ลลิตา กมลกลาง : การสังเคราะห์ไบโอชาร์จากเหง้ามันสำปะหลังสำหรับการดูดซับสารเมโธมิล (SYNTHESIS OF CASSAVA RHIZOME BIOCHAR FOR METHOMYL ADSORPTION) อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิชน วัชเรนทร์วงศ์, 96 หน้า.

คำสำคัญ : ไบโอชาร์, เมโธมิล, เหง้ามันสำปะหลัง, กรดฟอสฟอริก, โซเดียมเมตาซิลิเกต

ไบโอชาร์เป็นผลิตภัณฑ์ที่อุดมไปด้วยคาร์บอนซึ่งได้จากกระบวนการแปรรูปชีวมวลผ่านกระบวนการไพโรไลซิส (Pyrolysis) หรือการให้ความร้อนในสภาวะไร้ออกซิเจน ซึ่งสอดคล้องกับสถานการณ์ปัจจุบันของประเทศไทยที่เผชิญกับปัญหาขยะจากเศษวัสดุทางการเกษตร ซึ่งเหง้ามันสำปะหลังเป็นของเหลือทิ้งที่ยังไม่ได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์อย่างมีประสิทธิภาพ การนำเศษวัสดุเหล่านี้มาใช้ผลิตเป็นไบโอชาร์จึงเป็นแนวทางที่ช่วยลดปัญหาสิ่งแวดล้อมจากของเสียทางการเกษตร และยังได้วัสดุที่สามารถประยุกต์ใช้ในด้านการเกษตรและสิ่งแวดล้อม เช่น เป็นวัสดุปรับปรุงดินเพื่อเพิ่มคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน รวมถึงเป็นวัสดุสำหรับการดูดซับมลพิษในแหล่งน้ำ ซึ่งเป็นแนวทางที่มีศักยภาพในการจัดการทรัพยากรอย่างยั่งยืน ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้คือการศึกษาปัจจัยในการสังเคราะห์ไบโอชาร์จากเหง้ามันสำปะหลัง และเพื่อศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการดูดซับสารเมโธมิลด้วยไบโอชาร์ ในการสังเคราะห์ไบโอชาร์มีปัจจัยที่ทำการศึกษาดังนี้ ระยะเวลาในการไพโรไลซิส (0.5 ถึง 2.5 ชั่วโมง) อุณหภูมิที่ใช้ในการไพโรไลซิส (300 ถึง 500 องศาเซลเซียส) ภายใต้สภาวะแก๊สไนโตรเจน และทำการเลือกไบโอชาร์ที่ได้จากการสังเคราะห์โดยนำไปวิเคราะห์คุณสมบัติด้วยเทคนิคต่าง ๆ ได้แก่ การวิเคราะห์องค์ประกอบคาร์บอน ไฮโดรเจน ไนโตรเจน และออกซิเจน (CHNS) และการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคฟูเรียร์ทรานส์ฟอร์มอินฟราเรดสเปกโทรสโกปี (FTIR) ผลการศึกษาพบว่า ไบโอชาร์ที่สังเคราะห์ที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส เวลา 2.5 ชั่วโมง มีปริมาณคาร์บอน 78.149 เปอร์เซ็นต์ และอัตราส่วนไฮโดรเจนต่อคาร์บอน (H/C) อยู่ที่ 0.0261 ซึ่งใกล้เคียงกับงานวิจัยอื่นที่ระบุ ว่าไบโอชาร์ที่มีคุณภาพสูงจะมีปริมาณคาร์บอนเสถียรอัตราส่วนไฮโดรเจนต่อคาร์บอนต่ำ และปริมาณคาร์บอนที่สูงจะส่งผลให้ไบโอชาร์มีความเสถียรมากขึ้นตามลำดับ จากนั้นไบโอชาร์ที่สังเคราะห์ได้จากเหง้ามันสำปะหลังที่คัดเลือกจะถูกนำไปดัดแปลงด้วยโซเดียมซิลิเกต และกรดฟอสฟอริก จากนั้นนำไบโอชาร์ที่สังเคราะห์ได้สามชนิด คือ ไบโอชาร์จากเหง้ามันสำปะหลัง (BCA) ไบโอชาร์จากเหง้ามันสำปะหลังที่ดัดแปลงด้วยโซเดียมซิลิเกต (BNS) และไบโอชาร์จากเหง้ามันสำปะหลังที่ดัดแปลงด้วยกรดฟอสฟอริก (BHP) นำไปศึกษาการดูดซับเมโธมิล และผลการศึกษาการดูดซับเมโธมิลด้วยไบโอชาร์ พบว่าไบโอชาร์ทุกตัวอย่างเข้าสู่สมดุลที่เวลาประมาณ 1440 นาที และความเร็วรอบของการเขย่ามีผลต่อประสิทธิภาพการดูดซับของไบโอชาร์ โดยเฉพาะไบโอชาร์ที่ผ่านการดัดแปลง ซึ่งมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนเมื่อความเร็วรอบเท่ากับ 200 รอบต่อนาที เนื่องจากความเร็วรอบช่วยเพิ่มการกระจายตัวของสารละลายและการเข้าถึงพื้นผิวของไบโอชาร์ สำหรับค่าความเป็นกรดด่างจะเลือกใช้ในช่วง 5.5 ถึง 7 นอกจากนี้ยังมีการตรวจสอบ

หมู่ฟังก์ชันของไบโอชาร์ที่ดัดแปลงด้วยโซเดียมซิลิเกต และกรดฟอสฟอริก พบว่ามีกลุ่มฟังก์ชันไฮดรอกซิล (O-H) หมู่ซิลิก้า (Si–O–Si) หมู่ฟอสเฟต (P=O, P=OOH) และหมู่ฟังก์ชันอะโรมาติก (C=C) ซึ่งจัดเป็นหมู่ฟังก์ชันที่มีความสามารถในการดูดซับสารละลายเมโธมิล ด้วยพันธะไฮโดรเจนและปฏิกิริยาทางอะโรมาติก สำหรับการดัดแปลงไบโอชาร์ด้วยโซเดียมซิลิเกตและกรดฟอสฟอริกช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดซับสารเมโธมิลได้อย่างชัดเจน โดยผลการวิเคราะห์ไอโซเทิร์มพบว่าแบบจำลองแลงเมียร์ ให้ค่า R^2 ในทุกตัวอย่าง โดย BNS มีค่าความสามารถในการการดูดซับสูงสุด (q_{max} = 3.12 มิลลิกรัมต่อกรัม , R^2 = 0.9813) และค่า K_L เท่ากับ 0.192 ลิตรต่อมิลลิกรัม สะท้อนถึงแรงยึดเหนี่ยวระหว่างผิวของตัวดูดซับกับเมโธมิล สำหรับด้านจลนพลศาสตร์การดูดซับ มีค่าความสัมพันธ์ R^2 ของ BCA BNS และ BHP เท่ากับ 0.9995 0.9743 0.9995 ตามลำดับ แสดงว่าทั้งสามตัวอย่างมีความสอดคล้องกับแบบจำลองจลนพลศาสตร์อันดับสองเทียม ดังนั้นไบโอชาร์ที่สังเคราะห์จากเหง้ามันสำปะหลังสามารถพัฒนาให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นในการดูดซับสารเมโธมิลได้อย่างชัดเจนผ่านการดัดแปลงด้วยสารเคมี ทั้งในแง่ของโครงสร้างรูพรุน หมู่ฟังก์ชันทางเคมี และคุณสมบัติทางไฟฟ้าสถิตบนพื้นผิว ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้เป็นวัสดุดูดซับสำหรับบำบัดมลพิษทางน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สาขาวิชา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
ปีการศึกษา 2567

ลายมือชื่อนักศึกษา.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา (ร่วม).....

LALITA KAMOLKLANG: SYNTHESIS OF CASSAVA RHIZOME BIOCHAR FOR METHOMYL ADSORPTION.
THESIS ADVISOR: ASST. PROF. APICHON WATCHARENWONG, Ph.D., 96 PP.

Keyword : Biochar, Methomyl, Cassava Rhizome, Phosphoric Acid, Sodium Metasilicate

Biochar is a carbon-rich product derived from the thermal decomposition of biomass through a process known as pyrolysis, which occurs in the absence of oxygen. This approach aligns with the current situation in Thailand, where agricultural waste such as cassava rhizomes is abundant yet underutilized. Converting these residues into biochar offers a promising strategy to mitigate environmental problems related to agricultural waste while producing a valuable material that can be applied in both agricultural and environmental contexts. For example, biochar can be used as a soil amendment to enhance the physical and chemical properties of soil, as well as a sorbent for pollutant removal in water treatment, thereby contributing to sustainable resource management. The objective of this study is to investigate the synthesis parameters of biochar derived from cassava rhizomes and to evaluate its effectiveness in adsorbing methomyl pesticide. The biochar synthesis process was conducted under nitrogen atmosphere, with pyrolysis durations ranging from 0.5 to 2.5 hours and temperatures between 300 and 500°C. The resulting biochars were characterized using various techniques, including CHNS elemental analysis and Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR). Results showed that the biochar produced at 500°C for 2.5 hours exhibited a carbon content of 78.149% and a hydrogen-to-carbon ratio (H/C) of 0.0261. These values are comparable to those reported in other studies, which indicate that high-quality biochar typically has high carbon stability, a low H/C ratio, and high carbon content—features that enhance its long-term stability. The selected biochar was further modified using sodium silicate and phosphoric acid to enhance its adsorption properties. Three types of biochar were studied: unmodified biochar from cassava rhizomes (BCA), biochar modified with sodium silicate (BNS), and biochar modified with phosphoric acid (BHP). All samples were tested for methomyl adsorption. The adsorption equilibrium was reached at approximately 1440 minutes for all biochars. Shaking speed was found to significantly influence adsorption performance, particularly for the modified biochars, with optimal performance observed at 200 rpm. This improvement is attributed to enhanced dispersion and contact between the adsorbent surface and methomyl solution. The optimal pH range for adsorption was found to be 5.5 to 7. FTIR analysis of the

modified biochars revealed the presence of functional groups such as hydroxyl (O–H), siloxane (Si–O–Si), phosphate (P=O, P–OOH), and aromatic (C=C) groups. These functional groups facilitate methomyl adsorption through hydrogen bonding and aromatic interactions. The chemical modifications using sodium silicate and phosphoric acid significantly improved the adsorption capacity. According to isotherm analysis, all samples followed the Langmuir model, with BNS exhibiting the highest adsorption capacity (qmax = 3.12 mg/g, R^2 = 0.9813) and a Langmuir constant (KL) of 0.192 L/mg, indicating a strong affinity between the biochar surface and methomyl molecules. In terms of adsorption kinetics, the pseudo-second-order model provided the best fit for all samples, with R^2 values of 0.9995 for BCA, 0.9743 for BNS, and 0.9995 for BHP. These findings confirm that cassava rhizome-derived biochar can be significantly enhanced through chemical modification to effectively adsorb methomyl, owing to improvements in pore structure, surface chemistry, and electrostatic surface properties. Therefore, such biochar materials have great potential for use as efficient adsorbents in water pollution treatment.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

School of Environmental Engineering
Academic Year 2024

Student's Signature .....
Advisor's Signature .....
Co-Advisor's Signature .....