

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego
w Warszawie
Instytut Nauk Drzewnych i Meblarstwa

mgr inż. Florentyna Akus-Szylberg

**Badanie wpływu wybranych metod obróbki
wstępnej na skład chemiczny oraz
wydajność hydrolizy enzymatycznej drewna
topoli
i słomy kukurydzianej**

The study of effect of selected pretreatment methods on chemical composition
and enzymatic hydrolysis efficiency of poplar wood and corn stover

Autoreferat rozprawy doktorskiej

Promotor:

prof. dr hab. Janusz Zawadzki
Instytut Nauk Drzewnych i Meblarstwa

Promotor pomocniczy:

dr hab. inż. Andrzej Antczak
Instytut Nauk Drzewnych i Meblarstwa

Recenzenci:

dr hab. inż. Wojciech J. Cichy
Instytut Technologii Drewna

dr hab. inż. Paweł Sobieszuk, prof. PW
Wydział Inżynierii Chemicznej i Procesowej
Politechnika Warszawska

Warszawa, 2021

Streszczenie

Badanie wpływu wybranych metod obróbki wstępnej na skład chemiczny oraz wydajność hydrolizy enzymatycznej drewna topoli i słomy kukurydzianej

Celuloza, hemicelulozy i lignina, będące głównymi składnikami materiałów lignocelulozowych, są ze sobą bardzo silnie związane w formie kompleksu co utrudnia dostęp enzymom hydrolitycznym i w efekcie powoduje niską wydajność konwersji nieprzerobionego roślinnego surowca do bioetanolu. Dlatego też, w ramach pracy podjęto próbę zbadania wpływu obróbki wstępnej metodą moczenia w gorącej wodzie (*LHW - Liquid Hot Water*) i metodą moczenia w wodnym roztworze amoniaku (*SAA - Soaking Aqueous Ammonia*) na biomase pozyskaną z drewna 7-letniej topoli *Populus trichocarpa* oraz ze słomy kukurydzianej jako potencjalnych substratów do produkcji bioetanolu. Biomasa została poddana obróbce LHW przez 20 min w temperaturach 160 °C, 175 °C, 190 °C i 205 °C oraz obróbce SAA przez 20 h w temperaturach 50 °C i 90 °C przy zastosowaniu wodnego roztworu amoniaku o stężeniach 15% i 20%. Wpływ różnych badanych warunków obróbki wstępnej na materiał lignocelulozowy był kontrolowany poprzez badanie zmian właściwości biomasy (analiza składu chemicznego, badanie porowatości i stopnia polimeryzacji celulozy) oraz efektywność procesu hydrolizy enzymatycznej. Ponadto materiał po obróbce LHW poddano badaniu mającemu na celu identyfikację potencjalnych związków inhibitujących procesy hydrolizy i fermentacji.

Uzyskane wyniki badań pozwoliły stwierdzić znaczne zmiany w składzie chemicznym biomasy rolniczej i drzewnej poddanej zarówno obróbce wstępnej LHW, jak i SAA. Hydroliza wysokotemperaturowa spowodowała gwałtowną degradację hemiceluloz, natomiast moczenie w wodnym roztworze amoniaku znacznie zmniejszyło zawartość ligniny w materiale lignocelulozowym przy zachowaniu większej ilości nienaruszonych hemiceluloz. Sumaryczna zawartość procentowa cukrów prostych uzyskana z hydrolizatów słomy i drewna poddanych obu procesom obróbki wstępnej była znacząco wyższa niż w przypadku nieobrobionej biomasy. Otrzymane wyniki zawartości cukrów prostych w hydrolizatach wskazują, że w kontekście biokonwersji do etanolu metoda moczenia w gorącej wodzie jest bardziej efektywna w przypadku biomasy drzewnej, podczas gdy obróbka w środowisku alkalicznym jest bardziej odpowiednia dla odpadowych surowców rolniczych.

Słowa kluczowe: bioetanol, słoma kukurydziana, topola, obróbka wstępna, hydroliza enzymatyczna, porowatość, skład chemiczny, stopień polimeryzacji, inhibitory

Summary

The study of effect of selected pretreatment methods on chemical composition and enzymatic hydrolysis efficiency of poplar wood and corn stover

The matrix of cellulose, hemicelluloses and lignin, of which lignocellulosic biomass is formed, is strongly intermeshed within complexes, which hinders its enzymatic accessibility and as a result determines low efficiency of untreated plant feedstock bioconversion to ethanol. Therefore, this thesis attempted to study the influence of Liquid Hot Water (LHW) and Soaking Aqueous Ammonia (SAA) pretreatment methods on the biomass obtained from corn stover and 7-years old poplar wood (*Populus trichocarpa*) as potential substrates for bioethanol procurement. Biomass was subjected to the LHW method for 20 min at 160 °C, 175 °C, 190 °C and 205 °C or to the SAA method for 20 h at 50 °C and 90 °C with 15% or 20% concentration of aqueous ammonia solution. The assessment of the effect of different pretreatment conditions on lignocellulosic feedstock was based on analysis of the changes in biomass properties (examination of chemical composition, porosity and degree of cellulose polymerization) as well as changes in the efficiency of the enzymatic hydrolysis. Furthermore, the LHW-treated material was investigated in terms of potential hydrolysis and fermentation inhibitory compounds formation.

Obtained results led to the conclusion that both the LHW and the SAA pretreatments strongly changed the chemical composition of the agricultural and the woody biomass. The high-temperature hydrolysis triggered intense degradation of the hemicelluloses in the lignocellulosic material, while soaking in the aqueous ammonia caused remarkable decline in the lignin content, but left hemicelluloses deteriorated to the lesser extent. The total percentage of simple sugars procured through the enzymatic hydrolysis of corn stover and poplar wood pretreated with both methods was much higher than in case of untreated feedstock. The acquired data of the enzymatic hydrolysis yield indicated that considering the ethanol bioconversion liquid hot water pretreatment is more effective in case of woody biomass, while the pretreatment in the alkali medium is more suitable for agricultural residues.

Keywords: bioethanol, corn stover, poplar, pretreatment, enzymatic hydrolysis, porosity, chemical composition, degree of polymerization, inhibitors