

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือ เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพจากจุลสาหร่ายสายพันธุ์ *Chlorella Vulgaris* โดยใช้กระบวนการไฮโดรเทอร์มอล แบบไม่ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา ใช้ถึงปฏิกรณ์ขนาด 10 มิลลิลิตร การดำเนินงานแบ่งเป็น 3 ส่วน ได้แก่ (1) ออกแบบการทดลองด้วยวิธีบ็อกซ์ เบห์นเคน โดยมีตัวแปรอิสระ 3 ตัวแปร ได้แก่ อุณหภูมิ (180, 200, 220 องศาเซลเซียส) เวลา (5, 10, 15 ชั่วโมง) และร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร (6.7, 10, 20) มีตัวแปรตาม 2 ตัวแปร ได้แก่ ปริมาณเชื้อเพลิงเหลวชีวภาพ (กรัม) และปริมาณเชื้อเพลิงแข็งชีวภาพ (กรัม) (2) การหาสภาวะที่เหมาะสมที่สุดด้วยวิธีพื้นผิวการตอบสนองโดยสร้างแบบจำลองและตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (3) การศึกษาคุณลักษณะของเชื้อเพลิงเหลวชีวภาพที่ผลิตได้ โดยผลการศึกษาแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) พบว่า ร้อยละโดยมวลต่อปริมาตรเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อร้อยละผลผลิตเชื้อเพลิงแข็งชีวภาพ โดยสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการผลิต คือ อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เวลา 15 ชั่วโมง และร้อยละโดยมวลต่อปริมาตรเท่ากับ 6.7 ซึ่งให้ผลผลิตเชื้อเพลิงแข็งชีวภาพสูงสุด 0.2254 ± 0.0419 กรัม สำหรับเชื้อเพลิงเหลวชีวภาพ ไม่พบมีตัวแปรที่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสภาวะที่เหมาะสม คือ อุณหภูมิ 220 องศาเซลเซียส เวลา 5 ชั่วโมง และร้อยละโดยมวลต่อปริมาตรเท่ากับ 10 ซึ่งให้ผลผลิตเชื้อเพลิงเหลวสูงสุด 10.0669 ± 0.1481 กรัม

ส่วนที่ 2 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง พบว่าแบบจำลองสามารถอธิบายแนวโน้มของข้อมูลได้ดี โดยค่าความคลาดเคลื่อนของเชื้อเพลิงเหลวอยู่ในระดับต่ำ ขณะที่เชื้อเพลิงแข็งชีวภาพมีความแปรปรวนสูงกว่าเนื่องจากปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ได้มีค่าต่ำ

ส่วนที่ 3 การวิเคราะห์คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ พบว่าเชื้อเพลิงเหลวชีวภาพมีค่าความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ย 8.29 ± 0.25 และค่าการนำไฟฟ้า 24.9 ± 1.20 มิลลิซีเมนส์ต่อเซนติเมตร การวิเคราะห์ด้วยเทคนิค GC-MS พบสารประกอบกลุ่มไฮโดรคาร์บอนและสารอินทรีย์เชิงซ้อนหลายชนิด ขณะที่เชื้อเพลิงแข็งชีวภาพมีค่าพลังงานความร้อนสูงกว่าชีวมวลดิบ แสดงถึงศักยภาพในการใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทน

ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าจุลสาหร่ายสายพันธุ์ดังกล่าวสามารถใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพ และการประยุกต์ใช้ Response Surface Methodology (RSM) ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตได้อย่างเหมาะสม

Abstract

The objective of this study was to determine the optimal conditions for biofuel production from the microalgae *Chlorella vulgaris* using a non-catalytic hydrothermal process in a 10 mL reactor. The research was conducted in three main parts: (1) experimental design using the Box–Behnken Design with three independent variables, namely temperature (180, 200, and 220 °C), reaction time (5, 10, and 15 h), and biomass concentration (6.7, 10, and 20% w/v), while the responses were bio-oil and biochar amounts (g); (2) optimization using Response Surface Methodology (RSM) to develop predictive models and validate their accuracy; and (3) characterization of the obtained products. The results were divided into three sections.

First, analysis of variance (ANOVA) revealed that biomass concentration significantly affected biochar amount ($p < 0.05$). The optimal conditions for biochar production were 180 °C, 15 h, and 6.7% w/v, yielding a maximum biochar amount of 0.2254 ± 0.0419 g. In contrast, no statistically significant factor was found for bio-oil production. The optimal conditions for bio-oil were 220 °C, 5 h, and 10% w/v, providing a maximum amount of 10.0669 ± 0.1481 g.

Second, model validation indicated that the developed models effectively described the overall trends. The prediction error for bio-oil was low, whereas biochar showed greater variability due to its relatively small solid quantity.

Third, characterization results showed that the bio-oil had an average pH of 8.29 ± 0.25 and electrical conductivity of 24.9 ± 1.20 mS/cm. Gas Chromatography–Mass Spectrometry (GC–MS) analysis identified various hydrocarbon and complex organic compounds. The biochar exhibited a higher heating value compared to raw biomass, indicating its potential as a solid biofuel.

These findings demonstrate that *Chlorella vulgaris* is a promising feedstock for biofuel production, and the application of Response Surface Methodology effectively enhances process optimization.