

ประสิทธิภาพในการดูดซับสีย้อมจากน้ำเสียสังเคราะห์ด้วยถ่านกัมมันต์จากเปลือกปู PERFORMANCE OF SYNTHETIC DYEING WASTEWATER ADSORPTION USING CRAB SHELL ACTIVATED CARBON

นิรมล วิริยวุฒิวงศ์¹ หิรัญญา ลาสีสำราญ² ศุภกฤต อาตจันทร์³ จิรพัฒน์ กิจสุวรรณ⁴

Niramon Viriyavuttivong¹ Hiranya lasisamran² Supakit Artkhan³ Jiraprat Kitsuwana⁴

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษากระบวนการดูดซับสีย้อมน้ำเสียสังเคราะห์ด้วยถ่านกัมมันต์ที่ทำจากเปลือกปูเป็นวัสดุดูดซับ โดยอบที่อุณหภูมิ 450 องศาเซลเซียส ทำการศึกษาที่วัสดุดูดซับ 5,10,15 กรัม จากสีย้อมน้ำเสียสังเคราะห์เตรียมโดยใช้สีเมทิลีนบลูความเข้มข้น 0.5 กรัมต่อลิตร เวลาในการดูดซับ 10,20,30,40 และ 50 นาที และความเร็วรอบการกวนที่ 200 รอบต่อวินาที ในถังปฏิกรณ์ขนาด 1000 ml ผลวิจัยพบว่าปริมาณถ่านกัมมันต์ที่เหมาะสมในการดูดซับเท่ากับ 15 กรัม เวลาในการดูดซับที่เหมาะสมเท่ากับ 30 นาที โดยกลไกการดูดซับเป็นแบบชั้นเดียวโดยพิจารณาบนโมเดลของ Freundlich isotherm มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจเท่ากับ 1 และค่าการดูดซับน้ำเสียสังเคราะห์ ร้อยละ 88

คำสำคัญ : เปลือกปู ถ่านกัมมันต์ สีย้อมสังเคราะห์ การดูดซับ

Abstract

This research aims to studying Performance Adsorption of synthetic dye wastewater of Activated carbon using crab shell at temperature 450 °C at 5,10,15 g of activated carbon. Synthesis wastewater preparing by Methylene Blue concentration 0.5g/L, retention time 10,20,30,40 and 50 minute, and Agitation speed 200 RPM in volume of Reactor 1000 ml, Results showed that amount of activated carbon optimal for adsorption was 15g, 30 minute, and the percentage removal optimum of Methylene Blue was 88

Keywords: Crab shell, Activated carbon, synthetic dye, Adsorption

¹⁻⁴ แผนกปิโตรเคมี วิทยาลัยเทคนิคระยอง

¹⁻⁴ Department of Petrochemical Technicrayong

*Corresponding Author, E-mail : 64301240035@technicrayong.ac.th

1. บทนำ

สีย้อมผ้าจากอุตสาหกรรมย้อมสีมีการเติบโตอย่างรวดเร็วส่งผลต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของมนุษย์ปัจจุบัน เช่น อุตสาหกรรมสิ่งทอ อุตสาหกรรมย้อมผ้า และอุตสาหกรรมยานยนต์ ในกระบวนการย้อมมีการใช้โลหะหนักได้แก่ แคดเมียม โครเมียม ทองแดง ตะกั่วปรอท และนิกเกิล ซึ่งเป็นสารที่ก่อให้เกิดโรคเยื่อหุ้มสมองอักเสบ และโลหิตจาง ดังนั้นในการผลิตจำเป็นต้องกำจัดโลหะหนักซึ่งมีหลายวิธี เช่น การแลกเปลี่ยนไอออนการระเหย การแยกโดยวิธีเวิร์สออสโมซิสและการออกซิเดชัน-รีดักชัน ซึ่งวิธีดังกล่าว มีมูลค่าสูงดังนั้นการดูดซับโดยใช้วิธีการดูดซับจากถ่านกัมมันต์ที่เป็นวิธีที่มีต้นทุนต่ำจึงเป็นทางเลือกหนึ่งในการบำบัดน้ำเสียสีย้อม

เปลือกปูเป็นวัสดุเหลือใช้ในห้องถิ่นหาง่ายราคาถูก ซึ่งมีศักยภาพในการดูดซับเนื่องจากลักษณะของเปลือกปูมีรูพรุนค่อนข้างสูง จึงเหมาะกับการนำมาผลิตเป็นถ่านกัมมันต์เพื่อใช้ในการดูดซับ โดยปกติวิธีการผลิตตัวดูดซับจะใช้วิธีการตากแห้ง การเผา การบด การร่อนตะแกรง การใช้กรด ดังนั้นโครงงานนี้เลือกใช้วิธีการเผาที่อุณหภูมิสูงเพื่อให้ได้ถ่านกัมมันต์ที่มีรูพรุนกว้างและจำนวนรูพรุนจำนวนมากให้มีประสิทธิภาพการดูดซับได้ดี

งานวิจัยที่ผ่านมาของอริติ ฤทธิชัย [1] ได้ทำการทดลองการดูดซับสีจากถ่านกัมมันต์จากเปลือกปูพบว่า การคาร์บอนเซชันถ่านด้วยการเผาเปลือกปูที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 นาที ปริมาณถ่านที่เหมาะสมในการดูดซับเท่ากับ 32 กรัมต่อลิตร และเมื่อนำถ่านกัมมันต์ที่ได้ไปประยุกต์ใช้สำหรับการกำจัดสีย้อมในน้ำทิ้งจากโรงงานฟอกย้อม พบว่า สีย้อมในน้ำทิ้งตัวอย่างมีความเข้มข้นลดลงร้อยละ 63.5-75.6 ในการบำบัดเพียงครั้งแรกสุพัตรา รักษาพรต [2] ได้ทำการทดลองการกำจัดสีย้อมผ้าด้วยถ่านกัมมันต์จากเมล็ดสละ พันธุ์สุมาลีที่กระตุ้นด้วยสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์โดยสภาวะเผาที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 ชั่วโมง พบว่า ถ่านกัมมันต์ที่มีรูพรุนขนาดเล็กมีปริมาณการดูดซับไอโอดีนเท่ากับ 532.32-59.08 มิลลิกรัมต่อกรัม วิจัยรอง แสงอรุณเลิศ [3] ได้ทดลองการดูดซับสีย้อมผ้าด้วยถ่านกัมมันต์ที่ผลิตจากเปลือกไข่และเปลือกหอยแครงเผาที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 นาที เวลาในการดูดซับ 60 นาที ร้อยละในการกำจัดสีย้อมได้ดีที่สุดคือ 64.79 มิลลิกรัมต่อกรัม สมใจ ขจรชีพพันธุ์งาม [4] ทดลองการศึกษาการผลิตถ่านกัมมันต์จากกลบเผาที่อุณหภูมิอยู่ในช่วง 400-700 องศาเซลเซียส เวลาในการเผาอยู่ในช่วง 1-2 ชั่วโมง ปริมาณในการดูดซับของเหลวโพลีอินและไอละเหยของโพลีอินได้ร้อยละ 11.92 และ 7.94 ตามลำดับ กนกวรรณ ศรีม่วง [5] ทำการทดลองประสิทธิภาพการดูดซับจากน้ำเสียสีย้อมไหม โดยใช้ถ่านกัมมันต์เคลือบเพอร์ริคโลไรด์อบให้แห้งที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 14 ชั่วโมง ประสิทธิภาพในการดูดซับ ร้อยละ 97.53 และ 93.23

จากงานวิจัยข้างต้นผู้วิจัยจึงเลือกใช้เปลือกปูเพื่อผลิตเป็นถ่านกัมมันต์ โดยทำวิจัยบนฐานร้อยละการดูดซับน้ำเสียสังเคราะห์ และกลไกการดูดซับน้ำเสียสังเคราะห์

2. แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวข้อง

ถ่านกัมมันต์ คือ ถ่านที่มีรูพรุนสำหรับดูดซับจำนวนมาก ประกอบไปด้วยอะตอมคาร์บอนที่ยึดเกาะกันเป็นโครงสร้างซับซ้อนรูพรุนจำนวนมากในถ่านกัมมันต์เกิดขึ้นจากการเรียงตัวกันของแผ่นโครงสร้างอะตอมคาร์บอน เรียงตัวระเกะระกะไม่เป็นระเบียบ แผ่นโครงสร้างเหล่านี้มีการยึดติดกันด้วยพันธะเคมี แต่เป็นไปแบบประปราย บางส่วนมีการยึดเกาะกัน บางส่วนก็ไม่ได้ยึดติดกัน จึงเกิดเป็นช่องว่างที่ห่างกันของแผ่นโครงสร้างเหล่านี้ เป็นช่องว่างเล็กบ้างใหญ่บ้าง ซอกเล็กซอกน้อยจำนวนมากมาย จึงกลายเป็นโครงสร้างของรูพรุนจำนวนมากมาย

เปลือกปุมิคุณสมบัติในการดูดซับเพราะในเปลือกมีรูพรุนจำนวนมาก ในเปลือกปุมิสารโคโตซานอยู่มากซึ่งสารโคโตซานมีความสามารถในการดักจับอนุภาคของเสียให้อยู่บนพื้นผิวของตัวดูดซับ อีกทั้งความพรุนของเปลือกปุมิยังช่วยในการดักจับอนุภาคของเสียให้อยู่ในรูพรุนได้ จึงมีความเหมาะสมต่อการใช้เป็นวัสดุดูดซับ

กลไกการดูดซับมี 2 แบบคือ 1) กลไกการดูดซับแบบ Langmuir isotherm ซึ่งมีสมมติฐานการดูดซับคือทุก ๆ ตำแหน่งดูดซับ (adsorption site) มีลักษณะเหมือน ๆ กัน (homogeneous) การดูดซับจะเกิดบนพื้นผิวที่มีพื้นที่ในการดูดซับที่แน่นอน และพื้นที่นั้น ๆ สามารถดูดซับโมเลกุลได้เพียงชั้นเดียว และโมเลกุลตัวถูกดูดซับจะไม่มีอันตรกิริยาซึ่งกันและกัน 2) กลไกการดูดซับ แบบ Freundlich isotherm เป็นการดูดซับแบบสองชั้น

3. วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมถ่านกัมมันต์

นำเปลือกปูที่ผ่านการแกะเนื้อออกแล้ว มาล้างด้วยน้ำสะอาดหลาย ๆ ครั้ง เพื่อกำจัดสิ่งสกปรกออกให้หมด แล้วตากแดดให้แห้งสนิท แล้วนำมาบดให้เป็นผงละเอียด จากนั้นนำไปเผาที่อุณหภูมิ 450 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1.30 ชั่วโมง

2. การศึกษาระยะเวลาและปริมาณตัวดูดซับที่เหมาะสมในการดูดซับน้ำเสียสีย้อมสังเคราะห์

นำเปลือกปู 5, 10 และ 15 กรัม และน้ำเสียสีย้อมสังเคราะห์ที่มีความเข้มข้นเมทิลีนบลู 0.50 กรัมต่อลิตรโดยวัดค่าการดูดซับน้ำเสียทุก ๆ 10 นาที จนถึงเวลา 50 นาที และนำมาพล็อตกราฟหาเวลาที่เหมาะสมและน้ำหนักของเปลือกปูที่ใช้ในการดูดซับน้ำเสียสีย้อมสังเคราะห์

3. การศึกษาร้อยละการดูดซับน้ำเสียสีย้อมสังเคราะห์

นำเปลือกปู 5, 10 และ 15 กรัม และน้ำเสียสีย้อมสังเคราะห์ที่มีความเข้มข้นเมทิลีนบลู 0.5 กรัมต่อลิตร โดยวัดค่าการดูดซับน้ำเสียทุก ๆ 10 นาที จนถึงเวลา 50 นาที โดยการศึกษาร้อยละการดูดซับน้ำเสียสีย้อมใช้สมการดังนี้

$$\% \text{Adsorption} = \log \left(\frac{C_0 - C_e}{C_0} \right) \times 100$$

โดยที่ C_0 คือ ความเข้มข้นเริ่มต้นของเมทิลีนบลู (มิลลิกรัมต่อลิตร)

C_e คือ ความเข้มข้นของของเมทิลีนบลู ณ สภาวะสมดุล (มิลลิกรัมต่อลิตร)

4. การศึกษาการดูดซับของน้ำเสียที่ปริมาณตัวดูดซับที่เหมาะสมโดยใช้สมการโมเดลของ Freundlich isotherm

นำเปลือกปู 5, 10 และ 15 กรัม และน้ำเสียสีย้อมสังเคราะห์ที่มีความเข้มข้นเมทิลีนบลู 0.5 กรัมต่อลิตร โดยวัดค่าการดูดซับน้ำเสียทุก ๆ 10 นาที จนถึงเวลา 50 นาที และนำค่าการดูดซับน้ำเสียที่เวลาต่าง ๆ นำมาพล็อตกราฟผ่านสมการโมเดลของ Freundlich isotherm โดยพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจเข้าใกล้ 1 ซึ่งสมการมีดังต่อไปนี้

$$\log q_e = \log K + \frac{1}{n} \log C_e$$

เมื่อ C คือ ความเข้มข้นของตัวถูกดูดซับที่สมดุล (mg/L)

q คือ ปริมาณสารที่ถูกดูดซับ (mg) ต่อปริมาณของตัวดูดซับ (g) ที่ภาวะสมดุล

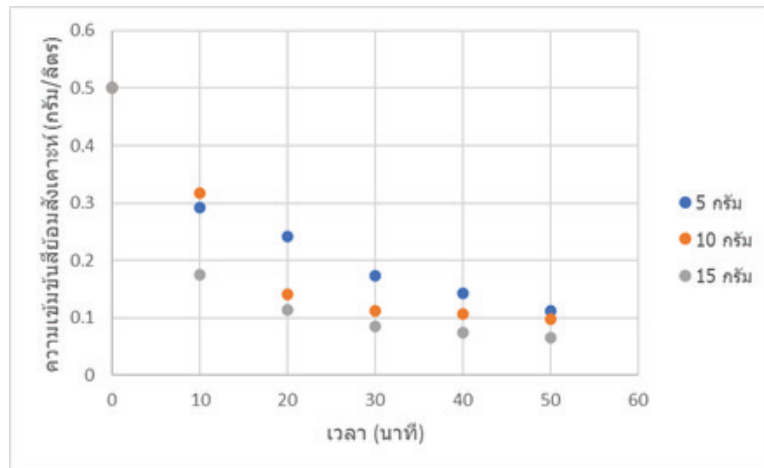
K คือ ค่าคงที่แสดงความสามารถในการดูดซับแบบหลายชั้น (mg/g)

n คือ ค่าคงที่สัมพันธ์กับพลังงานของการดูดซับ ซึ่งสัมพันธ์กับความเข้มข้นของสารละลาย

4. ผลการวิจัย

1. การศึกษาระยะเวลาและปริมาณตัวดูดซับที่เหมาะสมในการดูดซับน้ำเสียสีย้อมสังเคราะห์

จากรูปที่ 1 พบว่า เมื่อนำเปลือกปูที่ 5, 10 และ 15 กรัม ในน้ำเสียสีย้อมสังเคราะห์ที่มีความเข้มข้นเท่ากับ 0.5 กรัมต่อลิตร มีเวลาที่เหมาะสมในการดูดซับเท่ากับ 30 นาที เนื่องจากเป็นเวลาที่เข้าสู่สมดุลต่อการดูดซับ



รูปที่ 1 แสดงความสามารถในการดูดซับที่เวลาต่าง ๆ

2. การศึกษาร้อยละการดูดซับน้ำเสียสีย้อมสังเคราะห์

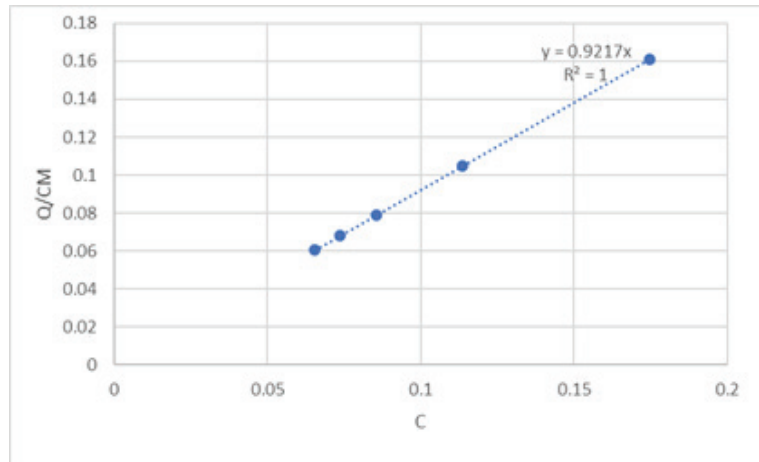
จากตารางที่ 1 พบว่า ปริมาณตัวดูดซับเท่ากับ 15 กรัมให้ค่าร้อยละการดูดซับน้ำเสียสีย้อมสังเคราะห์ 88 สอดคล้องกับงานวิจัยของอรดี ฤทธิชัย [1] กล่าวคือการใช้ตัวดูดซับที่มากขึ้นส่งผลต่อค่าร้อยละการดูดซับน้ำเสียสีย้อมสังเคราะห์ที่สูงขึ้น และเมื่อนำผลค่าการดูดซับ พบว่า มีค่าการดูดซับที่สูงกว่างานวิจัยของอรดี และคณะทั้งนี้เนื่องจากผลของเวลาในการเผาทำให้รูพรุนในการดูดซับมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวรารณ ปานต่อเหล่า [6]

ตารางที่ 1 ความสามารถในการดูดซับที่ปริมาณตัวดูดซับ 5, 10, 15 กรัม

ปริมาณตัวดูดซับ	ค่าร้อยละการดูดซับน้ำเสียสีย้อมสังเคราะห์
5 กรัม	80
10 กรัม	82
15 กรัม	88

3. การศึกษากลไกการดูดซับที่ปริมาณตัวดูดซับ 15 กรัม บนสมการดูดซับของ Freundlich Isotherm

จากรูปที่ 2 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจมีค่าเท่ากับ 1 กล่าวคือ การดูดซับมีพฤติกรรมแบบวิวิธพันธุ์เนื่องจากการละลายของเมทิลีนบลูไม่ละลายหมดจึงทำให้มีการดูดซับแบบหลายชั้นผิว ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ พรชวรรณ อังศิริสวัสดิ์ [7]



รูปที่ 2 กราฟแสดงกลไกการดูดซับแบบ Freundlich Isotherm

5. การอภิปรายผลการวิจัย

1. การศึกษาประสิทธิภาพปริมาณตัวดูดซับน้ำเสียสีย้อมสังเคราะห์

ปริมาณตัวดูดซับที่เหมาะสมที่สุดบนฐานของค่าการดูดซับ พบว่าที่ปริมาณตัวดูดซับ 15 กรัม ให้ค่าร้อยละการดูดซับสูงที่สุด ทุกตัวดูดซับให้เวลาที่เหมาะสมในการดูดซับเท่ากับ 30 นาที เนื่องจากเป็นเวลาที่เกิดภาวะสมดุลในการดูดซับน้ำเสียสีย้อมสังเคราะห์

2. การศึกษาร้อยละการดูดซับน้ำเสียสีย้อมสังเคราะห์

ที่ปริมาณตัวดูดซับ 15 กรัม มีความสามารถในการดูดซับมากที่สุดเนื่องจากปริมาณตัวดูดซับที่มากขึ้นทำให้มีพื้นที่ผิวและปริมาณรูพรุนมาก จึงส่งผลให้ประสิทธิภาพในการดูดซับสูงขึ้นสอดคล้องตามรูปที่ 1

3. ศึกษากลไกการดูดซับของ Freundlich Isotherm

การดูดซับแบบกลไกของ Freundlich Isotherm เป็นแบบวิวิธพันธุ์กล่าวคือเป็นการดูดซับแบบหลายชั้นโดยพิจารณาตามค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจเท่ากับ 1 ทั้งนี้เนื่องจากความเข้มข้นที่สูงของเมทิลีนบลูทำให้ความสามารถในการละลายไม่สมบูรณ์จึงเกิดการดูดซับแบบหลายชั้นสอดคล้องตามรูปที่ 2

6. ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. การหาความเร็วที่เหมาะสมในการกวนผสมเพิ่มเติม เพื่อศึกษาความเร็วที่เหมาะสมในการดูดซับน้ำเสียสีย้อมสังเคราะห์
2. การศึกษาระยะเวลาในการเผาของตัวดูดซับที่เพิ่มเติมเพื่อศึกษาหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการทำวัสดุดูดซับ

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] อรดี ฤทธิชัย (2557). การกำจัดสีย้อมในน้ำทิ้งอุตสาหกรรมสีทอด้วยถ่านกัมมันต์จากเปลือกปู. วารสาร วิทยาศาสตร์บูรพา, 19(1), 131-140.
- [2] สุพัตรา รักษาพรต (2563). การกำจัดสีย้อมผ้าด้วยถ่านกัมมันต์จากเมล็ดสละพันธุ์สุมาลีที่กระตุ้นด้วยสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์. วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร, 14(2), 18-30.
- [3] วิรัชรอง แสงอรุณเลิศ (2557-2558). การดูดซับสีย้อมผ้าด้วยถ่านกัมมันต์ที่ผลิตจากเปลือกไข่และเปลือกหอยแครง. วารสารวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์, 7(7), 97-110.
- [4] สมใจ ขจรชีพพันธุ์งาม (2545). การศึกษาผลิตถ่านกัมมันต์จากแกลบ. วิศวกรรมสาร มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 29(2), 87-100.
- [5] กนกวรรณ ศรีม่วง (2560). ประสิทธิภาพการดูดซับสีจากน้ำเสียย้อมไหมโดยใช้ถ่านกัมมันต์เคลือบเพอร์ริก คลอไรด์. วารสารมหาวิทยาลัยขอนแก่น, 17(3), 53-63.
- [6] วราภรณ์ ปานต่อเหล่า (2562). ผลของอุณหภูมิการเผาต่อสมบัติการดูดซับของไบโชาร์แนฟ. Naresuan University Engineering Journal, 12(2), 35-40.
- [7] พรชวรรณ อังศิริสวัสดิ์ (2561). การดูดซับสีย้อมเมทิลีนบลูโดยใช้เปลือกหน่อไม้แห้ง. the national and international graduate research conference 2016 khon kaen university, 21(8), 343-350.