เกิดน้ำเสียในปริมาณมากและเป็นบริเวณกว้าง น้ำเสียจากกิจกรรมการเกษตรที่สำคัญอย่างหนึ่ง ได้แก่ น้ำเสียจากบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด ซึ่งในปัจจุบันได้มีจำนวนเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ เพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการ ประกอบกับการพัฒนารูปแบบการเลี้ยง เพื่อมุ่งพัฒนาประสิทธิภาพการผลิตเป็นสำคัญโดยการเลี้ยงแบบหนาแน่นและใช้อาหารที่มีโปรตีนสูง ของเสียที่เกิดจากเศษอาหารเหลือ สิ่งขับถ่ายของสัตว์น้ำเหล่านี้จะกลายเป็นสารอินทรีย์สะสมในบ่อทั้งในน้ำและในดิน ซึ่งเมื่อมีการระบายน้ำทั้งสู่ภายนอกก็จะก่อให้เกิดความเสื่อมโทรมของคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำ ปัจจุบันกรมควบคุมมลพิษได้กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำจากแหล่งกำเนิดประเภทการเลี้ยงสัตว์น้ำจืด เพื่อให้ฟาร์มเพาะเลี้ยงถือปฏิบัติตาม ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการจัดการอย่างเหมาะสมเพื่อบำบัดน้ำเสียให้ได้มาตรฐานตามที่กฎหมายกำหนด

ปลาช่อนเป็นปลากินเนื้อที่เป็นที่นิยมของตลาดและผู้เพาะเลี้ยง อาหารที่ใช้เลี้ยงจะเป็นอาหารสดที่สามารถเน่าเสียได้ง่าย ดังนั้นในการเพาะเลี้ยงจึงต้องทำการเปลี่ยนน้ำทุกวัน สำหรับแนวทางการบำบัดน้ำเสียจากการเพาะเลี้ยงปลาช่อน จะต้องพิจารณาถึงประสิทธิภาพในการบำบัด และความเป็นไปได้ในการดำเนินงานของเกษตรกร ประกอบกับผู้เพาะเลี้ยงปลาช่อนในปัจจุบันมีทั้งที่ทำเป็นธุรกิจขนาดใหญ่และขนาดเล็ก ดังนั้นการคัดเลือกระบบจึงมีผลต่อความสามารถในการดำเนินการของเกษตรกรเป็นอย่างมาก ระบบบำบัดที่น่าสนใจคือ ระบบบ่อเติมอากาศ ระบบบึงประดิษฐ์ และระบบลานตากตะกอน ซึ่งเป็นระบบที่มีประสิทธิภาพและดำเนินระบบได้ง่าย โดยระบบบ่อเติมอากาศเป็นระบบที่เหมาะสมสำหรับกรณีที่ไม่ต้องการสูญเสียพื้นที่ในการบำบัดมาก อันเนื่องมาจากที่ดินมีราคาแพง ระบบบึงประดิษฐ์เหมาะสำหรับกรณีที่มีพื้นที่มาก และไม่ต้องการสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการดำเนินระบบเหมือนกับระบบบ่อเติมอากาศและระบบลานตากตะกอนเป็นระบบที่ใช้พื้นที่น้อยและสามารถตากตะกอนได้ปริมาณมาก ดังนั้นในงานวิจัยนี้จะทำการศึกษาประสิทธิภาพของระบบทั้ง 3 ชนิดเพื่อใช้เป็นแนวทางในการบำบัดสำหรับเกษตรกรต่อไป

## อุปกรณ์และวิธีการ

### ตัวอย่างน้ำเสียที่ใช้ในการทดลอง

ตัวอย่างน้ำเสียที่ใช้ในการทดลองได้นำน้ำทั้งจากบ่อเพาะเลี้ยงปลาช่อน ควบคุมความเข้มข้น COD ของน้ำเสียเท่ากับ 150 มก./ล โดยการผสมน้ำเสียกับน้ำประปาหรือน้ำประปาผสมอาหารที่ใช้เลี้ยงปลาช่อน ในกรณีที่น้ำเสียมีความเข้มข้น COD สูงกว่า หรือต่ำกว่า 150 มก./ล ตามลำดับ

### ตัวอย่างตะกอนเลนที่ใช้ในการทดลอง

ตัวอย่างตะกอนเลนที่ใช้ในการทดลองได้จากตะกอนเลนก้นบ่อเพาะเลี้ยงปลาช่อน

### อุปกรณ์ที่ใช้ในระบบบ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon)

1. บ่อดทดลอง ขนาด 30x 45x25 เซนติเมตร จำนวน 4 ถัง
2. เครื่องเติมอากาศขนาดเล็ก

3. หัวกระจายอากาศแบบหัวฟู ชนิดที่ใช้กับตู้ปลา

### อุปกรณ์ที่ใช้ในระบบบึงประดิษฐ์

1. บ่อทดลอง ขนาด  $30 \times 45 \times 25$  จำนวน 4 ถัง
2. ถังเก็บน้ำเสีย ความจุ 35 ลิตร
3. ถังรับน้ำทิ้ง ความจุ 15 ลิตร
4. เครื่องชั่งน้ำหนักพืช

### อุปกรณ์ที่ใช้ในระบบลานตากตะกอน

1. บ่อทดลองคอนกรีต ขนาดกว้าง  $1.30 \times 1.60 \times 1.00$  เมตร จำนวน 3 บ่อ
2. ทรายนกรอง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.8 – 1.2 มิลลิเมตร บรรจุสูง 30 เซนติเมตร
3. กรวด ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 – 3.0 มิลลิเมตร บรรจุสูง 7.5 เซนติเมตร
4. กรวด ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.0 – 6.0 มิลลิเมตร บรรจุสูง 7.5 เซนติเมตร
5. กรวด ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6.0 – 12.0 มิลลิเมตร บรรจุสูง 15 เซนติเมตร

### วิธีการทดลองระบบบ่อเติมอากาศ

การทดลองเริ่มจากการนำน้ำจากถังเติมอากาศของระบบบำบัด AS มาเติมลงในบ่อเติมอากาศทดลองโดยกำหนดความเข้มข้นของตะกอนจุลินทรีย์เริ่มต้นเท่ากับ 300 มก./ล เติมอากาศเป็นเวลา 2 วัน จากนั้นจึงเริ่มเติมน้ำเสียลงในบ่อทดลอง โดยเติมน้ำเสียวันละ 6 ลิตร แบบ Fill and Draw โดยก่อนที่จะทำการเติมน้ำเสียจะต้องหยุดเครื่องเติมอากาศ ทั้งให้เกิดการตกตะกอนในบ่อทดลอง แล้วทำการดูดน้ำใสตอนบนออกก่อนทำการเติมน้ำเสียลงไป ทำการเติมน้ำเสียเป็นเวลา 5 วัน จึงถือว่าน้ำเสียแทนที่น้ำเดิมหมดแล้วจึงเริ่มทำการทดลองโดยทำการเติมน้ำเสียเข้าสู่ระบบในอัตรา 6, 10, 15 และ 30 ลิตรต่อวัน ในบ่อทดลอง HRT ที่ 5, 3, 2 และ 1 วัน ตามลำดับ ในลักษณะ Fill and Draw วันละ 1 ครั้ง ยกเว้น HRT 1 วัน จะทำการเติมวันละ 2 ครั้ง ทุก 12 ชั่วโมง ในอัตรา 15 ลิตรต่อครั้ง ในการเติมทุกครั้งจะต้องทำการดูดน้ำออกจากบ่อเติมอากาศ โดยไม่ต้องหยุดเครื่องเติมอากาศ แล้วจึงเติมน้ำเสียเข้าสู่ระบบเพื่อให้ค่า HRT มีค่าเท่ากับ SRT ตามลักษณะของระบบบ่อเติมอากาศ ทำการเก็บตัวอย่างน้ำทุกวันจนระบบเข้าสู่สภาวะคงที่ (steady state) โดยสังเกตจากผลการวิเคราะห์ COD ของน้ำที่เข้าและออกจากระบบคงที่ จึงทำการเก็บตัวอย่างน้ำที่ผ่านระบบไปวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบ อันได้แก่ BOD COD TKN TN และ TP

### วิธีการทดลองระบบบึงประดิษฐ์

การทดลองเริ่มโดยการสร้างความคุ้นเคยให้กับพืชในการบำบัดน้ำเสีย โดยการบรรจุพืชที่ใช้ในการทดลองจนเต็มบ่อทดลองแล้วจึงทำการปล่อยน้ำเสียเข้าสู่ระบบในอัตรา 6, 10, 15 และ 30 ลิตรต่อวัน ในบ่อทดลอง HRT ที่ 5, 3, 2 และ 1 วัน ตามลำดับ ในลักษณะ Semi-Continuous วันละ 1 ครั้ง เพื่อปรับสภาพนิเวศภายในบ่อทดลองและสร้างความคุ้นเคยในด้านปริมาณและคุณลักษณะของน้ำเสียให้กับพืช ทำการเติมน้ำเสียจนกระทั่งพืชมีความคุ้นเคยดีแล้ว (โดยสังเกตจากการเจริญเติบโตของพืชที่เพิ่มขึ้น) จากนั้นจึงทำการตัดพืชที่มีการเจริญงอกงามดี โดยสังเกตจากการแตกรากและยอดอ่อนของพืชมาใช้ในการทดลอง โดยควบคุมความหนาแน่นพืชในการทดลองเท่ากับ  $8 \text{ kg/m}^3$  ทำการปรับความหนาแน่นสัปดาห์ละ 1 ครั้ง ในการทดลองชั้นเริ่มต้นจะทำการเก็บตัวอย่างผลการ

วิเคราะห์ COD ของน้ำที่เข้าและออกจากระบบทุกวันเป็นเวลา 1 สัปดาห์และศึกษาการเจริญเติบโตของพืชที่เพิ่มขึ้น เพื่อทำการปรับสมดุลย์ของบ่อดูดและปรับความหนาแน่นพืชจากนั้นจึงทำการศึกษาประสิทธิภาพของระบบในการบำบัด BOD COD TKN TN และTP โดยทำการเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์คุณภาพน้ำที่เข้าและออกจากระบบทุกวันเพื่อศึกษาค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพของระบบในรอบ 1 สัปดาห์ทำการทดลองเป็นเวลา 2 รอบการทดลอง

#### วิธีการทดลองระบบลาดตากตะกอน

การทดลองเริ่มจากการนำตะกอนเลนกันบ่อเพาะเลี้ยงปลาช่อนมาใส่ลงในบ่อดักตะกอน ในอัตรา 0.05, 0.10 และ 0.20 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> ในบ่อดักที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ ทำการเก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ผลค่า %TS วันละ 1 ครั้งทุกวันจนตะกอนเลนมี %TS เท่ากับ 70%ในทุกบ่อดักทดลอง ทำการวิเคราะห์อัตราภาระบรรทุกที่เหมาะสมของระบบ

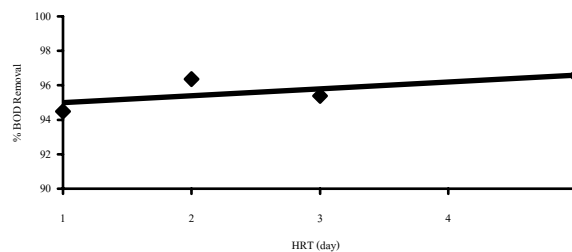
### ผลและวิจารณ์

#### ประสิทธิภาพในการบำบัดของระบบบ่อดักอากาศ

จากการศึกษาประสิทธิภาพในการบำบัดของระบบบ่อดักอากาศ เมื่อเข้าสู่สภาวะคงที่ (steady state) พบว่าประสิทธิภาพการบำบัด BOD ของระบบบ่อดักอากาศ อยู่ในช่วง 94-96% บำบัด COD อยู่ในช่วง 74-76% บำบัด TKN อยู่ในช่วง 94-95% บำบัด TN อยู่ในช่วง 23-43% และบำบัด TP อยู่ในช่วง 4-7% ที่ระยะเวลากักพักชลศาสตร์ 1-5 วันซึ่งจากข้อมูลจะเห็นว่าประสิทธิภาพในการบำบัด BOD และ TKN สูงมากแม้ว่าจะใช้ระยะเวลาในการบำบัดสั้นเพียง 1 วัน

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำที่เข้าและออกจากระบบบ่อดักอากาศที่ระยะเวลากักพักชลศาสตร์ 1, 2, 3 และ 5 วัน

คุณลักษณะ	Inf (mg/L)	HRT = 1 d		HRT = 2 d		HRT = 3 d		HRT = 5 d	
		eff	%R	eff	%R	eff	%R	eff	%R
BOD	133.330	7.347	94.49	4.853	96.36	6.160	95.38	4.573	96.57
COD	156.700	39.645	74.70	36.386	76.78	38.545	75.46	36.354	76.80
TKN	15.350	0.847	94.48	0.652	95.75	0.666	95.66	0.666	95.66
TN	15.850	11.040	30.35	11.440	23.40	9.020	43.09	10.000	36.91
TP	3.710	3.416	7.93	3.435	7.41	3.553	4.24	3.441	7.24



ภาพที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพในการบำบัด BOD และระยะเวลากักพักชลศาสตร์

## ประสิทธิภาพในการบำบัดของระบบบึงประดิษฐ์ชนิดผักบึง

จากการศึกษาประสิทธิภาพในการบำบัดของระบบบึงประดิษฐ์ชนิดผักบึงพบว่า มีประสิทธิภาพในการบำบัด BOD อยู่ในช่วง 51-62% บำบัด COD อยู่ในช่วง 57-62% บำบัด SS อยู่ในช่วง 77-68% บำบัด TKN อยู่ในช่วง 32-64% บำบัด TN อยู่ในช่วง 32-63% และบำบัด TP อยู่ในช่วง 8-59% ที่เวลากักพักทางชลศาสตร์ เท่ากับ 1-5 วัน โดยพบว่าประสิทธิภาพในการบำบัด BOD COD TKN TN และ TP นั้นจะแปรผันกับระยะเวลาที่กักพักทางชลศาสตร์คือ ประสิทธิภาพในการบำบัดจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลา ดังนี้คือ

$$\% \text{BOD Removal} = 1.7220\text{HRT} + 58.652 \quad (1)$$

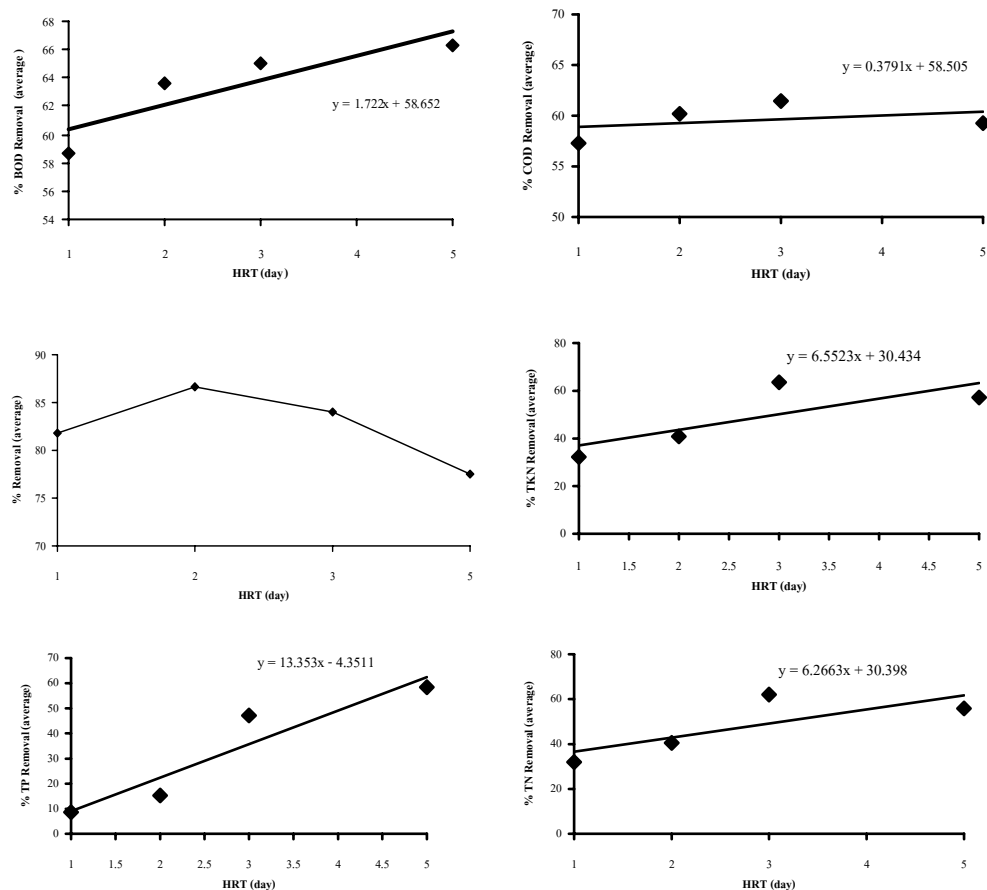
$$\% \text{COD Removal} = 0.3791\text{HRT} + 58.505 \quad (2)$$

$$\% \text{TKN Removal} = 6.5523\text{HRT} + 30.434 \quad (3)$$

$$\% \text{TN Removal} = 6.2663\text{HRT} + 30.398 \quad (4)$$

$$\% \text{TP Removal} = 13.353\text{HRT} + 4.3511 \quad (5)$$

ส่วนประสิทธิภาพในการบำบัด SS นั้นพบว่าไม่มีความสัมพันธ์กับระยะเวลาที่กักพักทางชลศาสตร์ ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณ SS ที่เข้าระบบมีค่าต่ำและมีการเกิด Algae ขึ้นในระบบทำให้ประสิทธิภาพในการบำบัด SS ลดลงตามระยะเวลาที่กักพักทางชลศาสตร์ที่เพิ่มขึ้น



ภาพที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพในการบำบัดและระยะเวลาที่กักพักทางชลศาสตร์

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำที่เข้าและออกจากระบบบึงประดิษฐ์ชนิดผักบึงที่ระยะเวลากักพักชลศาสตร์ 1,2,3 และ 5 วัน

คุณลักษณะ	Inf (mg/L)	HRT = 1 d		HRT = 2 d		HRT = 3 d		HRT = 5 d	
		eff	%R	eff	%R	eff	%R	eff	%R
BOD	108.000	44.658	58.65	39.312	63.60	37.789	65.01	36.407	66.29
COD	144.900	61.886	57.29	57.685	60.19	55.873	61.44	59.018	59.27
TKN	15.100	10.227	32.27	8.933	40.84	5.501	63.57	6.473	57.13
TN	15.137	10.290	32.02	8.997	40.56	5.746	62.04	6.676	55.90
TP	3.230	2.953	8.58	2.737	15.25	1.705	47.21	1.342	59.44

#### ประสิทธิภาพในการบำบัดของระบบบึงประดิษฐ์ชนิดผักกระเฉด

จากการศึกษาประสิทธิภาพในการบำบัดของระบบบึงประดิษฐ์ชนิดผักกระเฉดพบว่า มีประสิทธิภาพต่ำ เนื่องจากผักกระเฉดไม่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาวะน้ำนิ่งและเน่าเสียได้ จึงทำให้เกิดการเน่าเสียของผักกระเฉดในระบบ โดยในการทดลองได้กำหนดความเข้มข้นของน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบเท่ากับ 150 มก/ล COD ที่ระยะเวลากักพักชลศาสตร์ เท่ากับ 1,2,3 และ 5 วัน พบว่าผักกระเฉดในทุกบ่อการทดลองเกิดการเน่าเสีย ทำให้ระบบไม่สามารถดำเนินการวิเคราะห์ประสิทธิภาพได้แต่มีข้อสังเกตคือที่ระยะเวลากักพักชลศาสตร์ เท่ากับ 1 วันมีเปอร์เซ็นต์ผักกระเฉดที่เหลืออยู่มากที่สุด ดังนั้นจึงได้ทำการปรับเปลี่ยนการทดลองโดยกำหนดความเข้มข้นของน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบเท่ากับ 100 , 80 , 60 และ 40 มก/ล COD ระยะเวลากักพักชลศาสตร์ เท่ากับ 1 วันในทุกความเข้มข้นที่กำหนด พบว่าผักกระเฉดในทุกบ่อการทดลองยังคงมีการเน่าเสียเกิดขึ้นและเปอร์เซ็นต์ผักกระเฉดที่เหลืออยู่พบว่า มีมากที่สุดในการทดลองที่กำหนดความเข้มข้นเท่า 40 มก/ล COD ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าผักกระเฉดไม่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาวะน้ำนิ่งและเน่าเสียได้ จึงเป็นพืชที่ไม่มีความเหมาะสมในการบำบัดน้ำเสีย

#### ประสิทธิภาพในการบำบัดของระบบลาดตะกอน

จากการศึกษาประสิทธิภาพในการบำบัดของระบบลาดตะกอนพบว่า อัตราการคายน้ำออกจากตะกอนส่วนใหญ่เกิดจากการระเหย ทั้งนี้เนื่องจากความเข้มข้นของตะกอนเริ่มต้นมีค่าค่อนข้างสูงทำให้ปริมาณน้ำที่ซึมผ่านชั้นกรองมีน้อยมากจนไม่สามารถวัดปริมาณและคุณภาพได้ เมื่อทำการลาดตะกอนจนได้ 70% TS พบว่าภาระบรรทุกที่เหมาะสมของลาดตะกอนมีค่าเท่ากับ  $0.20 \text{ m}^3/\text{m}^2$  โดยใช้ระยะเวลาในการลาดเท่ากับ 9.79 วัน ซึ่งให้ค่า Solid Loading Rate สูงสุดหรือใช้ประโยชน์จากพื้นที่ลาดตะกอนได้ดีที่สุด โดยสามารถรับภาระบรรทุกได้  $0.0204 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{-d}$

### สรุป

- 1.จากผลการทดลองพบว่าในการบำบัดสารอินทรีย์นั้นระบบบ่อเติมอากาศมีประสิทธิภาพสูงกว่าระบบบึงประดิษฐ์มากแต่ระบบบ่อเติมอากาศก็มีข้อจำกัดคือไม่สามารถบำบัดสารอาหารที่อยู่ในน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- 2.จากการศึกษาประสิทธิภาพของระบบบึงประดิษฐ์ชนิดผักบึงพบว่าประสิทธิภาพของระบบจะแปรผันตามระยะกักพักทางชลศาสตร์โดยเมื่อระยะเวลากักพักทางชลศาสตร์เพิ่มขึ้นระบบจะมีประสิทธิภาพสูงขึ้น

3. ผักกระเฉดเป็นพืชที่ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาวะน้ำนิ่งและเน่าเสีย จึงไม่มีความเหมาะสมในการนำมาใช้บำบัดน้ำเสีย

4. จากการศึกษาลักษณะประสิทธิภาพของระบบลาดตากตะกอนพบว่าที่ภาระบรรทุก  $0.20 \text{ m}^3/\text{m}^2$  มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยใช้ระยะเวลาในการตากจนได้ 70%TS เท่ากับ 9.79 วัน

### เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. 2546. รายงานผลการสำรวจและเก็บข้อมูลการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด.

กรมควบคุมมลพิษ. 2546. โครงการพัฒนามาตรฐานการจัดการน้ำทิ้งจากกิจกรรมการ

เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ กิจกรรมการกำหนดค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด.

Cowardin, L.M., V. Carter, F.C. Golet and E.T. Laroe. 1979. Classification of Wetlands and Deepwater Habitats of the United States. U.S. Department of the Interior, Fish and wildlife Service, Washington, D.C.

Hammer, D.A. and R.K. Bastian. 1989. Wetland ecosystem: Natural water purifier, pp. 5 – 19. In D.A.

Hammer, ed. Construted Wetlands for Wastewater Treatment. Lewis Publishers, Inc., Michigan.

Kadlec, R.H. and R.L. Knight. 1995. Wetlands Treatment. Lewis Publishers, Inc., New York

Metcalf & Eddy. 2003. Wastewater Engineering Treatment and Reuse. 4<sup>rd</sup> ed. McGraw-Hill Inc.

New York

USEPA. 1979. Process Design Manual for Sludge Treatment and Disposal. Center for environmental research information technology transfer, Ohio. 372 p.