



# **Charakterystyka metod kondycjonowania substratów lignocelulozowych stosowanych w celu poprawy efektywności procesu fermentacji metanowej**

**Anna Grala, Marcin Zieliński, Marcin Dębowski, Magdalena Rokicka, Karolina Kupczyk**

Projekt współfinansowany przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach programu ERA-NET BIOENERGY pt: *Małe i wydajne- efektywna ekonomicznie i energetycznie produkcja biometanu*. SE. Biomethane

# Biomasa lignocelulozowa

- możliwość przetworzenia na biogaz, bioetanol, biodiesel,
- konieczność wstępnego przygotowania.



Misktant olbrzymi  
(*Miscanthus giganteus*)



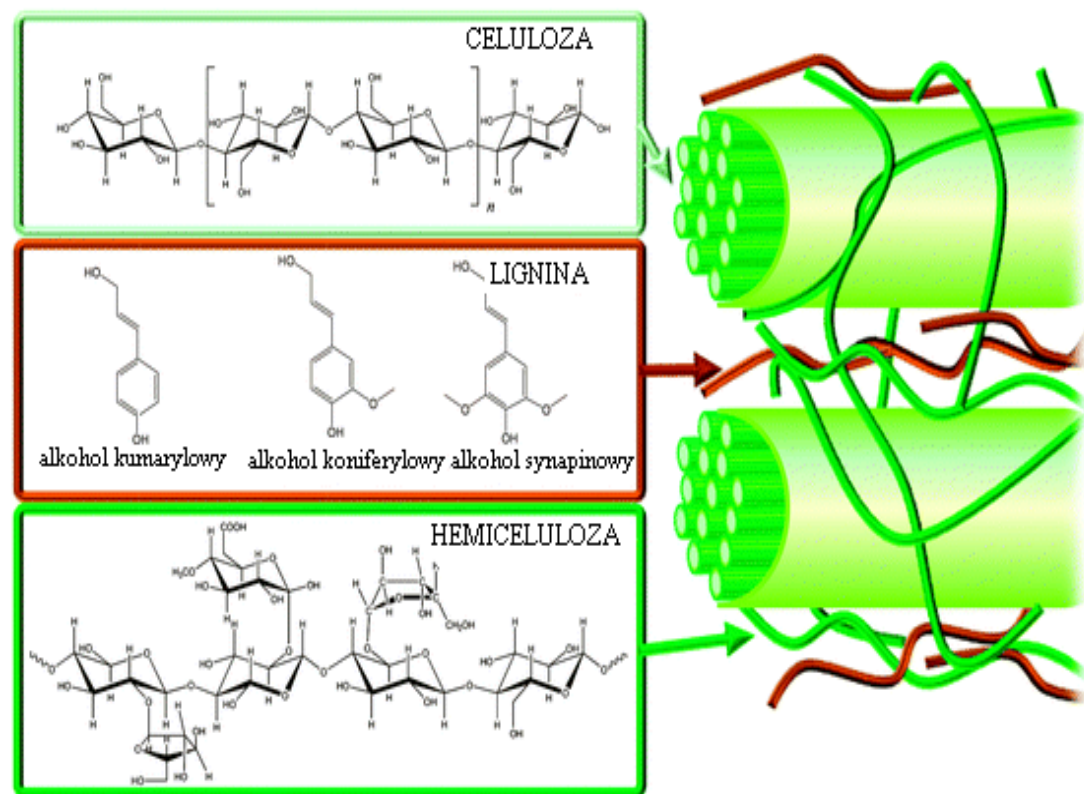
Kukurydza zwyczajna  
(*Zea mays*)



Ślazioiec pensylwański  
(*Sida hermaphrodita*)



# Czynniki ograniczające degradację lignocelulozy



- krystaliczna budowa celulozy,
- mała dostępność powierzchni,
- zbita struktura kompleksu,
- duża różnorodność cząstek biomasy.



# Metody obróbki wstępnej

## Fizyczne

- Mechaniczne rozdrobnienie
- Promieniowanie
- Ekstruzja

## Fizyko - chemiczne

- Steam Explosion (wybuch pary wodnej)
- Steam Pretreatment (działanie pary wodnej)
- AFEX (wybuch amoniaku)
- CO<sub>2</sub> Explosion (wybuch ditlenku węgla)
- LHW (działanie gorącej wody)

## Chemiczne

- Obróbka zasadowa
- Obróbka kwasowa

## Biologiczne

- Organizmy o zdolnościach lignolitycznych



# Metody fizyczne

## Mechaniczne rozdrobnienie i mielenie substratu :

- zmniejszenie wielkości cząstek i krystaliczności lignocelulozy,
- zmniejszenie stopnia polimeryzacji,
- zmniejszenie wielkości cząstek,
- zwiększenia powierzchni właściwej.

## Ekstruzja:

- skrócenie włókien lignocelulozowych,
- zwiększenie dostępności cukrów.



# Metody fizyczne



fot. Anna Grala



fot. Anna Grala

Młyn kulowy



fot. Anna Grala

Ekstruder

# Metody fizyko-chemiczne

## Działanie parą wodną/ wybuch pary wodnej:

- redukcja włókien lignocelulozy,
- hydroliza celulozy
- 160-260°C; 0,69-4,83 MPa

## LHW (działanie gorącej wody):

- destabilizacja celulozy,
- rozpuszczenie hemicelulozy do 80%.
- 15 minut; 200-300°C;



# Metody fizyko-chemiczne

Ogrzewanie konwencjonalne  
łaźnia olejowa (Laboplay, Polska)



Pojemność naczynia: 100 ml

Napięcie zasilania: 230 V  
Maksymalna temperatura: 200°C

Ogrzewanie mikrofalowe  
Mars Solvent Extraction (CEM, USA)



fot. <http://fr.cem.com/content770.html>

Maksymalna moc: 1600 W  
Maksymalna temperatura: 300°C  
Maksymalne ciśnienie: 50 bar



fot. <http://davisworks.com> DavisWorksCommercia  
IPhotography/516-Photo-  
MARS6\_EasyPrepVssls.jpg

Pojemność naczynia: 100 ml



# Metody fizyko-chemiczne

## AFEX (wybuch amoniku):

- szybkie scukrzanie lignocelulozy.

## CO<sub>2</sub> Explosion (wybuch ditlenku węgla):

- niższe koszty prowadzenia procesu,
- substrat nie jest łatwopalny.



# Metody chemiczne

## Obróbka kwasowa:

- usunięcie hemicelulozy,
- zwiększenie dostępności celulozy,
- 0,2-2,5% w stosunku wagowym do substratu, 130-210°C

## Obróbka zasadowa:

- pęcznienie biomasy,
- zwiększenie powierzchni właściwej,
- zmniejszenie krystaliczności celulozy,
- zakłócenie struktury ligniny.



# Obróbka biologiczna

Wykorzystuje grzyby białej, szarej i brunatnej zgnilizny, o stwierdzonych zdolnościach lignotycznych. Grzyby wytwarzają enzymy, które degradują zarówno ligninę, celulozę jak i hemicelulozę. Najskuteczniejszymi są grzyby białej zgnilizny tj. *Ceriporia lacerata*, *Stereum hirsutum*, i *Polyporus brumalis*.



# Obróbka biologiczna



Biała zgnilizna



Brunatna zgnilizna



Tab.1. Zalety i wady stosowania metod wstępnego kondycjonowania substratów lignocelulozowych

<b>Metoda obróbki wstępnej</b>	<b>Zalety</b>	<b>Wady</b>
<b>Mechaniczne rozdrobnienie</b>	Redukcja krystaliczności celulozy	Zużycie energii przewyższające ilość wytworzonej energii.
<b>Steam Explosion</b>	Degradacja hemicelulozy, transformacja ligniny, wysoka opłacalność.	Zniszczenie części ksylanów, niekompletne przerwanie macierzy lignina – węglowodany, tworzenie inhibitorów.
<b>AFEX</b>	Zwiększenie powierzchni właściwej, usunięcie ligniny i celulozy, brak inhibitorów.	Brak efektów w przypadku substratów o dużej zawartości ligniny.
<b>CO<sub>2</sub> Explosion</b>	Zwiększenie powierzchni właściwej, opłacalność, brak inhibitorów.	Brak wpływu na ligninę i hemicelulozę.
<b>Kwasowa</b>	Hydroliza hemicelulozy do ksylozy i innych cukrów, zmiana struktury ligniny.	Wysokie koszty, możliwość powodowania korozji, formowanie inhibitorów.
<b>Alkaliczna</b>	Usunięcie ligniny i hemicelulozy, zwiększenie powierzchni właściwej.	Długi czas trwania.
<b>Biologiczna</b>	Degradacja ligniny i hemicelulozy, niskie zapotrzebowanie energii.	Bardzo powolny przebieg hydrolizy.



# Podziękowania

Projekt współfinansowany przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach programu ERA-NET BIOENERGY pt: *Małe i wydajne- efektywna ekonomicznie i energetycznie produkcja biometanu. SE. Biomethane.*

