

บทคัดย่อ

การปนเปื้อนของสีย้อมในน้ำเสียจากอุตสาหกรรมสิ่งทอและการพิมพ์ถือเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สำคัญ เนื่องจากสีย้อมสังเคราะห์ส่วนใหญ่มีโครงสร้างที่เสถียรและย่อยสลายได้ยากในสภาวะแวดล้อมทั่วไป ส่งผลให้เกิดการตกค้างและปนเปื้อนในแหล่งน้ำ การพัฒนาตัวดูดซับที่มีประสิทธิภาพสูงและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมจึงเป็นแนวทางสำคัญในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการดูดซับสีย้อม Reactive Black 5 (RB5) โดยใช้ฟิล์มคอมโพสิตที่พัฒนาขึ้นจากเพคตินที่สกัดจากเปลือกส้มโอ และแรดัดแปรด้วยสารลดแรงตึงผิว tetradecyl trimethyl ammonium bromide (TTAB) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการดูดซับการศึกษาทดลองดำเนินการโดยวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการดูดซับ ได้แก่ ระยะเวลาสัมผัส 0-240 นาที ค่าพีเอชเริ่มต้นของสารละลาย 2, 3, 5, 7 และ 10 อุณหภูมิของระบบ 35, 45 และ 55 องศาเซลเซียส และความเข้มข้นเริ่มต้นของสีย้อม 100-300 มิลลิกรัมต่อลิตร ผลการทดลองพบว่า สภาวะที่เหมาะสมสำหรับการดูดซับสีย้อม RB5 คือ อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ค่าพีเอช 10 ระยะเวลาสัมผัส 240 นาที และความเข้มข้นเริ่มต้นของสารละลายสีย้อม 300 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยภายใต้สภาวะดังกล่าว ฟิล์มคอมโพสิตสามารถดูดซับสีย้อมได้สูงสุดเท่ากับ 44.167 มิลลิกรัมต่อกรัม การศึกษาจลนศาสตร์ของการดูดซับพบว่า แบบจำลองปฏิกิริยาอันดับสองเทียม สามารถอธิบายพฤติกรรมของการดูดซับได้อย่างแม่นยำ โดยมีค่า R^2 ใกล้เคียง 1 มากกว่าปฏิกิริยาอันดับหนึ่งเทียม แสดงให้เห็นว่ากระบวนการดูดซับถูกควบคุมโดยการแลกเปลี่ยนประจุและการจับยึดทางเคมีเป็นหลัก นอกจากนี้ การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการดูดซับกับความเข้มข้นของสีย้อมพบว่า การดูดซับเป็นไปตามไอโซเทอมของแลงเมียร์ ซึ่งบ่งชี้ว่าการดูดซับเกิดขึ้นในรูปแบบของชั้นเดี่ยวบนพื้นผิวของฟิล์มคอมโพสิต สำหรับการคายซับ ฟิล์มคอมโพสิตถูกนำมาใช้ซ้ำโดยใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ พบว่าสามารถนำกลับมาใช้ได้ 1 รอบ โดยประสิทธิภาพการดูดซับลดลงอย่างต่อเนื่องในรอบที่ 2 และ 3 และฟิล์มคอมโพสิตเกิดการเสื่อมสภาพและขาดในรอบที่ 4 ซึ่งอาจเกิดจากการกัดกร่อนของสารละลายที่ส่งผลต่อโครงสร้างของฟิล์ม ควรมีการศึกษาการใช้สารละลายชนิดอื่นที่อ่อนโยนต่อโครงสร้างฟิล์มมากขึ้น เพื่อลดความเสียหายของฟิล์มและเพิ่มจำนวนรอบการใช้งานในอนาคต

ABSTRACT

The contamination of wastewater with dyes from the textile and printing industries is a significant environmental issue, as most synthetic dyes have stable structures and are difficult to degrade in typical environmental conditions. This leads to persistent contamination in water sources. The development of highly efficient and environmentally friendly adsorbents is therefore a crucial approach to address this problem. This research aims to investigate the optimal conditions for the adsorption of Reactive Black 5 (RB5) dye using a composite film developed from pectin extracted from pomelo peel and clay mineral modified with the surfactant tetradecyl trimethyl ammonium bromide (TTAB) to enhance adsorption efficiency. The experimental study was conducted by analyzing factors that affect adsorption efficiency, including contact time 0-240 minutes, initial pH of the solution 2, 3, 5, 7, and 10, system temperature 35, 45, and 55°C, and initial dye concentration 100-300 mg/L. The results indicated that the optimal conditions for RB5 dye adsorption were a temperature of 35°C, pH of 10, contact time of 240 minutes, and an initial dye concentration of 300 mg/L. Under these conditions, the composite film could adsorb a maximum of 44.167 mg of dye per gram of adsorbent. The adsorption kinetics study revealed that the pseudo-second-order model could accurately describe the adsorption behavior, with an R^2 value close to 1, which was higher than the pseudo-first-order model. This suggests that the adsorption process is primarily controlled by charge exchange and chemical bonding. Additionally, the relationship between the amount of dye adsorbed and its concentration followed the Langmuir isotherm, indicating that adsorption occurred in a monolayer on the surface of the composite film. For desorption, the composite film was reused with a sodium hydroxide desorbent. It was found that the film could be reused once, but adsorption efficiency continuously decreased in the second and third cycles. The film deteriorated and broke down in the fourth cycle, likely due to the corrosive effect of the desorbent on the film structure. Further studies should explore the use of milder desorbent agents to reduce damage to the film structure and increase the number of reusable cycles in the future.