

ภริตา พิมพันธ์ : การศึกษาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของการกำจัดแคดเมียมในน้ำเสีย
อุตสาหกรรมด้วยระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียม (INVESTIGATIONS AND MATHEMATICAL
MODELING OF CADMIUM REMOVAL FROM INDUSTRIAL WASTEWATER IN
CONSTRUCTED WETLANDS) อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ. ดร. รันจนา จินดาล, 288 หน้า.

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการทดลองเพื่อศึกษาประสิทธิภาพของพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมแบบไหลบน
พื้นผิวที่ปลูกด้วยพืชชนิดกกกลม ในสภาวะการรับภาระแคดเมียมสูงภายใต้สภาพแวดล้อม
ที่ต่างกัน น้ำเสียที่เข้าสู่ระบบคือน้ำเสียสังเคราะห์ผสมด้วยแคดเมียมคลอไรด์ที่มีความเข้มข้นคือ
5, 10, 25 และ 50 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยแต่ละความเข้มข้นถูกปล่อยเข้าสู่บ่อการทดลอง 4 บ่อใน
ช่วงการทดลองเดียวกันตลอดการทดลอง 3 ช่วงเวลา สมรรถภาพของพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมแบบไหล
บนพื้นผิวมีการกำจัดแคดเมียมที่ดีมาก มีการสะสมทั้งในดินและพืช โดยการดูดซับในดินและการ
ดูดซึมโดยพืช เกิดกลไกการดูดซับแคดเมียมขึ้นในระบบ การสะสมของแคดเมียมในส่วนต่าง ๆ
สามารถคำนวณค่าได้จากผลการทดลอง ช่วงเวลาการทดลองแบ่งเป็นระยะเวลาการเก็บกักที่ 5, 7
และ 10 วัน ผลการทดลองพบว่า ประสิทธิภาพการกำจัด S-COD อยู่ในช่วง 72-91% ตลอดการ
ทดลองทั้ง 3 ช่วงเวลา ค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพการกำจัด S-COD ในการทดลองช่วงที่ 2 มีค่าสูง
ขึ้น 15.24% เมื่อเปรียบเทียบกับผลการทดลองช่วงที่ 1 และในการทดลองช่วงที่ 3 มีค่าลดลง 4.95%
ค่าเฉลี่ยของแคดเมียมในน้ำออกมีค่าระหว่าง 0.17-12.73 มิลลิกรัมต่อลิตร ประสิทธิภาพในการ
กำจัดแคดเมียมมีค่าอยู่ระหว่าง 75-97% ประสิทธิภาพในการกำจัดแคดเมียมมีผลต่อภาระแคดเมียม
ที่สูงขึ้น โดยจะมีประสิทธิภาพลดลงเมื่อภาระแคดเมียมสูงขึ้นในแต่ละการทดลอง อย่างไรก็ตาม
ประสิทธิภาพในการกำจัดจะมีค่าสูงขึ้นเมื่อระยะเวลาเก็บกักสูงขึ้น แคดเมียมมีปริมาณการสะสม
มากที่สุดในดิน 56-76% และสะสมในพืชชนิดกกกลม 14-23% ของปริมาณแคดเมียมทั้งหมดที่
เข้าสู่ระบบ ปริมาณการสะสมแคดเมียมในดินและพืชมีค่าเพิ่มขึ้นตามปริมาณของแคดเมียมในน้ำ
เข้าของแต่ละช่วงเวลาของการทดลอง ระยะเวลาการเก็บกักที่เหมาะสมในการกำจัดแคดเมียมคือ
10 วัน

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของการกำจัดแคดเมียมด้วยระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมแบบไหลบน
พื้นผิว ได้ถูกพัฒนาขึ้นโดยใช้โปรแกรม STELLA แบบจำลองการปรับเทียบและตรวจสอบความ
ถูกต้องของการสะสมแคดเมียมโดยการดูดซับในดินและการดูดซึมในพืชของการทดลองทั้งหมด
พบว่า ค่าที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ มีค่าสอดคล้องกันกับ
ผลการทดลองที่วิเคราะห์ได้ในห้องปฏิบัติการ ค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพในการกำจัดแคดเมียมใน
พื้นที่ชุ่มน้ำเทียมแบบไหลบนพื้นผิวที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ มีค่าระหว่าง 66.4-
83.3%, 73.5-94.2%, และ 83.3-99.6% สำหรับระยะเวลาเก็บกักที่ 5, 7 และ 10 วัน ตามลำดับ

พืชชนิดกกลมในพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมแบบไหลบนพื้นผิวที่มีการดูดซึมและสะสมสารพิษไว้เป็นจำนวนมากแล้วนั้น จะถูกเก็บเกี่ยวและคัดแยกออกจากระบบ หลังจากนั้นจะนำไปเข้าเตาเผาแบบระบบปิด ซึ่งจะได้เชื้อเพลิงที่สามารถกำจัดได้ โดยการทิ้งในพื้นที่ทิ้งของเสียโดยเฉพาะหรือแยกเชื้อเพลิงที่มีโลหะหนักผสมอยู่กลับมาใช้ใหม่

PARITA PIMPAN : INVESTIGATIONS AND MATHEMATICAL
MODELING OF CADMIUM REMOVAL FROM INDUSTRIAL
WASTEWATER IN CONSTRUCTED WETLANDS. THESIS ADVISOR :
ASST. PROF. RANJNA JINDAL, Ph. D., 288 PP.

HEAVY METALS/ CADMIUM/ CONSTRUCTED WETLANDS/ FREE WATER
SURFACE/ ADSORPTION/ INDUSTRIAL WASTEWATER

This study was conducted to investigate the effect of high cadmium loading on the performance of free water surface constructed wetlands (cultivated bulrush plants) under different environmental conditions. Influent were prepared by mixing the synthetic wastewater with $\text{CdCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ at concentrations of 5, 10, 25, and 50 mg/L for each of the four simultaneous experiments during three runs. The overall performance of the FWS wetlands in terms of Cd removal was very good. Both, the soil and plants were the sinks for the accumulation of cadmium. Cadmium was sorbed by the soil bed and plant uptake. Cadmium adsorption could also have occurred in wetland systems. The total amount of accumulated cadmium in each component of wetlands during the experimental period could be determined. The performance of the wetland system was evaluated for three hydraulic retention times (HRT) 5, 7 and 10 days. Removal efficiencies of the soluble chemical oxygen demand (S-COD) were found to be in the range of 72-91% during the experimental period. With respect to HRT, the S-COD removal increased (15.24% on average) for HRT = 7 days compared to for HRT = 5 days, but slightly decreased (4.95% on average) for HRT = 10 days. The mean effluent cadmium concentrations varied between 0.17-12.73 mg/L. The overall average

cadmium removal efficiency during the three runs ranged between 75-97%. Cadmium removal was affected by higher influent loading in each run. Removal decreased with increased loading. However, the removal efficiency for cadmium increased with HRT. Most of the cadmium was accumulated in soil (56-76% of total influent cadmium). Of the total cadmium uptakes, about 14 to 23% of the total cadmium intake was accumulated in bulrush plants. The accumulation in soil and in plants increased with influent loading during each run. The optimum HRT for efficient Cd removal from wastewater was found to be 10 days.

A mathematical model for describing the cadmium removal process in the FWS constructed wetlands was developed using STELLA program. There was good agreement between the simulated and the experimental values of cadmium accumulation in soil and of plants uptake for all experiments used for model calibration and validation. The simulated average Cd removal efficiencies in FWS constructed wetland were in the range of 66.4-83.3%, 73.5-94.2%, and 83.3-99.6% for HRT = 5, 7, and 10 days, respectively.

When the bulrush plants in the FWS constructed wetlands have absorbed and accumulated contaminants, they can be harvested and discarded. Controlled incineration is the most common method used to dispose plants that have absorbed large amounts of contamination. This process produces ashes, which can either be discarded at appropriate waste sites or to recover the original heavy metals from ashes with a high metal content.

School of Environmental Engineering

Academic Year 2006

Student's Signature

Advisor's Signature

