

Biofinomítói technológiák kutatása és fejlesztése

LÓNYI FERENC

TTK ANYAG- ÉS KÖRNYEZETKÉMIAI INTÉZET



A MAGYAR TUDOMÁNY ÜNNEPE



Tudomány: út a világ megismeréséhez



ELKH | Eötvös Loránd
Kutatási Hálózat

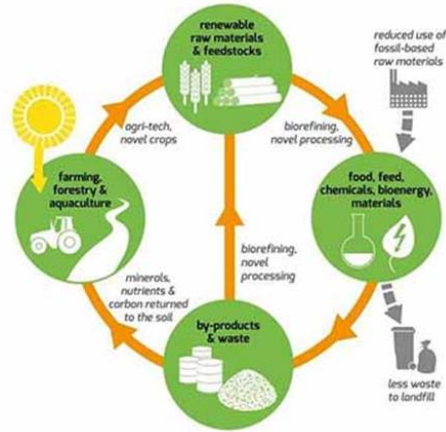
Fenntarthatóság

- **A természet erőforrásainak** (ásványi kincsek, fosszilis energiaforrások, talaj, tiszta víz és levegő) **kizsákmányoló hasznosítása nagyobb sebességgel történik, mint az erőforrások újra termelődése.**
- A túlélés feltétele: **fenntartható gazdálkodás az élet minden területén.**



A fenntarthatóság záloga a természeti erőforrásokkal megvalósított **körforgásos gazdaság** kiterjesztése minden technológiára

Biogazdaság



A körforgásos gazdaság kiterjesztése a megújuló szerves anyagokat termelő, feldolgozó, hasznosító és újra hasznosító technológiákra

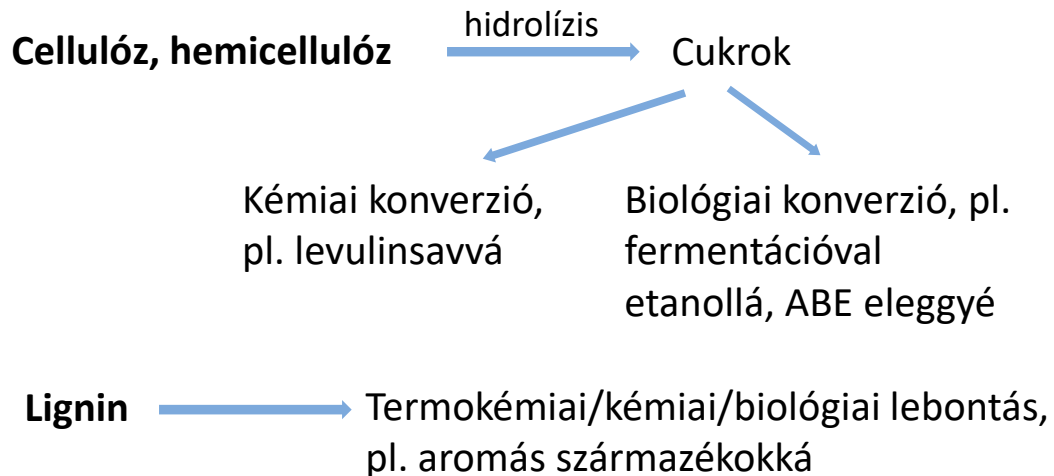
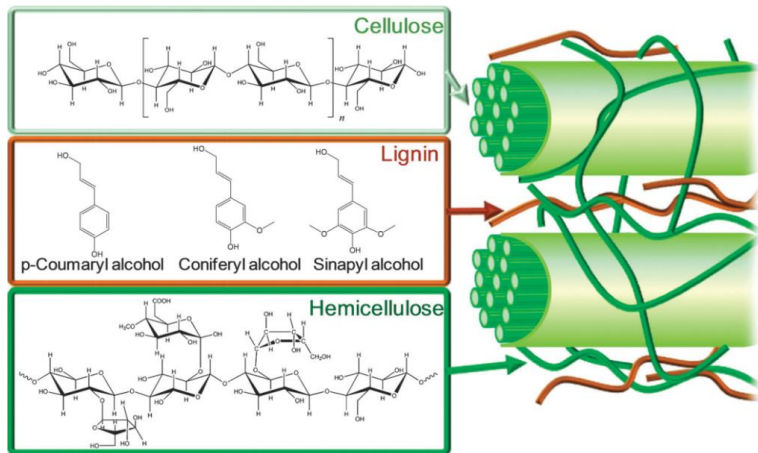
(mező- és erdőgazdálkodás, az élelmiszer-, fa-, és papíripar)



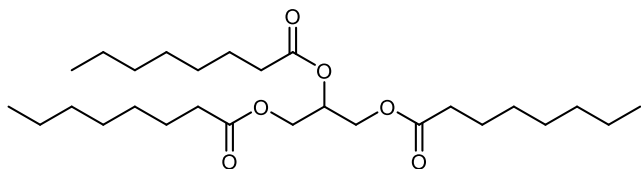
- Nem karbon mentes, de karbon semleges
- Feladata, hogy a megújuló, biológiai eredetű szén minél hosszabb ideig hasznos és kötött formában, üzemanyagként, vegyi anyagként megőrizze
- Megteremtésében fontos szerepe van a kémiának, ezen belül olyan technológiáknak, amelyeket bio- és kemotechnológiai műveletek alkotnak

Biomassza feldolgozás

Lignocellulóz



Bio-olajok (trigliceridek) és zsírok



átészterezés
hidrokonverzió

Észterek (biodízel),
Paraffin szénhidrogének (biogázolaj)

Lignocellulóz



Etanol



Heterogén katalitikus átalakítás



Butanol, butadién

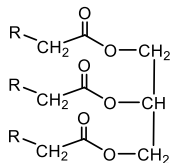
γ -Valerolakton,
2-metil-tetrahidrofurán

Aromás vegyületek

Bio-olajok és zsírok



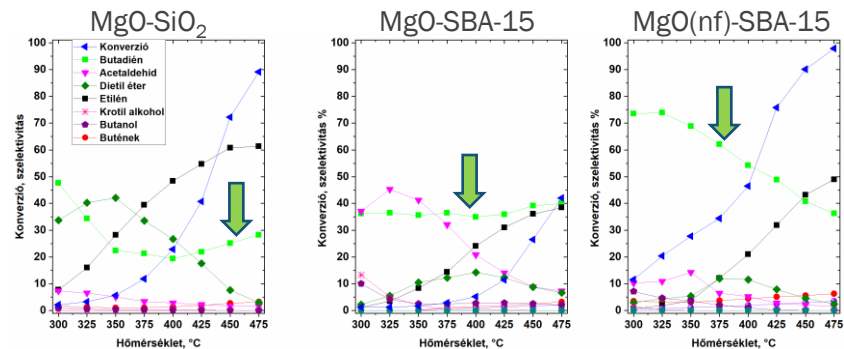
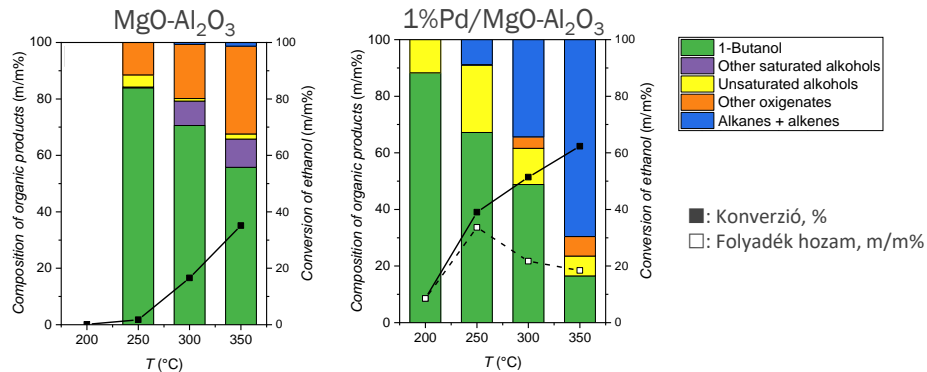
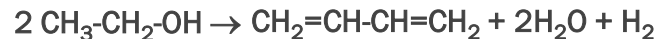
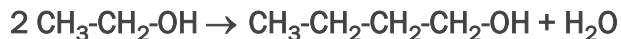
Trigliceridek



Biogázolaj,
 C_{15} - C_{18} alkánok

Cél a technológiák egyes kritikus lépéseinek tudományos megalapozása

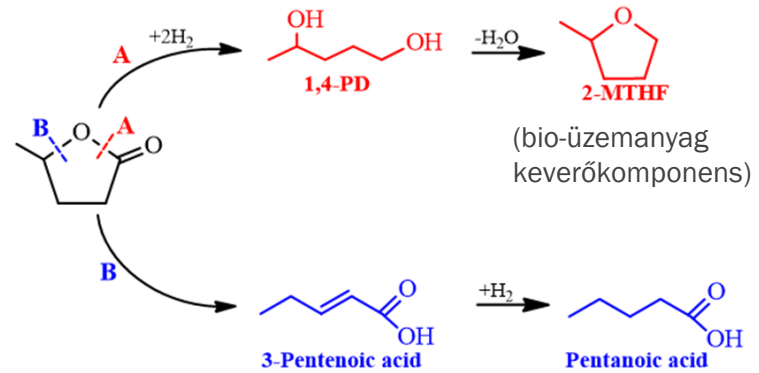
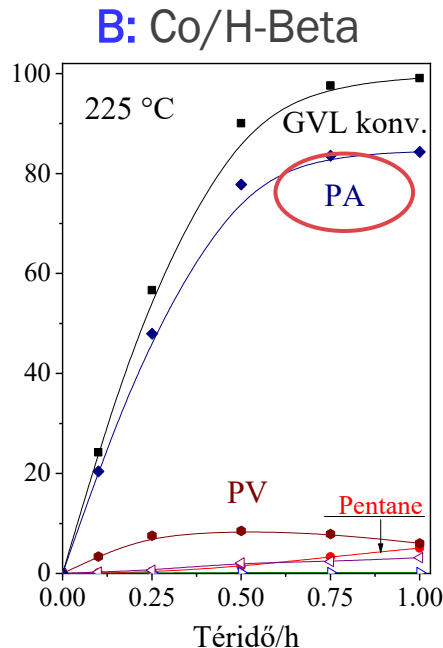
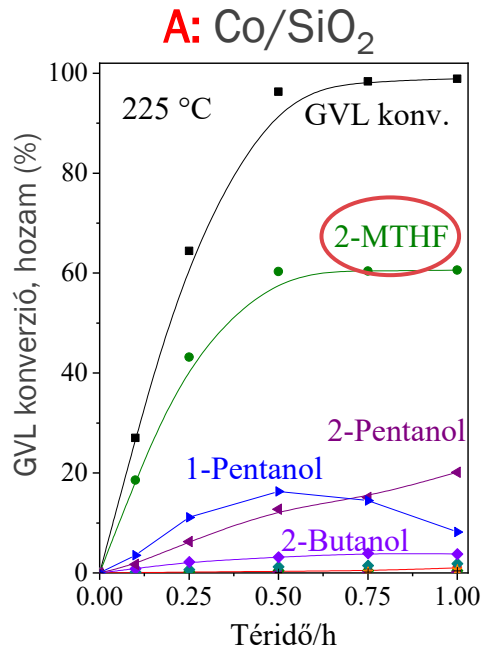
Biobutanol és biobutadién előállítása bioetanolból



- A butanol az etanolnál előnyösebb benzin keverőkomponens: energiasűrűsége nagyobb, nem higroszkópos, korróziós problémákat nem okoz.
- MgO-Al₂O₃ katalizátoron viszonylag kis konverzió mellett nagy szelektivitással képződik butanol.
- Hidrogénező/dehidrogénező fémkomponens (Pd) bevitelével a katalizátor aktivitása jelentősen megnövelhető.

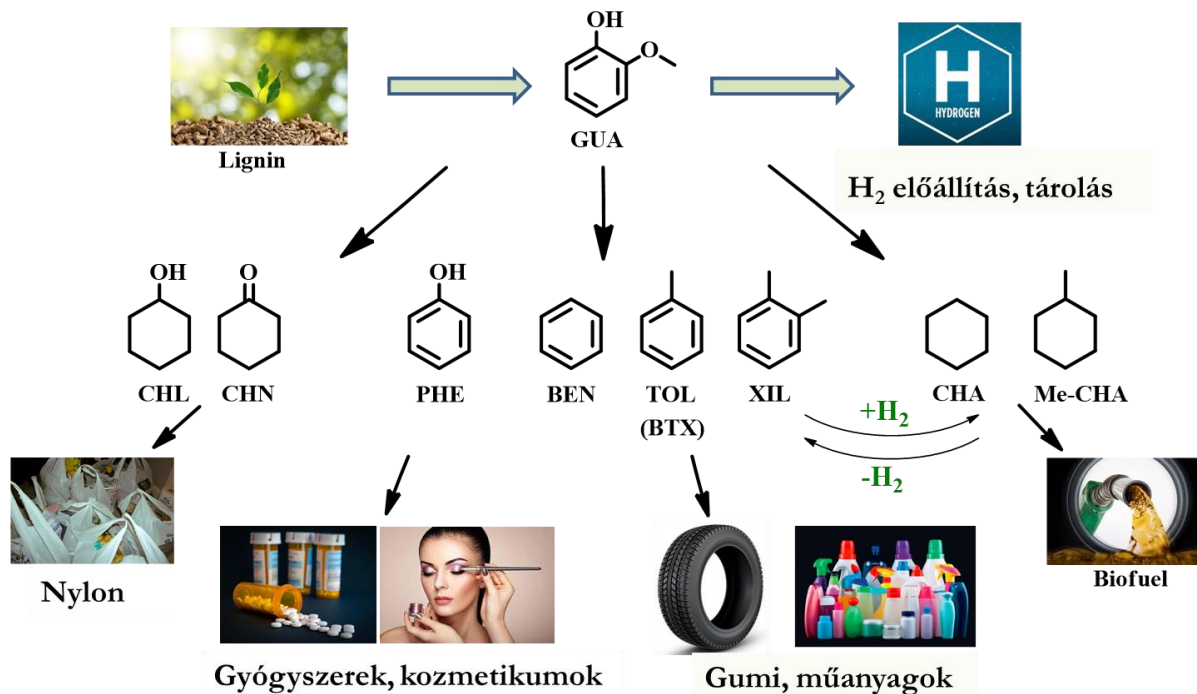
- Bioetanolból kiindulva fontos műanyagipari alapanyag, butadién állítható elő, amellyel a fosszilis eredetű alapanyagból előállított butadién váltható ki.
- Kedvezőbb struktúrájú MgO-SiO₂ katalizátoron (mezopórusos szilikát/nagyfelületű MgO) jelentős konverzió mellett nagyobb szelektivitással képződik butadién.

γ -Valerolakton (GVL) átalakítása 2-metil-tetrahydrofuránná (2-MTHF)

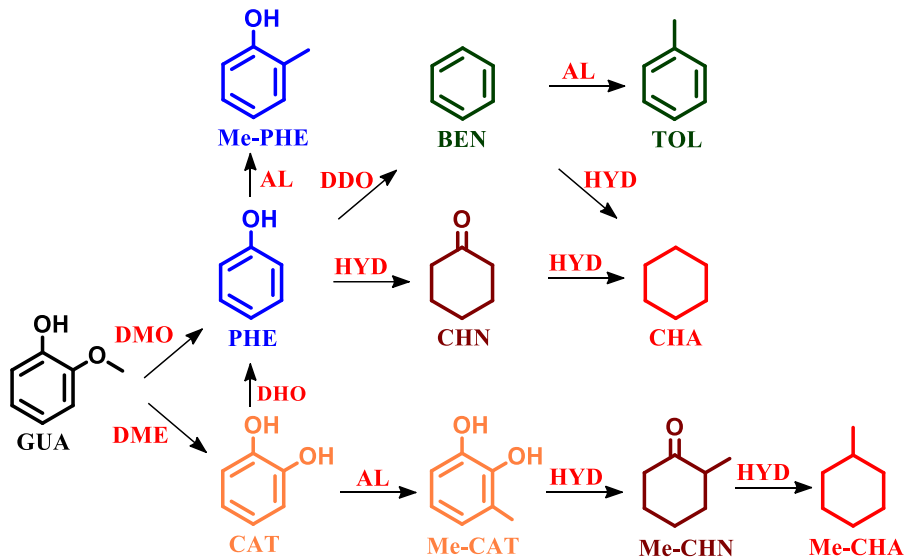
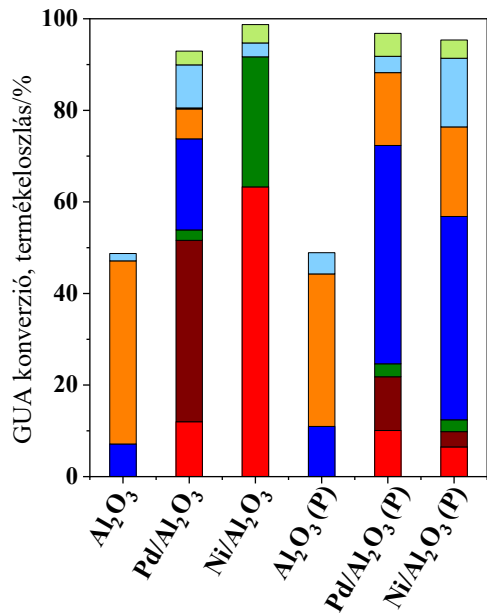


A katalizátor hordozó savassága (SiO₂: semleges, H-Beta: erősen savas) meghatározza a reakcióutat.

Gvajacol átalakítása vegyipari alapanyagokká



Gvajacol átalakítása Al_2O_3 hordozós Pd és Ni katalizátorokon



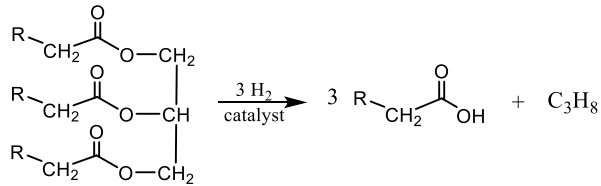
Katalizátorral a reakció a kívánt termékek képződése felé irányítható.

300 °C, 10 bar, 1 $\text{g}_{\text{cat}}/\text{g}_{\text{GUA}} \cdot \text{h}$,
 $\text{H}_2/\text{GUA}=20$, 4 h üzemelési idő

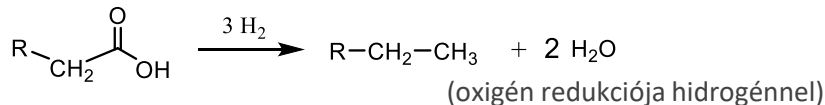
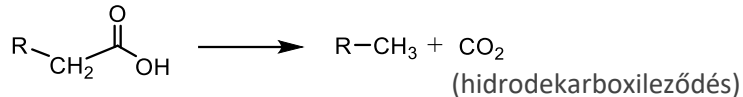
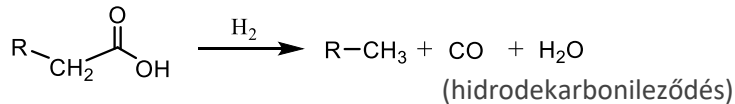
- $\text{Pd}/\text{Al}_2\text{O}_3$: ciklohexanon származékok és fenolok a fő termékek
- $\text{Ni}/\text{Al}_2\text{O}_3$: oxigénmentes vegyületek
- $\text{Pd}/\text{Al}_2\text{O}_3$ (P), $\text{Ni}/\text{Al}_2\text{O}_3$ (P): aromások (fenolok, katekolok)

Trigliceridek átalakítása dízel üzemanyaggá

Első lépés: az észter kötések hidrogenolízise

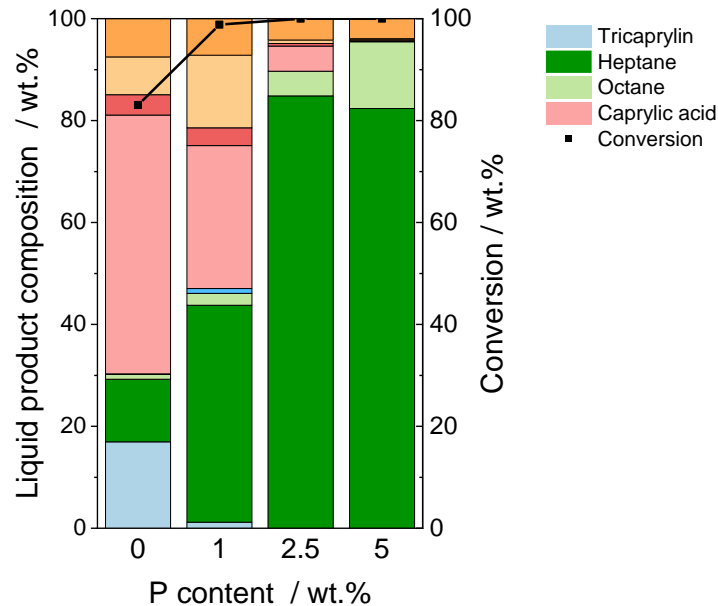


Következő lépés: a karbonsav intermedier átalakulása

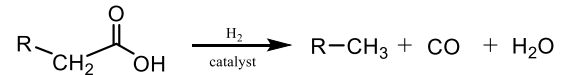


- A bio-olajok katalitikus hidrodeoxigénezése (HDO) előnyösebb, mint az etanollal vagy metanollal végzett átészterezés.
- A HDO reakcióval kapott termék, a **biogázolaj** főleg C₁₅–C₁₈ n-alkánokat tartalmaz, ami közvetlenül alternatív dízel üzemanyagként használható a belsőégésű motorok módosítása nélkül.

Trikaprilin HDO reakciója foszfátalással módosított Al_2O_3 hordozós Pd katalizátorokon



- A $\text{Pd}/\text{Al}_2\text{O}_3$ katalizátor nagy aktivitást mutat az észter kötések hidrogenolízisében (első lépés).
- A paraffin termékek (heptán és oktán) hozama nagymértékben növekszik a hordozó foszfortartalmával (az 5% foszfortartalmú mintán közel 100 %).
- **A katalizátor szerkezete foszfátózás hatására előnyösen változik (a foszfátózott felületen a felületi karboxilát képződés visszaszorul).**
- **A foszfátózás nagyobb HDO (főleg hidrodekarbonilezési) aktivitást eredményez.**



Trikaprilin (TC), mint triglicerid modellvegyület, H_2 vivőgáz, $350\text{ }^\circ\text{C}$, 21 bar, $\text{WHSV}=4\text{ g}_{\text{trikaprilin}}\text{ g}_{\text{katalizátor}}^{-1}\text{ h}^{-1}$

Összefoglalás

- A fenntartható biogazdaság megteremtésében a kémiának fontos szerepe van.
- Egyes új, környezetbarát biofinomító technológiák kifejlesztéséhez a hatékony heterogén katalitikus technológiák tudományos megalapozása nagymértékben hozzájárulhat. Fontos cél a fosszilis alapú termékek kiváltása biomassza alapú termékekkel.
- A lignocellulóz biomassza komponenseiből nyerhető ún. platformvegyületek (bioetanol, levulinsav, gvajakol, stb.) katalitikus átalakításával értéknövelt termékek állíthatók elő, amelyek üzemanyag keverőkomponensként és vegyipari alapanyagokként hasznosíthatók.
- A heterogén katalitikus eljárások fejlesztése a zöld kémiai eljárások fejlesztése szempontjából elsődleges fontosságú.
- Fontos megalapozott tudást szerezni a katalizátorok szerkezete és katalitikus aktivitása közti összefüggésekről.
- A katalitikusan aktív helyek szabályozásával befolyásolhatók a reakcióutak, és így a termékszelektivitás

Köszönöm a megtisztelő figyelmet!



Köszönet illeti továbbá minden munkatársamat, aki munkájával jelentősen hozzájárult az előadás anyagához:

Valyon József, Novodárszki Gyula, Vikár Anna, Barthos Róbert, Rosenbergné Mihályi Magdolna,
Szabó Blanka, Solt Hanna, Szegedi Ágnes, Domján Attila, Nagy Tibor, Fekete Miklós, Farkas Ágnes

**Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal (Magyar-Indiai Alkalmazott Kutatásfejlesztési Együttműködési Pályázat,
Projektszám: 2019-2.1.13-TÉT_IN-2020-00043)**



A MAGYAR TUDOMÁNY ÜNNEPE

Az MTA programsorozata



ELKH | Eötvös Loránd
Kutatási Hálózat



ttk.hu, elkh.org

