จากผักตบชวาสู่การนำไปใช้ประโยชน์ทางด้านพลังงานโดยกระบวนการ

ไฮโดรเทอร์มัลคาร์บอไนเซชัน

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยชิ้นนี้เป็นการศึกษาการแปรรูปผักตบชวาเป็นวัสดุและสารเคมีที่มีคุณค่าผ่านกระบวนการไฮโดรเทอร์มัลคาร์บอไนเซชั่น ที่อุณหภูมิ 180 ^{o}C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ผลิตภัณฑ์ของแข็งที่ได้จากกระบวนการถูกนำไปเพิ่มคุณสมบัติแม่เหล็กและใช้เป็นวัสดุดูดซับซึ่งแสดงความสามารถในการดูดซับที่ดีทั้ง เมทิลลีนบลู (524.20 mg g^{-1}) เมทิลออเรนจ์ (425.15 mg g^{-1}) และเตตราไซคลีน (294.24 mg g^{-1}) ในส่วนผลิตภัณฑ์ส่วนของเหลวที่ได้จากกระบวนการ (CLP) ประกอบด้วยธาตุคาร์บอนเป็นธาตุหลัก (60.82% โดยน้ำหนัก) CLP จึงถูกอบแห้งและกระตุ้นด้วย KOH ที่อุณหภูมิ 800 ^{o}C วัสดุคาร์บอนที่สังเคราะห์ได้ (CLP+KOH-800) มีพื้นที่ผิวสูงถึง 2544.87 m^2 g^{-1} และมีขนาดพรุนแบบผสมครอบคลุมในช่วงรูพรุนขนาดกลางและขนาดเล็กซึ่งเหมาะสมกับการนำไปใช้เป็นขั้วไฟฟ้าของตัวเก็บประจุยิ่งยวด ส่งผลให้ตัวเก็บประจุยิ่งยวดที่เตรียมได้แสดงคุณสมบัติทางเคมีไฟฟ้าที่ดี โดยมีค่าประสิทธิภาพในการกักเก็บ (5 Wh kg^{-1}) และค่าความหนาแน่นของกำลังไฟฟ้า (30 kW kg-^{1}) เทียบเท่ากับตัวเก็บประจุยิ่งยวดในท้องตลาด อีกทั้งยังสามารถคงประสิทธิภาพได้ถึง 92% หลังจากใช้งานถึง 10000 รอบ ยิ่งไปกว่านั้น CLP ได้ถูกนำไปวิเคราะห์หาปริมาณ levulinic acid (LA) โดยใช้เทคนิค HPLC และพบว่า CLP ประกอบด้วย LA ถึง 3094.57mg L^{-1} คิดเป็น 18.83% โดยน้ำหนักเทียบกับน้ำหนักแห้งของ CLP นอกจากนั้นคณะผู้วิจัยยังศึกษาการสังเคราะห์ ethyl levulinate (EL) จาก LA ผ่านกระบวนการเอสเทอริฟิเคชั่นโดยมีเปอร์เซ็นต์ผลิตภัณฑ์เท่ากับ 54.93% ในงานวิจัยชิ้นนี้ ผลิคภัณฑ์ทั้งส่วนของแข็งและของเหลวที่ได้จากกระบวนการไฮโดรเทอร์มัลคาร์บอไนเซชั่นถูกนำแปรรูปให้เป็นวัสดุคาร์บอนและสารเคมีที่มีคุณค่า

คำสำคัญ: ผักตบชวา กระบวนการไฮโดรเทอร์มัลคาร์บอไนเซชั่น ตัวดูดซับ Levulinic acid กระบวนการเอสเทอริฟิเคชั่น ตัวเก็บประจุยิ่งยวด

From Water Hyacinth Parasite to Energy Using Hydrothermal Carbonisation

Abstract

Water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) was converted into functionated carbon materials and valuable chemicals through hydrothermal carbonisation at 180 °C for 24 h. The solid product from hydrothermal carbonisation was converted into magnetic carbon composites and used as adsorbents for toxic chemical removal. The prepared adsorbents demonstrated outstanding adsorption capacities in all studied adsorbates which are methylene blue (524.20 mg g^{-1}), methyl orange (425.15 mg g^{-1}), and tetracycline (294.24 mg g^{-1}). Since the liquid product from the process or crude liquid phase (CLP) contains high carbon content (60.82 wt%), it was used as a carbon precursor for preparing carbon materials through KOH activation at 800 °C. The obtained carbon materials (CLP+KOH-800) exhibited notably high surface area (2544.87 m^2 g^{-1}) with pore size in the range of micro- and mesopore which advantaged their electrochemical properties. Afterward, CLP+KOH-800 was fabricated into electrodes for supercapacitor and the supercapacitor demonstrated remarkable power density (30 kW kg^{-1}) and energy density (5 Wh kg^{-1}) with comparable to commercial supercapacitors. Besides the outstanding power density, the materials also showed excellent cyclability with almost 92% remaining specific capacitance even after 10000 cycles of charge-discharge. Furthermore, the crude liquid product was also analyzed using high-performance liquid chromatography to identify the levulinic acid (LA) content. It was found that the liquid product was comprised of 18.83 wt% of LA corresponded to the weight of dried CLP. Furthermore, ethyl levulinate (EL) was successfully synthesized *via* the esterification of the purified LA with a 54.93 percent yield. This project has demonstrated the using of both solid and liquid products from hydrothermal carbonization of water hyacinth to synthesize or convert into functionalized carbon materials and valuable chemicals.

Keywords: water hyacinth, hydrothermal carbonisation, adsorbent, levulinic acid, esterification, supercapacitor

Executive summary