

การดูดซับสีย้อมผ้าด้วยผงกระดูกหมีก

Absorption of Dyestuff using Cuttlebone

พินดา ในทอน กิรตา เท่งวา และ สุพัฒน์ บุตรดี*

สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช อ. เมือง จ. นครศรีธรรมราช 80280

*อีเมลล์ supat_buddee@yahoo.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาการดูดซับสีย้อมผ้าด้วยผงกระดูกหมีก โดยศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการบำบัดสีย้อมผ้า Malachite Green (MG) ได้แก่ ความเข้มข้นเริ่มต้นของสีย้อมผ้า และระยะเวลาในการดูดซับ นอกจากนี้ยังได้ศึกษาสมบัติทางกายภาพของผงกระดูกหมีกด้วยเทคนิค Fourier-transform infrared spectroscopy (FT-IR) และ Scanning electron microscope (SEM) ผลการศึกษาพบว่า ผงกระดูกหมีกสามารถดูดซับสีย้อมผ้าที่ความเข้มข้น 100 ppm และ 150 ppm ได้ถึง 99% ภายในเวลา 15 นาที จากการศึกษาหมู่ฟังก์ชันของผงกระดูกหมีกด้วยเทคนิค FT-IR พบหมู่ -OH ที่เลขคลื่น 3374.76 cm^{-1} และ 1444.79 cm^{-1} หมู่ -NH Amide ที่เลขคลื่น 852.29 cm^{-1} แสดงถึงผงกระดูกหมีกมีองค์ประกอบที่คล้ายคลึงกับเซลลูโลส และผลการศึกษาลักษณะผงกระดูกหมีกด้วยเทคนิค SEM พบว่า ลักษณะพื้นผิวของผงกระดูกหมีกจับกลุ่มเป็นก้อน และพื้นผิวขรุขระ จึงสามารถดูดซับอนุภาคสีย้อมผ้าได้ดี ผลจากงานวิจัยนี้สามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการประยุกต์ใช้ตัวดูดซับน้ำเสียจากอุตสาหกรรมชาติได้

คำสำคัญ: กระดูกหมีก สีย้อมผ้า การดูดซับ

ABSTRACT

The main aim of this research is to studied the optimal conditions (initial concentration and absorption time) affected the absorption of Malachite Green (MG) dyestuff by using cuttlebone. The sample was characterized by Fourier-transform infrared spectroscopy (FT-IR) and scanning electron microscope (SEM). From the results, it was found that the efficiency of cuttlebone which adsorbed 100 ppm and 150 ppm of MG dyestuff reach to 99% in 15 minutes. FT-IR result revealed the cuttlebone has structure like cellulose, showing the functional groups such as: -OH group at 3374.76 cm^{-1} and 1444.79 cm^{-1} , -NH amide group at 852.29 cm^{-1} . The SEM result showed the roughness and agglomeration morphology of the cuttlebone and let high absorptivity. The knowledge from this research is using to apply for waste water treatment.

Keywords: cuttlebone, dyestuffs, absorption

บทนำ

ปัจจุบันปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะมลพิษทางน้ำที่เกิดจากการเจริญเติบโตทางอุตสาหกรรมนับทวีความรุนแรงมากขึ้น โดยเฉพาะอุตสาหกรรมฟอกย้อม ซึ่งเป็นอุตสาหกรรมที่มีการขยายตัวสูง ทำให้มีการพัฒนาทั้งทางด้านกระบวนการผลิตและการแข่งขันที่สูงขึ้น ปัญหาใหญ่ที่พบและนับว่ามีผลกระทบโดยตรงต่อสิ่งแวดล้อม คือ การปล่อยน้ำเสียจากโรงงานย้อมผ้าลงสู่สิ่งแวดล้อม ซึ่งส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ สีย้อมที่ปนเปื้อนในน้ำเสียส่วนใหญ่ย่อยสลายได้ยาก [1] แม้ว่ากระบวนการที่ใช้สำหรับบำบัดน้ำเสียที่มีสีนั้นมียู่มาก เช่น กระบวนการทางกายภาพ-เคมี หรือกระบวนการทางชีววิทยา แต่กระบวนการเหล่านั้นจะมีข้อจำกัดมากมายเช่นกัน ทั้งยังมีต้นทุนในการผลิตที่สูง และบางวิธียังทำให้เกิดผลข้างเคียงที่เป็นมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม [2] ผู้วิจัยเล็งเห็นถึงกระบวนการดูดซับ ซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งที่มีประสิทธิภาพในการบำบัดสีย้อมได้ดี เนื่องจากเป็นกระบวนการที่มีประสิทธิภาพในการดูดซับสารพิษต่าง ๆ ในสิ่งแวดล้อมได้ โดยการวิจัยครั้งนี้ทางผู้วิจัย

จึงได้เลือกกระดองหมีที่เป็นวัสดุดูดซับ ซึ่งได้จากชุมชนที่หาดทุ่งทะเล ต.เกาะกลาง อ.เกาะลันตา จ.กระบี่ ซึ่งเป็นวัสดุมีอยู่เป็นจำนวนมาก หากนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ จะสามารถลดต้นทุนในการผลิตวัสดุดูดซับได้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมของการบำบัดน้ำสีย้อมผ้า ได้แก่ ความเข้มข้นของสีย้อมและระยะเวลาที่ใช้ในการดูดซับ
2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการบำบัดสีย้อมในน้ำเสียสังเคราะห์ของผงกระดองหมี

วิธีการวิจัย

1. เตรียมตัวอย่าง

- 1.1. นำกระดองหมีไปล้างด้วยน้ำให้สะอาด
- 1.2. นำกระดองหมีที่ล้างสะอาดแล้วไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 70 °C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง
- 1.3. นำกระดองหมีที่ผ่านการอบแล้ว บดให้ละเอียด จะได้ตัวอย่างผงกระดองหมี

2. การเตรียมน้ำเสียสังเคราะห์

- 2.1. ละลายสีย้อม malachite green 0.1 g ในน้ำ 1,000 ml จะได้ความเข้มข้น 100 ppm
- 2.2. ละลายสีย้อม malachite green 0.15 g ในน้ำ 1,000 ml จะได้ความเข้มข้น 150 ppm

3. การศึกษาสภาวะที่เหมาะสม

- 3.1. ผลของความเข้มข้นเริ่มต้นของสีย้อม MG
 - 3.1.1. ชั่งผงกระดองหมี 0.5 g ในสารละลายสีย้อม MG เข้มข้น 100 ppm ปริมาณ 100 mL
 - 3.1.2. คนด้วย magnetic stirrer ที่ความเร็ว 300 rpm ในที่มืดเป็นเวลา 4 ชั่วโมง
 - 3.1.3. เก็บน้ำตัวอย่างปริมาตร 5 mL ทุก ๆ 1 ชั่วโมง
 - 3.1.4. นำไปหาค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UV-Vis spectrophotometer
 - 3.1.5. ทำซ้ำข้อ 3.3.1.1 – 3.3.1.4 โดยใช้ความเข้มข้นสีย้อม MG 150 ppm
- 3.2. ผลของระยะเวลาในการดูดซับ
 - 3.2.1. ชั่งผงกระดองหมี 0.5 g ในสารละลายสีย้อม MG เข้มข้น 150 ppm ปริมาณ 100 mL
 - 3.2.2. คนด้วย magnetic stirrer ที่ความเร็ว 300 rpm ในที่มืดเป็นเวลา 4 ชั่วโมง
 - 3.2.3. เก็บน้ำตัวอย่างปริมาตร 5 mL ทุก ๆ 15 นาที
 - 3.2.4. นำไปหาค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UV-Vis spectrophotometer

4. การหาประสิทธิภาพการดูดซับ

วัดค่าการดูดกลืนแสงที่เวลาต่าง ๆ ด้วยเครื่อง UV-Vis spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 620 nm แล้วนำมาคำนวณหาประสิทธิภาพการดูดซับ ตามสมการ

$$\% \text{ Absorption} = \frac{C_0 - C_1}{C_0} \times 100 \quad (1)$$

เมื่อ % Absorption คือ ค่าประสิทธิภาพการดูดซับ C_0 คือ ค่าการดูดกลืนแสงก่อนการดูดซับ และ C_1 คือ ค่าการดูดกลืนแสงหลังการดูดซับ

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

งานวิจัยเรื่องการดูดซับสีย้อมผ้าด้วยผงกระดองหมีก ได้ทำการศึกษาผลของสภาวะที่เหมาะสมในการบำบัดสีย้อมผ้า ได้แก่ ความเข้มข้นของสีย้อม และหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการดูดซับสีย้อม รวมถึงศึกษาประสิทธิภาพของการบำบัดสีย้อมของกระดองหมีก โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. ผงกระดองหมีก

การเตรียมตัวอย่างผงกระดองหมีก เมื่ออบและร่อนเสร็จแล้ว จะได้ผงของแข็งสีเทาเนื้อเนียน ดังแสดงในภาพที่ 1 ข.



ก.

ข.

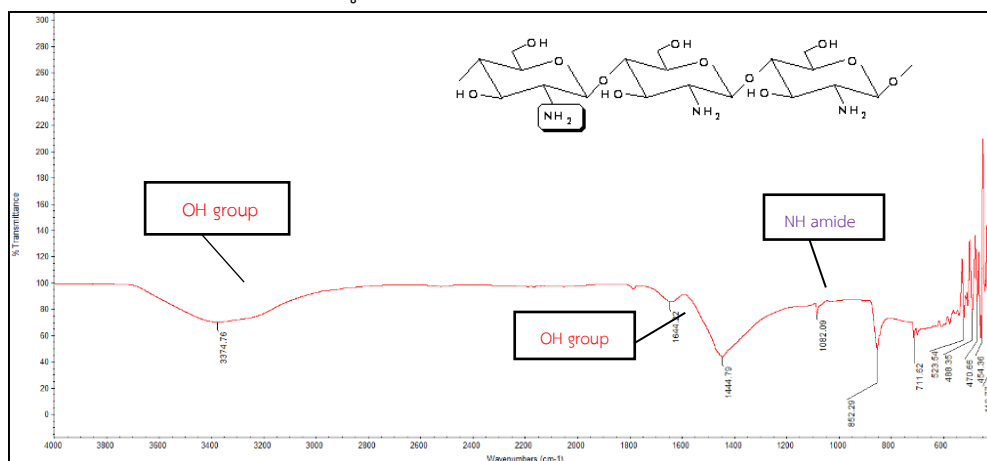
ภาพที่ 1: การเตรียมสารตัวอย่าง ก. กระดองหมีก และ ข. ผงกระดองหมีก

2. การวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือต่าง ๆ

2.1 เทคนิค Fourier transform infrared Spectroscopy (FT-IR)

การศึกษาลักษณะของผงกระดองหมีกด้วยเทคนิค Fourier transform infrared Spectroscopy (FT-IR) ดังแสดงในภาพที่ 2 แสดงให้เห็นหมู่ฟังก์ชันหลัก ๆ ที่อยู่ในผงกระดองหมีก ดังนี้

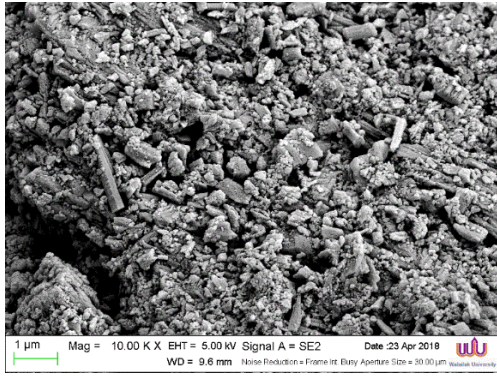
หมู่ -OH ที่เลขคลื่น 3374.76 cm^{-1} และ 1444.79 cm^{-1} หมู่ -NH Amide ที่เลขคลื่น 852.29 cm^{-1} แสดงถึงผงกระดองหมีกมีองค์ประกอบที่คล้ายคลึงกับเซลลูโลสและไคโตซาน [3]



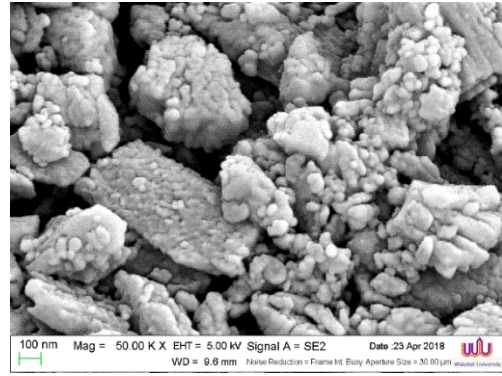
ภาพที่ 2: FT-IR แสดงโครงสร้างของผงกระดองหมีกและโครงสร้างของเซลลูโลส (รูปเล็ก)

2.2 เทคนิค Field Emission Scanning Electron Microscope (FE-SEM)

การศึกษาลักษณะพื้นผิวของผงกระดองหมีกด้วยเทคนิค Field Emission Scanning Electron Microscope (FE-SEM) เป็นการศึกษาที่จะทำให้ทราบว่าพื้นผิวของผงกระดองหมีกมีลักษณะเหมาะสม และเอื้อต่อการใช้เป็นวัสดุดูดซับได้ดี ดังแสดงในภาพที่ 3



ก



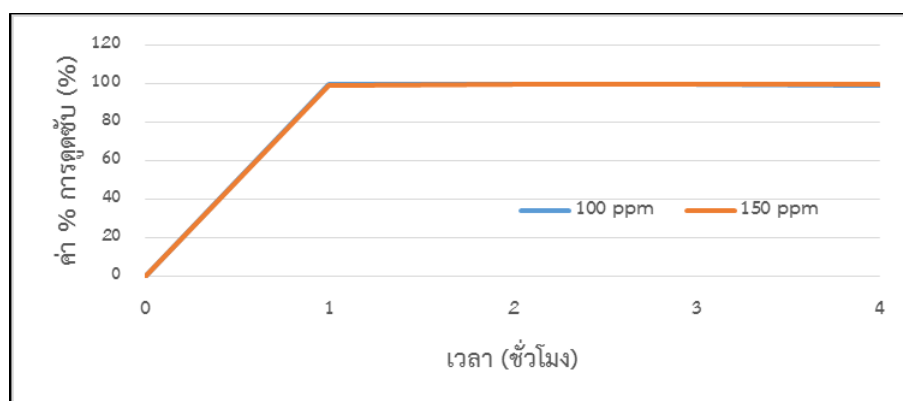
ข

ภาพที่ 3: แสดงลักษณะผิวของผงกระดองหมีที่ถ่ายด้วย SEM กำลังขยาย 10,000 เท่า (ก) และกำลังขยาย 50,000 เท่า (ข) จากภาพที่ 3 (ก) เป็นภาพผงกระดองหมีที่กำลังขยาย 10,000 เท่า จะเห็นได้ว่าลักษณะพื้นผิวของผงกระดองหมีมีความหยาบ ขรุขระ และไม่เป็นระเบียบ ประกอบไปด้วยก้อนอนุภาคที่มีขนาดเล็ก ใหญ่ แตกต่างกัน เมื่อพิจารณาภาพที่ 3ข (กำลังขยาย 50,000 เท่า) จะเห็นได้ว่าอนุภาคของผงกระดองหมีมีขนาดประมาณ 50 – 100 nm และมีลักษณะเกาะกลุ่มรวมกัน จึงทำให้เห็นเป็นก้อนอนุภาคขนาดใหญ่ขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากขั้นตอนของการเตรียมผงกระดองหมีด้วยวิธีการบดและร่อน อนุภาคส่วนหนึ่งจึงยังจับตัวเป็นก้อนอยู่

3. วิเคราะห์ประสิทธิภาพในการดูดซับสีย้อมผ้า

3.1 ผลของความเข้มข้นเริ่มต้นของสีย้อม

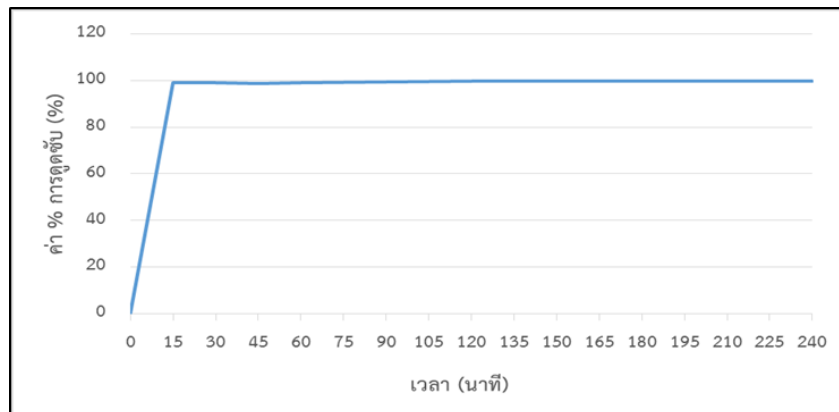
ในงานวิจัยนี้เลือกศึกษาสีย้อมผ้า MG ที่ความเข้มข้น 100 ppm และ 150 ppm ซึ่งเป็นค่าที่ได้มาจากความเข้มข้นของสีย้อมผ้าที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม [4-5] โดยใช้ปริมาณผงกระดองหมีที่เท่ากันคือ 0.5 g ผลการทดสอบประสิทธิภาพการดูดซับ พบว่า ค่าความเข้มข้นที่ศึกษาในงานวิจัยนี้ทั้ง 2 ค่าไม่มีความแตกต่างกัน นั่นคือ ประสิทธิภาพการดูดซับที่เวลา 4 ชั่วโมง ความเข้มข้นสีย้อมผ้า 100 ppm และ 150 ppm มีค่า 99% เท่ากัน ดังแสดงในภาพที่ 4 ซึ่งจะเห็นว่าลักษณะของเส้นกราฟทั้ง 2 เส้น ซ้อนทับกัน นอกจากนี้ยังพบว่า ประสิทธิภาพการดูดซับยังเริ่มคงที่ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 1 แสดงว่า เกิดความสมดุลของการดูดซับตั้งแต่ชั่วโมงแรก



ภาพที่ 4: กราฟแสดงประสิทธิภาพการดูดซับสีย้อมที่ความเข้มข้น 100 ppm และ 150 ppm (ปริมาณผงกระดองหมี 0.5 g ต่อสีย้อม 100 mL)

3.2. การหาระยะเวลาที่เหมาะสมของการดูดซับ

จากภาพที่ 4 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าจุดสมดุลของการดูดซับอยู่ในช่วงชั่วโมงแรกของกระบวนการ ผู้วิจัยจึงได้ขยายขอบเขตของการศึกษาให้ละเอียดยิ่งขึ้น โดยการเก็บสารตัวอย่างและวิเคราะห์ผลทุก ๆ 15 นาที ผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าผงกระดองหมีกเข้าสู่สมดุลของการดูดซับสีเขียว MG ตั้งแต่นาทีที่ 15 ของกระบวนการดูดซับ ดังแสดงในรูปที่ 5



ภาพที่ 5: กราฟแสดงประสิทธิภาพการดูดซับของผงกระดองหมีปริมาณ 0.50 กรัม ในความเข้มข้น 150 ppm ที่เวลาต่าง ๆ

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยเรื่องนี้ มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่อประสิทธิภาพในการดูดซับสีเขียวของผงกระดองหมี โดยผู้วิจัยเลือกใช้สีเขียว malachite green ซึ่งเป็นสีเขียวที่นิยมใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมสิ่งทอและมีผลเสียมากหากตกค้างในแหล่งน้ำทิ้ง โดยศึกษาผลของความเข้มข้นเริ่มต้นของสีเขียวและระยะเวลาในการดูดซับ ผลการวิจัยพบว่าประสิทธิภาพการดูดซับสีเขียวที่ความเข้มข้น 100 ppm และ 150 ppm มีค่าสูงถึง 99% เท่ากัน และระยะเวลาที่ดีที่สุดในการดูดซับครั้งนี้คือ 15 นาที จากผลการวิเคราะห์พื้นผิวและหมู่ฟังก์ชันของผงกระดองหมีพบว่า ผงกระดองหมีมีพื้นผิวขรุขระ ทำให้มีพื้นที่ผิวสูง จึงเหมาะแก่การใช้เป็นวัสดุดูดซับ และมีหมู่ฟังก์ชันที่สามารถยึดเกาะกับอนุภาคของสีเขียว MG ได้ง่าย จึงทำให้มีประสิทธิภาพในการดูดซับที่สูง

การนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

วิจัยนี้ทางผู้วิจัยได้คิดหาวิธีการบำบัดสีเขียวในน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพและมีต้นทุนต่ำ โดยนำเศษเหลือทิ้งจากชุมชนมาแปรรูปเป็นวัสดุบำบัดน้ำเสีย ซึ่งจะเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับของเหลือทิ้ง รวมถึงเป็นการอนุรักษ์ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ที่ได้เอื้อเฟื้อสถานที่ สารเคมี และอุปกรณ์เครื่องมือต่าง ๆ ที่ใช้ในการทดลองวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- [1] ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, (2556), คู่มือแนวทางการจัดการสีน้ำทิ้งของ โรงงานฟอกย้อมสิ่งทอ, [ออนไลน์]. จาก: <http://www.diw.go.th>.

- [2] พิเชษฐ์ หนูหมื่น, (2557), การดูดซับสีในน้ำเสียจากกระบวนการทำผ้าบาติกด้วยอิฐมอญอบ, [ออนไลน์]. จาก: <http://www.psu.ac.th>.
- [3] วีระ รัตนศิริโสภณม, “การใช้ถ่านกัมมันต์ชนิดเกร็ดเคลือบด้วยไคโตซานในการกำจัดสีแกลีนในน้ำธรรมชาติ,” วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี, 2546.
- [4] L.S. Danald, *Environmenttal Soil Chemistry*, USA: Academic press, 1995.
- [5] S. Srivastava, R. Sinha and D. Roy, “Toxicological effects of malachite green,” *Aquatic Toxicol*, vol. 66, no. 3, 2004.