

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ : MRG5180090

ชื่อโครงการ : การสะสมและการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารพืชในระบบบำบัด
น้ำเสียแบบพื้นที่ชุ่มน้ำที่สร้างขึ้น

ชื่อนักวิจัย : ศศิธร พุทธวงษ์

E-mail Address : sasidhorn.bud@kmutt.ac.th

ระยะเวลาโครงการ : 15 พฤษภาคม 2551 ถึง 15 พฤษภาคม 2554

บทคัดย่อ :

พื้นที่ชุ่มน้ำที่สร้างขึ้นเลียนแบบธรรมชาติถูกนิยมนำมาใช้เพื่อบำบัดน้ำเสียมากขึ้นในปัจจุบัน การศึกษาสภาวะแวดล้อมที่แตกต่างกันของพื้นที่ชุ่มน้ำที่สร้างขึ้น การศึกษาถึงกระบวนการบำบัดหรือวงจรของธาตุอาหารพืชในโตรเจนจะเป็นประโยชน์ต่อความสามารถในการบำบัดน้ำเสียของพื้นที่ชุ่มน้ำที่สร้างขึ้น ในการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงวงจรและการเปลี่ยนแปลงรูปของธาตุอาหารพืชพวกไนโตรเจน ในกระบวนการบำบัดน้ำเสียโดยใช้ระบบพื้นที่ชุ่มน้ำที่สร้างขึ้นแบบน้ำไหลเหนือพื้นผิว และศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆที่มีผลต่อความสามารถและประสิทธิภาพของระบบพื้นที่ชุ่มน้ำที่สร้างขึ้นในการดูดซับหรือกำจัดธาตุอาหารพืชพวกไนโตรเจนในน้ำเสีย

การวิจัยในขั้นแรกได้ทำการศึกษาการสะสมและการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารพืชในระบบพื้นที่ชุ่มน้ำที่สร้างขึ้นแบบน้ำไหลเหนือพื้นผิวเพื่อบำบัดน้ำเสียโรงงานอุตสาหกรรมผลิตน้ำผลไม้ โดยใช้น้ำเสียจริงที่รวบรวมมาจากบ่อรวมตะกอนและบ่อหมักไร้อากาศชนิดสร้างกรดที่มีค่าพีเอชอยู่ระหว่าง 4.49-4.59 มีค่าบีโอดี 1241-2310 มิลลิกรัมต่อลิตร ซีโอดี 1967- 4158 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่เคเอ็น (TKN) 24.5-29.5 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าแอมโมเนียไนโตรเจน 1.68-1.82 มิลลิกรัมต่อลิตร และศึกษาการสะสมในพืช 2 ชนิดคือธูปฤาษีและพุทธรักษา โดยใช้วัสดุตัวกลางต่างกันคือ ทรายและหินกรวด ที่มีระยะเวลากักเก็บน้ำเสีย 5 วัน (Hydraulic Retention Time; HRT) มีอัตราการบรรทุกทางชลศาสตร์ (Hydraulic Loading Rate; HLR) 0.009 ลบ.ม.ต่อวัน

น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากแปลงทดลองที่ปลูกธูปฤาษีที่มีทรายเป็นตัวกลาง และแปลงทดลองที่ปลูกธูปฤาษีที่มีกรวดเป็นตัวกลาง มีค่าบีโอดี ซีโอดี และไนโตรเจนลดลงแต่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ระบบที่ปลูกธูปฤาษีที่มีทรายตัวกลางเป็นให้ประสิทธิภาพในการบำบัดบีโอดี ซีโอดี ไนโตรเจนทั้งหมด และอินทรีย์ไนโตรเจนในพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีตัวกลางที่เป็นทรายมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 70.0-90.48%, 68.49-77.82%, 70.28-84.79% และ 75.0-89.85% ตามลำดับ ส่วนแปลงทดลองที่มีการปลูกต้นธูปฤาษี ที่มีกรวดเป็นตัวกลางมีประสิทธิภาพเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 75.48-88.25%, 67.18-76.89%, 76.61-86.31% และ 77.43-89.76% ตามลำดับ

พื้นที่ชุ่มน้ำที่สร้างขึ้นที่ปลูกพืชต่างกันทั้ง 2 ชนิด และมีตัวกลางที่แตกต่างกันสามารถลดปริมาณไนโตรเจนในน้ำเสียได้ โดยไนโตรเจนในน้ำเสียถูกเปลี่ยนรูปไปด้วยกระบวนการทางชีวภาพ ด้วยกระบวนการไนตริฟิเคชัน (Nitrification) ที่เกิดขึ้นในช่วงแรกของการทดลองที่มีค่าพีเอชเฉลี่ยเพิ่มขึ้นระหว่างพีเอช 6-8 ในขณะที่มีค่าออกซิเจนละลายและค่าโออาร์พีลดลง และไนโตรเจนจะถูกเปลี่ยนรูปได้อีกด้วยกระบวนการดีไนตริฟิเคชัน (Denitrification) ที่เกิดขึ้น โดยพบปริมาณของไนโตรัสและแอมโมเนียเกิดขึ้นในระบบแต่พบในปริมาณที่ค่อนข้างน้อย ซึ่งจะเกิดในสภาวะที่มีค่าโออาร์พีที่ลดลงและเป็นสภาวะแบบไร้อากาศมากยิ่งขึ้น จากการทดลองยังพบปริมาณแอมโมเนียในน้ำที่ออกจากระบบมีค่าลดลงในขณะที่พบไนเตรทเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากเกิดกระบวนการไนตริฟิเคชันในช่วงท้ายระหว่างวันที่ 40 ถึงวันที่ 90 ของการทดลอง และสรุปในภาพรวมของระบบพบว่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในน้ำมีค่าลดลงอย่างเห็นได้ชัด

ผลการศึกษาในขั้นที่สอง ที่ศึกษาโดยใช้น้ำเสียสังเคราะห์ที่เลียนแบบน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตน้ำผลไม้ พบว่าน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วมีปริมาณสารอินทรีย์ไนโตรเจนลดลงจากปริมาณระหว่าง 14 ถึง 19.7 มิลลิกรัมต่อลิตร เหลือประมาณ 1.1 มิลลิกรัมต่อลิตรในระบบที่ปลูกพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบ่อที่มีตัวกลางเป็นกรวดมีประสิทธิภาพเฉลี่ยร้อยละ 88 และมีประสิทธิภาพเฉลี่ยร้อยละ 75 ในบ่อทรายที่ปลูกพืช ระบบพื้นที่ชุ่มน้ำสามารถลดปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในน้ำเสียที่เข้าระบบที่มีค่าเฉลี่ยที่ 33 มิลลิกรัมต่อลิตร ลดลงเหลือเพียง 2 มิลลิกรัมต่อลิตรในน้ำออกของบ่อที่ปลูกพืช ส่วนในบ่อที่ไม่ปลูกพืชสามารถลดปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดลงได้แต่ยังพบปริมาณที่สูงถึงกว่า 9 มิลลิกรัมต่อลิตร ทั้งนี้พบว่าโดยเฉลี่ยแล้วระบบพื้นที่ชุ่มน้ำที่สร้างขึ้นนี้มีประสิทธิภาพในการลดปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ถึงร้อยละ 80

ในการศึกษาการเจริญเติบโตของพืช พบว่าต้นธูปฤาษีในระบบที่มีทรายเป็นตัวกลางและที่มีกรวดเป็นตัวกลาง มีความสูงเฉลี่ยใกล้เคียงกันคือ 170.07 ± 54.99 และ 168.29 ± 54.25 เซนติเมตร ตามลำดับ และมีความยาวรากเฉลี่ย 25.6 ± 1.2 และ 25.4 ± 0.8 เซนติเมตร ตามลำดับ ในต้นธูปฤาษีที่มีทรายเป็นตัวกลางและที่มีกรวดเป็นตัวกลางพบว่าการสะสมปริมาณที่เคเอ็น (TKN) ที่ไม่แตกต่างกันคือ 1.120 และ 1.176 มิลลิกรัมที่เคเอ็นต่อกรัมพืช ตามลำดับ ไนโตรเจนทั้งหมดถูกพบสะสมมากที่สุดในตัวกลางทรายของแปลงที่ปลูกพุทธรักษา คือ 2.38 ไมโครกรัมที่เคเอ็น/กรัมตัวกลาง

พื้นที่ชุ่มน้ำที่ปลูกด้วยธูปฤาษีและมีทรายเป็นตัวกลางนั้นมีประสิทธิภาพที่ดีกว่าแปลงที่ปลูกพุทธรักษาและที่ไม่มีการปลูกพืช โดยสามารถบำบัดความสกปรกในรูปของพารามิเตอร์ต่างๆ ในน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพที่ดีกว่า ดังนั้นไม่ว่าระบบทดลองที่มีการปลูกธูปฤาษีหรือพุทธรักษาที่มีทรายเป็นตัวกลางนั้น จะสามารถแสดงประสิทธิภาพได้ดีกว่าหรือใกล้เคียงกับการปลูกในระบบที่มีกรวดเป็นตัวกลาง และทุกระบบของพื้นที่ชุ่มน้ำที่สร้างขึ้นที่มีการปลูกพืชนั้นสามารถที่จะบำบัดไนโตรเจนในน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำหลัก : ธาตุอาหารพืช/ ธูปฤาษี/ พุทธรักษา/ พื้นที่ชุ่มน้ำที่สร้างขึ้น /น้ำเสียโรงงานอุตสาหกรรม

Abstract

Project Code : MRG5180090

Project Title : Plant nutrient accumulation and dynamic in constructed wetland for wastewater treatment

Investigator : Sasidhorn Buddhawong

E-mail Address : sasidhorn.bud@kmutt.ac.th

Project Period : 15 May 2008 – 15 May 2011

Abstract:

Constructed wetlands (CW) as artificial natural wetlands are widely used for wastewater treatment. The study of various conditions, plant nutrient or nitrogen removal and cycle in constructed wetlands is beneficial for wetlands' competency for wastewater treatment. The main objectives of this study are to evaluate the plant nutrient accumulation and dynamic in surface flow constructed wetland for wastewater treatment and to study the relation of various factors effected to capacity of constructed wetlands for adsorption or treatment of nutrient nitrogen in wastewater.

The first study examines an accumulation and transformation of plant nutrient in surface flow constructed wetlands for treatment of juice industry wastewater. Real wastewater was collected from anaerobic acid ponds which have pH in range of 4.49-4.59, contains mass concentration of BOD as 1241-2310 mg/L, COD of 1967- 4158 mg/L, TKN of 24.5-29.5 mg/L, and ammonia nitrogen of 1.68-1.82 mg/L. Accumulation studies in *Typha angustifolia*(Typha) and *Canna sp.*(Canna) planted in different bed medias; sand and gravel, have been analyzed under hydraulic retention time (HRT) of 5 day, hydraulic loading rate (HLR) of 0.009 m³/day.

Outlet wastewater from CW planted with Typha which use sand and gravel as wetland's bed reveal that concentration of BOD, COD and nitrogen have been decreased, but with

no significant difference. CW with Typha and sand has performed the removal capacity of BOD, COD, total nitrogen and organic nitrogen in the range of 70.0-90.48%, 68.49-77.82%, 70.28-84.79% and 75.0-89.85%, respectively. On the other hand, CW with Typha and gravel has shown those removal capacities in the range of 75.48-88.25%, 67.18-76.89%, 76.61-86.31% and 77.43-89.76%, respectively.

CW planted with Typha or Canna which contained different material bed could be performed for wastewater treatment. Nitrogen contaminated in wastewater will be transformed by biological process. Nitrification occurs in earlier stage of treatment process when pH is in between 6-8, whereas dissolved oxygen and ORP decrease. On the other hand, nitrogen can be transformed by denitrification process which be observed by appearance of nitrite and ammonia in the CW, but with small amount. These nitrite and ammonia occur under reducing ORP and further anaerobic conditions. Results of experiments reveal that ammonia has been decreased but nitrate has been increased in an outlet of CW. These may be the results of nitrification occurred during the day between 40th -90th of experiment. However, the total nitrogen in wastewater has been decreased significantly.

Results of second study using artificial juice industrial wastewater indicate that organic nitrogen in treated wastewater of planted CW has been decreased from 14-19.7 mg/L to be 1.1 mg/L. Especially, the planted CW with gravel bed show 88% of organic nitrogen removal efficiency, and 75% in the CW with sand bed. The 33 mg/L of total nitrogen has been decreased to 2 mg/L in the planted CW, but has been found in higher amount of 9 mg/L in unplanted CW. These indicate removal efficiencies of total nitrogen using CW are not less than 70-80 percent.

Plant growths in this study indicate that there are similar average heights of Typha planted in CW with sand bed and gravel bed, which are 170.07 ± 54.99 and 168.29 ± 54.25 cm, respectively. Their average roots' length are 25.6 ± 1.2 and 25.4 ± 0.8 cm, respectively. TKN accumulations in Typha of CW with sand and gravel bed are not significantly different, between 25.6 ± 1.2 and 25.4 ± 0.8 mgTKN/g plant. Highest amount of total nitrogen has been found in sand bed of the CW planted with Canna as 2.38 $\mu\text{m/g}$.

CWs which planted with Typha and contained sand as bed show better removal efficiencies, in term of parameters for water quality, than CW without plant. Therefore, even the CWs planted with Typha or Canna and contain sand as the bed will indicate the better or similar removal efficiency with the CWs which have gravel as the bed material.

However, all the planted CW systems have been indicated the similar competency for nitrogen removal.

Keywords : Plant nutrient/ Typha/ Canna/ Constructed wetland/ Industrial wastewater