

# Közlekedés célú biodízel gyártás várható tendenciái

## Future trends of transport related biodiesel production

Dr. **BERECZKY Ákos**<sup>1</sup>, Dr. **TÖRÖK Ádám**<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék, Budapest, Műegyetem rkp 1-3, H-1111, [bereczky@energia.bme.hu](mailto:bereczky@energia.bme.hu)

<sup>2</sup> KTI - Közlekedéstudományi Intézet, Közlekedéspolitikai és –gazdasági Tagozat, Budapest, Thán Károly 3-5, H-1111, [torok.adam@kti.hu](mailto:torok.adam@kti.hu)

*Abstract: The further increase in usage of fossil fuels is unsustainable because their sources are finite, the production, transportation and usage of fossil fuel is pollute our environment locally and globally. In the reasonable future the fossil fuel remain the dominant power sources. The diesel oil as the fuel of diesel motor plays a fundamental role in the industry, traffic and agriculture. The aim of this paper to investigate the future possibilities of transport related biodiesel production.*

*Összefoglaló: A kőolaj alapú tüzelőanyagok használatának további növekedése fenntarthatatlan, mert forrásuk szűkös és előállításuk, szállításuk, felhasználásuk során kimutathatóan, mind lokálisan, mind globális mértékben szennyezik környezetünket. A belátható jövőben várhatóan a fosszilis tüzelőanyagok maradnak a domináns energiaforrások. A gázolajnak – mint a dízel-motorok tüzelőanyagának - alapvető szerepe van az iparban, közlekedésben, mezőgazdaságban. Cikkünk célja a közlekedési célú biodízel gyártás lehetőségeinek áttekintése.*

*Kulcsszavak: közúti közlekedés, biodízel gyártás, növényi olajok, étkezési olajok, algák*

## 1. BEVEZETÉS

A világ a fosszilis eredetű véges tüzelőanyag-készletek hiányából eredő krízissel néz szembe. A kőolaj alapú tüzelőanyagok használatának további növekedése fenntarthatatlan, mert forrásuk szűkös és előállításuk, szállításuk, felhasználásuk során kimutathatóan, mind lokálisan, mind globális mértékben szennyezik környezetünket. Célunk tehát az energiabiztonság megteremtése a legkisebb költség és kockázat mellett. Az emberiség több mint 1500 milliárd hordó kőolajat állított elő amióta Edwin Drake 1859-ben kitermelte az első hordó kőolajat. Előreláthatólag Földünk népességének ennyi kőolajra lesz szüksége a következő 25 évben! Az International Energy Agency (IEA) kutatási jelentésében azt írta, hogy 2005-től 2030-ig az elsődleges energiaforrások felhasználása globálisan 55%-kal fog növekedni, ami évi átlagos 1,8%-ot jelent. Várhatóan a fosszilis tüzelőanyagok maradnak a domináns energiaforrások a belátható jövőben is [1]. A világ energia szükségletének jelentős részét elégítik ki petrokémiai források, szén, földgáz, melyek véges, szűkös, nem megújuló energiaforrásaink [2]. A gázolajnak – mint a dízel-motorok tüzelőanyagának - alapvető szerepe van az iparban, közlekedésben, mezőgazdaságban. Köztudott tény, hogy egy állam gazdasági teljesítőképességének növekedése pozitív hatással van a mobilitási igényeire, melyeket ma még fosszilis energiahordozókat felhasználó, belsőégésű dugattyús hőerőgépekkel elégítünk ki. Az Európai Unió igen magas energiaigénye – melyet jelentős mértékben elégítenek ki fosszilis tüzelőanyagból – valamint a tény, hogy a fosszilis tüzelőanyag források koncentrált elhelyezkedése és szűkösége miatt hozzáférhetősége korlátozott, tovább erősíti a biotüzelőanyagok fejlesztésének potenciálját. Az alternatív tüzelőanyagok technikailag alkalmazhatónak, gazdaságilag versenyképesnek, környezetvédelmileg elfogadhatónak, széles körben hozzáférhetőnek, stabilan tárolhatónak és könnyen szállíthatónak kell lennie. Egyik lehetőség a természetes növényzetből vagy állatból nyert olajok használata, amit nevezhetünk átészterezést követően biodízelnak, mert lebomlik, nem toxikus, megújuló nyersanyagként alacsony a környezetterhelése a gázolajjal összehasonlítva.

## 2. NÖVÉNYI OLAJ, MINT TÜZELŐANYAG

A növényi olaj alternatív tüzelőanyagként történő alkalmazása nem újdonság, 'majd egyidős a fosszilis tüzelőanyag motorikus alkalmazásával, mert már több mint 100 évvel ezelőtt Rudolph Diesel a dízelmotor feltalálója is alkalmazott mogyoró olajat kompresszió gyújtású motorjában [13]. Ma a növényi olajok motorikus hajtóanyagként történő felhasználása még nem meghatározó, elsősorban keverőkomponensként történik [14], de jövőben jelentős szerephez juthatnak. A növényi olajokból készített tüzelőanyagok, vagy tüzelőanyag adalékok környezetvédelmileg elfogadhatóak, azonban, sem technikailag, sem gazdaságilag egyelőre nem versenyképesek a „hagyományos” fosszilis tüzelőanyagokkal szemben. Habár a növényi olajok jelentős szerepet játszanak az alternatív tüzelőanyagok körében, mégis számos megoldásra váró problémát rejtenek különös tekintettel a közvetlen befecskendezésű dízel motorok esetében:

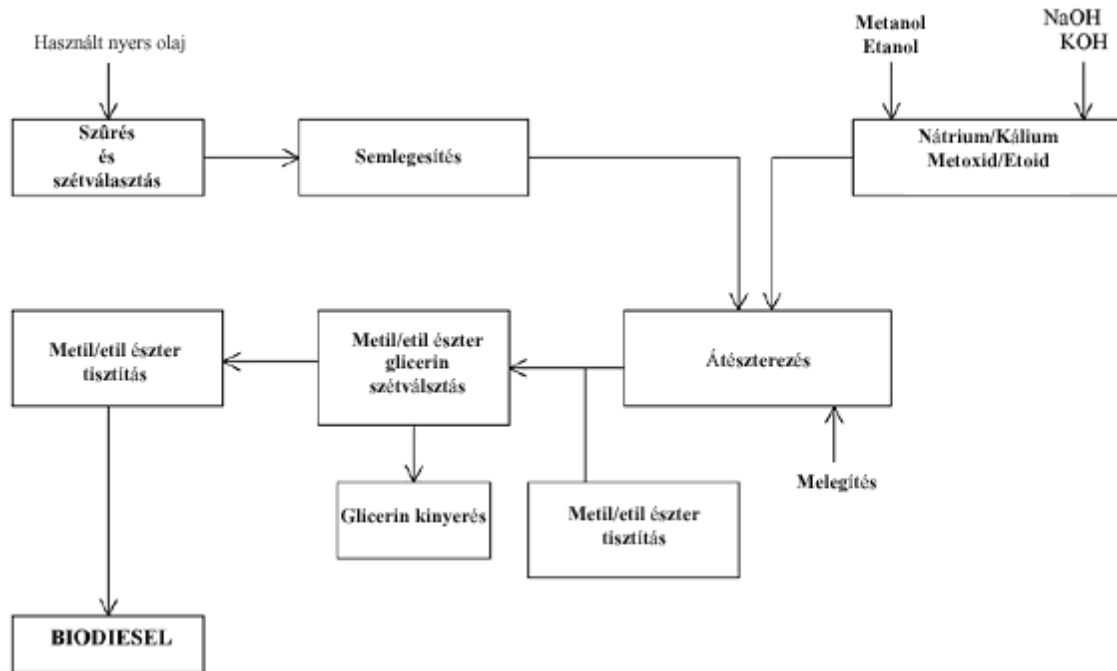
- befecskendező elkocszolódása, amely a befecskendező eltömődéséhez is vezethet,
- szén/korom lerakódás,
- olajlehúzó gyűrű beragadás,
- kenőolaj besűrűsödése, amit növényi olaj szennyezettsége okozhat,
- kenési problémák,
- rövid lebomlási idő,
- bakteriális fertőzöttség veszélye.

Másik kritikus tulajdonsága a növényi olajoknak és állati zsíroknak, hogy nagy a viszkozitásuk (kb. 11–17-szer nagyobb a hagyományos gázolajénál), párologáshőjük magasabb, a nehezebb párologás miatt nő a motorban égéskésedelem, nagyobb a cetánszám. Használatukhoz a motor módosítása szükséges. [2]. A növényi olajok általában zsírsavakat, foszfolipideket, szterolokat, vizet, illatanyagokat és egyéb szennyezőket tartalmaznak. Ezért a növényi olajok közvetlenül belsőégésű hűerőgépekben tüzelőanyagként csak megfelelő átalakítás után alkalmazhatók. A növényi olajok tüzelőanyagként történő hasznosításához az olaj kémiai összetételét meg kell változtatni (átészterezés, pirolízis, emulzifikálás). Ezek közül az átészterezés a legjelentősebb lépés a tisztább és környezetbarátabb növényi olajok előállításában. A biodízel lényegében a mezőgazdasági növények vagy állati zsiradék újrhasznosításából készítene belsőégésű, kompressziógyújtású hűerőgépek tüzelőanyagának. Biodízel, ami a hagyományos dízel helyettesítésének számíthatna, általában zsírsavak metilészteréből állítják elő, a növényi olajban vagy állati zsírban található trigliceridek metanollal történő átészterezése révén. Az így kapott biodízel fizikai és kémiai tulajdonságaiban jobban hasonlít a hagyományos gázolajhoz, mint a nyers növényi olaj.

## 3. BIODÍZEL HASZNÁLT ÉTKEZÉSI OLAJBÓL

A világ legtöbb részében étolajokat használnak serpenyőkben vagy olajsütőkben. Használat után az étolajat további célra már nem használják. A használt sütő olajok tulajdonságaik eltérnek a finomított és nyers növényi olajoktól. A meleg és víz hatására gyorsul a trigliceridek hidrolízise és növeli a szabad zsírsav tartalmat (FFA) az olajban [4]. A FFA és víztartalom jelentős negatív hatással vannak az átészterezésre [5]. Napjainkban nincs rendszeres módszere annak, hogy háztartásokból származó használt olajokat hasznosítsuk, és ezért a használt olaj legnagyobb része javarészt hasznosítatlanul hulladékká válik. Azonfelül, a növényolajok több mint 80 % a háztartások fogyasztják; ennek a hulladékkezelése jelentős problémává válhat [6]. A fejlődés ellenére, melyeket a biodízeltermelésben elértek, a biodízel előállítási költsége még mindig magasabb, mint a gázolajé és ez jelentős gátja a további elterjedésének. A lehetséges utak közül az egyik - széles körben elfogadott - a költségek csökkentése, amely arra koncentrál, hogy minimalizálja a nyersanyag-költséget. A hulladék olaj használata növényi olaj helyett egy hatékony mód a nyersanyag költségek csökkentésére. Kettős előnyhöz vezet, ugyanis a hulladékgazdálkodás és az energiafogyasztásból származó környezetterhelés is csökkenthető vele. Használt főző olajból történő biodízel termelésének a módszerei nem különböznek a hagyományos átészterezéstől, ami alkáli, savas és enzim katalizátorokat használ. A nemkívánatos összetételektől függően (különösen FFA és víz), mindegyik katalizátornak vannak

előnyei és hátrányai. A 1. ábrán egy vázlatos diagram látható, amely a használt főző olajból történő biodízel termelés lépéseit követi nyomon.



1. ábra. A használt főző olajból történő biodízel termelés lépései [8]

## 4. BIODÍZEL ALGÁKBÓL

A moszatok ökológiai szempontból nagyon fontosak. A moszatok sok állatnak a táplálékforrásai, a tápláléklánc aljához tartoznak, továbbá ezek az oxigén egyik legjelentősebb előállítói a Földön. A fontos szerepük táplálékforrásként az ásványi anyagok, vitaminok és olaj tartalmuk miatt van, gazdagok többszörösen telítetlen zsírsavakban (PUFAs), mint például  $\alpha$ -linolenic, eicosapentaenoic és docosaesaenoic savak [9]. Moszatokat második generációs biotüzelőanyag nyersanyagának is tekinthetjük. A mikroalga fotoszintézise során termelt biotüzelőanyag potenciális értéke már igen régen széles körben ismert [10]. A mikroalgák mint biotüzelőanyag források magasabb rendű növényekhez képesti előnyei számosak:

- A mikroalgák szintetizálják és összegyűjtik a természetes lipideket/olajokat [20–50% száraz cella tömeg(DCW)] és gyorsan nőnek (e.g. 1–3 duplázódás/nap).
- A mikroalgák olajkihozatala jobb más növényekénél.
- A mikroalgák telepíthetők sós oldatba / sós vízbe / parti tengervízbe / nem művelhető földterületen, és nem versenyez erőforrásokért a hagyományos mezőgazdasággal.
- A mikroalgák gyengén termő földeket is tolerál (e.g. sivatagi, száraz) amely nem alkalmas hagyományos mezőgazdasági megművelésre.
- A mikroalgák hasznosítják a szennyvíz nitrogén és foszfor tartalmát, további lehetőséget nyújtanak a szennyvíz biorehabilitációjára.
- A mikroalgák megkötik a  $\text{CO}_2$ -t, amelyet fosszilis tüzelőanyag felhasználása során bocsátanak ki, ezáltal csökkentve jelentősen az üvegház hatású gáz kibocsátást
- A mikroalgák többféle biotüzelőanyag forrásai lehetnek. Ez lehet metán amely a biomassza anaerob emésztéséből keletkezik, biodízel, mely a mikroalgák olajából származtatható, és fotobiologailag keletkező bihidrogén. Az ötlet, hogy algákat kellene használni biotüzelőanyag gyártásra nem új keletű de a fosszilis tüzelőanyagok árának növekedése, valamint a globális klímaváltozástól való félelem felerősödése egyre jobban előtérbe hozza azt. Összehasonlításként (12. táblázat) az algák és néhány növény olajkihozatala látható.

1. tábla

Alga és más növények olajkihozatalának összehasonlítása [11]

Nyersanyag	Olaj kihozatal [liter/ha]
Algák	46 700 – 187 000
Pálma olaj	5 940
Kókusz olaj	2 685
Jatropha	1 936
Repceolaj	1 188
Mogyoró	1 057
Napraforgó	954
Sáfrányos szeklice	776
Szója	449
Kender	365
Kukorica	168

A fenti, 1. táblázat tanulmányozásakor megfigyelhetjük, hogy az algákból származó biodízel igen nagy potenciáljának köszönhetően megfelelő forrása lehet a gázolaj helyettesítésének. A mikroalgák olajtartalma megközelítheti a 80%-ot.

2. tábla

Különböző mikroalgák olajtartalma [12]

Mikroalga	Olajtartalom [% száraz tömeg]
Botryococcus braunii	25 – 75
Chlorella sp.	28 - 32
Cryptocodinium cohnii	20
Cylindrotheca sp.	16-37
Dunaliella primolecta	23
Isochrysis sp.	25-33
Monallanthus salina	>20
Nannochloris sp.	20-35
Nannochloropsis sp.	31-68
Neochloris oleoabundans	35-54
Nitzschia sp	45-47
Phaeodactylum tricornutum	20-30
Schizochytrium sp.	50-77
Tetraselmis suecica	15-23
B. braunii	25-75

A globális éghajlatváltozás az antropogén üvegházhatást erősítő gázok különösen a megnövekedett CO<sub>2</sub> kibocsátás azonnali és jelentős csökkentését igényli. A fosszilis tüzelőanyag-használatból származó szén újbóli megkötése jelentős eszköz lehetne a légköri CO<sub>2</sub> csökkentésében. A biológiai CO<sub>2</sub> megkötés lehetőségére sokan felfigyeltek, mint olyan alternatív stratégia, amely a fotoszintézisen keresztül a CO<sub>2</sub> stabilizálódásához vezet és az eljárásában résztvevő biomassa energiát termel. A biológiai CO<sub>2</sub> megkötést végrehajthatják a növények és fotoszintetikus mikroorganizmusok. Mindazonáltal a mezőgazdaságban a növények általi becsült CO<sub>2</sub> megkötési potenciál 3–6%-a a fosszilis alapú tüzelőanyag kibocsátásoknak, nagyrészt a hagyományos szárazföldi növények lassú növekedési arányai miatt. Másfelől a mikroalgák gyorsan szaporodó egysejtű, vagy primitív többsejtű mikroorganizmusok, amelyeknek megvan az a képessége, hogy megkösse a CO<sub>2</sub>-t és napfény segítségével előállítsa a biotüzelőanyag alapanyagát. A szén iránt megnyilvánuló hosszú távú igény olyan technológiákra irányítja a figyelmet, amelyek csillapíthatják a szén elégetése által okozott környezeti problémákat. Mikroalga bázisú szénmegkötési technológiák nem csak fedezik a telephely és szénmegkötés költségeit, de azonfelül biodízelt is termelnek. A szénmegkötés remek lehetőséget kínál az üvegházhatást erősítő gázemissziók csökkentésére, amely komplementer stratégiája lehet az energiahatékonysági és nem fosszilis tüzelőanyag használati törekvéseknek.

## 5. ÖSSZEFOGLALÁS

Biodízel egyre vonzóbbá válik, hogy felváltsa a kőolaj alapú tüzelőanyagokat. Az átészterzési tanulmányok többsége repcemagot, étolajat, szójababot, napraforgót, kukoricaolajat, stb. használó metanol és NaOH/KOH katalizátort használó folyamat volt. A biodízel termeléséért folytatott kutatások során az báziskatalizált átészterzés bizonyult biztató területnek, de magas szabad zsírsav-tartalmú nem étkezési olajok használata még korlátozott. A heterogén katalizátorok használata egy új terület a megfelelő katalizátorok fejlesztésében a magas FFA olajok átészterzésénél. Etanolízis egy fontos szempont a biodízeltermelésnél, mert etanol a megújítható biomasszából származik. Jelenleg a biotüzelőanyagok előállításának alapanyagai élelmiszernövények (cukornád, búza, kukorica, napraforgó, szójabab, pálma), habár más formátumú biomasszák is előállíthatóak. Ezzel szemben a második generációs biotüzelőanyagok nem élelmiszernövény alapúak pl. nem étkezési olajokból állíthatók elő, amelyeket a terméketlen területeken termelnek, pl. *Pongamia pinnata*, *Jatropha curcas*, *Simarouba glauca*, *Moringa*, stb. Továbbá mikroalgák, mikroorganizmusok, lignocellulóz biomasszák lehetnek az alapanyagai, így a növekvő energia igények kielégítése nem veszélyezteti az élelmiszer biztonságot [7]. Ahhoz Magyarországon sincs elegendő hely, hogy élelmiszernövényekből fedezzük az élelmiszer és az energiaigényünket is. A globális felmelegedés megállításához vagy legalábbis lassításához szénszeges tüzelőanyagra lenne szükség, mely teljesen felválthatná a fosszilis eredetű közlekedési célú tüzelőanyag-felhasználást. A növényi eredetű 1. generációs biodízel előállítás nem fenntartható.

## KÖSZÖNETNYÍLVÁNÍTÁS

A kutatás a „Bioenergetikai Innovációs Klaszter létrehozása és K+F programok megvalósítása a biomassza hasznosítása területén (BIOENKRF)” című pályázat segítségével készült el.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] The International Energy Agency (IEA): World Energy Outlook 2007
- [2] Srivastava A, Prasad R. Triglycerides-based diesel fuels. *Renew Sustain Energy Rev* 2000/4, p111–133
- [3] Shay EG.: Diesel fuel from vegetable oil: status and opportunities *Biomass Bioenergy* 1993/4 p227–242
- [4] Marmesat S et. al.: Used frying fats and oils: comparison of rapid tests based on chemical and physical oil properties. *Int J Food Sci Technol* 2007
- [5] Canakci M, Özsezen AN. Evaluating waste cooking oil as alternative diesel fuel. *GU J Sci* 2005/1, p81–91.
- [6] Alcantara R et. al.: A. Catalytic production of biodiesel from soy-bean oil, used frying oil and tallow. *Biomass Bioenergy* 2000;18:515–27.
- [7] Patil V, Tran KQ, Giselrod HR.: Towards sustainable production of biofuels from microalgae. *Int J Mol Sci* 2008;9:1188–95.
- [8] Enweremadu CC, Mbarawa MM.: Technical aspects of production and analysis of biodiesel from used cooking oil—A review. *Renew Sustain Energy Rev* (2009), doi:10.1016/j.rser.2009.06.007
- [9] Metting B, Pyne JW.: Biologically-active compounds from microalgae. *Enzyme Microb Technol* 1986;8:386–94.
- [10] Sharma R, Chisti Y, Banerjee UC. Production, purification, characterization, and applications of lipases. *Biotechnol Adv* 2001;19:627–62.
- [11] S.A. Khan et al.: Prospects of biodiesel production from microalgae in India, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2009/13, p 2361-2372
- [12] Chisti Y.: Biodiesel from microalgae. *Biotechnol Adv* 2007;25:294–306.
- [13] dr. Emőd I. - Tölgyesi Z. - Zöldy M.: Alternatív járműhajtások, Maróti Könyvkereskedés és Könyvkiadó Kft 2006 ISBN 963 9005 738
- [14] Zöldy M: Potential future renewable fuel challenges for internal combustion engine, *Járművek és Mobilgépek*, II.évf. (2009) No.IV .pp.397-403 HU ISSN 2060-4408