บทคัดย่อ

T141270

ระหัสโครงการ : สัญญาเลขที่ PDF/96/2544

ชื่อโครงการ : การกำจัดสีในน้ำทิ้งจากโรงงานฟอกย้อมสิ่งทอโดยการดูดซับด้วยธูปฤาษีและหญ้าแขมปรับสภาพ

ชื่อนักวิจัย : ผศ. ดร. ดวงรัตน์ อินทร ภาควิชาวิทยาศาสตร์อนามัยสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

E-mail Address: phdit@mahidol.ac.th

ระยะเวลาโครงการ: 2 ปี (เริ่มโครงการวิจัยเมื่อ 1 สิงหาคม 2544-1 สิงหาคม 2546)

การวิจัยนี้เป็นการพัฒนาเทคโนโลยีในการกำจัดสีจากโรงงานฟอกย้อมสิ่งทอโดยใช้วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร คือวัชพืช หญ้าแขมและธูปฤาษีถูกคัดเลือกจากวัชพืช 5 ชนิด ซึ่งได้แก่ บอน ธูปฤาษี หญ้าคา กกอียิปต์และหญ้าแขม วิธีการปรับสภาพหญ้าแขมด้วยฟอร์มัลดีไฮด์ร่วมกับกรดเหมาะสมในการกำจัดสีรีแอคทีฟสามสีได้ดีที่สุด ที่พีเอช 3 หญ้าแขมที่ปรับสภาพด้วยฟอร์มัลดีไฮด์ร่วมกับกรดสามารถกำจัดสี Basilen Red M-5B (Reactive Red 2), Basilen Red E-B (Reactive Red 120) และ Procion Red H-E7B (Reactive Red 141) ความเข้มข้น 30 มิลลิกรัมต่อลิตร (สี 150 มิลลิลิตรต่อหญ้าแขม 3 กรัม) ได้ 99%, 98% และ 99% ตามลำดับ ส่วนในธูปฤาษีได้ศึกษาการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการกำจัดสีเบสิก ไดเรกต์ และรีแอคทีฟ พบว่าชนิดของการปรับสภาพและค่าพีเอชต่างๆของระบบมีผลน้อยต่อการบำบัดสีเบสิก ซึ่งมีค่า 97% ถึง 99% ของการปรับสภาพทั้ง 3 แบบ และมีค่าเป็น 97% ถึง 100% ที่ค่าพีเอช 3 ถึง 9 เพราะว่าการปรับสภาพทุกแบบยังคงมีประจุเป็นลบ และสีเบสิกก็ยังคงมีประจุเป็นบวกในช่วงพีเอชที่กว้าง สำหรับการกำจัดสีไดเรกต์และรีแอคทีฟนั้น ธูปฤาษีที่ปรับสภาพฟอร์มัลดีไฮด์ร่วมกับกรดที่ค่าพีเอชของระบบเท่ากับ 3 มีประสิทธิภาพสูงสุดเป็น 42% ถึง 37% และ 54% ถึง 22% ของการปรับสภาพทั้งสามแบบ และมีค่าเป็น 5% ถึง99% และ 7% ถึง 96% ที่ค่าพีเอช 3 ถึง 9 ของการบำบัดสีไดเรกต์และรีแอคทีฟ ตามลำดับ ทั้งนี้เพราะว่ามีการดึงดูดระหว่างกันของประจุลบบนโมเลกุลของสีไดเรกต์และรีแอคทีฟ กับประจุบวกบนพื้นผิวของธูปฤาษีปรับสภาพด้วยฟอร์มัลดีไฮด์ร่วมกับกรด ซึ่งมีไฮโดรเจนไอออนเพิ่มขึ้น สำหรับการบำบัดน้ำเสียสีเบสิกและรีแอคทีฟ ก่อนและหลังบำบัดมีค่าเป็น 83%, 16% และ17% ตามลำดับ ทั้งนี้เพราะว่าธูปฤาษีที่ปรับสภาพฟอร์มัลดีไฮด์ร่วมกับกรด มีประสิทธิภาพสูงในการบำบัดสีเบสิก ณ ค่าพีเอชต่างๆและการปรับสภาพแบบต่างๆ และ NaOH ในน้ำเสียสีรีแอคทีฟจากกระบวนการย้อมอาจไปแย่งจับกับ ธูปฤาษีที่ปรับสภาพฟอร์มัลดีไฮด์ร่วมกับกรด แทนที่โมเลกุลของสี

สมการ Adsorption isotherm ของ Lamgmuir และ Freundlich สามารถอธิบายการดูดซับสีโดยวัชพืชที่ปรับสภาพโดยฟอร์มัลดีไฮด์ได้ ที่อุณหภูมิสูงความสามารถในการดูดซับสูงกว่าที่อุณหภูมิต่ำ จาก Adsorption isotherm ที่อุณหภูมิต่างๆชี้ให้เห็นว่าการดูดซับโดยใช้หญ้าแขมเกิดจากกระบวนการดูดซับทาง

เคมีแบบดูดความร้อนเป็นหลัก โดยหญ้าแขมมีประจุรวมเป็นลบและหลังจากปรับสภาพแล้วมีประจุเป็นบวกเพิ่มขึ้น ผลจากการชะกากวัชพืชหลังการดูดซับชี้ให้เห็นว่าการดูดซับสีรีแอคทีฟโดยหญ้าแขมปรับสภาพเกิดจากการดูดซับทางกายภาพเพียงเล็กน้อย FTIR spectrum ก่อนและหลังการดูดซับชี้ให้เห็นว่าการดูดซับเกิดเนื่องจากการแลกเปลี่ยนประจุ และการดูดซับน้ำเสียสีรีแอคทีฟโดยหญ้าแขมสามารถกำจัดสีได้ 37%

ส่วนการศึกษาในสีเบสิก ไดเร็กต์ และสีรีแอคทีฟในรูปฤาษีปรับสภาพฟอร์มัลดีไฮด์ร่วมกับกรดนั้น พบว่า ค่าพีเอชมีผลกระทบน้อยต่อการบำบัดสีเบสิก ในสีรีแอคทีฟนั้นค่าพีเอช 3 ให้ประสิทธิภาพในการดูดซับสูงสุด ในการศึกษา Adsorption isotherm ของการดูดซับที่อุณหภูมิต่างๆพบว่าค่า q_{max} ΔH และค่าคงที่ b จากสมการของ Langmuir และค่าคงที่ K จากสมการของ Freundlich ที่เพิ่มชี้ให้เห็นถึงกลไกการดูดซับทางเคมี และค่าคงที่ 1/n จากสมการ Freundlich ที่ได้มีค่าอยู่ในช่วง 0.1 ถึง 1 ซึ่งชี้ให้เห็นการดูดซับที่ดี นอกจากนี้ค่าเปอร์เซ็นต์การแยกชะของรูปฤาษีปรับสภาพฟอร์มัลดีไฮด์ร่วมกับกรดหลังจากดูดซับสีเบสิก ไดเรกต์ และรีแอคทีฟแล้วมีค่าเป็น 6%, 10% และ 35% ตามลำดับ ซึ่งชี้ให้เป็นถึงกลไกการดูดซับทางเคมีของสีเบสิก และไดเรกต์ และชี้ให้เห็นถึงกลไกการดูดซับทางกายภาพบางส่วนของสีรีแอคทีฟด้วย

ผลการศึกษาแสดงให้เป็นว่ามีความเป็นไปได้ที่จะนำวัชพืชมาประยุกต์ใช้ในระบบบำบัดน้ำเสียโรงงานอุตสาหกรรมฟอกย้อม จึงได้ศึกษาความเป็นไปได้โดยทดลองการประยุกต์ใช้หญ้าแขมในการดูดซับในคอลัมน์ชั้นตรึง พบว่าปริมาตรน้ำที่จุดเบรคทรูเพิ่มขึ้นเมื่อลดขนาดของหญ้าแขมปรับสภาพ ความเข้มข้นของสารละลายสีรีแอคทีฟเริ่มต้นและอัตราการไหล และเพิ่มความสูงของหญ้าแขมปรับสภาพจาก BDST model พบว่าความสูงวิกฤตที่อัตราการไหล 0.6, 1.2 และ 1.8 มิลลิลิตรต่อนาที คือ 3.71, 5.72 และ 8.73 เซนติเมตร ตามลำดับ ความสามารถในการดูดซับลดลงจาก 0.98 เป็น 0.44 มิลลิกรัมต่อกรัม เมื่ออัตราการไหลเพิ่มขึ้น 3 เท่า จากการทดลองพบว่าความสูง 45 เซนติเมตร และอัตราการไหล 0.6 มิลลิลิตรต่อนาทีมีค่าความสามารถในการดูดซับสูงสุด จึงนำสภาวะนี้ไปทดลองกับน้ำเสียจริงจากโรงงานย้อมผ้าและพิมพ์ผ้า ผลการทดลองจากโรงงานย้อมผ้าพบว่าปริมาณของแข็งแขวนลอยลดลงจาก 1,296 เป็น 8 มิลลิกรัมต่อลิตร สีลดลงจาก 1,715,000 เป็น 191 ADMI แต่ COD เพิ่มขึ้นจาก 2,688 เป็น 4,032 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งผลการทดลองใกล้เคียงกับน้ำเสียโรงงานพิมพ์ผ้า คือ ปริมาณของแข็งแขวนลอยและสีลดลงจาก 84 เป็น 74 มิลลิกรัมต่อลิตรและ 3,800 เป็น 840 ADMI ตามลำดับ ในขณะที่ COD เพิ่มขึ้นจาก 1,680 เป็น 2,880 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่า COD ที่เพิ่มขึ้นนี้เป็นผลมาจากการชะของสารอินทรีย์ที่อยู่ในหญ้าแขมปรับสภาพ นอกจากนี้ยังพบว่าค่า พีเอชลดลงจาก 11.80 เป็น 3.07 และจาก 8.69 เป็น 3.30 สำหรับน้ำเสียโรงงานย้อมผ้าและโรงงานพิมพ์ผ้าตามลำดับ จากผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าหญ้าแขมสามารถที่จะนำมาประยุกต์ใช้จริงในโรงงานฟอกย้อมขนาดเล็กได้ อย่างไรก็ดี การศึกษาต่อไปควรจะศึกษาศักยภาพของหญ้าแขมในการกำจัดสีอื่นๆ และวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายเพื่อเปรียบเทียบกับตัวดูดซับอื่นๆต่อไป

Abstract

TE141270

Project Code: PDF/96/2544

Project Title : Removal of color in wastewater from textile dyeing factories by using pre-treated flute reed (*Phragmites karka* (Retz.) and Narrow-leave cattail (*Typha angustifolia* Lin.)

Investigator : Asst. Prof. Dr. Duangrat Inthorn

E-mail Address: phdit@mahidol.ac.th

Project Period : 2 years

The purpose of this research is to develop the color removal technology from textile dyeing factories by using agricultural waste as flute reed and narrow- leaved cattail. Flute reed and narrow- leaved cattail were selected among five weeds, namely elephant ear, narrow- leaved cattail, cogon and egyptain papyrus, to be used as a color adsorbent for three reactive dyes. A formaldehyde treated method was suitable for flute reed to remove reactive dyes. At pH 3 of adsorption condition, color removal from 30 mg/l Basilen Red M-5B (Reactive Red 2), Basilen Red E-B (Reactive Red 120) and Procion Red H-E7B (Reactive Red 141) by formaldehyde treated flute reed (150 ml: 3 g flute reed) was 99%, 98% and 99%, respectively. In narrow-leaved cattail the efficiency of basic, direct and reactive dye removal were compared. The type of treatment and the various pH levels had little effect on basic dye removal, which was 97% to 99% in 3 types of treatment and 100% to 97% at pH 3 to 9. All types of treatment still had a negative charge and the basic dyes still had a positive charge at a wide pH range. For direct and reactive dyes removal, Formaldehyde treated narrow-leaved cattail (FH-NLC) and pH 3 showed the highest efficiency that were 42% to 37% and 54% to 22% in 3 types of treated narrow-leaved cattail, and 99% to 5 % and 96% to 7% at pH 3 to 9 of direct and reactive dye removal, respectively. There was a mutual attraction of negatively charged direct dye molecules to some positively charged molecules on the surface of the FH-NLC, which had increased H^+. For removal efficiency of the basic dye wastewater and the reactive dye wastewater, before and after treatment, by FH-NLC was 83%, 16% and 17%, respectively. FH-NLC had high efficiency to remove basic dye at various pH levels and treatments, and NaOH in reactive dye wastewater from the dying process might compete with the binding with FH-NLC.

The adsorption isotherm of reactive dyes by formaldehyde treated flute reed was described by Langmuir and Freundlich equations. At high temperature, the color adsorption capacity of formaldehyde treated flute reed was higher than that at lower temperatures for all three reactive dyes. Adsorption isotherm at various temperatures indicated that dye adsorption by formaldehyde treated flute reed was mainly endothermic chemisorption. The total charge of flute reed was negative and formaldehyde treated

flute reed had a more positive charge. The desorption result indicated that reactive dye adsorption by formaldehyde treated flute reed was partly physisorption. The FTIR spectrum of flute reed before and after dye adsorption indicated that reactive dye adsorption by formaldehyde treated flute reed occurred by ion exchange. Reactive dye wastewater adsorption by formaldehyde treated flute reed could remove color by 37%.

The studies in basic, direct and reactive dye by using narrow-leaved cattail found that increasing of q_{max} and $\triangle H$ and b constant values from the Langmuir equation and k constant values from the Freundlich equation indicated the chemisorption mechanism for basic, direct and reactive dyes. Moreover, $1/n$ constant values from the Freundlich equation were more than 0.1 and less than 1, which indicated favorable adsorption. Furthermore, the desorption percentage of FH-NLC after adsorption of basic, direct and reactive dyes was 6%, 10% and 35%, respectively, which indicated the chemisorption mechanism for basic and direct dye and some physisorp ion for reactive dye.

For feasibility study to apply flute reed in fixed bed system, it was found that the breakthrough volume increased with decreasing particle size, initial reactive dye concentration, and flow rate and increasing bed depth. Based on the BDST model, the critical bed depth was 3.71, 5.72 and 8.73 cm at the flow rates of 0.6, 1.2 and 1.8 ml/min, respectively. The adsorption capacity decreased from 0.98 to 0.44 mg/g with a threefold increase in the flow rate. The bed depth of 45 cm and flow rate of 0.6 ml/min provided a maximum adsorption capacity and was used in the actual dyeing and printing textile wastewater experiments. When the actual dyeing textile wastewater was tested, the treated flute reed reduced suspended solids (SS) from 1,296 to 8 mg/L and color from 1,715.000 to 191 ADMI but increased chemical oxygen demand (COD) from 2,688 to 4,032 mg/L. Similar results were obtained with the printing textile wastewater; SS and color decreased from 84 to 74 mg/L and from 3,800 to 840 ADMI, respectively, whereas COD increased from 1,680 to 2,880 mg/L. The COD increase resulted from the leaching of organics from the treated flute reed. The pH value dropped across the bed from 11.80 to 3.07 and from 8.69 to 3.3 during the dyeing and printing wastewater experiments, respectively. As a result, the pH of dyeing and printing textile wastewater after the treatment with flute reed would need to be adjusted before discharging to receiving waters. The results obtained in this study show that the flute reed can be applied to the textile wastewater treatment. However, further experiments with various dyes are needed to investigate the potential of flute reed. The cost analysis will also be studied for comparing with the other adsorbents.