X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

BELSŐÉGÉSŰ MOTOROK EMISSZIÓJA BIOHAJTÓANYAGOK ALKALMAZÁSÁVAL

Dr. Lengyel Antal – Bodnár Gábor

Summary

Modern agricultural production means spreading of highly productive species, which surplus production. The surplus, the biomass can be an excellent raw material for producing energy. It can also be a fuel of energy. The fuels produced from biomass can be liquids and gases. Bio diesel, methanol and etanol are biogases. We are going to analyse the effects of the bio-fuel on engine specifications and on environmental protection. The quantity of the biomass processed in Hungary is not enough to supply the vehicles with bio-fuel without using other energy sources. We regard bio-fuel can be a supplement or a component to petrol and gasoline, which improves their quality. We are going to test that effect by analysing the characteristic features of engines in operation. Using the results of the test, we put forward proposals regarding the application and production of bio-fuels. The reason for the test are the fulfilment of the regulation of the European Agricultural Regulations, the positive effect of bio-fuel on the emission of exhaust fumes, and their effect on the agricultural production.

Összefoglalás

A korszerű mezőgazdasági termelés együtt jár a magas hozamú fajták elterjedésével, ami többlettermelést eredményez. A többlettermék, mint biomassza kitűnő alapanyagul szolgálhat energetikai célok megvalósításához. Ennek egyik lehetséges módja a motorhajtóanyag előállítása. A biomasszából előállítható motorhajtóanyagok lehetnek folyékony és gáz halmazállapotúak. A folyékony halmazállapotúak közé tartozik a biodízel, a metanol és az etanol, míg a biogáz gázhalmazállapotú biohajtóanyag. Munkánkban ezeknek a hajtóanyagoknak a motorjellemzőkre és az alkalmazás környezetvédelmi hatását elemezzük. A hazánkban felhasznált hajtóanyag mennyisége nem teszi lehetővé, hogy a biomasszából előállított hajtóanyag fosszilis eredetű nélkül, önmagában kerüljön felhasználásra. Megítélésünk szerint a biohajtóanyagok a dízel- és a benzinmotoroknál az ásványi eredetű hajtóanyagoknak (benzinnek, gázolajnak) kedvezőtlen tulajdonságait javító adaléka, vagy komponense lehet. Dolgozatunkban ennek a hatásnak a vizsgálatával kívánunk foglalkozni a motorüzemi jellemzők elemzésén keresztül. A megállapítások eredményeit felhasználva javaslatot teszünk a felhasználási és az előállítási feladatokra. A kérdéskör vizsgálatát indokolja az Európai Agrárrendtartás előírásainak betartása, a motorok kipufogógázainak emissziós értékeire gyakorolt pozitív hatás, illetve a mezőgazdasági termelési potenciál kihasználási lehetősége.

Bevezetés

A belsőégésű motorok üzeme megjelenésüktől egyetlen energiahordozóra a kőolajra korlátozódott. Számos elgondolás foglalkozott és foglalkozik ma is a kőolajpárlatok motorüzemi egyeduralmának a korlátozásával. Napjainkban az Európai Unió tagállamainak előírja, hogy a mezőgazdasági túltermelés termékeit és az élelmiszeripar hulladékait fel kell használni energetikai célra. A biomassa alapanyagú motorhajtóanyagok szerves eredetű szénhidrogéneket és szénvegyületeket tartalmaznak, amelyek a motorikus égési folyamatban környezetkárosító hatásait csökkentik [1].

Szakirodalmi vélemények tanulmányozása alapján megállapítható, hogy a motorok fosszilis hajtóanyagának alternatíváját jelenthetik a biohajtóanyagok, de csak korlátozott mértékben. A korlátozott mértéket a termelési potenciál és a felhasználás mennyiségének összevetése adja. Használhatóságuk lehetséges voltát a biomasszából előállított etanol, metanol, biodízelolaj és a biogáz adja. A felhasználhatóság mennyiségi korlátozottsága igényli, hogy megvizsgáljuk az alkalmazás lehetőségeit, annak motorikus hatásait és rávilágítsunk alkalmazásának üzemi előnyeire és hátrányaira. A külföldi és hazai szakirodalmi közlemények áttanulmányozásából megállapítható, hogy a motorüzemi alkalmazások módozatai az alábbiak lehetnek:

- Etanol-metanol: motorikus égésben rendelkezik kedvező tulajdonságokkal, de a mennyiségi és egyéb tulajdonságbeli korlátok nem teszik lehetővé tiszta hajtóanyagkénti alkalmazását. Fosszilis eredetű hajtóanyag kiegészítő keverékeként mind a benzin, mind a gázolaj kedvező kiegészítő-adalékanyaga lehet. Számos hazai és külföldi kísérleti munkák [2], [3], [4] megállapításai is ezt bizonyítják, de ezek a kísérletek a motorüzemi viselkedés nem minden kérdését tisztázták még. Dolgozatunkban a továbbiakban a dízelmotorok üzemére gyakorolt hatást vizsgálatával foglalkozunk.
- Biodízel: előállításának és termelés szerkezeti kérdéseinek bizonytalansága, az olajtartalom alacsony értéke és a közgazdasági környezeti tényezők bizonytalanná teszik alkalmazását.
- Biogáz: stabil motorok hajtóanyagaként korlátlan lehetőségű felhasználást tesz lehetővé.

A vizsgálat célja a hajtóanyag egyes paramétereinek összehasonlító elemzése a motorüzem szempontjából. A vizsgálatot elsősorban a dízelmotorok hajtóanyagán keresztül az etanolra és a metanolra terjesztjük ki.

Hajtóanyagok motorikus jellemzői

A dízelmotorok leggyakrabban használt hajtóanyaga a kőolaj 200-300 °C-on lepárolt forráspontú frakciója a gázolaj. A gázolaj égéstechnikai jellemzői határozzák meg a motorban lejátszódó égési folyamatot. Általában a használatos dízelmotor-hajtóanyagok befolyásolják a levegő-gázolaj keverék képződését, a keverék gyulladását és égését. A gázolaj ezen tulajdonságait megtestesítő helyettesítő hajtóanyagok biomasszából is előállíthatók. Erre a célra a nagy növényi olajtartalmú mezőgazdasági termények (napraforgó, repce, stb.) és szeszgyártásra használható biológiai anyagok alkalmazhatók jelentős átalakítási energiaráfordítással. Az így készített biológiai alapanyagú motorhajtóanyagok folyékony halmazállapotúak, s különböző tulajdonságaikat a gázolajhoz hasonlóvá téve különösebb motorszerkezettani átalakítás nélkül felhasználhatók. A biológiai eredetű anyagokból termofil és mezofil környezetben biogáz szabadul fel, amely szintén felhasználható motorhajtóanyagként. Ezeket a lehetőségeket elemezve megállapítható, hogy biomasszából a dízelmotorok gázolajával szembeni alternatívákat képviseli az etanol és a metanol, mint szeszgyártási folyékony szerves szénhidrogén származék, a biodízelolaj, amely a növényolajok észterezésével előállított szénhidrogén származék és a biogáz, mint motorhajtóanyag [5].

A motor üzeme szempontjából célszerű megvizsgálni, mely paraméterek gyakorolják a legnagyobb befolyást. Ezek a paraméterek a következők: sűrűség, viszkozitás, fajhő, forráspont, fűtőérték, párolgáshő, dermedéspont, oktán, illetve cetánszám [4].

Vizsgálati módszerükre hazai és világviszonylatban meghatározott módszerek állnak rendelkezésre. A motorikus üzemmódra gyakorolt hatásukat meghatározó anyagi jellemzők az 1. táblázatban megtalálhatók és összehasonlíthatók.

1. táblázat Bio- és fosszilis hajtóanyagok fontosabb jellemzői

Jellemzők	Mértékegység	Gázolaj	Metanol	Etanol	RME	Napraforgó olaj	Biogáz
Sűrűség	kg/m ³	800-860	795	790	880	920	1,14
Viszkozitás 20°C-on	mPas	4,6	0,6	1,2	5,5-7,2	60	
Fajhő	kJ/kg°C	1,94	2,55	2,81	2,1	1,9	
Forráspont	°C	175-360	65	78	330		
Lobbanáspont	°C	55	11	12	170	316	6-12
Fűtőérték	MJ/kg	42,3	19,7	26,77	38,1	38,5	23,0
Párolgáshő	kJ/kg	660	1109	904	251		
Dermedéspont	°C	+3 – (-14)	-97	-114		-15	
Oktánszám		24	115-130	88-98			105-120
Cetánszám		48	3	11	50-55		

Az 1. táblázat adataiból látható, hogy a sűrűség nagymértékben meghatározza a viszkozitást is. Ha a folyadék belső adhéziós ereje nagy, akkor annak cseppekre bontásához is nagy erőre van szükség, ami a porlaszthatóságot nagymértékben rontja. A porlasztáskor keletkezett nagyméretű cseppek csökkentik a gyulladási hajlamot, lelassítják a motorikus égést, növelik a befecskendezési időt és a szükséges nyomást. Ezek a hatások a motor működésében leginkább az indikátordiagramban vizsgálhatók. A sűrűség miatti elnyújtott befecskendezés csökkenti a motor indikált hatásfokát. Az adatokból megfigyelhető, hogy a növényi olajok sűrűsége és viszkozitása lényegesen meghaladja a gázolajét, ami magyarázatul szolgál arra, hogy miért kell ezeket az olajfajtákat észterezeni a felhasználhatóság érdekében.

A viszkozitás összefüggése a sűrűséggel bizonyított. A biohajtóanyagok összevetéséből megállapítható, hogy a metil és etil alkoholok alacsony viszkozitása – a gázolajéhoz viszonyítva – kedvezőtlen a hajtóanyagellátó-rendszer kenése tekintetében. Az alacsony viszkozitásból adódó kenőképesség-csökkenés a hajtóanyag-adagoló rendszer szerkezeti károsodását eredményezheti.

A fajhő a metanol és etanol esetében tér el a gázolajétól jelentősen, ami a motorüzemben a kompresszió ütemvégen csökkenti a hőmérsékletet, illetve a gyulladási késedelmet növeli. Alkalmazásakor meg kell változtatni a befecskendezésnek a felső holtponthoz viszonyított helyzetét is.

A forráspont és a lobbanáspont hőmérsékleti különbsége a vizsgált hajtóanyagoknál arra utal, hogy a metanol és az etanol tárolása, szabad levegővel való érintkezése növeli a tűzveszélyességet.

A fűtőérték jelentős eltérést mutat a gázolajhoz viszonyítva. A metanol és az etanol hajtóanyag esetében ez azt jelenti, hogy a motor fajlagos fogyasztása nagyobb lenne, ami a bejuttatási időt is megnövelné, azaz megváltoztatná a hagyományos indikációs folyamatot.

A párolgáshő a gyulladási késedelmet befolyásolja. A gázolajhoz viszonyított alacsony párolgáshő-érték kis, míg a nagy érték nagy gyulladási késedelmet eredményez. Értéke meghatározza az előbefecskendezési szög értékét, és hűtőhatása kedvező hatással van a kompresszió ütemvégi hőmérséklet csökkenésére. A nagy párolgási hő csökkenti a kopogásos égés kialakulásának lehetőségét.

A biohajtóanyagok és a gázolaj jellemzők összehasonlításából megállapítható, hogy felhasználhatóságuk korlátozott dízelmotorokban. Ezt a korlátozottságot a metanol és az etanol esetében a nehéz gyulladás, az alacsony viszkozitás, a szabadfelületi tűzveszélyesség, az alacsony fűtőérték okozza. Néhány kedvező tulajdonságuk közül ki kell emelni a magas oktánszámot, és a

párolgáshő hőmérsékletcsökkentő hatását. A repcemetilészter (RME) motorüzemi alkalmazásának egyik igen sarkalatos pontja a biomasza olajtartalma és az előállítási technológia.

A mezőgazdasági biomasza termelési potenciája számos tanulmány alapján 5-10%-ban képes hajtóanyagtermelésre. Az előállítható hajtóanyagok az összehasonlítás alapján önmagukban nem képesek a gázolajat, mint hajtóanyagot változtatás nélkül helyettesíteni, ezért több szakirodalmi utalás [3] szerint csak hajtóanyag-adalékként célszerű felhasználni. A 2. táblázatban az 1. táblázat szerinti jellemzők viszonzyszáma található a gázolajéhoz viszonyítva. A motorüzemre gyakorolt hatás a táblázatban foglaltak alapján az igen pozitívtól az igen negatívig van bemutatva.

Az értékelés alapján a bioetanolt és metanolt adalékkénti hatását motorüzemi alkalmazásában tekintjük át.

2. táblázat: Biohajtóanyag jellemzők hatása a motor üzemére

Jellemzők	Biodízel	R	Metanol	R	Etanol	R	Biogáz	R
Sűrűség	O	1,04	O	0,92	O	0,92	O +	-
Lobbanáspont	-	3,2	- +	0,2	- +	0,2	- +	0,16
Fűtőérték	-	0,9	--	0,46	-	0,63	-	0,54
Párolgáshő	--	0,4	++	1,7	+	4,1	O	-
Dermedéspont	O	1,6	++	14	++	16	++	26
Oktánszám		-	++	-	++	-	++	-
Cetánszám	+	-		-		-		-

igen pozitív

++

pozitív

+

semleges

O

negatív

-

igen negatív

--

Biohajtóanyagok alkalmazásának motorüzemi hatásai

A vizsgált biohajtóanyagok motorüzemi alkalmazásának jelentős hatása van a dízelmotorok emissziójára. A szakirodalmi utalások, a termelési potenciál adta lehetőségek és a motorhajtóanyag paraméterek értékelése alapján a bioetanolt és metanolt csak kiegészítő anyagként vagy adalékként vehető figyelembe biztonsággal. A kísérleti munkák eredményei alapján térfogat részaránya nem több 20%-nál. A 10%-nál nagyobb részarányú metanolos vagy etanolos keveréknél a cetánszám már 35-37-re csökken. Javítása érdekében gyulladásjavító adalékot kell alkalmazni, amit a 3. sz. táblázat adatai jól mutatnak.

3. táblázat Gázolaj és 20%-os gázolaj-etanol keverék jellemzői

Megnevezés	Fűtőérték (MJ/kg)	Cetánszám	Sűrűség (kg/m ³)	Kinematikai viszkozitás mm ²
Gázolaj	42,35	49,0	837,6	4,01
Gázolaj + 20% etanol	39,65	35,6	827,8	3,10
Gázolaj + 20% etanol + 2% adalék	39,59	41,6	829,7	3,05
Gázolaj + 10% metanol	39,10	44,0	820,0	3,05

A táblázat adataiból jól látható, hogy a gázolaj anyagjellemzőihez viszonyítva a fűtőérték és a cetánszám megközelítőleg 10%-kal a kinematikai viszkozitásnál pedig 25%-os a csökkenés. Mindezek kedvezőtlenül befolyásolják a motorikus égés indítási feltételeit, a biohajtóanyag-ellátó rendszer kenési feltételeit és a fajlagos fogyasztását. Az így előállított hajtóanyaggal üzemelő motoroknál több alkalommal végeztek emissziós méréseket. Az emissziós mérések célja a dízelmotor CO, HC, NO_x és részecske kibocsátásának megállapítása, viszonyítása az EU előírásokhoz és a hagyományos üzemű motorokhoz.

A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Gépjárművek Tanszékének mérési eredményei részterhelésnél a 4. táblázatban láthatóan mutatják a változásokat.

4. táblázat Gázolaj és gázolaj + 15% etanol keverék emissziós értékei az EU 3 előírások %-ban

Megnevezés	Gázolaj		Gázolaj +15% etanol		EU 3	
	g/kWh	%	g/kWh	%	g/kWh	%
NO _x kibocsátás	5,95	119	5,74	115	5,0	100
CO kibocsátás	1,11	53	1,16	55	2,1	100
HC kibocsátás	0,21	32	0,25	38	0,66	100
Részecske kibocsátás	0,1034	103	0,0824	82	0,1	100

A táblázat mérési eredményei alapján megállapítható a gázolaj és az etanol keveréke jelentősen csökkenti a szénmonoxid (CO), a szénhidrogén (HC) és a koromkibocsátását. A változást mutatja a 4. táblázat az EU 3 előírások százalékában.

A teljes terheléses mérések eredményei kismértékben eltérnek a részterhelési adatoktól, de megfelelnek az EU 3 előírásoknak. Különböző szakirodalmi és tanszékünkön végzett mérési adatok megerősítik, hogy a keverék fűtőértékének csökkenésével a teljesítménycsökkenés és az ebből adódó fajlagos fogyasztás növekedés nem lineáris. A szerves szénhidrogének az égés folyamatát javítják, ennek eredményeként csökken a motorok NO_x és korom kibocsátása. Az eddigi vizsgálatok csak a motorok paramétereinek vizsgálatára terjednek ki, amelyek alapvetően megvalósíthatónak tartják a bioalkoholok motorhajtóanyagkénti alkalmazását.

Fontos a tartós használat kérdéseit a szerkezet viselkedésére és az előállítás energetikai mérlegére is kiterjeszteni. Dolgozatunkba ezen előállítás energetikai elemzését mutatjuk be az 5. táblázat adatai alapján. Az előállítási hatásfokot a fűtőértékhez viszonyított felhasználható hőmennyiség aránya adja. Jól látható, hogy a legkedvezőbb hasznosítási hatásfokkal a gázolaj rendelkezik. A metanol és etanol bizonyos bioanyagokból előállítva 40-60%-os hasznosítási hatásfokkal használhatók. Megállapítható, hogy az etanolt és a metanolt csak olyan mezőgazdasági termékekből célszerű előállítani, amelyeknél az előállítási hatásfok értéke eléri legalább a 40-50%-os, és nagy mennyiségű termelése, tárolása a folyamatos felhasználás lehetőségét biztosítja.

5. táblázat: Biohajtóanyagok előállításának hatásfokai

Kiindulási alapanyag		Előállítási hatásfok									
		0	0,2		0,4		0,6		0,8		1,0
Nyersolaj							benzin/gázolaj				
Földgáz							metanol				
Szén					metanol						
					benzin						
							benzin/gázolja/LPG				
Bioanyagok	Fa		Etanol		metanol						
	Cukrépa				etanol						
	Kukorica						etanol				
	Repce				RME						
	Napraforgó					RME					
	Trágya, szemét							biogáz			

Következtetések

A fosszilis hajtóanyagok mellett van létjogosultsága a biohajtóanyagok alkalmazásának, azonban azt és annak mértékét a motorüzem optimális paraméterei között szabad csak alkalmazni. Az eddigi kísérleti eredmények jól mutatják, hogy az etanol és a metanol használható adalékként dízelmotoroknál. Adaléki részarányát tekintve megoszlanak a szakmai megnyilvánulások. Optimálisnak a 10-20%-os arány tűnik, amelynek egyértelmű bizonyításához a motorok emissziós kibocsátásának pontosításához további vizsgálatokra van szükség. Kutatási munkánk a gázolaj-etanol keverék stabilitásának fenntartására kell irányítani a felhasználói biztonság javítása érdekében.

A termelési potenciál biztosítása megkívánja az alapanyag termelési lehetőség kellő mértékű számbavételét, termelési szerkezetbe való beillesztését. Az etanolnak, metanolnak adalékkénti felhasználásával előállított stabilizált gázolaj tartósüzemi vizsgálatát kell elvégezni az új rendszerű magas porlasztási nyomású dízelmotoroknál, a szerkezetre gyakorolt hatások meghatározására. A mezőgazdasági termékek ilyen célú hasznosításával a túltermelési problémák megoldhatók, a vidéki lakosság jövedelmi és helyben tartó hatása fokozható. Az alapanyagok helybeni feldolgozásával munkalehetőség biztosítható.

Irodalomjegyzék

1. Emőd, I. – Finichiu L. – Keszthelyi, K. – Varga, F.: (1992) Repceolaj-metilészter tüzelőanyaggal végzett autóbusz üzemi kísérletek. BMGE Kutatási jelentés, p. 1-61
2. Hersener, J-L. – Meier, F.: (1999) Energetisch nutzbares Biomassepotential in der Schweiz, Stand der Nutzung in ausgewählten EU-Staaten und den USA, im Auftrag des Bundesamtes für Energie
3. Dr. Meleg, G. – Dr. Emőd, I.: (2004): Mezőgazdasági termékekből és hulladékokból előállítható hajtóanyagok belsőégésű motorok tüzelőanyagként történő alkalmazása. Szakmai beszámoló jelentés, Budapest, BMGE Gépjárművek Tanszék
4. Dr. Vas, A.: (1997) Belsőégésű motorok az autó és traktorteknikában. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest
5. S. Wiegand: (2005) Decentrale Biodiesel produktion in der Landwirtschaft. Landtechnik 60. évf. 1. szám, p. 18-19

Dr. Lengyel Antal mg. tudományok kandidátusa

Nyíregyházi Főiskola, Műszaki és Mezőgazdasági Főiskolai Kar

4400 Nyíregyháza, Kótaji u. 9-11.

Tel: +36-06-42-599-442

Fax: +36-06-42-402-485

E-mail: lengyela@nyf.hu

Bodnár Gábor

Nyíregyházi Főiskola, Műszaki és Mezőgazdasági Főiskolai Kar

4400 Nyíregyháza, Kótaji u. 9-11.

Tel: +36-06-42-599-442

Fax: +36-06-42-402-485

E-mail: bodnarg@nyf.hu