

## ODDELENIE ORGANICKEJ TECHNOLÓGIE, KATALÝZY A ROPY

### VÝSKUM A ŠTÚDIUM NA ODDELENÍ

Miroslava Mališová, Zuzana Magyarová, Michal Horňáček,  
Tomáš Soták

[tomas.sotak@stuba.sk](mailto:tomas.sotak@stuba.sk)



Oddelenie organickej technológie, katalýzy a ropy  
Fakulta chemickej a potravinárskej technológie  
Slovenská technická univerzita  
Radlinského 9, 812 37 Bratislava



@00TKAR\_FCHPT\_STU



Oddelenie organickej technológie, katalýzy a ropy – FCHPT STU

# KONVERZIA BIOMASY

CHEMIKÁLIE

- Všetky obsahujú **C, H, (O), ...**

ZDROJE:

ZEMNÝ PLYN

ROPA

UHLIE

BIOMASA

NEOBNOVITEL'NÉ

OBNOVITEL'NÉ

BIOMASA

Olejniny, tuky

Jedlé olejniny – POTRAVINY  
Nejedlé a odpadné oleje - BIONAFTA

Lignocelulóza

Poľnohospodársky odpad, vedľajšie  
produkty drevospracujúceho priemyslu, ...



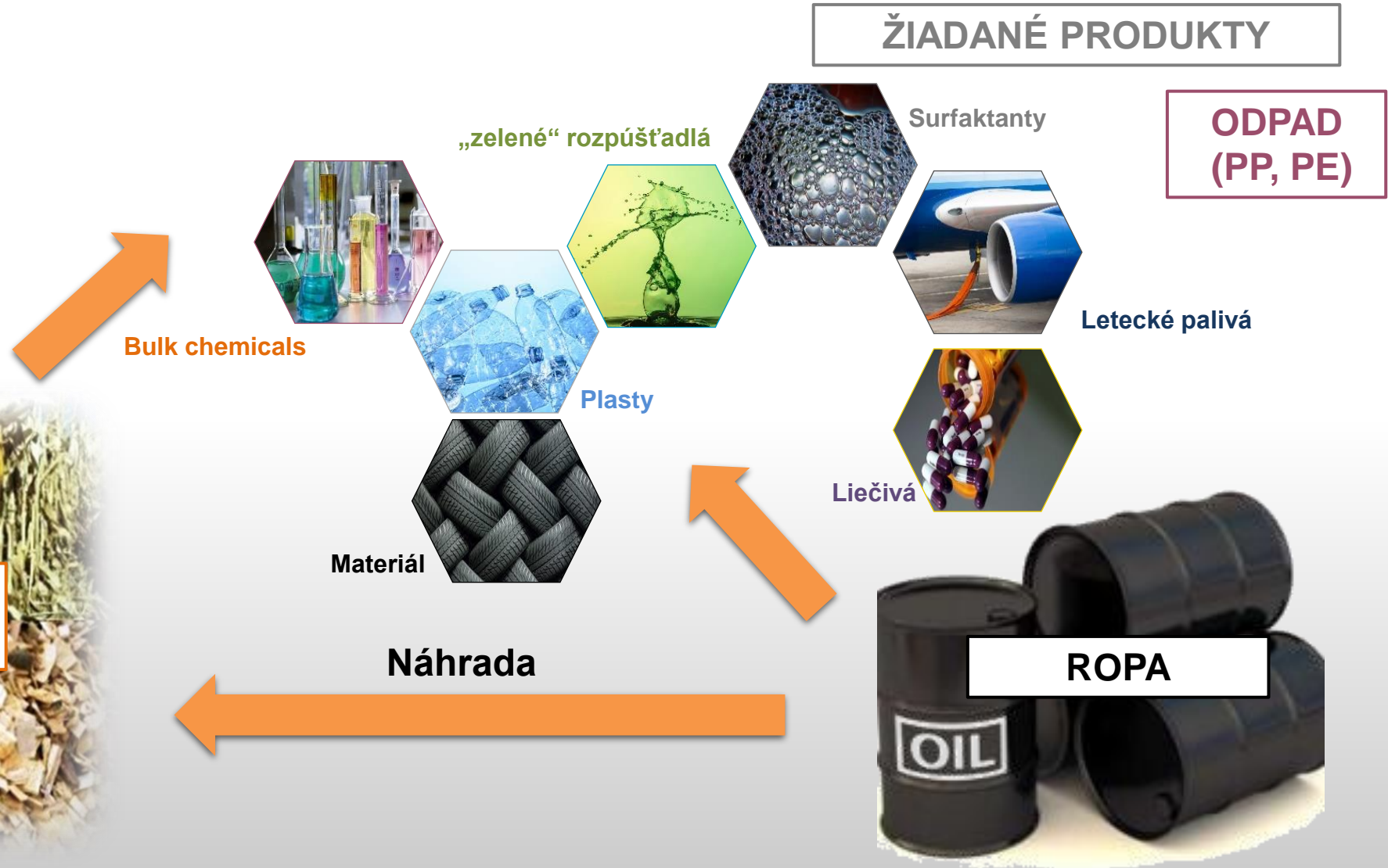
# KONVERZIA BIOMASY



**PREČO  
KONVERZIA  
BIOMASY?**

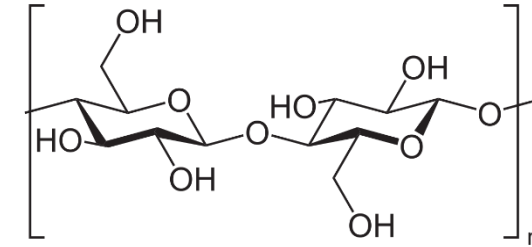


**HEMICELULÓZY  
CELULÓZA**

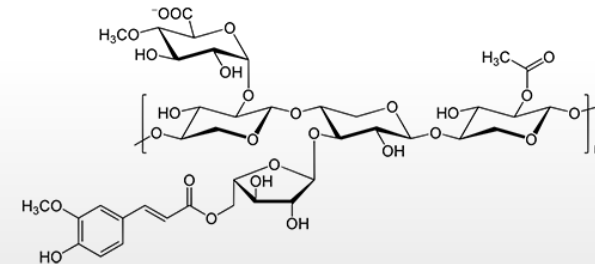


Zložky  
lignocelulózovej biomasy:

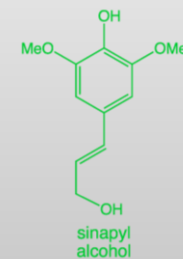
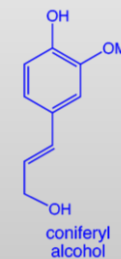
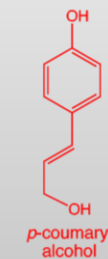
## CELULÓZA



## HEMICELULÓZY (xylán)



## LIGNÍN (fenolické)



## LIGNÍN

### Termochemické procesy



#### LIGNÍN

15 – 30 hm.%  
v závislosti na  
type biomasy



#### BIO-OLEJ

aromatické aldehydy  
(napr. VANILÍN)  
iné aromatické alkoholy,  
ketóny, estery, fenoly,  
oligoméry



farmaceutický,  
potravinársky  
priemysel, F&F

Biopalivá



**PREČO  
NIE  
LIGNÍN?**

### Katalytické procesy

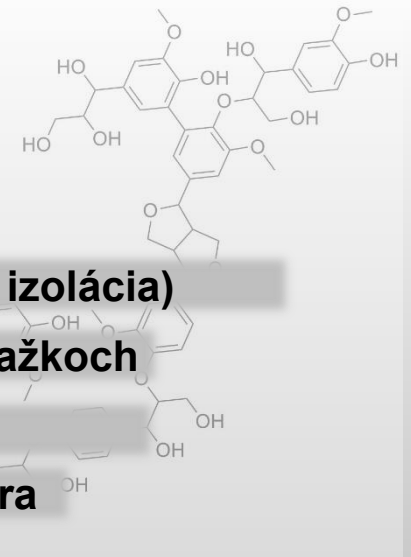


Produkty (identifikácia; izolácia)

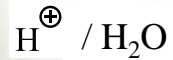
Produkty v nízkych výťažkoch

Polymerizácia

Dezaktivácia katalyzátora



## CELLULÓZA



Hydrolýza

### CELULÓZA

40 – 50 hm.%  
závisí od typu  
biomasy  
(90% in cotton  
fiber)

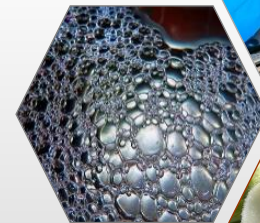
### CUKRY

Glukóza  
Manóza  
Sorbitol  
Manitol

Rôzne  
produkty

Nemrznúce zmesi

PAL



Organické kyseliny



Vodík

**NAŠE ZAMERANIE:**

Tvorba  $H_2$

Príprava kyseliny mravčej

Príprava kyseliny mliečnej



# KONVERZIA CELULÓZY

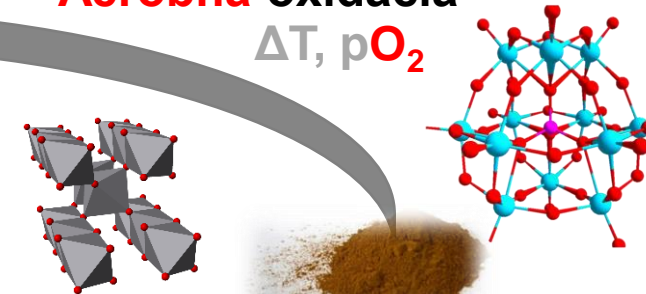
**Anaeróbna oxidácia**

$\Delta T$ ,  $pN_2$



**Aeróbna oxidácia**

$\Delta T$ ,  $pO_2$



Mo-V katalyzátory

65% výt'azok FAC

**KYSELINA  
MLIEČNA**

**KYSELINA  
MRAVČIA**

**Kozmetika**



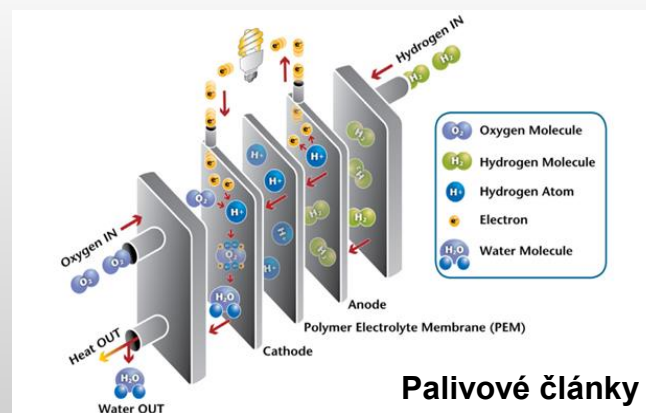
**Potravinárstvo**



**Kožiarsky  
priemysel**



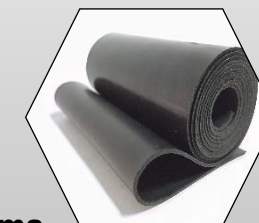
**Textilný  
priemysel**



**Uskladňovanie vodíka**

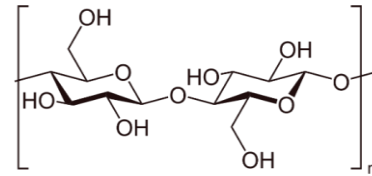
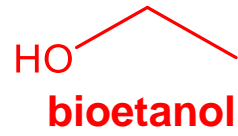


**Guma**



**Bioplasty**

# KONVERZIA CELULÓZY

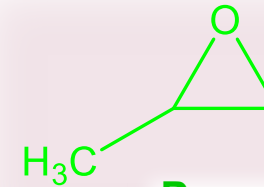


katalyzátor



$\Delta T, N_2O$  resp.  $O_2$

katalyzátor



Propylénoxid (PO)



Nemrznúce zmesi



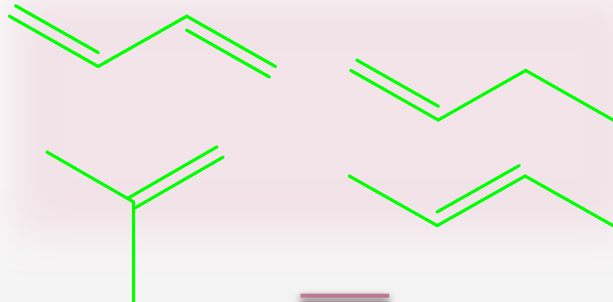
PAL

$\Delta T, O_2$



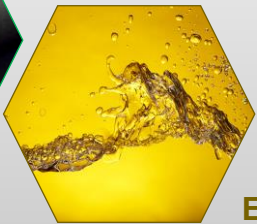
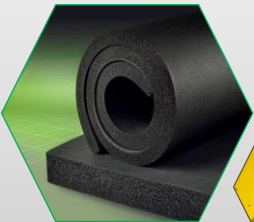
1. M kat.

2. HT katalyzátor

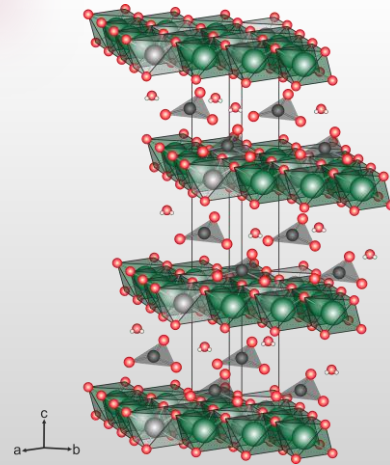


Butény/butadién

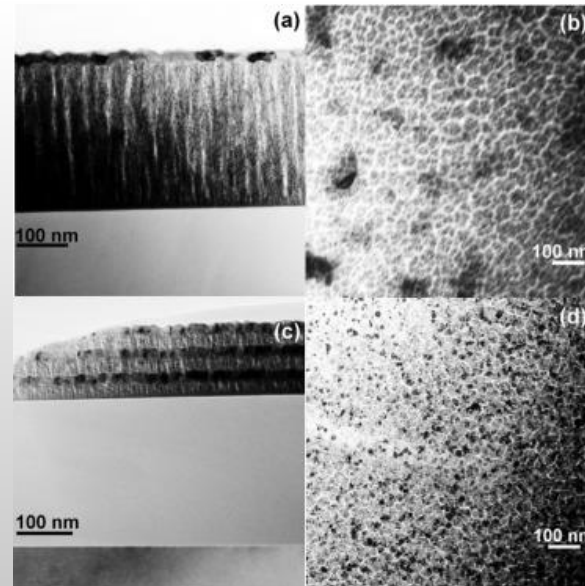
Kaučuky



ETBE



Hydrotalkit





# KONVERZIA HEMICELULÓZ

## HEMICELULÓZY



Živice



Adhezíva

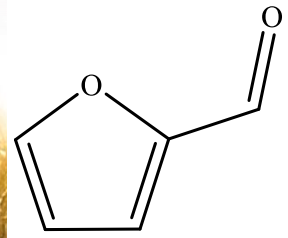
Organické rozpúšťadlá



Biopalivá



FURFURAL



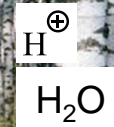
300 000 t/r

kyslý katalyzátor  
160-180 °C

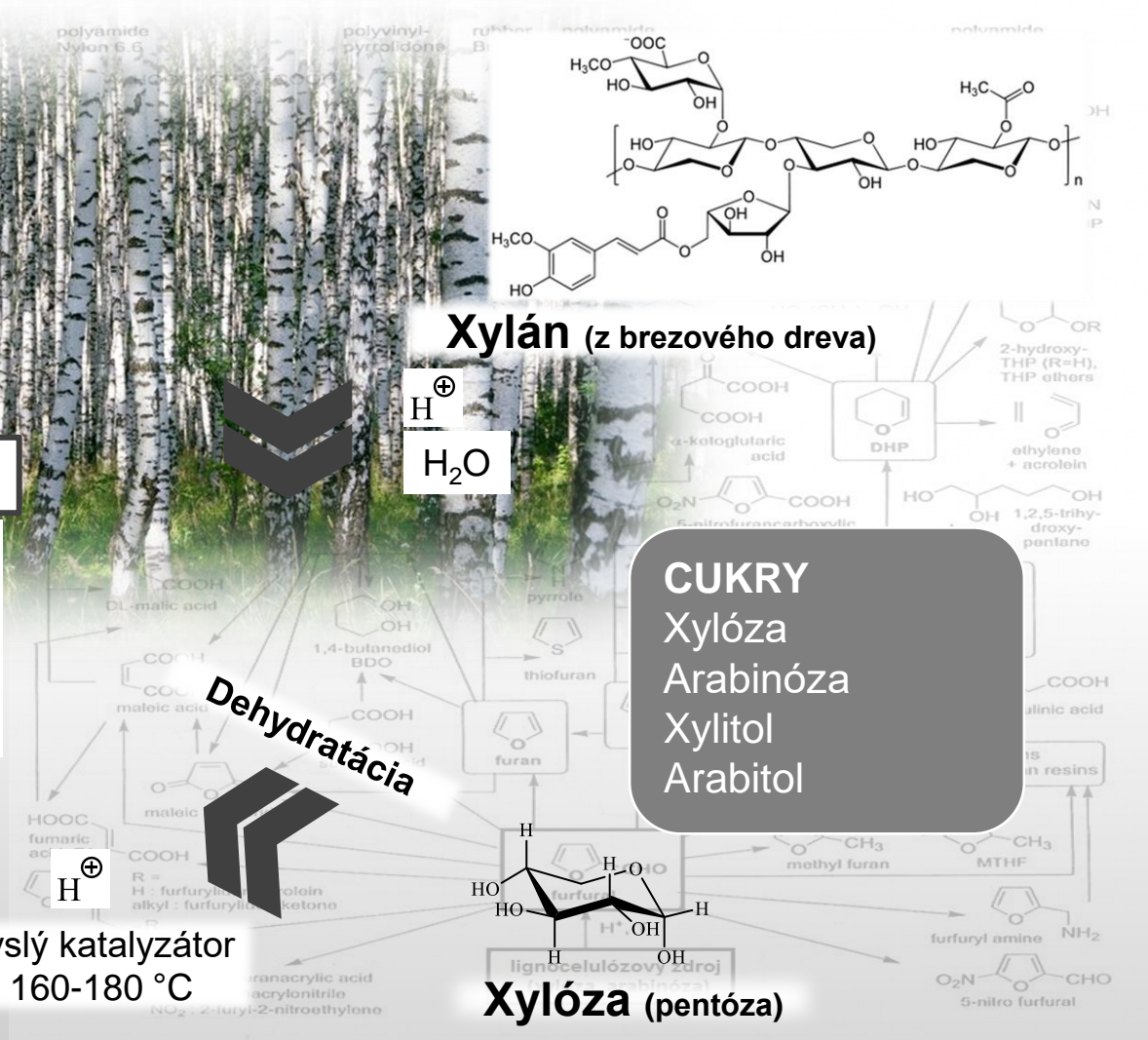
Dehydratácia

Xylóza (pentóza)

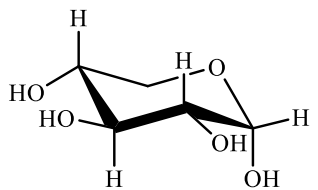
Xylán (z brezového dreva)



CUKRY  
Xylóza  
Arabinóza  
Xylitol  
Arabitol



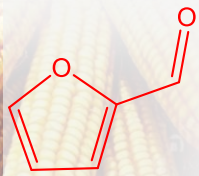
# KONVERZIA HEMICELULÓZ



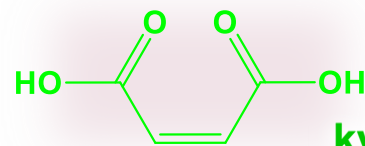
Xylóza (pentóza)



kyslý katalyzátor  
160-180 °C

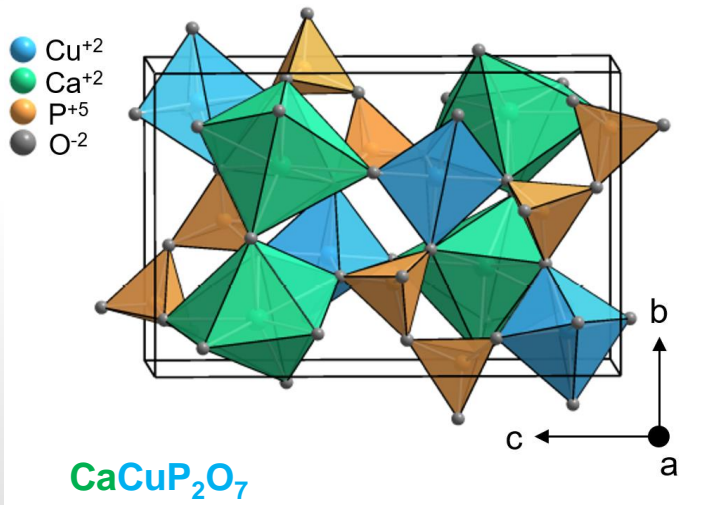
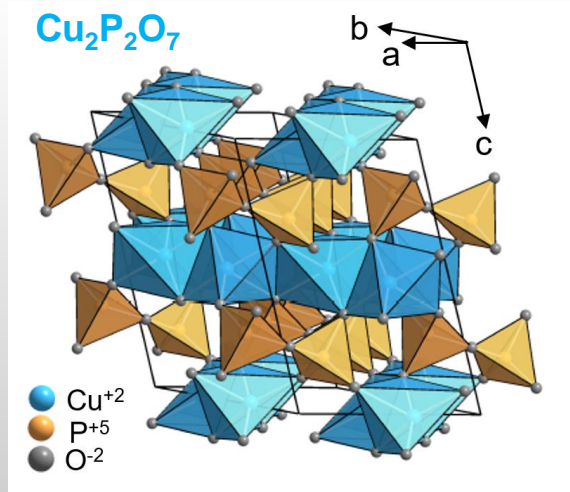


Furfural



kyselina maleínová

- $\text{Cu}_2\text{P}_2\text{O}_7$
  - $\text{MCuP}_2\text{O}_7$
- M = Mg, Ca, Ba, Sr



Lieky



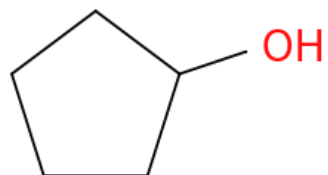
Okysľovanie vína



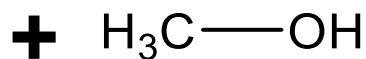
Regulátor kyslosti

# PRÍPRAVA NESYMETRICKÝCH ÉTEROV

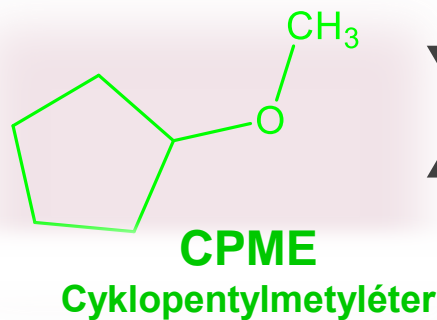
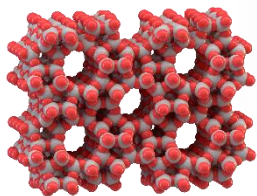
Cyklopentanol



Metanol



$\Delta T$



„zelené“  
rozpúšťadlo

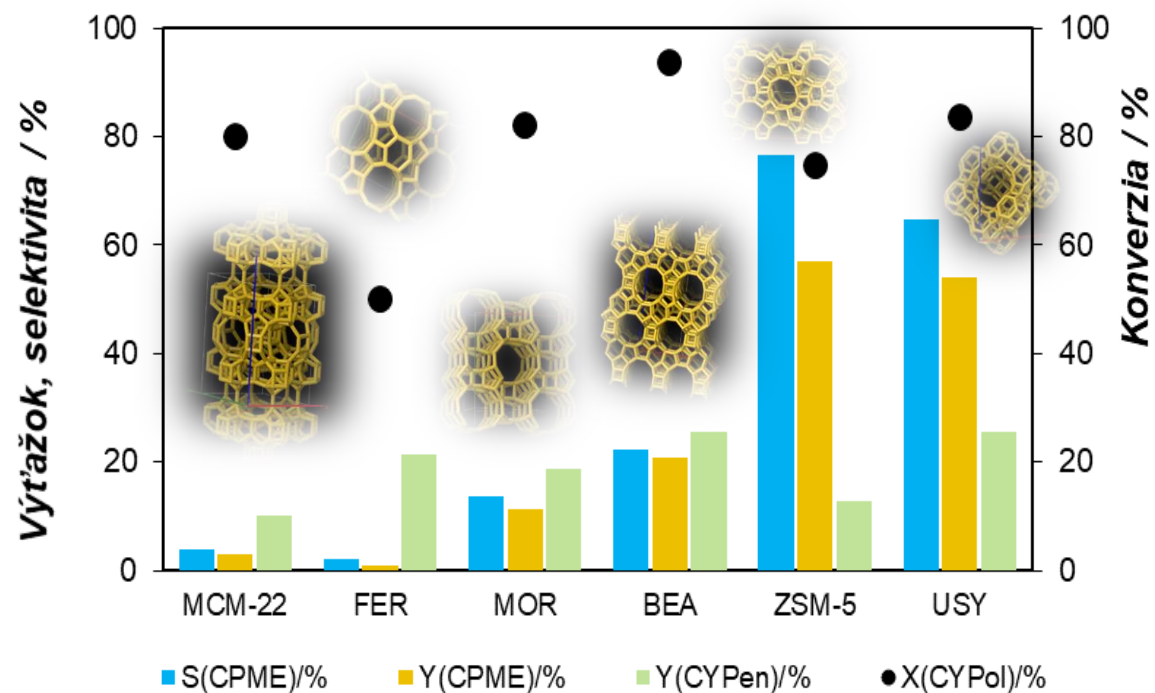


Rozpúšťadlo v organických reakciách

vysoká teplota varu

nizka rozpustnosť vo vode

stabilita



# KONVERZIA BIOMASY - OLEJNINY



## Odpadné olejniny

- 6 miliárd ton kávového odpadu ročne

### Kávový odpad



Sušenie



Extrakcia oleja

Lisovanie za studena



## Nejedlé olejniny

### Ľaničník siaty



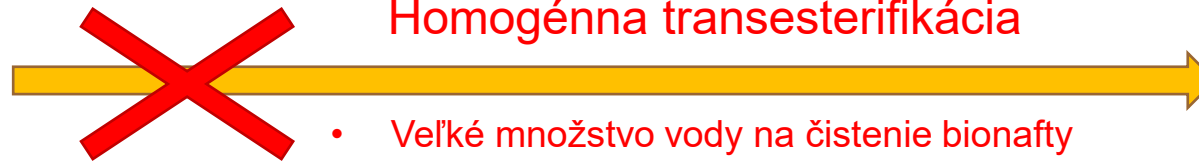
- Odolná voči suchu
- Rast na kontaminovaných pôdach
- Menej pesticídov a hnojív pri pestovaní
- Vysoký obsah oleja



Triacylglyceridy

# KONVERZIA OLEJA - BIONAFTA

## Triacylglyceridy

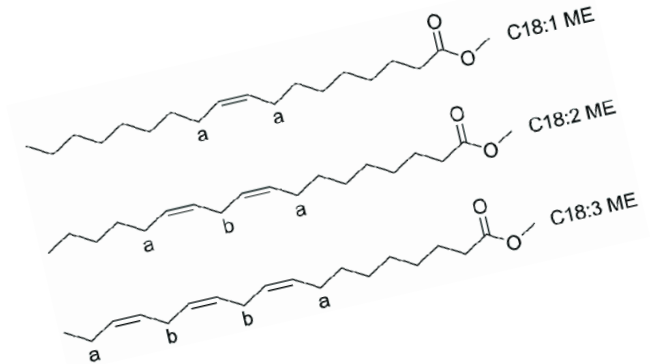
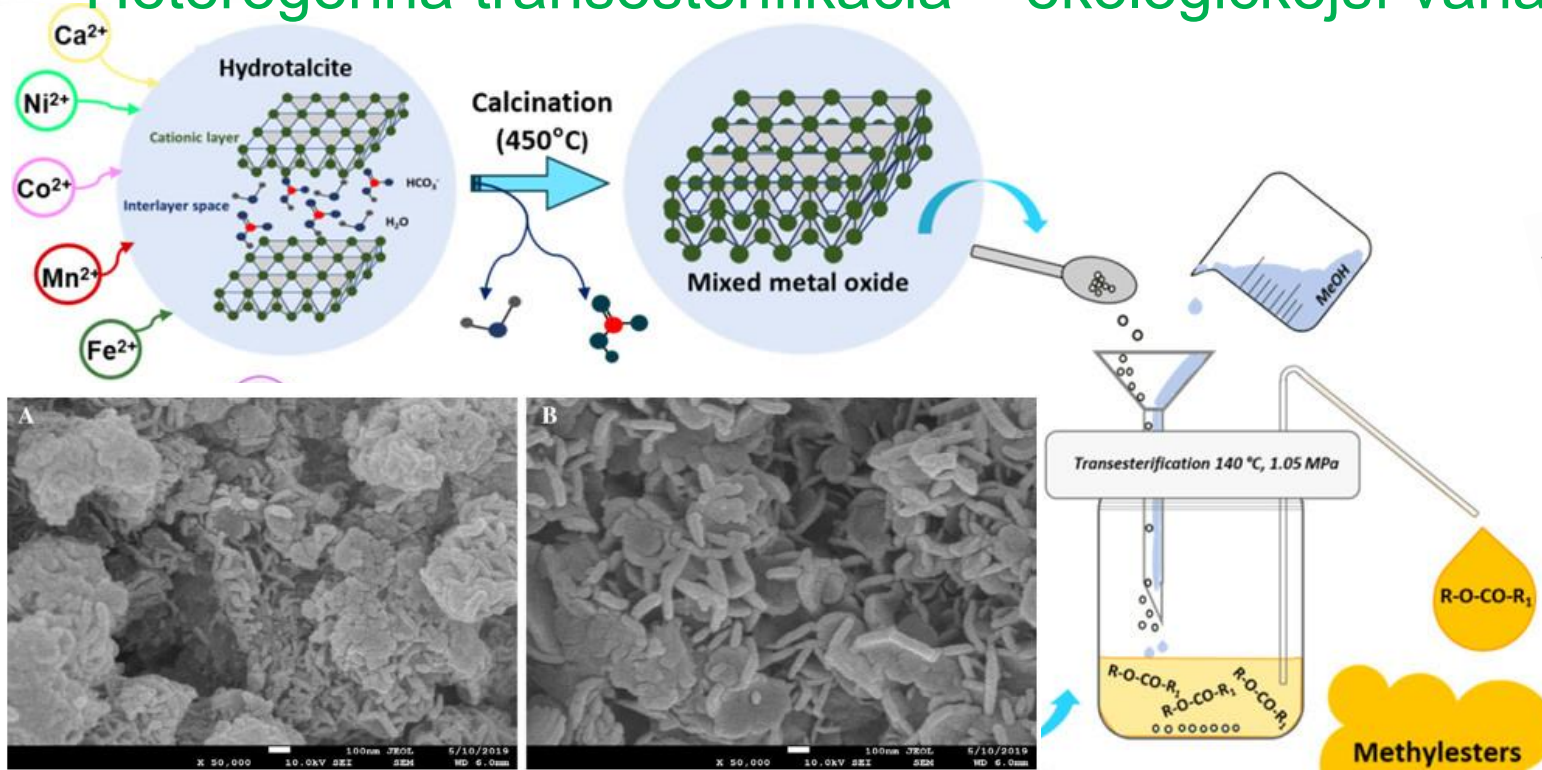


## Homogénna transesterifikácia

- Veľké množstvo vody na čistenie bionafty
- Neekologický ale rýchly spôsob

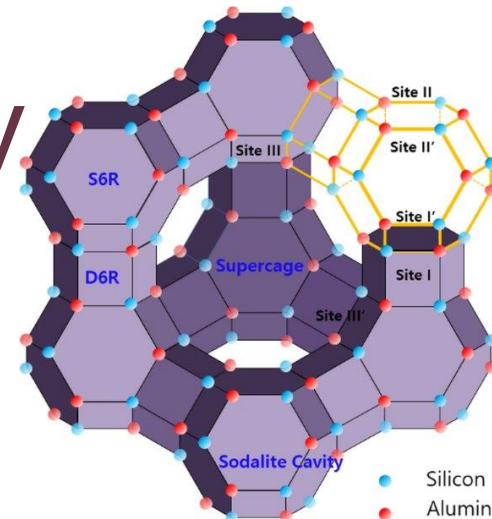


## Heterogénna transesterifikácia – ekologickejší variant



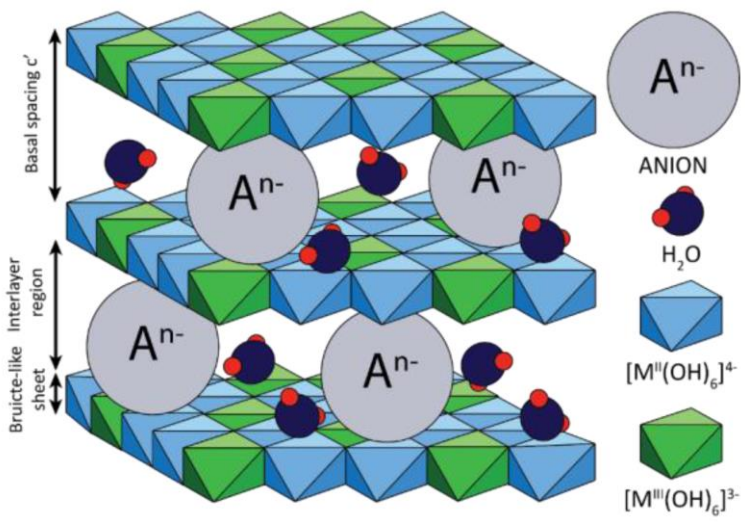


## Zeolity



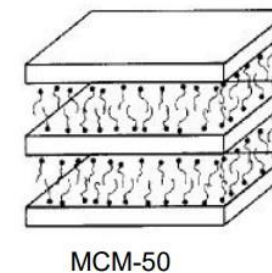
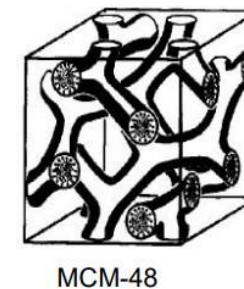
- ⚙️ Zeolity Y (FCC)
- ⚙️ ZSM-5 (MTO, MTG)
- ⚙️ Alkylácie, Izomerizácie
- ⚙️ Mordenit (izomerizácie)

## Hydrotalkity



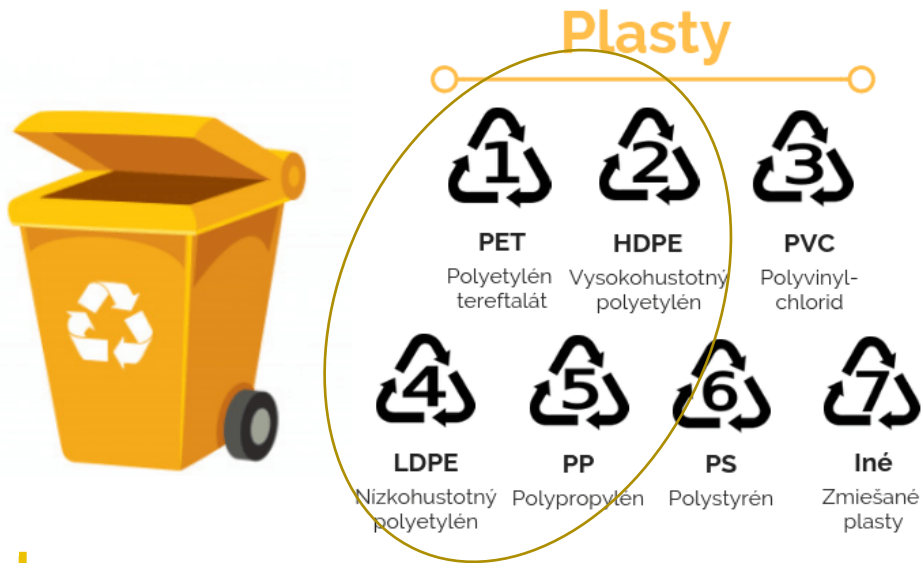
- ⚙️ Príprava bionafty
- ⚙️ Záchyt CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>
- ⚙️ Retardéry horenia
- ⚙️ Adsorpcie

## Mezopórové molekulové sitá



- ⚙️ Krakovanie
- ⚙️ Príprava petrochemikálii

# RECYKLÁCIA PLASTOV (PP a PE)



## Pyrolýza – termické krakovanie

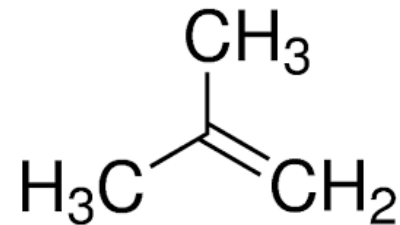
- Jednostupňový proces
- Teploty 420 – 450 °C



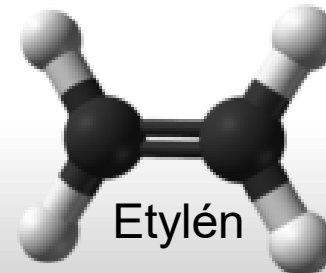
C6 – C19 – letecký petrolej

## Termické a katalytické krakovanie

- Dvojstupňový proces
- Výťažky ľahších uhľovodíkov

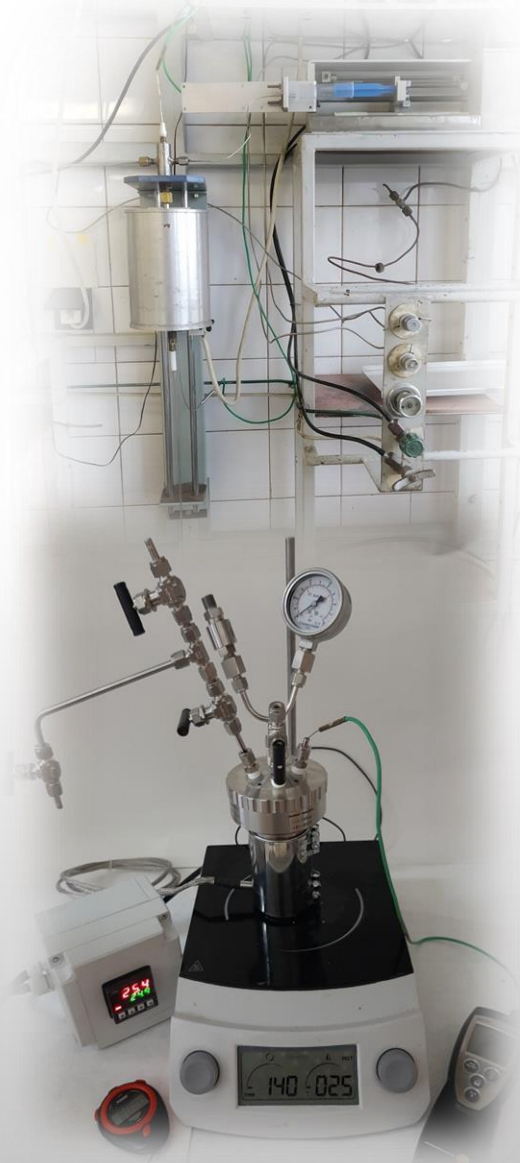


Metylpropén -Vysokooktánové zložky benzínu



Benzínová frakcia (C5 – C11)

# REAKTORY





# ANALYTICKÉ PRÍSTROJE





- ✿ **Katalytická premena biomasy na dôležité karboxylové kyseliny**  
(doc. Ing. Tomáš Soták, PhD.)
- ✿ **Katalytická transformácia derivátov hemicelulóz na kyselinu maleinovú**  
(doc. Ing. Tomáš Soták, PhD.)
- ✿ **Nanokatalyzátory na prípravu zelených éterov**  
(doc. Ing. Tomáš Soták, PhD.)
- ✿ **Termokatalytické transformácie lignocelulózy na zelené chemikálie**  
(doc. Ing. Tomáš Soták, PhD., Ing. Lívia Izsák )
- ✿ **Nové postupy prípravy dikarboxylových kyselín**  
(Ing. Dana Gašparovičová, PhD.)
- ✿ **Selektívna oxidácia celulózy na kyselinu mliečnu**  
(Ing. Dana Gašparovičová, PhD.)
- ✿ **Selektívna oxidácia dimetylpyridínu**  
(Ing. Blažej Horváth, PhD.)
- ✿ **Výroba veľkotonážnych monomérov z etanolu**  
(Ing. Blažej Horváth, PhD.)
- ✿ **Valorizácia kávového odpadu**  
(Ing. Michal Horňáček, PhD.)



- ✿ **Príprava a charakterizácia katalyzátorov pre výrobu bionafty**  
(Ing. Miroslava Mališová)
- ✿ **Príprava bionafty pomocou transesterifikácie nepotravinárskych surovín**  
(Ing. Miroslava Mališová)
- ✿ **Príprava a charakterizácia katalyzátorov pre rozklad biomasy**  
(Ing. Michal Horňáček, PhD.)
- ✿ **Recyklácia odpadového polyetylénu v dvojstupňovom reakčnom systéme v prítomnosti katalyzátora**  
(Ing. Božena Vasilkovová, PhD.)
- ✿ **Recyklácia odpadového polypropylénu v dvojstupňovom termicko-katalytickom systéme**  
(Ing. Božena Vasilkovová, PhD.)
- ✿ **Využitie indexu lomu na meranie obsahu FAME v produktoch transesterifikácie ľaničnickového oleja**  
(Ing. András Peller, PhD.)
- ✿ **Zlepšovanie kvality kvapalín vzniknutých recykláciou odpadného PE a PP s cieľom prípravy kvalitných chemických surovín**  
(doc. Ing. Elena Hájeková, PhD.)



Čo ponúkame?

- ⚙️ Práca na reálnych výskumných problémoch
- ⚙️ Praktické skúsenosti pri práci na moderných prístrojoch
- ⚙️ Prácu na zaujímavých výskumných prístrojoch
- ⚙️ Osobný individuálny prístup

Predmety:

- ⚙️ Kinetika a reaktorové inžinierstvo
- ⚙️ Katalýza
- ⚙️ Metódy kontroly chemických technológií
- ⚙️ Nanomateriály v chemickej technológii
- ⚙️ Energetické materiály
- ⚙️ Navrhovanie chemických výrob
- ⚙️ Optimalizácia chemických technológií
- ⚙️ A iné...



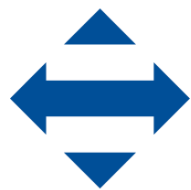
## SPOLUPRÁCA S DOMÁCIMI A ZAHRANIČNÝMI PRACOVISKAMI



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

## UPLATNENIE V PRAXI





AGENTÚRA  
NA PODPORU  
VÝSKUMU A VÝVOJA



**Neváhaj a pridaj sa k  
nám do tímu!**