

Alternatív motorhajtó anyagok – I.

A repceolaj

Barabás István¹, Dr. Csibi Vencel-József¹, Barabás Éva²

¹Kolozsvári Műszaki Egyetem, Románia

²SINCRON Kiadóvállalat, Kolozsvár, Románia

Abstract

The fossil energy carriers and the environmental pollution urge the specialists to find alternative for substituting them, searching new types of energy sources. Undoubtedly, this is a long process, which supposes of this kind of fuels.

This article series intends to overview the most essential alternatives, concerning especially the pollution characteristics.

1. Bevezető

A fosszilis energiahordozók véges volta, valamint az általuk okozott egyre nagyobb mértékű környezet-szennyezés arra ösztönzi a szakembereket, hogy alternatívát keressenek ezek helyettesítésére, új típusú energiaforrások felkutatására vállalkozva.

A jelenlegi kihasználás mellett a Föld ásványolaj tartaléka megközelítőleg 2230-ban merül ki. Figyelembe véve azonban ennek növekvő trendjét, ami kb. évi 5%-ra tehető, már 2040-re bekövetkezhet az ásványolajok hiánya. E határidő becslésénél figyelembe kell venni azt is, hogy a szakemberek hatalmas erőfeszítéseket tesznek újabb tartalékok feltárására, a mélytengeri és óceáni ásványolaj-tartalékok feltérképezésére és kitermelésére, a meglévők hatékonyabb kitermelésére, bár növekvő bányászati költségekkel és egyre távolabb a feldolgozó ipartelegektől [1].

Elfogadott tény, hogy a jelenlegi hajtóanyagokat helyettesíteni kell egy új típusú energiahordozóval, ami ugyanakkor gazdaságos, környezetbarát¹, de elsősorban *megújuló* vagy *újratehermelhető* racionális határidőn belül.

Az átmenet talán már meg is kezdődött, hisz különböző energiaellátású gépjárművek már sokfelé futnak és ezek infrastruktúrája is kiépült néhány kísérleti megoldás gyakorlati kihasználásának tanulmányozására (lásd biodiesel Magyarországon, Németországban, Franciaországban stb., földgáz Magyarországon, Angliában, Németországban, a 80-as években Romániában is stb.).

Az alternatív motorhajtó anyagokat a következő főbb osztályokba csoportosíthatjuk:

- bio-üzemanyagok:
- biodiesel,
- bioalkohol,
- földgáz,
- tüzelőanyag-cella,
- hibrid (vegyes) hajtások.

Kétségtelen, hogy ez az átállás aránylag hosszú folyamat, ami feltételezi az új típusú hajtóanyagok² alkalmazásának sokrétű és ugyanakkor összetett szakmai szempontok szerinti vizsgálatát. A legfontosabb vizsgálati szempontokat az 1. táblázatban foglaltuk össze.

¹ Először 1986-ban, a párizsi autókiállításon fogalmazódott meg – 6/4-es arányban – hogy a környezet szennyezésének csökkentése fontosabb feladat, mint a fajlagos tüzelőanyag fogyasztásé.

² Az energiaválság idején, a 70-es években, de a korábbi háborús időkben egyaránt foglalkoztak a kutatók az alternatív hajtóanyagok feltárásával.

1. táblázat

Az alternatív motorhajtó anyagok főbb vizsgálati szempontjai

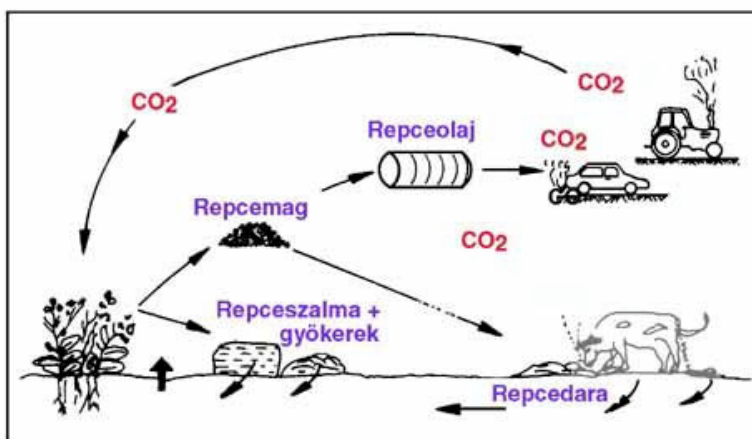
Műszaki szempontok	Politikai szempontok	Környezeti szempontok
<ul style="list-style-type: none"> – előállítási (átalakítási) ráfordítások – tankolás gyakorlati megoldása – üzemanyag oxidálódás – veszélyesség – tárolás – kenőolaj minőségi változása – lerakódások mértéke – ülepedés – hatótávolság – fűtőérték – hatásfok 	<ul style="list-style-type: none"> – szociális szempontok – részleges önellátás – energiaimport csökkenés 	<ul style="list-style-type: none"> – gázemisszió – részecskeemisszió – talajszennyezés

2. A biodiesel

A bio-üzemanyagok két alcsoportja a biodiesel és a bioalkohol. Az előbbi nyersanyagforrásai a növényi olajok, amelyek alkalmazását főleg Európa szorgalmazza, az utóbbit szénhidrát tartalmú növényi termékekből lehet nyerni és az amerikai földrészen részesítik előnyben [3].

Rudolf Diesel, a róla elnevezett motor megteremtője, már a kezdetekkor megjósolta, hogy a diesel motorok növényi eredetű olajokkal is működtethetőek lesznek, sőt 1900-ban, a párizsi világkiállításon bemutatott egy mogyoróolajjal működő motort. A XX. század első felében a Deutz cég már sorozatban gyártott növényi olajjal működő motorokat, de mivel az égéstéri lerakódásokat nem sikerült akkoriban elfogadható szintre csökkenteni, így alábbhagyott a tudományos érdeklődés is.

A biodiesel előállítására elvben bármely növényi olaj alkalmas. 1943-ban Jamieson több mint 350 olajnövényt azonosított, amelyekből a kivonható olaj tüzelőanyagként hasznosítható a belsőégésű motorokban. Később Duke és Bagby ezt a listát 70-re csökkentette, legfőbb szempontként a termésátlagot véve figyelembe (minimálisan 200 kg/ha) [5]. Manapság a biodiesel-iparág nyersanyagforrása Európában a repce és a napraforgó, az USA-ban a szója és a napraforgó, Kanadában a repce és a fenyőpulp-gyanta (tall-oil) [4].



1. ábra

A megújuló tüzelőanyagok felhasználási és újratermelőési körfolyamata

A növényi olajokat dieselmotorok működtetésére csak tisztított, gyantamentes állapotban lehet felhasználni. A biodiesel legfontosabb előnye, hogy újratermelhető (1. ábra). A repce termelési költsége energetikailag csak 11 %-ot tesz ki, észterezése vagy adalékolása pedig újabb 6 %-ot, tehát összesen 17 %, ami jó kihasználási arányt jelent [5].

A repceolaj, mint alternatív motorhajtó anyag egy közel 100 éve elkezdődött kísérletsorozat tárgya, ám a létjogosultság hiánya, valamint a vizsgálandó szempontok sokasága nem tette lehetővé ezek széleskörű al-

kalmazását. Bár mind a szakemberek, mind a politikusok álláspontja olykor ellentmondásos a repceolaj tüzelőanyagként való hasznosítását illetően [2], ilyen irányú kutatások világszerte folynak: Magyarországon egy 10 éves kormányprogramot javasoltak, amely eredményeként 2010-re körülbelül 170 ezer tonna biodieselt állítanak elő az ország 80-100 kistérségében, az ehhez szükséges repcét pedig mintegy 300 ezer hektáron termesztik majd; Németországban már korábban indult hasonló kormányprogram, melynek részeként például Dr. S. Maurer, a Stuttgart–Hohenheimi Mezőgazdasági egyetem kutatója, arra vállalkozott, hogy bebizonyítsa, egy megfelelően nagy mezőgazdasági területtel rendelkező gazdaság biztosítani tudja a saját erőgépeinek működtetéséhez szükséges repceolajmennyiséget. Egy augsburgi kutatóintézet igazgatója több mint három éve jár Mercedes típusú személygépkocsijával kizárólag adalékolt repceolajjal.

A repceolaj motorikus felhasználására jelenleg többféle lehetőség kínálkozik, ezek közül a fontosabbak a következők:

- hidegen sajtolt nyers repceolaj,
- hidegen sajtolt nyers repceolaj gázolajjal vagy kerozinnal keverve (BDH-1),
- hidegen sajtolt nyers repceolaj adalékolva (ADR, Schur-féle adalék),
- extrahált repceolaj észterezve (RME).

A fentiekben felsorolt repceolaj-származékok, valamint a kereskedelmi gázolaj fontosabb fizikai és kémiai jellemzőit a 2-es számú táblázatban összesítettük.

2. táblázat

A repceolaj és a gázolaj fontosabb fizikai és kémiai jellemzői

Sorszám	Jellemzők	Gázolaj	RME	ADR	BDH-1
1	Külső	átlátszó	átlátszó	átlátszó	átlátszó
2	Üledék, (töm. %)	0,005	nincs	nincs	–
3	Víztartalom, (töm. %)	0,025	mentes	mentes	mentes
4	Lepárlási próba, (°C)	370	340–351	316	350
5	Viszkozitás 20 °C-nál, (mm ² /s)	2,5–8	8,7–11,6	23,7	19,6
6	Dermedéspont, (°C)	0–10	-15	-5	–
7	Hidegszűrhetőség	0	–	–	-14
8	Lobbanáspont nyílttéri zárttéri	51 40	185–194 52–74	73 46	– 61
9	Kéntartalom, (töm. %)	0,2	0,01	0,05	0,08
10	Rézlemezpróba	1b	elszíneződik	1b	–
11	Conradson szám	0,2	0,11–0,16	1,1	0,30
12	Savszám, (mgKOH/g)	–	0,18–0,35	760*	
13	Elszapp. szám, (mgKOH/g)	–	184	147	111,8
14	Fűtőérték, (MJ/kg)	42,7	36,4	36,2	–
15	Cetánszám	42–45	48	45	48,78**
16	Sűrűség 20°C-nál, (kg/dm ³)	0,815 – 0,860	0,876 – 0,884	0,882	0,882

* – mgKOH/100 cm³; ** – számított érték.

Összehasonlítva a gázolaj és a repceolaj kémiai elemekre bontott összetételét (3. táblázat), megállapítható, hogy a repceolaj bár szegényebb szénben és hidrogénben – minek folytán energiatartalma is kisebb mint a gázolajé, de oxigéngazdag, kén- és nitrogéntartalma pedig gyakorlatilag nulla – teljesebb égést és kisebb károsanyag-kibocsátást eredményez, kiküszöbölve a kén alapú lerakódásokat is.

3. táblázat

A gázolaj és a repceolaj kémiai elemekre bontott összetétele, %-ban kifejezve

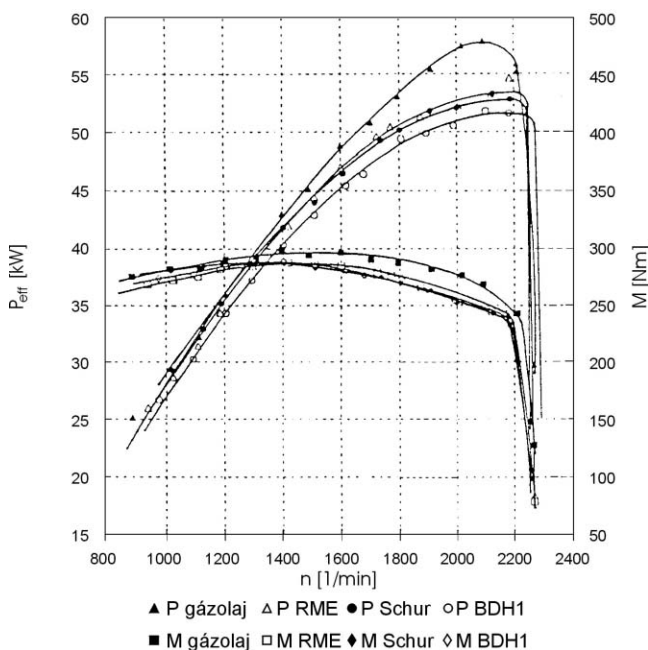
Kémiai elem	Gázolaj	Repceolaj
Szén	87,13	78,15
Hidrogén	12,63	11,84
Oxigén	0,0	10,01
Kén	0,24	0,0
Nitrogén	0,0	<0,01 (0)

3. Kísérleti kutatások

A kísérleti kutatásokat egy 58,8 kW-os (80 LE) diesel motoron végeztük, 1000, 1400, 1800, 2200/min fordulatszámokon és 25, 50, 75 és 100 %-os terhelés mellett, egy 50 órás motorféktermi vizsgálati terv szerint. Kutatásaink az *energetikai jellemzők* (teljesítmény, nyomaték, tüzelőanyag-fogyasztás), a *motorállapot* (kopás, dugattyútisztaság) és a *károsanyag-kibocsátás* (CO, NO_x, C_mH_n, füstölés) összehasonlító méréseire terjedtek ki.

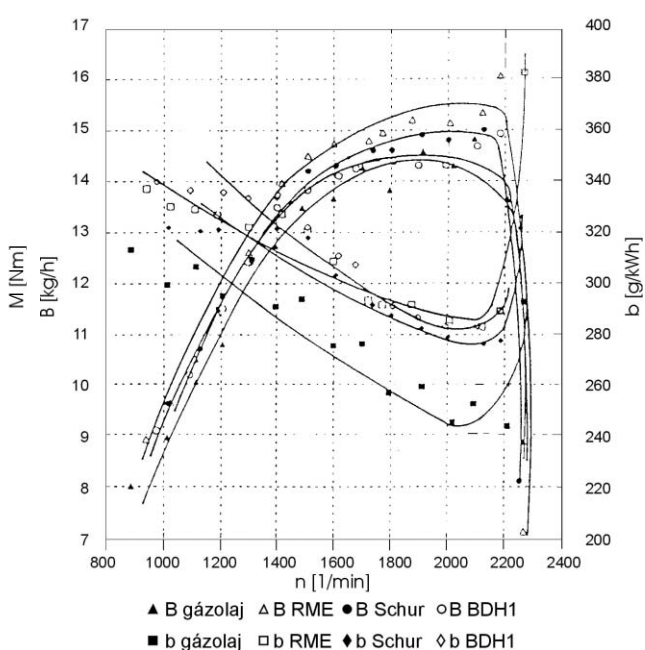
3.1. A teljesítmény, nyomaték és a tüzelőanyag-fogyasztás mérése és értékelése

A méréseket egy számítógéppel irányított motorfékpadon végeztük. Az 50 órás motorfékpadi vizsgálat eredményeit 100 %-os motorterhelés esetén a 2. és 3. ábrákon mutatjuk be.



2. ábra

A teljesítmény és a nyomaték változása különböző tüzelőanyagokkal



3. ábra

A tüzelőanyag-fogyasztás változása különböző tüzelőanyagokkal

Kísérleti kutatásaink eredményeit a 4. táblázatban foglaltuk össze.

4. táblázat

A mért energetikai jellemzők összefoglalása és értékelése

Mért vagy számított mennyiség	Jelölés és mértékegység	Vizsgált tüzelőanyag			
		Gázolaj	RME	ADR	BDH-1
Óránkénti tüzelőanyag-fogyasztás, az ennek megfelelő fordulatszám és az eltérés	B, [kg/h]	14,4	15,6	15,0	14,5
	n, [1/min]	2080	2080	2000	1900
	%	—	8,33	4,16	0,70
Fajlagos tüzelőanyag-fogyasztás, az ennek megfelelő fordulatszám és az eltérés	b, [g/kWh]	243	286	276	280
	n, [1/min]	2015	2100	2080	2300
	%	—	17,69	13,58	15,22
Maximális teljesítmény, az ennek megfelelő fordulatszám és az eltérés	P, [kW]	58	53,7	53	52
	n, [1/min]	2080	2180	2180	2160
	%	—	7,41	8,62	10,34
Maximális nyomaték, az ennek megfelelő fordulatszám és az eltérés	M, [Nm]	290	270	270	270
	n, [1-min]	1540	1400	1400	1400
	%	—	6,89	6,89	6,89

Mindhárom hajtóanyag a kísérlet egész időtartama alatt üzembiztos volt. A jelleggörbék értékelése során a következőket állapíthatjuk meg:

- a jelleggörbék mindhárom hajtóanyaggal való üzemeltetés során követik a gázolajjal való üzemeltetésnél kapott görbét, azaz gyakorlatilag azonos paramétereket mutatnak,
- az energetikai jellemzők negatívan alakulnak, például a teljesítmény 7,41 – 10,34%-kal kisebb, mint a gázolaj esetében, ami elsősorban a vizsgált tüzelőanyagok alacsonyabb fűtőértékéből adódik; ez a különbség a többi jelleggörbénél is látható.

3.2. A motorállapot értékelése

Az összehasonlító kísérleti eredmények csak a repcemetilészterrel (RME) és az adalékolt repceolajjal (ADR), illetve kereskedelmi gázolajjal működtetett motorra vonatkoznak két szempontot követve figyelemmel: a kopást és a dugattyútisztaságot.

A súrlódó alkatrészek motorfékpadi kopásvizsgálatát a hengerperselyek és a dugattyúgyűrűk bemérése előzte meg, ami a következőkre terjedt ki:

- hengerpersely átmérő,
- kompressziós dugattyúgyűrűk radiális és axiális mérete, véghézag és oldalhézag, valamint tömege.

Az 50 órás vizsgálat átlagait az 5. táblázatban összesítettük.

5. táblázat

A kopásvizsgálat összesített eredményei

Mért alkatrészek	Mért mennyiségek	Mértékegység	Vizsgált üzemanyag		
			RME	ADR	Gázolaj
			Kopásérték		
Hengerpersely	Felső fordulópont	mm	0,012	0,010	0,012
	Alsó fordulópont	mm	0,007	0,009	0,008
Dugattyúgyűrű	Radiális	mm	0,026	0,036	0,017
	Axiális	mm	0,010	0,006	0,014
	Véghézag	mm	0,44	0,13	0,17
	Oldalhézag	mm	0,022	0,025	0,018
	Tömegvesztés	g	0,077	0,056	0,108

A táblázatból kitűnik, hogy a legkisebb kopást a hidegen sajtolt nyers, adalékolt repceolaj használata eredményezte, megelőzve a gázolajat és a RME-t, ami elsősorban a tüzelőanyag jobb kenési tulajdonságainak tudható be. Figyelembe véve azonban a két legjellemzőbb kopásmutatót (a hengerpersely felső fordulóponti kopását és az első kompressziógyűrű tömegvesztését), a sorrendet a következőképpen állapíthatjuk meg:

1. hidegensajtolt adalékolt repceolaj (ADR),
2. repcemetilészter (RME),
3. gázolaj (kereskedelmi).

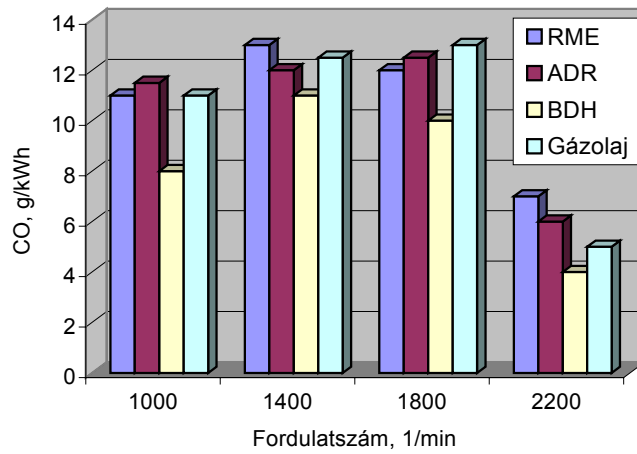
A dugattyútisztaság értékelése a fékpadi olajminősítő kísérleteknél alkalmazott DEF 2101 D módszer szerint a következőkre terjedt ki: gyűrűbesülés, dugattyúkorona belső lerakódása, koronabemaródás, olajlehzúzógyűrű eltömődése, dugattyúszoknya külső lerakódása és a dugattyúgátak lerakódása. A módszer lényege a dugattyú különböző felületrészein észlelt lerakódások és elváltozások osztályozása egy 10-es skálán, melynek eredménye összehasonlításra került az optimum, 100 pont értékű mutatóval. A kialakult sorrend a következő:

1. repcemetilészter (RME) 96,1
2. gázolaj (kereskedelmi) 95,4
3. hidegensajtolt adalékolt repceolaj (ADR) 94,3

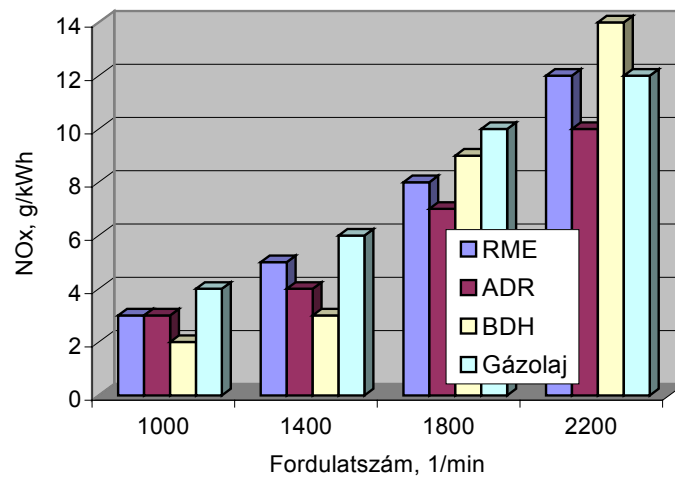
Mivel az értékszámok alapján az eltérések minimálisak, a minőségi sorrend nem tekinthető meghatározó jellegűnek a dugattyútisztaság szempontjából.

3.3. A károsanyag-kibocsátás mérése és értékelése

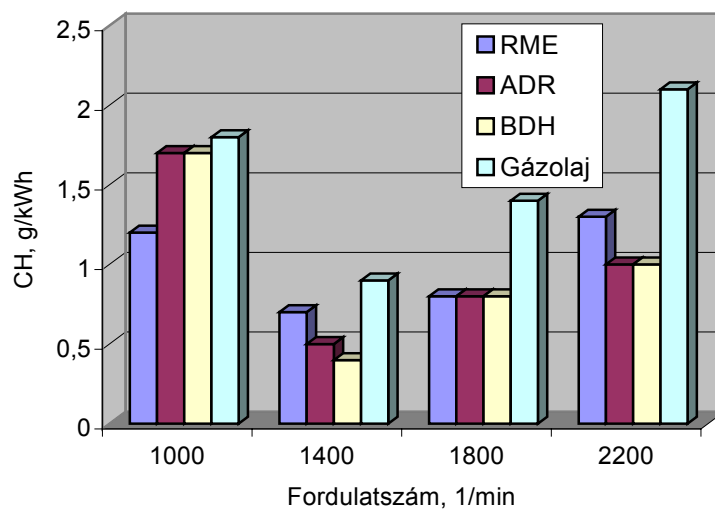
A motorfékpadi kísérletek során mért károsanyagok a CO, NO_x, C_mH_n és a füstölés mértéke voltak. A füstölésmérés mintáinak kiértékelése Bosch fényelnyelést mérő berendezéssel történt. A négy terhelési állapotban (25 %, 50 %, 75 % és 100 %) végzett mérések közül, a 100 %-os terhelésnél mért károsanyag-kibocsátás mérési eredményeit a 4. ábrán mutatjuk be.



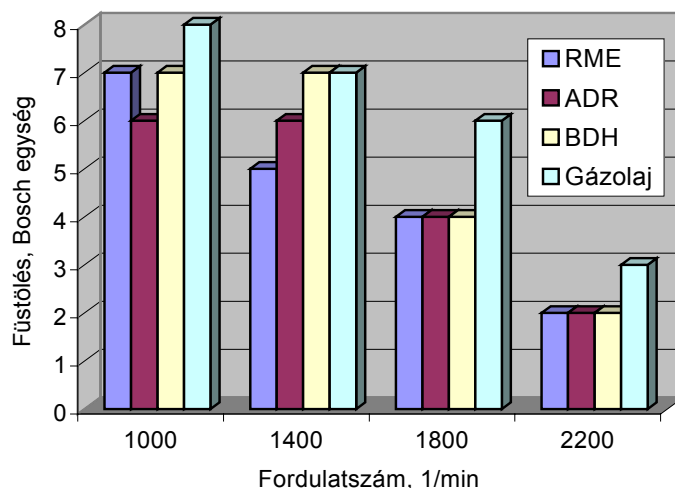
a).



b).



c).



d).

4. ábra

A motor károsanyag-kibocsátása különböző tüzelőanyagokra, 100%-os terhelésre vonatkoztatva

Értékelve a 4. ábrán bemutatott mérési eredményeket, a vizsgált motor üzemi fordulatszám-tartományában a gázkomponensek koncentrációi és a füstölés vonatkozásában általában alacsonyabb szinten találhatók, minősítési sorrend azonban nem állapítható meg.

4. Összefoglalás

A megújuló alternatív motorhajtóanyagok belátható időn belül átveszik a fosszilis energiahordozók helyét. A repceolaj csak egy az alternatívák közül, ám legközelebb áll a gázolaj fizikai és kémiai jellemzőihez, különösebb motorszerkezeti átalakítások nélkül alkalmazható, jelentősége elsősorban a következő évtizedekben lesz meghatározó.

Az energetikai jellemzők negatív alakulása elsősorban mezőgazdasági erőgépek tüzelőanyag-ellátására ajánlja, közúti gépjárműmotoroknál csak a teljesítmény és a rugalmassági tényező megfelelő mértékű növelésével lesz alkalmas.

Mivel nem volt lehetőségünk az összes vizsgálati szempontot figyelembe venni, ezért nem vállalkozhatunk egy minőségi sorrend megállapítására a vizsgált három repceolaj-alapú tüzelőanyagra vonatkozóan.

5. Irodalom

- [1] Werner István: Beszélgetés Dr. Emőd István docenssel, a BME . VMAX, 2002/5, 81 old.
- [2] Győri Béla: Bioblöff és a biodizel. Magyar Fórum, 2000. február 13.
- [3] Sági Ferenc: Mezőgazdaságunk útja az Európai Unióba 1. Energiahasznosítás a mezőgazdaságban. Országos Mezőgazdasági Könyvtár és Dokumentációs Központ, Budapest, 2000.
- [4] Sági Ferenc: Mezőgazdaságunk útja az Európai Unióba 5. Újratermelődő természetes nyersanyagok az Európai Unióban. Országos Mezőgazdasági Könyvtár és Dokumentációs Központ, Budapest, 2000.
- [5] Bățaga, N., Burnete, N., Barabás, I.: Motoare cu ardere internă: combustibili, lubrifianti, materiale speciale pentru autovehicule, economicitate, poluare. Kolozsvár, U.T. PRESS Könyvkiadó, 2000.