กันต์กนิษฐ วสุธิติรัตน์ : การศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดสีของน้ำเสียจากการผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาลด้วยคลื่นอัลตราโซนิคร่วมกับกระบวนการเฟนตัน (STUDY ON THE COLOR REMOVAL EFFICIENCY OF WASTEWATER FROM ETHANOL PRODUCTION FROM MOLASSES BY COMBINED ULTRASONIC AND FENTON PROCESS) อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์ ดร.อภิชน วัชเรนทร์วงศ์, 135 หน้า.

คำสำคัญ : น้ำเสียจากเอทานอล, การกำจัดสี, คลื่นอัลตราโซนิค, กระบวนการเฟนตัน

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดสีของน้ำเสียจากการผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาลด้วยคลื่นอัลตราโซนิคและกระบวนเฟนตัน โดยที่น้ำเสียที่เกิดจากการผลิตเอทานอลนั้นมีสีน้ำตาลเข้มที่เกิดจากสารเมลานอยดินสูง ซึ่งระบบบำบัดน้ำเสียแบบชีวภาพแบบดังเดิมนั้นมีความสามารถในการกำจัดสีในน้ำเสียที่ต่ำมาก ในขณะที่กระบวนการออกซิเดชันขั้นสูง (AOP) นั้นเป็นกระบวนการที่ถูกใช้ในการศึกษาการกำจัดสีในน้ำเสียมากที่สุด ซึ่งในการศึกษานี้ได้ศึกษาประสิทธิภาพในการกำจัดสีของน้ำเสียด้วยกระบวนการเฟนตัน และโซโน-เฟนตันในน้ำเสียเมลานอยดินสังเคราะห์ และน้ำเสียจริงจากการผลิตเอทานอล โดยปัจจัยที่ศึกษาได้แก่ ความเข้มข้นเหล็กเฟอรัสไอออน (Fe^{2+}), ความเข้มข้นไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2), สภาวะพีเอช, ความถี่ของคลื่นอัลตราโซนิค, ลักษณะของการจ่ายคลื่น และความเข้มสีเริ่มต้นของน้ำเสีย ซึ่งผลการศึกษาพบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการกำจัดสีด้วยกระบวนการเฟนตันในน้ำเสียเมลานอยดิน คือ อัตราส่วนความเข้มข้น Fe^{2+}:H_2O_2 ที่ 0.01:0.375 ที่สภาวะพีเอช 7 ซึ่งมีประสิทธิภาพในการกำจัดสีที่ร้อยละ 89 ในขณะที่เมื่อมีการเพิ่มการใช้คลื่นอัลตราโซนิคเข้ามากลับพบว่าประสิทธิภาพในการกำจัดสีเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากคลื่นอัลตราโซนิคช่วยเพิ่มการแตกตัวของ H_2O_2 ให้เกิดเป็นอนุมูลอิสระไฮดรอกซิล (OH •) และผลการศึกษาการกำจัดสีในน้ำเสียจากการผลิตเอทานอลด้วยกระบวนการโซโน-เฟนตันที่ความถี่ 40 kHz พบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการกำจัดสีในน้ำเสีย คือ อัตราส่วนความเข้มข้น Fe^{2+}:H_2O_2 ที่ 0.01:0.375 ที่สภาวะพีเอช 6 โดยการจ่ายคลื่นแบบสลับ (Pulse mode) มีประสิทธิภาพในการกำจัดสีร้อยละ 72.41 ซึ่งมีแนวโน้มเดียวกับประสิทธิภาพในการกำจัด COD (ร้อยละ 69.44) ในขณะที่เมื่อจบปฏิกิริยาพบว่าค่า TDS มีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเทียบกับค่า TS และ TSS โดยพบว่าหากน้ำเสียมีค่าความเข้มสีของสีในน้ำเสียต่ำกว่า 3,500 ADMI พบว่าประสิทธิภาพในการกำจัดสีนั้นมากกว่าร้อยละ 85 โดยสามารถกำจัดสีในน้ำเสียให้มีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานน้ำทิ้งได้ หากน้ำเสียมีค่าความเข้มสีเริ่มต้นในน้ำเสียต่ำกว่า 2,500 ADMI และเมื่อพิจาณาค่าใช้จ่ายในการกำจัดสีในน้ำเสียพบว่ากระบวนการโซโน-เฟนตัน (33.51 บาท/ลิตร) นั้นมีค่าใช้จ่ายที่สูงกว่ากระบวนการเฟนตัน (33.27 บาท/ลิตร) เพียงเล็กน้อย เมื่อเทียบกับประสิทธิภาพในการกำจัดสีที่เพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 24.57 และในการศึกษาจลนศาสตร์การลดสีด้วยกระบวนการเฟนตันและโซโน-เฟนตันพบว่าแบบจำลอง BMG (Behnajady–Modirshahla–Ghanbery) นั้นสามารถอธิบายการลดสีโดยกระบวนการเฟนตันและโซโน-เฟนตัน

ได้ดีกว่าแบบจำลองอื่น (First-order model และ Second order model) โดยที่กระบวนการโซโน-เฟนตันที่ความถี่ 28 kHz มีความสามารถในการลดสีสูงสุด (0.035 min^{-1}) เมื่อเทียบกับที่ความถี่ 20 kHz และ 40 kHz ในขณะที่กระบวนการโซโน-เฟนตันที่ความถี่ 40 kHz นั้น มีความสามารถในการออกซิเดชันสูงสุดโดยมีค่าอยู่ที่ 0.628 เมื่อเทียบกับที่ความถี่ 20 kHz และ 28 kHz

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
ปีการศึกษา 2565

ลายมือชื่อนักศึกษา .....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

KANKANIT WASUTHITIRAT : STUDY ON THE COLOR REMOVAL EFFICIENCY OF WASTEWATER FROM ETHANOL PRODUCTION FROM MOLASSES BY COMBINED ULTRASONIC AND FENTON PROCESS. THESIS ADVISOR : APICHON WATCHARENWONG, PH.D., 135 PP.

Keyword : WASTEWATER FROM ETHANOL/ COLOR REMOVAL/ ULTRASONIC WAVE/ FENTON PROCESSES

This research aimed to study the color removal efficiency of wastewater from ethanol production from molasses by ultrasonic and Fenton processes. The ethanol production wastewater is dark brown due to the high melanoidin content. The conventional biological wastewater treatment system has very low color removal efficiency. While advanced oxidation processes (AOPs) are the most used method for decolorization studies in wastewater. The color removal efficiency of wastewater by Fenton and Sono-Fenton processes was studied using melanoidin synthetic wastewater and real wastewater from ethanol production. The factors examined were Fe^{2+} concentration, H_2O_2 concentration, pH condition, ultrasonic wave frequency, ultrasonic wave distribution characteristics, and initial color intensity of the wastewater. The optimum conditions for the Fenton process in melanoidin wastewater were a Fe^{2+}:H_2O_2 concentration ratio of 0.01:0.375 at pH 7, with a color removal efficiency of 89%. While the use of ultrasonic waves in Fenton process, the color removal efficiency was increased. Because ultrasonic waves increase the decomposition of H_2O_2 to form OH• radicals. The results of the study of decolorization in wastewater from ethanol production by the Sono-Fenton process at a frequency of 40 kHz showed that the optimum condition for decolorization was Fe^{2+}:H_2O_2 concentration ratio of 0.01:0.375 at pH 6 by pulse mode. Which has a color removal efficiency of 72.41%, which is in line with the COD removal efficiency (69.44%). Meanwhile, at the end of the reaction, the amount of TDS increased compared to the amount of TS, and TSS decreased. Furthermore, if the color intensity of the wastewater was less than 3,500 ADMI, the efficiency of color removal was more than 85%. Which was able to remove the color in the wastewater to be lower than the wastewater discharge standards when the wastewater has an initial color intensity in the wastewater less than 2,500 ADMI. And when considering the cost of color removal in wastewater, the sono-Fenton process (33.51 baht/L) was slightly higher when compared to the Fenton process (33.27 baht/L),

when compared to the 24.57% increase in color removal efficiency. In the study of the decolorization kinetics using the Fenton and Sono-Fenton processes, it was found that the Behnajady–Modirshahla–Ghanbery (BMG)'s kinetic models could explain the decolorization better than other models (First-order model and Second-order model). Where the sono-Fenton process at 28 kHz has the highest decolorization capacity (0.035 min-1) compared to that at 20 kHz and 40 kHz, while the sono-Fenton process at 40 kHz has the highest oxidation capacity of 0.628 compared to 20 kHz and 28 kHz

School of Environmental Engineering
Academic Year 2022

Student's Signature .....
Advisor's Signature .....