ศักรินทร์ พงษ์ศักดิ์ : การใช้ประโยชน์จากถ่านกัมมันต์ที่ผลิตจากกะลาแมคคาเดเมียเพื่อนำไปเป็นวัสดุดูดซับสำหรับกำจัดฟีนอล (UTILIZATION OF ACTIVATED CARBON FROM MACADAMIA NUT SHELL WASTE AS ADSORBENT FOR PHENOL REMOVAL) อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จรียา ยิ้มรัตนบวร, 221 หน้า.

สารประกอบฟีนอลถูกพบปนเปื้อนในน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมหลายประเภท ได้แก่ อุตสาหกรรมสกัดน้ำมันปาล์ม อุตสาหกรรมถ่านหิน และอุตสาหกรรมปิโตรเคมี ซึ่งหากไม่กำจัดสารประกอบฟีนอลออกจากน้ำทิ้งจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพและเป็นอันตรายต่อมนุษย์ สัตว์ สิ่งมีชีวิตในน้ำ และทำลายระบบนิเวศ สารประกอบฟีนอลกำจัดได้ยากด้วยกระบวนการย่อยสลายทางชีวภาพ เนื่องจากมีความเป็นพิษต่อจุลินทรีย์ ดังนั้น จึงมีการนำเทคโนโลยีต่าง ๆ เพื่อใช้ในการกำจัดฟีนอล ได้แก่ ปฏิกิริยาการออกซิเดชั่นด้วยสารเคมี กระบวนการตกตะกอนด้วยไฟฟ้า รวมทั้งกระบวนการดูดซับ ซึ่งพบว่ากระบวนการดูดซับมีความสามารถในการดูดซับฟีนอลได้สูง และตัวดูดซับมีราคาต่ำ มีงานวิจัยพบว่ากะลาแมคคาเดเมียซึ่งเป็นของเสียทางการเกษตร มีความเป็นไปได้ในการนำมาใช้เป็นวัตถุดิบเพื่อผลิตเป็นถ่านกัมมันต์ เนื่องจากลักษณะองค์ประกอบที่มีคาร์บอนที่สูง และมีความเป็นเถ้าต่ำจึงมีความเหมาะสมในการนำมาผลิตเป็นถ่านกัมมันต์ ดังนั้น งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการประเมินความเป็นไปได้ในการนำถ่านกะลาแมคคาเดเมียมาผลิตเป็นวัสดุดูดซับที่มีราคาถูกนำมากระตุ้นด้วยกระบวนการทางกายภาพและทางเคมี และนำถ่านกัมมันต์กะลาแมคคาเดเมียมาศึกษาค่าความสามารถในการดูดซับฟีนอล ผลการศึกษาพบว่า ตัวดูดซับกะลาแมคคาเดเมียที่ผลิตด้วยกระบวนการกระตุ้นทางกายภาพด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่อุณหภูมิกระตุ้น 950 องศาเซลเซียส ที่อัตราการไหลก๊าซ CO_2 100 และ 200 มิลลิลิตรต่อนาที ที่ระยะเวลากระตุ้น 60 120 180 และ 240 นาที มีพื้นที่ผิวจำเพาะอยู่ในช่วง 448.92 – 1,363.75 ตารางเมตรต่อกรัม ดีกว่าตัวดูดซับกะลาแมคคาเดเมียที่ผลิตจากกระบวนการกระตุ้นทางเคมีด้วยซิงค์คลอไรด์ ที่ความเข้มข้น $ZnCl_2$ ร้อยละ 20 30 และ 40 ที่ระยะเวลากระตุ้น 60 และ 120 นาที ที่อุณหภูมิ 700 องศาเซลเซียส มีพื้นที่ผิวจำเพาะอยู่ในช่วง 455.86 – 567.07 ตารางเมตรต่อกรัม ผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการดูดซับฟีนอลของถ่านกัมมันต์กะลาแมคคาเดเมียด้วยระบบแบบแบตช์ พบว่า ปัจจัยที่เหมาะสมต่อการดูดซับฟีนอล ได้แก่ ความเข้มข้นเริ่มต้นของฟีนอลเท่ากับ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ระยะเวลาในการสัมผัส 600 นาที ความเร็วรอบในการกวน 200 รอบต่อนาที ค่าพีเอชเท่ากับ 6 และอุณหภูมิเท่ากับ 25 – 30 องศาเซลเซียส การดูดซับฟีนอลของถ่านกัมมันต์กะลาแมคคาเดเมียมีความสอดคล้องกับจลนศาสตร์อันดับที่สองเทียม

และไอโซเทอร์มการดูดซับแบบ Langmuir โดยมีค่าความสามารถในการดูดซับฟีนอลสูงสุดอยู่ที่ 588.24 มิลลิกรัมต่อกรัม สำหรับการนำไปประยุกต์ใช้ในการทดลองแบบ Fixed bed column พบว่าสภาวะที่เหมาะสมต่อการดูดซับฟีนอล ได้แก่ ความเข้มข้นฟีนอลเริ่มต้นเท่ากับ 250 มิลลิกรัมต่อลิตร และอัตราการไหลของสารละลายฟีนอลเท่ากับ 4 มิลลิลิตรต่อนาที โดยใช้แบบจำลองของโทมัสสามารถทำนายค่าความสามารถในการดูดซับฟีนอล (q_{Th}) เท่ากับ 2,533.22 มิลลิกรัมต่อกรัม และจากผลการศึกษาการดูดซับฟีนอลจากน้ำเสียอุตสาหกรรมสกัดน้ำมันปาล์มดิบ พบว่ามีค่าความสามารถในการดูดซับฟีนอลเท่ากับ 292.99 มิลลิกรัมต่อกรัม สรุปผลการศึกษาได้ว่ากะลาแมคคาเดเมียมีความเป็นไปได้ในการผลิตเป็นตัวดูดซับที่มีราคาถูก และสามารถดูดซับฟีนอลออกจากน้ำเสียได้

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สาขาวิชา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ลายมือชื่อนักศึกษา ศักดิ์ชัยชาญ พงษ์ศักดิ์

ปีการศึกษา 2563 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

SAKKARIN PONGSAK : UTILIZATION OF ACTIVATED CARBON FROM MACADAMIA NUT SHELL WASTE AS ADSORBENT FOR PHENOL REMOVAL. THESIS ADVISOR : ASST. PROF.JAREEYA YIMRATTANABOVORN, Ph.D., 221 PP.

MACADAMIA NUT SHELL/PHENOL/ADSORPTION/PHYSICAL ACTIVATION WITH CARBON DIOXIDE

Phenolic compounds have been found contaminated in the effluents of various industries such as palm oil industry, coal industry and petrochemicals. Discharge of these compounds without treatment may lead to serious health risks to humans, animals, aquatic systems and destroy the ecosystem. It is difficult to be eliminated via biological degradation due to its toxicity to microorganisms. Therefore, different techniques were adopted to remove phenol from wastewater such as chemical oxidation and electrocoagulation, in addition to the adsorption process, which found adsorption is preferred methods for phenol removal due to its high uptake capacity and adsorbent have low cost. Macadamia nut shell, which are agricultural waste was reported to be potential as material for activated carbon production due to its properties high carbon composition and has low ash content, making it appropriate for use in the production of activated carbon. Therefore, the aim of this work was to evaluate the potential of macadamia nut shell as a low-cost adsorbent be stimulated by physical and chemical activation and macadamia nut shell activated carbon was used to study the phenol adsorption capacity. The results showed the macadamia nut shell adsorbent which prepared by physical activation with carbon dioxide (CO_2) at activation temperature of 950 °C at CO_2 flow rates of 100 and 200 mL/min at activation time 60 120 180 and

240 min has better properties with high surface area in range of 448.92 – 1,363.75 m^2/g than the ones which prepare by chemical activation with zinc chloride concentrations of 20, 30 and 40% activation time 60 and 120 min at 700 °C with surface area in range of 455.86 – 567.07 m^2/g. Batch experiments were conducted to study the effects of factors phenol adsorption on macadamia nut shell adsorbent the optimum conditions are initial concentration of phenol was 200 mg/L, contact time for 600 min, agitation speed 200 rpm, pH 6, and temperature was 25 – 30 °C. It was found the kinetic modelling study to follow the pseudo-second order and equilibrium data agreed well with Langmuir isotherm model adsorption with the highest phenol adsorption capacity was 588.24 mg/g. For application in the fixed bed column experiment, it was found that the optimum condition for phenol adsorption was the initial concentration of 250 mg/L. And the flow rate was 4 mL/min using Thomas model can calculate the phenol adsorption capacity (q_{Th}) was to be 2,533.22 mg/g and from the study of phenol adsorption from palm oil mill industrial wastewater, it was found that the phenol adsorption capacity was 292.99 mg/g. In conclusion, the macadamia nut shell waste was found to be very effective as low cost adsorbent for phenol removal from wastewater.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

School of Environmental Engineering Student's Signature Sakkarin Pongsak

Academic Year 2020 Advisor's Signature Jaruya Jantaka