บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้เป็นการนำเอนไซม์แลคเคสหยาบสกัดจาก *Lentinus polychrous Lev.* มาใช้ในการฟอกจางสีย้อม โดยแบ่งการศึกษาเป็น 2 ส่วนคือ การฟอกจางสีย้อมด้วยแลคเคสในถังปฏิกรณ์แบบแบทช์และการฟอกจางสีย้อมด้วยแลคเคสในถังปฏิกรณ์ชีวภาพเยื่อกรอง สีย้อม 7 ชนิดที่มีโครงสร้างต่างกัน ได้แก่ Acid blue 80, Reactive Green 19, Indigo carmine, Reactive Orange 16, Acid Green 27, Alizarin Red และ Direct Blue 71 ถูกนำมาทดสอบการถูกฟอกจางสีในถังปฏิกรณ์แบบแบทช์ ผลการศึกษาพบว่าความ สามารถในการฟอกจางสีของแลคเคสต่อสีย้อมและระยะเวลาที่ใช้ในการฟอกจางสีย้อมแต่ละชนิดแตกต่างกัน โดยเมื่อเปรียบเทียบแล้ว Acid blue 80 เป็นสีย้อมที่ถูกแลคเคสฟอกจางได้ดีที่สุด คือ ถูกฟอกจางได้ 100% ในเวลา 30 นาที ที่ความเข้มข้นสีย้อม 10 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ค่าความเป็นกรดด่าง 4-5 อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส ส่วนสี Acid Green 27 และ Alizarin Red ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มสี anthraquinone เช่นกันถูกฟอกจางได้น้อยกว่าเมื่อเทียบกับ Acid blue 80 ในขณะที่สีที่จัดอยู่ในกลุ่มอื่น ได้แก่ Indigo carmine, Reactive Green 19, Reactive Orange 16 และ Direct Blue 71 ไม่สามารถฟอกจากสีด้วยเอนไซม์หยาบแลคเคสได้ดีในสภาวะที่ทำการทดสอบ นอกจากนี้ความเข้มข้นของสีย้อมและความเข้มข้นของเอนไซม์ยังส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์การฟอกจางสี การเพิ่มความเข้มข้นของเอนไซม์ทำให้การฟอกจางดีขึ้น และสภาวะความเป็นกรดด่างที่เหมาะสมของแลคเคสต่อการทำปฏิกิริยาการฟอกจางสีย้อมเหล่านี้อยู่ในช่วง 4-5 ส่วนอุณหภูมิที่เหมาะสมในการฟอกจางสีย้อมแต่ละชนิดจะแตกต่างกัน

ถังปฏิกรณ์ชีวภาพเยื่อกรองที่มีเอนไซม์แลคเคสถูกนำมาใช้ในการกำจัดสีย้อม Acid blue 80 เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของเอนไซม์และความเข้มข้นของสีย้อมโดยทำการควบคุมค่าความเป็นกรดด่างของสารละลายสีย้อมเท่ากับ 7 อัตราการไหลของสารที่ 300 มิลลิลิตรต่อนาที พบว่าเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของเอนไซม์ เปอร์เซ็นต์การกำจัดสีย้อมเพิ่มขึ้น โดยความเข้มข้นของเอนไซม์ 0.125 ยูนิตต่อมิลลิลิตร สามารถกำจัดสีย้อมที่ความเข้มข้น 30 มิลลิกรัมต่อลิตร ได้ดีที่สุด คือ 94.00% สำหรับการใช้สีย้อมที่มีความเข้มข้นสูงขึ้นเมื่อควบคุมความเข้มข้นของเอนไซม์0.125 ยูนิตต่อมิลลิลิตร จะส่งผลให้ประสิทธิภาพการกำจัดสีย้อมมีแนวโน้มลดลง ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการกำจัดสีย้อมจะขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของเอนไซม์และความเข้มข้นของสารตั้งต้นที่เข้าทำปฏิกิริยากัน นอกจากนี้ผลการทดลองยังแสดงให้เห็นว่าสารละลายสีย้อมที่มีค่าความเป็นกรดด่างในช่วง 6-7 เป็นสภาวะที่เหมาะสำหรับใช้ในการกำจัดสีย้อมด้วยถังปฏิกรณ์ชีวภาพเยื่อกรองที่มีเอนไซม์แลคเคส ส่วนการเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลของสารเข้าระบบส่งผลต่อการกำจัดสีย้อม พบว่าการเพิ่มอัตราการไหลของสารเข้าระบบทำให้เปอร์เซ็นต์การกำจัดสีย้อมลดลงเป็นผลจากความดันในระบบเพิ่มขึ้นส่งผลให้แรงดันส่งผ่านเพอมิเอทมากขึ้น และการเพิ่มอัตราการไหลทำให้ระยะเวลาสัมผัสระหว่างสีย้อมและเอนไซม์ลดลง สีย้อมถูกสะสมในระบบและบริเวณผิวหน้าเยื่อกรองมากขึ้น ส่งผลให้บริเวณดังกล่าวมีความเข้มข้นสูง สีย้อมจึงหลุดออกจากระบบเพิ่มขึ้น

ABSTRACT

The objective of this study is to use crude laccase extracted from *Lentinus polychrous Lev.* for dye decolorization. The study is divided into 2 parts; dye decolorization by laccase in batch reactor and dye decolorization by laccase in membrane bioreactor. Seven dyes which had different structures such as Acid blue 80, Reactive Green 19, Indigo carmine, Reactive Orange 16, Acid Green 27, Alizarin Red and Direct Blue 71 were chosen for decolorization in batch reactor. The results indicated that the ability of laccase and reaction time for decolorization on each dye were different. In comparison, Acid blue 80 was best decolorized by laccase. The decolorization of Acid blue 80 was 100% in 30 minutes at dye concentration 10 µg/ml, pH 4-5, temperature 32 ^{0}C. Acid Green 27 and Alizarin Red which were classified into the same anthraquinone group were less decolorized than the Acid blue 80. While another dye groups such as Indigo carmine, Reactive Green 19, Reactive Orange 16 and Direct Blue 71 were not effectively decolorized by laccase at this testing condition. Furthermore, dye concentration and enzyme concentration affected the percentage of decolorization. Increasing enzyme concentration improved dye decolorization. The optimum pH for these dyes decolorization was in range of 4-5 whereas the optimum temperature for each dye decolorization was various.

Membrane bioreactor containing laccase was employed to decolorization of Acid blue 80. The changes of enzyme concentration and dye concentration when the pH of dye solution was 7 and the flow rate was controlled at 300 ml/min showed that the increase of enzyme concentration increased the percentage of dye removal. The enzyme concentration at 0.125 U/ml could remove 94.00% of dye at the concentration 30 mg/l. The use of higher dye concentration and fixing enzyme concentration at 0.125 U/ml resulted in decreasing the efficiency of dye removal. This study performed that dye removal depended on the enzyme concentration and the substrate concentration. The results also indicated that the pH of dye solution in range of 6-7 was the optimum value for dye removal in membrane bioreactor containing laccase. The variation of solution flow rate influenced the dye removal. The decrease of percentage of dye removal when the flow rate was increased was a result of an increase of pressure in the system and the volume of permeate. The increase of flow rate decreased the contact time between the dye and the enzyme. More dyes were accumulated in the system and on the surface of membrane. High accumulation of dye concentration on the membrane surface made more dyes was out of the system.