

# ALTERNATIVNÍ METODY PRO NAKLÁDÁNÍ SE ZEMĚDĚLSKÝMI ODPADY

VÍT MATĚJŮ

ENVISAN-GEM, a.s., Biotechnologická divize,  
Budova VÚPP, Radiová 7, 102 31 Praha 10,  
[envisan@grbox.cz](mailto:envisan@grbox.cz)

# O ČEM TO BUDE ?

- Nové metody zpracování zemědělských odpadů
- Energetické využití ZO
- Bioethanol – substráty druhé generace
- Výroba nafty
- Výroba vodíku
- Výroba butanolu



# VÝROBA BIOPALIVA H<sub>2</sub>BIOIL

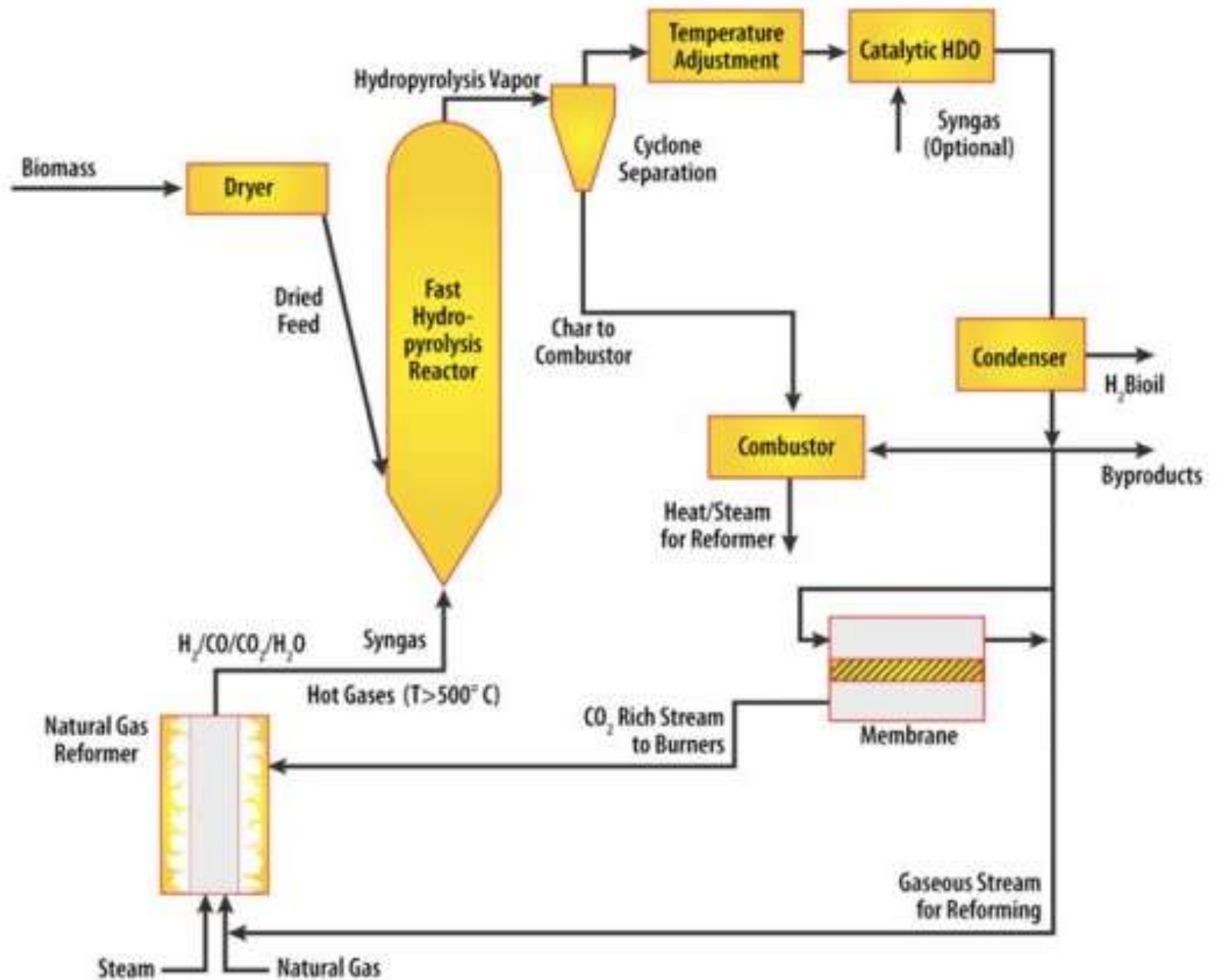
- Suroviny: oklasky, dřevní štěpka, sláma
- Princip: hydropyrolýza  
hydrodeoxygenace

Rychlý záhřev (během < 1 s) na 500 °C ve vodíkové atmosféře za vysokého tlaku

- Vodík se získává reformací zemního plynu nebo syntézního plynu vyráběného rovněž ze zemědělských odpadů

# VÝROBA BIOPALIVA H<sub>2</sub>BIOIL

- Alternativně lze uvažovat o výrobě vodíku hydrolýzou vody s využitím sluneční energie
- Biomasa se degraduje na menší molekuly v přítomnosti vodíku a katalyzátoru. Produkty rozkladu kondenzují na kapalné palivo. Nezkondenzovatelný podíl (CH<sub>4</sub>, CO, H<sub>2</sub> a CO<sub>2</sub>) se vrací zpět do reaktoru.



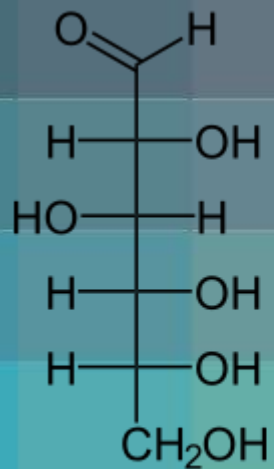
# VÝROBA BIOPALIVA H<sub>2</sub>BIOIL

- Proces má produkovat 2krát více energie než srovnatelné procesy, pokud je provozován s vodíkem ze zemního plynu a 1,5krát více energie pokud je provozován se syntézním plynem vyráběným z biomasy.

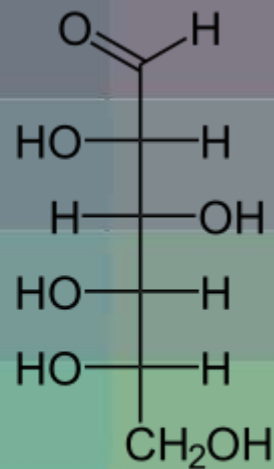
# BIOETHANOL ZE SUBSTRÁTŮ DRUHÉ GENERACE

- Suroviny: v podstatě jakýkoliv lignocelulosových materiál, který lze transformovat na cukry
- Konverze lignocelulosy na cukry je technicky zvládnuta, avšak má špatnou ekonomiku (jak chemická tak enzymatická)
- Problém: při hydrolýze lignocelulosy vzniká kromě glukosy velké množství xylosy a dalších cukrů nevyužitelných pro tvorbu ethanolu kvasinkami

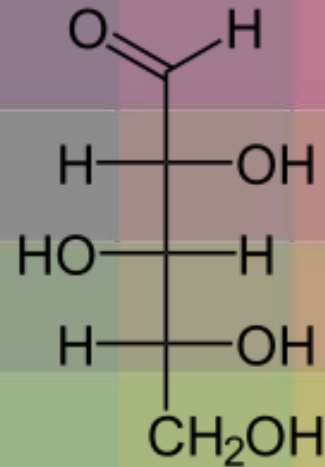
# BIOETHANOL ZE SUBSTRÁTŮ DRUHÉ GENERACE



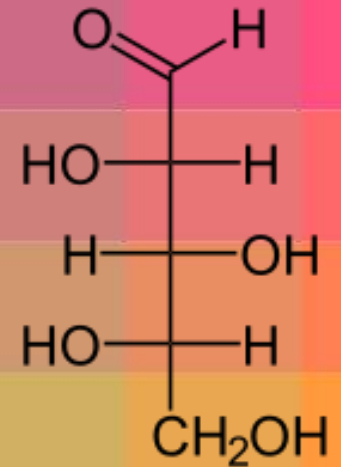
D-Glucose



L-Glucose



D-Xylose



L-Xylose

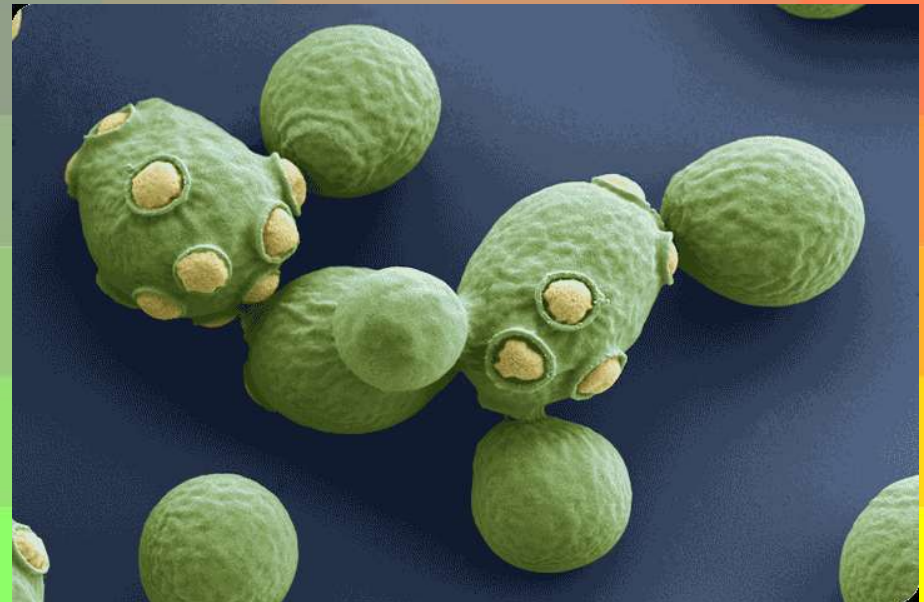


# BIOETHANOL ZE SUBSTRÁTŮ DRUHÉ GENERACE


- Řešením jsou mikroorganismy schopné konvertovat i xylosu na ethanol
- Geneticky modifikovaná kvasinka *Saccharomyces cerevisiae* – gen pro konverzi xylosy

z houby ze slonních  
exkrementů

Universita v Delftu



# BIOETHANOL ZE SUBSTRÁTŮ DRUHÉ GENERACE

- ARS National Center for Agricultural Utilization Research v Peoria, Illinois. Vytvořili GMO kvasinku, která je schopná se množit za anaerobních podmínek na xylose  snížení spotřeby glukosy a zvýšení výtěžku ethanolu

# BIOETHANOL ZE SUBSTRÁTŮ DRUHÉ GENERACE

- TMO Renewables, Surrey, GB  
Demonstrační závod na výrobu ethanolu ze  
zemědělských odpadů, separovaného TKO

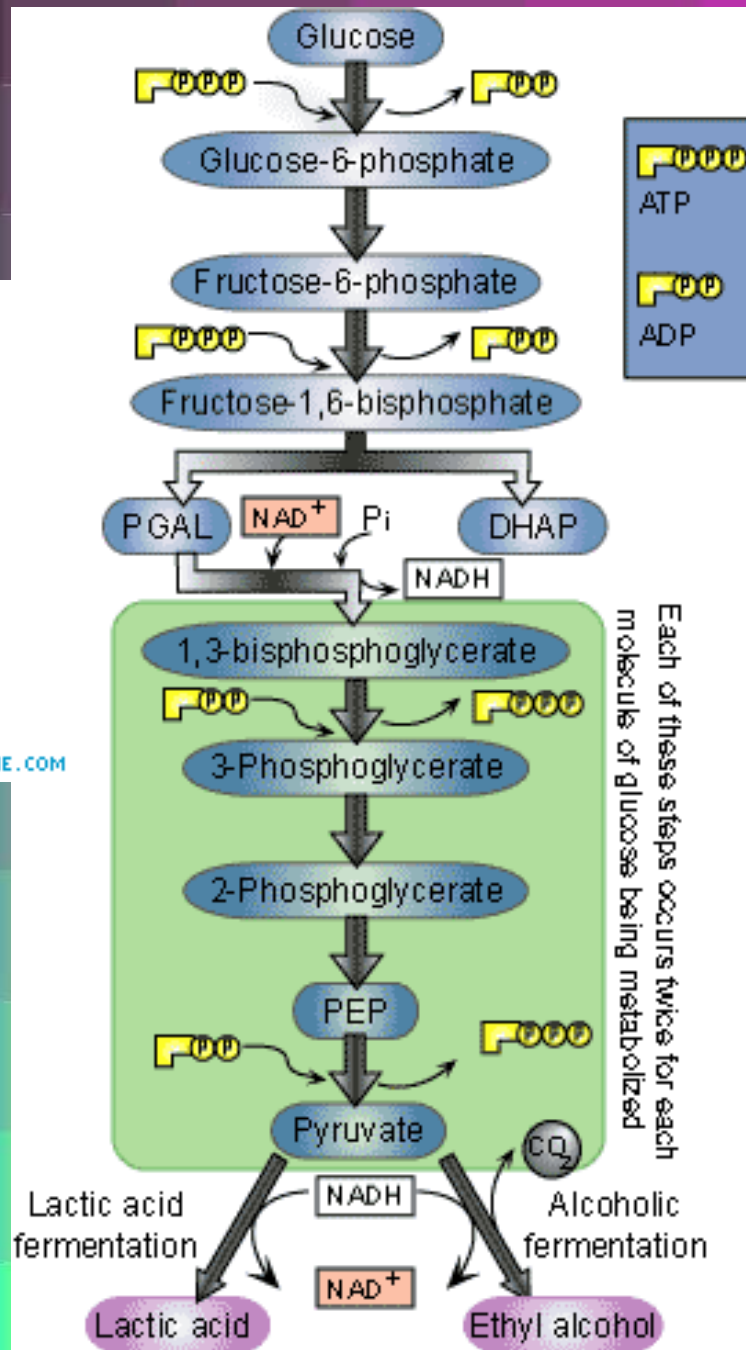


# BIOETHANOL ZE SUBSTRÁTŮ DRUHÉ GENERACE

- TMO proces využívá termofilní bakterii (60 °C až 70 °C), která rozkládá polysacharidy a využívá produkty pro růst. Jako vedlejší produkt vyrábí ethanol.
- Bakterie *Geobacillus* TN242 izolovaná z kompostové hromady původně jako vedlejší produkt vyráběla kyselinu mléčnou. Genetickou modifikací se podařilo vnést gen pro tvorbu ethanolu



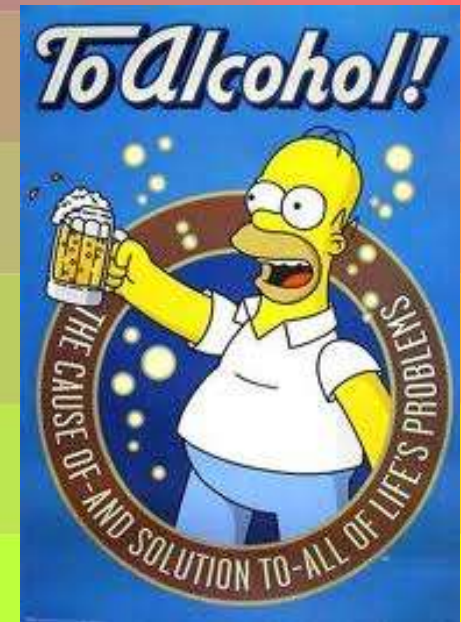
© ARG WWW.ARTIE.COM



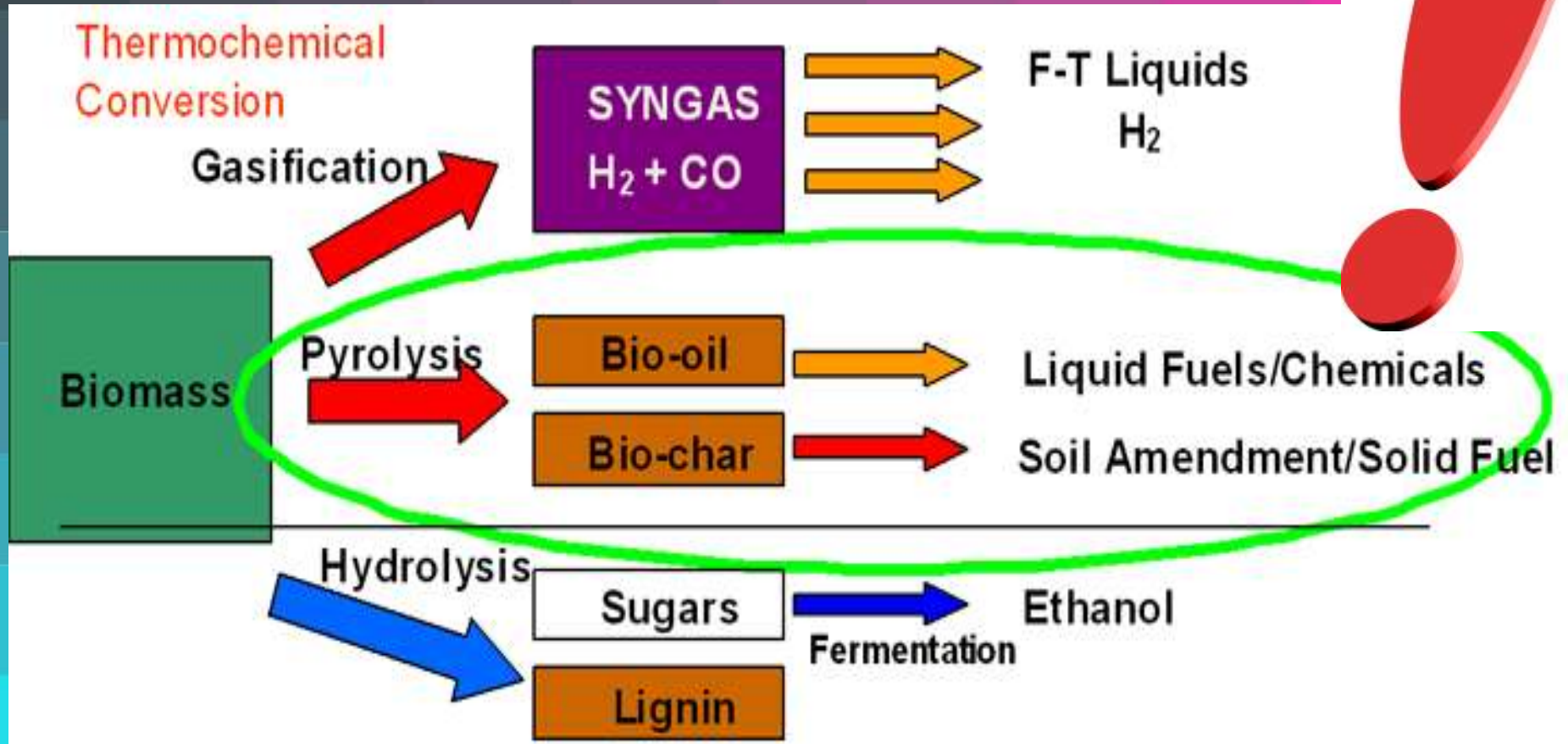


# BIOETHANOL ZE SUBSTRÁTŮ DRUHÉ GENERACE

- TMO Renewables realizovali demonstrační jednotku. V září 2010 získali kontrakt na závod na výrobu bioethanolu ze separovaného TKO v USA v hodnotě 25 mil. US dolarů
- Závod v Marylandu, výstavba bude zahájena v roce 2011
- Kontrakt na 20 let



# TERMOCHEMICKÁ KONVERZE BIOMASY



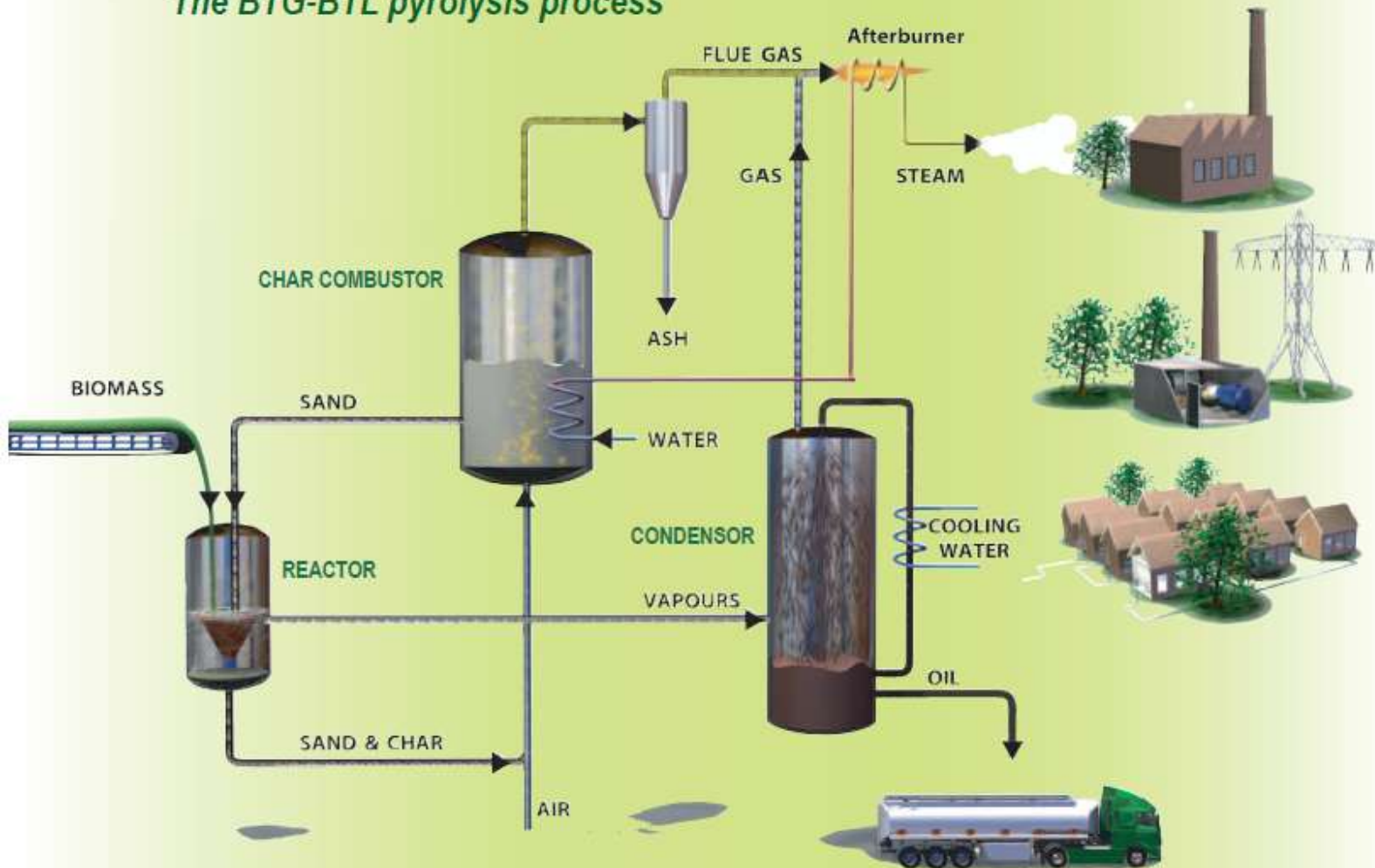
# PYROLÝZA ZEMĚDĚLSKÝCH ODPADŮ

- Principem pyrolýzy je tepelný rozklad například biomasy v nepřítomnosti kyslíku.
- V přítomnosti vodíku a katalyzátoru dochází ke konverzi rozložené biomasy na palivo velmi podobné motorové naftě.
- Procesů pro pyrolýzu biomasy existuje velké množství. Liší se jen v detailech.

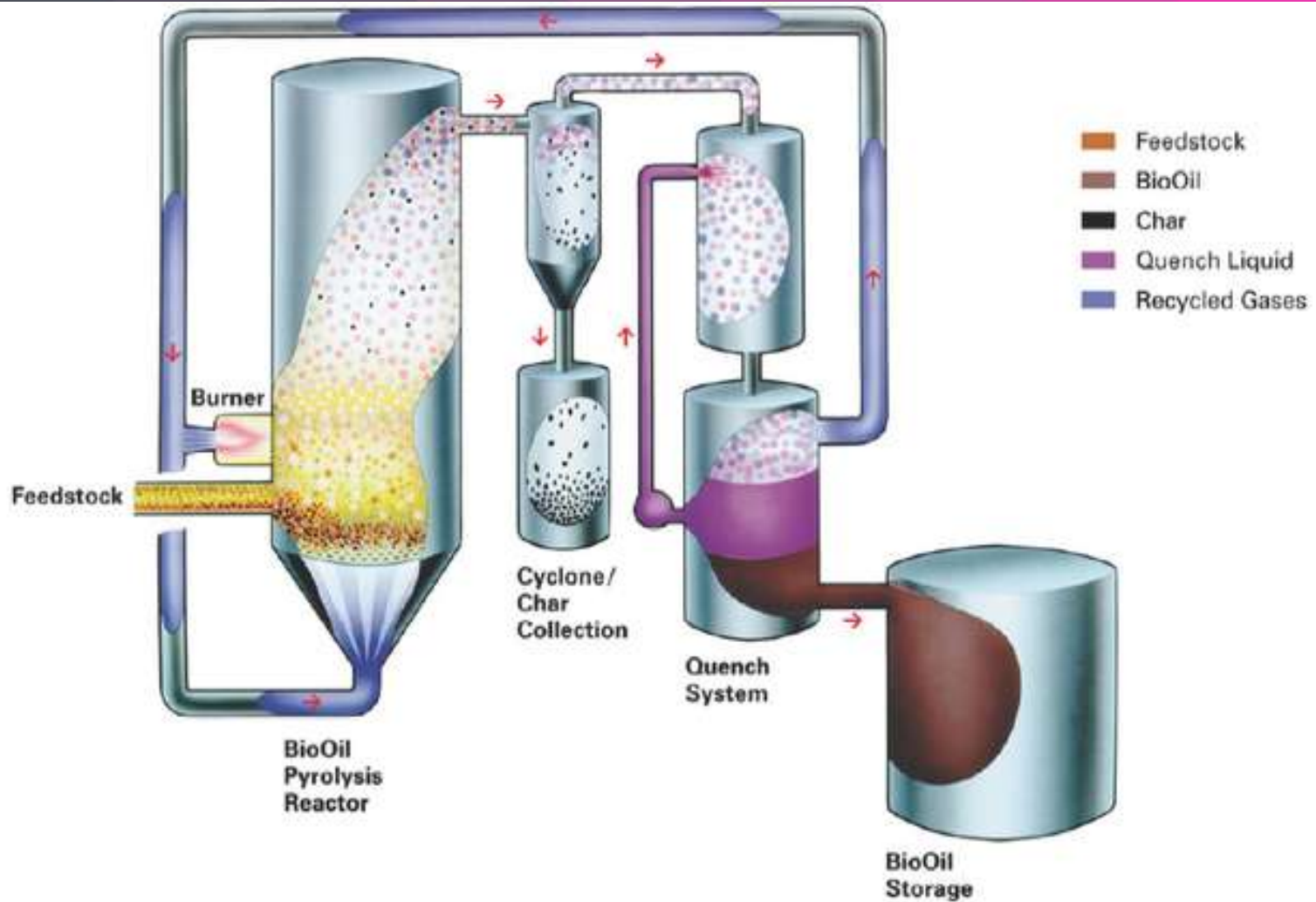


# PYROLÝZA ZEMĚDĚLSKÝCH ODPADŮ

*The BTG-BTL pyrolysis process*



# PYROLÝZA ZEMĚDĚLSKÝCH ODPADŮ



# PYROLÝZA ZEMĚDĚLSKÝCH ODPADŮ

- Kvalita paliva BTG-BTL proces, Universita Twente, NL:



## Pyrolysis oil characterized (wood derived)

Composition	$C_2H_5O_2$
Density	1150 - 1250 kg/m <sup>3</sup>
Higher heating value	17 - 20 GJ/m <sup>3</sup>
Water content	15 - 30 wt. %
Viscosity	25 - 1000 cP
Ash	< 0.1 wt. %
Acidity (pH)	2.5 - 3

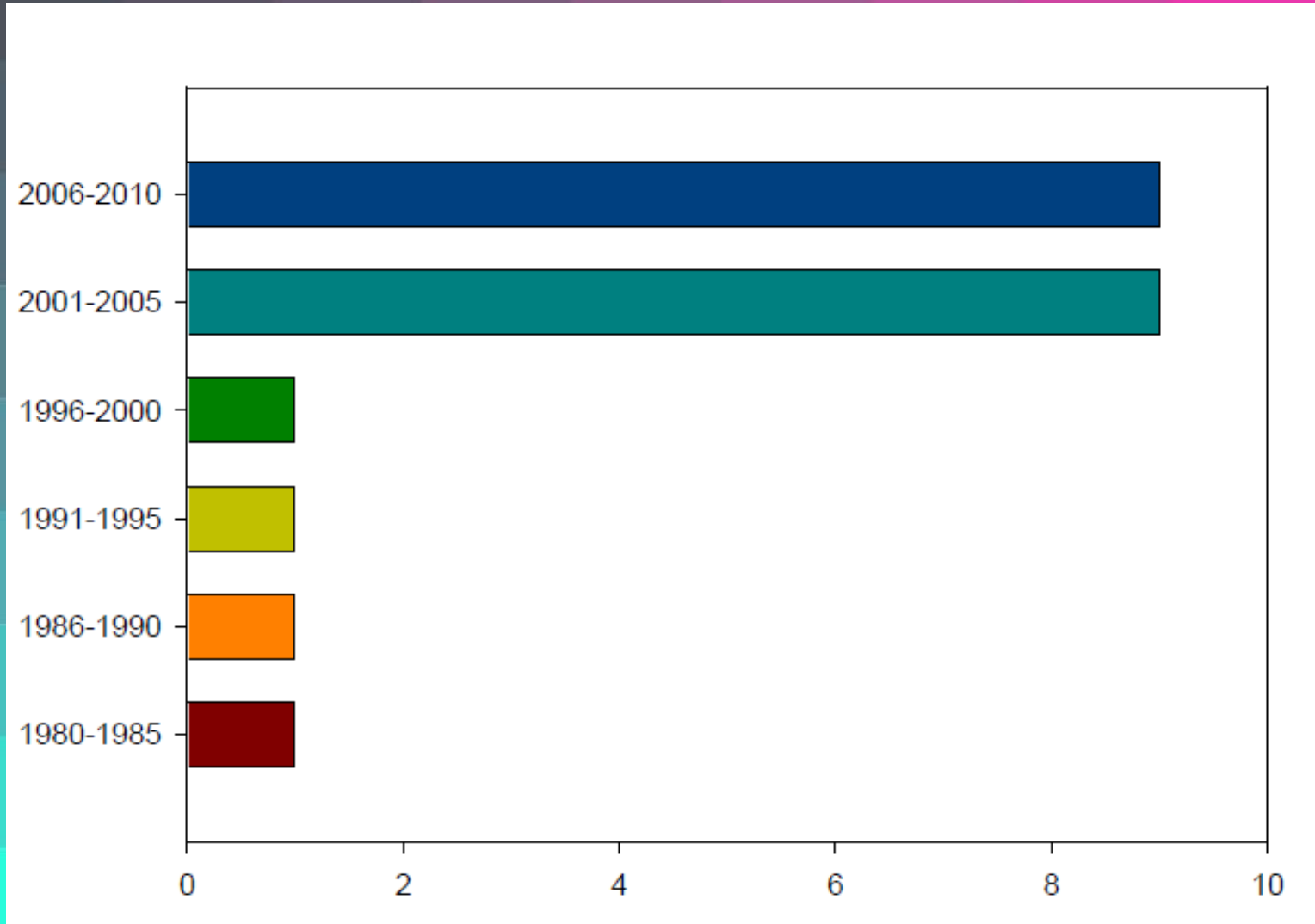
# PYROLÝZA ZEMĚDĚLSKÝCH ODPADŮ

- Existuje množství technologických procesů, jejichž výstupem je buď kapalné palivo podobné naftě nebo dále ještě některé chemické látky jako benzen, toluen, xyleny a olefiny – University Amherst, MA, USA
- Průmyslová realizace zatím víceméně chybí

# VODÍK ZE ZEMĚDĚLSKÝCH ODPADŮ

- Nalezení způsobu, jak získat levný vodík, je cestou pro množství dalších technologií k realizaci
- Snaha o vývoj technologie je značná, svědčí o tom, počty patentů, které v souvislosti s touto technologií byly uděleny

# VODÍK ZE ZEMĚDĚLSKÝCH ODPADŮ



# VODÍK ZE ZEMĚDĚLSKÝCH ODPADŮ

- V současné době je biologická (fermentační) cesta produkce vodíku ze zemědělských odpadů (syrovátka + hnůj, seno, posklizňové zbytky) principiálně zvládnuta
- Trpí však mnoha nedostatky:
  - nestabilita procesu
  - velmi malá výtěžnost (1 ml vodíku z 1 g organických látek)



# VODÍK ZE ZEMĚDĚLSKÝCH ODPADŮ

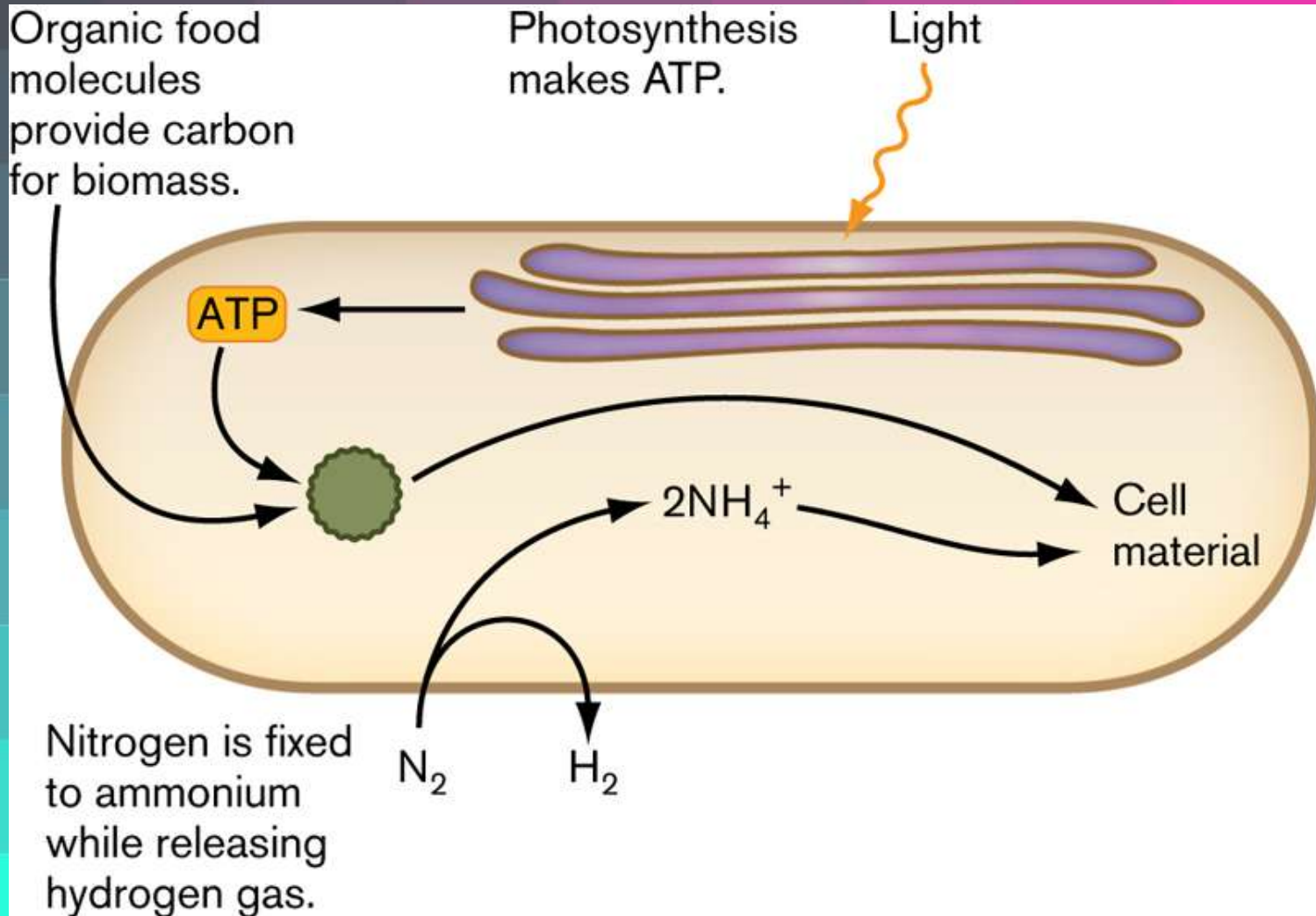
- Aby se výtěžnost vodíku zvýšila, je potřeba, aby substrát obsahoval glukosu nebo některý další cukr (kyselá hydrolýza kukuřičných stonků zvyšuje výtěžnost vodíku na 59 ml z 1 g organických látek)
- Vodík produkují anaerobní heterotrofní bakterie, bakterie fixující dusík a fotoheterotrofní bakterie. První dvě vytvářejí je směs plynů vodík (40 %obj. až 50 %obj.) a  $\text{CO}_2$  (50 %obj. až 60 %obj.).



# VODÍK ZE ZEMĚDĚLSKÝCH ODPADŮ

- Fotoheterotrofní bakterie jsou schopné oxidovat CO a redukovat  $H^+$  na  $H_2$ . Reakce probíhá za normálního tlaku a teploty ve tmě.
- Podmínky reakce jsou z termodynamického hlediska výhodnější pro tvorbu vodíku
- *Rhodospirillum rubrum* 16 mmol na gram buněk za hodinu a koncentrace vodíku dosahovala až 80 %obj.

# VODÍK ZE ZEMĚDĚLSKÝCH ODPADŮ



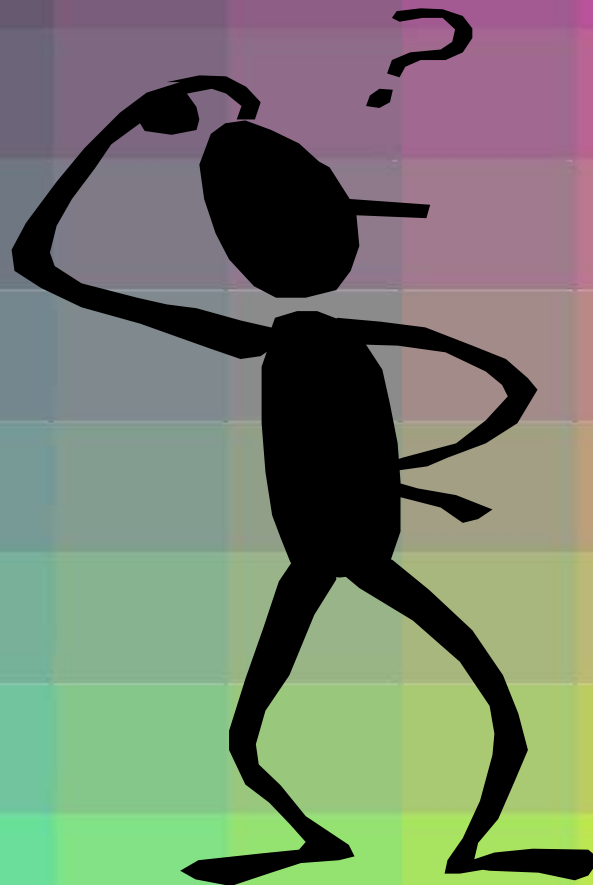
# VÝROBA BUTANOLU ZE ZEMĚDĚLSKÝCH ODPADŮ

- Tradiční způsob výroby využívá bakterie rodu *Clostridium* a produkty jsou aceton, butanol a ethanol.
- Butanol má příznivější vlastnosti než ethanol, zejména vyšší energetický obsah, je méně těkavý než ethanol, méně korozivní, příměs do benzínu není omezená a může být až 100 % bez úpravy motorů.

# VÝROBA BUTANOLU ZE ZEMĚDĚLSKÝCH ODPADŮ

- Největším problémem při výrobě butanolu je zpětnovazebná inhibice produktem, což vede k tomu, že prokvašená zápara má jen nízkou (cca do 3,5 %) koncentraci butanolu, takže destilace je energeticky velice náročná a nepříznivě ovlivňuje ekonomiku celého procesu.

# OTÁZKY ?



DĚKUJI

VÁM



ZA

POZORNOST