

Conversion of Tree Leaf Biowaste into a Promising Material as Energy source

Konverzija otpada lišća drveta u potencijalni energetska material

Marija Koprivica^{1,*}, Jelena Dimitrijević¹, Jelena Petrović¹, Marija Simić¹, Marija Ercegović¹, Ivana Mikavica¹, Aleksandar Jovanović¹

¹ Institute for Technology of Nuclear and Other Mineral Raw Materials, Belgrade, Serbia

https://doi.org/10.65614/uisk_yucorr.2025.26.ch29

*m.koprivica@itnms.ac.rs

Abstract

This study investigates the conversion of Paulownia tree leaf biomass (LP) into biochar (BLP) through slow pyrolysis at 400 °C under low-oxygen conditions. The research aims to elucidate the influence of the pyrolysis process on the chemical composition, structural characteristics, and combustion behavior of the resulting biochar. Thermogravimetric and Differential Thermal Analysis (TG/DTA), along with proximate and elemental analyses, were employed to provide comprehensive insights into the physicochemical and thermal properties of the biochar, which are crucial for assessing its potential as an energy material. The process yielded a significant increase in fixed carbon (from $8.72 \pm 0.23\%$ to $41.96 \pm 0.28\%$) and total carbon content (from $45.49 \pm 0.21\%$ to $64.11 \pm 0.42\%$), accompanied by a marked decrease in oxygen content (from $38.05 \pm 0.09\%$ to $9.68 \pm 0.01\%$), resulting in a reduced O/C ratio (from 0.63 to 0.11). The higher heating value increased from 18.98 MJ/kg to 26.44 MJ/kg, with improvements in fuel ratio (FR) and lower heating value (LHV), collectively enhancing the biochar's energy potential. Thermal analysis confirmed the formation of new aromatic structures, reflecting enhanced thermal stability and improved combustion characteristics. Overall, Paulownia leaves represent a promising biomass feedstock for sustainable biochar production, contributing to waste valorization, pollution mitigation, and the development of alternative energy resources.

Keywords: tree leaf biochar; fuel properties; biochar - feedstock comparison; TG/DTA analysis

Izvod

Ova studija istražuje konverziju biomase lišća drveta Paulownia (LP) u biočad (BLP) putem spore pirolize sprovedene na 400 °C u uslovima ograničenog prisustva kiseonika. Cilj istraživanja je da se razjasni uticaj procesa pirolize na hemijski sastav, strukturne karakteristike i sagorevajuće ponašanje dobijenog biočad. Za detaljnu karakterizaciju fizičko-hemijskih i termičkih svojstava biočadi, koja su ključna za procenu njegovog potencijala kao energetska materijala, primenjene su termogravimetrijska (TG) i diferencijalna termička analiza (DTA), zajedno sa tehničkom i elementarnom analizom. Proces pirolize doveo je do značajnog povećanja sadržaja fiksnog ugljenika (sa $8,72 \pm 0,23\%$ na $41,96 \pm 0,28\%$) i ukupnog ugljenika (sa $45,49 \pm 0,21\%$ na $64,11 \pm 0,42\%$), uz istovremeno izraženo smanjenje sadržaja kiseonika (sa $38,05 \pm 0,09\%$ na $9,68 \pm 0,01\%$), što je rezultiralo smanjenjem odnosa O/C (sa 0,63 na 0,11). Viša toplotna vrednost (HHV) povećana je sa 18,98 MJ/kg na 26,44 MJ/kg, uz poboljšanje gorivnog odnosa (FR) i niže toplotne vrednosti (LHV), čime je ukupno unapređen energetska potencijal biočadi. Termička analiza potvrdila je formiranje novih aromatičnih struktura, što ukazuje na povećanu termičku stabilnost i poboljšane karakteristike sagorevanja. Sveukupno, lišće Paulownia drveta pokazuje se kao perspektivna biomasa za održivu proizvodnju biočadi, doprinoseći valorizaciji otpada, smanjenju zagađenja i razvoju alternativnih izvora energije.

Ključne reči: biočad lista drveta; gorivne karakteristike; poređenje biočadi sa početnom biomasom; TG/DTA analiza