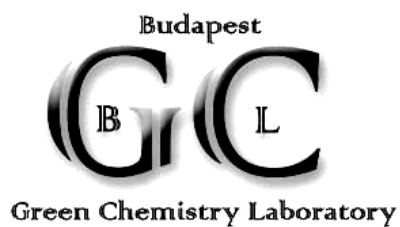


Zöld Kémiai Laboratóriumi Gyakorlatok

Biodízel



**Budapesti Zöld Kémia Laboratórium
Eötvös Loránd Tudományegyetem, Kémiai Intézet
Budapest
2009**

(Utolsó mentés: 2009.02.09.)

A gyakorlat célja

Az átészterésítési reakciók bemutatása a biodízelgyártás példáján.

Bevezető

Legalább három módja van annak, ahogyan növényi és állati eredetű zsiradékokat dízel-motorok meghajtására használhatunk. Mindhárom módszer alkalmazható friss és használt zsiradékkal is.

- Használhatjuk a zsiradékot módosítás nélkül - a továbbiakban az angol *straight vegetable oil* (módosítatlan növényi olaj) név után az SVO rövidítést használjuk.
- Keverhetjük kerozinnal, benzinnel vagy biodízel üzemanyaggal.
- Átalakíthatjuk biodízellé.

A biodízel zsírsavak metil- vagy etilésztere. A biodízel tisztább, mint az SVO, bármilyen dízel-üzemű motorhoz használható, a motor átalakítása nélkül, ráadásul a hideg időben mutatott tulajdonságai jobbak. Az SVO-val ellentétben a biodízelt hosszú ideje tesztelik, használják a világ számos országában.

A biodízel tiszta, biztonságos, használatra kész alternatív üzemanyag, az SVO üzemanyagrendszerek jó része azonban még mindig csak kísérleti fázisban van. Másrészt a biodízel jóval drágább és először elő kell állítani.

A bio- és petrodízel összehasonlítása [1]

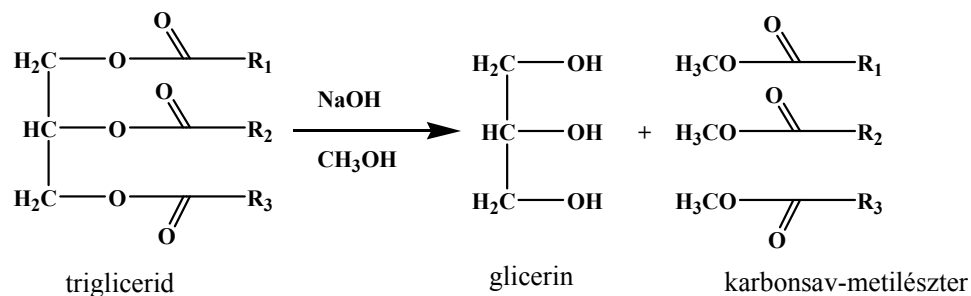
A biodízel üzemanyagok bruttó (tömegegységre vonatkoztatott) égéshője 9-13%-kal alacsonyabb a D2-es üzemanyagénál (gázolajénál). A biodízel viszkozitása kétszer nagyobb, a zavarosodási- és dermedéspontja jóval magasabb, mint a D2 üzemanyagé. A bio-üzemanyagok kisebb erőt és nyomatékot adnak nagyobb fogyasztás mellett.

Az etil- és metil-észterek fizikai és kémiai tulajdonságai, valamint a belőlük kihozható teljesítmény nagyban hasonlít egymáshoz, energiatartalmuk is közel azonos. Az etil-észterek viszkozitása valamivel nagyobb, míg zavarosodási- [2] és dermedéspontja [3] kisebb, mint a metil-észtereké. Az égéssztek alapján a metil-észterek némileg nagyobb erőt és nyomatékot produkálnak, mint az etil-észterek. Fogyasztásban gyakorlatilag nincs különbség. Az etil-észterek néhány kedvező tulajdonsága az égés során keletkező jelentősen kevesebb korom, alacsonyabb kipufogó hőmérséklet és alacsonyabb dermedéspont. Az etil-észterek jobban elhasználják az injektorokat és nagyobb a glicerin-tartalmuk, mint a metil-észtereknek.

Reakció:

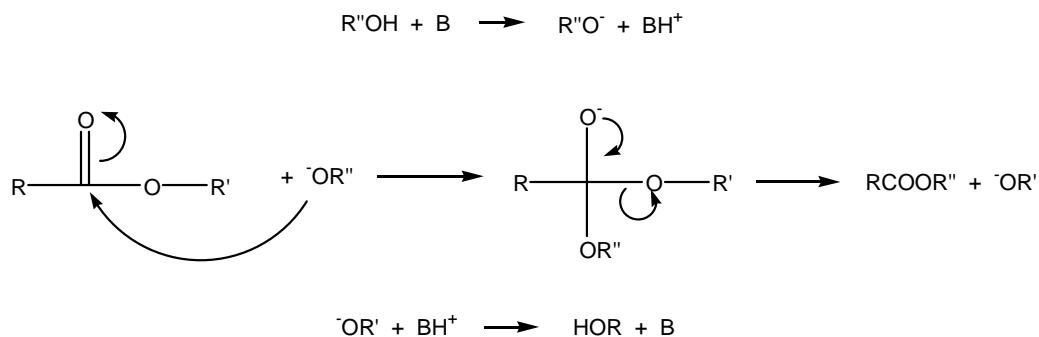
A biodízel előállítási folyamata triglicerideket (olajat és zsírt) alakít metil-, illetve etil-észterré, míg melléktermékként glicerin keletkezik. A termék és a melléktermék kétfázisú rendszert alkot, melyben a felső fázis az észter, az alsó a glicerin. A folyamatot átészterésítésnek nevezik, amelyben a glicerint (háromértékű alkohol) kémiai reakcióban egyértékű alkoholra cseréljük lúg katalizátor jelenlétében.

Reakcióegyenlet

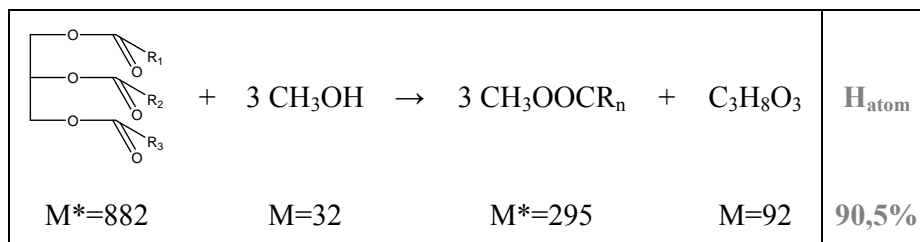


HOOC-R₁, R₂, R₃: - Palmitinsav [CH₃(CH₂)₁₄COOH]: **4.0 - 9.0 %**
 - Sztearinsav [CH₃(CH₂)₁₆COOH]: **1.0 - 7.0 %**
 - Olajsav [CH₃(CH₂)₇CH=CH(CH₂)₇COOH]: **14.0 - 40.0 %**
 - Linolsav [CH₃(CH₂)₄CH=CHCH₂CH=CH(CH₂)₇COOH]: **48.- 74.0 %**

Reakció mechanizmus



Atomhatékonyság



$$H_{\text{atom}} = 100 \cdot M_{\text{céltermék}} / M_{\text{kiindulási anyagok}} = 100 \cdot 3 \cdot 295 / (882 + 3 \cdot 32) = 90,49\%$$

M*: Átlagos molekulatömeg.

Alkalmazott zöldkémiai alapelvek

- Hatékonyabb energia felhasználás
- Megújuló nyersanyagok használata
- Katalizátorok alkalmazása

1,5 óra+

Szükséges vegyszerek:

Név	Képlet	Mennyiség	n/mol	M/g*mol ⁻¹	
Növényi olaj		50 ml/		874*	
Vízmentes metanol	CH ₃ OH	10 ml/9,71 g	0,3030	32,04	F
Nátrium-hidroxid (szilárd)	NaOH	0,175 g	0,0044	40,00	C
ecetsav	CH ₃ COOH				C

* Az általunk használt napraforgó olaj összetétele GC-MS mérés alapján: palmitinsav- (9%); linolsav- (90%); sztearinsav-glicerinszter (1%)

Eszközök:

fűthető mágneses keverő; gömblombikok (10, 100 ml); mágneses keverőbaba, rázótolcsér, léghűtő, Erlenmeyer lombikok (25, 50, 100 ml)

Munkavédelem:

A metanol mérgező, ne lélegezzük be a gőzeit. A nátrium-hidroxid maró hatású anyag, bőrre ne kerüljön!

Gyakorlati munka:

1. 10 ml 99+%-os metanolhoz adjunk 0,175 g szilárd NaOH-ot és keverjük teljes oldódásig. Az egyensúlyi reakcióban kis mennyiségű nátrium-metoxid keletkezik.
2. Melegítsünk elő 55°C-ra 50 ml növényi olajat (mérjük meg a tömegét!). Adjuk hozzá a már elkészített nátrium-metoxid-oldatot, majd folytassuk a melegítést egy órán át intenzív keverés közben (léghűtő).
3. Hagyjuk lehűlni és szétválni a reakcióelegyet. A metil-észter a glicerines fázis tetején úszik majd. Szobahőmérsékleten a szétválás hosszú ideig is eltarthat, alternatív megoldásként tartsuk melegen (40-45°C) a reakcióelegyet, így a komponensek gyorsabban szétválnak.
4. Óvatosan válasszuk el a felső fázist, majd kis mennyiségű ecetsavval semlegesítsük. Ezután mossuk néhányszor vízzel. A fázisok teljes elválása hosszú időt vehet igénybe, ezt meggyorsíthatjuk 40-45°C-ra való melegítéssel. Az észteres fázist szárítsuk magnézium-szulfáton néhány percig, majd szűrjük.
5. Mérjük meg a termék tömegét és számoljunk kitermelést (jellemzően 87 %). Mérjük meg a termék törésmutatóját is (n = 1,435).

A gyakorlat a 'Journey to Forever: Make your own biodiesel' című cikk alapján készült. (Forrás: http://journeytoforever.org/biodiesel_make.html)

[1] Production and Testing of Ethyl and Methyl Esters, University of Idaho, Dec 1994

[2] Az a hőmérséklet ahol a desztillált üzemanyagban megindul a kristályosodás.

[3] Az a hőmérséklet ahol a folyadék már nem összenyomható.

Ellenőrző kérdések:

Hogyan használhatunk állati és növényi eredetű zsíradékokat dízelmotorok meghajtására?

Mi a biodízel?

Írja fel a biodízel előállítás reakcióegyenletét!

Milyen a biodízel előállítás reakció atomhatékonysága?

A reakció után melyik fázist dolgozzuk fel?

Mire kell odafigyelni a gyakorlaton a veszélyes anyagok használatánál (munkavédelem)?

Milyen zöld kémiai alapelveket alkalmazunk a reakcióban?