

Bio-üzemanyag előállítás és minőségi szabványai

Nagy Orsolya

Debreceni Egyetem Állam- és Jogtudományi Kar, Debrecen
n.orsolya@ymail.com

ÖSSZEFOGLALÁS

A csökkenő fosszilis energiahordozók, az egyre emelkedő üzemanyag árak és az életszínvonal növekedése miatt folyamatosan emelkedő fogyasztás indokolja a bio-üzemanyag előállításában rejlő lehetőségek jobb kihasználását. A bio-üzemanyagok előállításnak gondolata szinte a világ összes országát foglalkoztatja. Egyes országok már saját használatra állítanak elő bio-üzemanyagokat, esetleg exportálnak is. Vannak azonban olyan országok, amelyek még nem döntöttek el, hogy milyen alapanyagból, milyen technológiával állítsák elő.

A bio-üzemanyagok – elsősorban a biodízel és bioetanol – üzemanyagok használatával nagymértékben elősegíthetjük a környezet védelmét, a szén-dioxid kibocsátás csökkentését és az üvegházhatás mérséklését.

Kulcsszavak: biodízel, bioetanol, környezetvédelem

SUMMARY

The increasing consumption due to the decreasing amount of fossile energy resources, as well as the increasing fuel prices and living standard will justify the better utilisation of the opportunities lying in biofuel production. Certain countries produce biofuels for their own use or they even export them. However, there are countries which have not decided which feedstock and technology to use.

Biofuel – mainly biodiesel and bioethanol – use greatly contributes to environmental protection, decreased CO₂ emission and reduced greenhouse effect.

Keywords: biodiesel, bioethanol, environment

BEVEZETÉS

A motorgyártók szempontjából fontos, hogy az üzemanyagok megfeleljenek a szabványoknak, mivel csak így biztosítható hogy motorjaik optimálisak legyenek teljesítmény, hatásfok és tartósság szempontjából, valamint hogy megfeleljenek a káros anyag kibocsátási szabályozásoknak. Számos országban határoztak meg szabványokat etanol és biodízel esetében.

Az Egyesült Államokban a leggyakoribb etanol-benzin keverékek az E10 (10% etanol és 90% ólmozatlan benzin) és az E85 (85% etanol) (Tóth, 2010). Az ASTM D4806 szabvány specifikáció olyan denaturált etanolra terjed ki, amelyet ólmozatlan vagy ólmozott benzinhoz kevernek 1–10% arányban hogy szikragyújtású motor üzemanyagként alkalmazzák. Ez a szabvány 1999 óta van érvényben és más szabványok alapjául szolgál olyan országokban, mint Kanada, Ausztrália és Kína. Az EN 15376-os európai szabványt – amely nem denaturál, maximum 5%-os keverési arány mellett alkalmazandó etanolra vonatkozik – 2008-ban véglegesítették. Hasonló módon Brazília, mint a vezető etanol előállító és felhasználó egyike, szintén minőségi szabványokat tett közzé, amelyek maximálisan 25%-os keverési arány mellett alkalmazott etanolra vonatkoznak. Az ASTM D5798 szabványt először 1999-ben tették közzé az E85-ös keverék minőségi specifikációjára vonatkozóan. Ez a szabvány olyan üzemanyag-keverékekre vonatkozik, amelyek 75–85% denaturált alkoholt és 15–25% szénhidrogént tartalmaznak (Fleck, 2006).

ABIO-ÜZEMANYAG ELŐÁLLÍTÁSÁNAK NEMZETKÖZI TAPASZTALATAI

A bio-üzemanyag előállítás gyorsan növekvő iparág. Jelenleg az etanol és a biodízel a két fő alternatív a szikragyújtású és kompresszió gyújtású motorok üzemanyagaival, a benzinnel és a dízelolajjal szemben. Az egyéb bio-üzemanyagok, mint biobutanol, biomassa alapú üzemanyagok és hidrogén jelenleg is fejlesztés alatt állnak és talán ezek lehetnek a következő generációs üzemanyagok. A limitált gyártókapacitás miatt az etanolt és a biodízelt legtöbbször viszonylag alacsony keverési arány mellett adják kőolaj alapú üzemanyagokhoz, pedig az arra megfelelő motorokban magasabb (általában maximum 85%-os) koncentráció is alkalmazható (Fleck, 2006).

Benzin alapú üzemanyagok és bio-üzemanyagok ugyanazon motor esetében történő alkalmazásának átmenete során a gyártók az alábbi dilemmával szembeesülnek: fejlesszenek-e olyan új motorokat, amelyek alkalmasak mind bio-, mind benzin alapú üzemanyagok általi meghajtásra (vagy a kettő keverékére); vagy folytassák az olyan technológiák fejlesztését, mint a homogén töltetű kompresszió-gyújtású (HCCI) motor, amely hatalmas előrelépés lenne a károsanyag-emisszió csökkentése terén. A HCCI motorok bio-üzemanyagokkal történő alkalmazása érdekes eredményekkel szolgálhat, mivel a bio-üzemanyagok egyedülálló tulajdonságai csökkentett emisszió és hatékonyabb gyújtás elérését eredményezhetik. A HCCI technológia bizonyos szempontból a szikragyújtású és kompresszió-gyújtású motorok technológiájának ötvözését képviselheti, ami rugalmassá teheti az üzemanyag-felhasz-

nálást áthidalva a benzint és a gázolajat és megteremtve annak lehetőségét, hogy ugyanazt a motor akár etanol, akár biodízel is hajthassa.

Kibocsátási szempontból a bio-üzemanyagoknak általában pozitív hatása van az olyan káros anyagok mennyiségére, mint a korom vagy a szén-monoxid. A bio-üzemanyag molekulákban megkötött oxigén hozzájárul a tisztább égéshez. Egészségügyi szempontból aggasztóbb a szabályozatlan karcinogén vegyületek kibocsátása, mivel még kis mennyiségben is beláthatatlan hatásuk lehet az egészségre és a városi környezetre. Például a metal-tercier-butil-étert (MTBE) fokozatosan kivonták a talajvízre gyakorolt toxikus hatása miatt. Bár az MTBE-t helyettesítő etanolra úgy tekintettek, mint természetes és hatékony előrelépésre, egyre növekvő aggályok tapasztalhatók annak kapcsán, hogy az etanol égése olyan aldehideket hoz létre, amelyek légszennyező hatásúak. A 10%-os etanol-benzin keverék levegő-minőségre gyakorolt hatását vizsgáló egyik tanulmány magas peroxi-acetil-nitrát (PAN) és aldehid értékeket mutatott ki télen. A PAN nagyban befolyásolja az ózonképződést, emellett pedig szemizgató hatása van és fitotoxin. E tanulmányok alapján kijelenthető, hogy további kutatásokra van szükség a bio-üzemanyag felhasználás légköri szennyezéshez kapcsolódó hosszú távú hatásainak megállapításához, főleg a jelenleg használt szabályozatlan égésű termékek esetében (Fleck, 2006).

2007-ben az előállított bio-üzemanyagok mennyisége 62 milliárd liter volt. Ebből az előállított etanol mennyisége 49,6 milliárd liter, amely nagymértékű emelkedés a 2002-ben gyártott 20 milliárd literhez képest. Az etanol mennyiség csaknem felét az Egyesült Államokban, 38%-át Braziliában, 4,3%-át az Európai Unióban, 3,7%-át Kínában állítják elő. Míg Brazília piacvezető volt a '80-as és '90-es évek alatt, 2005 környékén az USA megelőzte, bár továbbra is a legnagyobb exportőr maradt.

A bio-üzemanyag gyártását és felhasználását egyre több ország támogatja. Számos országban (EU, USA, Japán) erős politikai célokat fogalmaztak meg a fosszilis üzemanyagok bio-üzemanyagokkal történő kiváltására vonatkozóan. E célkitűzések szándéka a bio-üzemanyag előállítás és felhasználás vonzóvá tétele a befektetők számára. A költségvetési támogató intézkedéseken túl (közvetlen támogatás, adókedvezmények stb.) széles körben alkalmazott módszer a bio-üzemanyagok bizonyos keverési arány mellett történő alkalmazásának kötelezővé tétele egyes területeken. További közvetett intézkedések még a kereskedelmi korlátozások (pl. import vám), amelyek megvédik a kevésbé költséghatékony helyi ipart az olcsóbb külföldi versenytársakkal szemben. A Gazdasági Együttműködési és Fejlesztési Szervezet (OECD) 2008-as becslése alapján az USA, az EU és Kanada bio-üzemanyagokhoz kapcsolódó támogatása 11 milliárd dollár körül volt 2006-ban és ez várhatóan 25 milliárdra nő a 2013–2017-es időszakra.

A globális felmelegedés miatti aggodalom elősegíti a fosszilis energiahordozók kiváltási lehetőségeinek kutatását, mivel ezek globális alkalmazása hozzájárulna az üvegházhatású gázok (ÜHG) kibocsátásának csökkentéséhez. A bio-üzemanyagok elvileg szénsemlegesek, mivel a gyártásukhoz használt szénhidro-

gének légköri szénből származnak, amelyet a fotoszintézis köt meg. Mindazonáltal az ÜHG csökkenés mértéke különbözik az egyes bio-üzemanyagok esetében. Például, a cukornádból gyártott etanol akár 80%-kal is csökkentheti az ÜHG kibocsátást a fosszilis energiahordozók felhasználásához viszonyítva. Másrészt viszont a búzából, cukorrépából, vagy növényi olajból előállított bio-üzemanyagok ritkán okoznak 30–60%-osnál nagyobb arányú ÜHG kibocsátás csökkenést. A jelenlegi politikai szabályozás mellett az ÜHG emisszió és a fosszilis energiahordozók felhasználásának csökkentése összességében körülbelül 1%-os mérséklésnek felel meg. A most alkalmazott technológiaiakkal történő előállítás meglehetősen költséges módja az energiabiztonság elérésének és a klímaváltozás mérséklésének.

A fosszilis üzemanyagok alternatíváinak keresésére vonatkozó globális erőfeszítések a Kőolaj-exportáló Országok Nemzetközi Szervezet (OPEC) olajembargói és az azokat követő áremelkedések idején indultak el az 1970-es években. Erre adott válaszként az olajimportőr országok változatos intézkedéseket fogantatosítottak, az USA és Brazília például ösztönző programokat vezetett be a kőolaj alapú üzemanyagok szerves anyagokból előállított termékek általi leváltására. E programok és a fokozott kutatási erőfeszítések ellenére a bio-üzemanyagok gyártás csak lassan fokozódott a '80-as években, majd stagnált a '90-es évek során, mivel a kőolaj ára újra alacsonyabbá vált. Egészen a legutóbbi évekig az etanol drágább volt, mint a benzin. Az etanol versenyképessége javulhat, ha az olaj ára tovább emelkedik és amennyiben az inputok (kukorica, műtrágyák) árai nem fogják negatívan kompenzálni ezt az árelőnyt. Ezek a tényezők határozzák meg az etanol nyereségességének küszöbértékét.

A magas olajár és a kormányzati támogatások miatt a bio-üzemanyagok előállítása növekvő ágazat lehet az energiaszektoron belül (Puppán, 2001). 2001 és 2005 között a globális bio-üzemanyag előállítás mértéke megduplázódott és 2007-re megháromszorozódott elérve a napi 170 millió literes mennyiséget. Megfelelő körülmények mellett a következő 25 év során a bio-üzemanyagok az Egyesült Államok üzemanyag szükségletének 37%-át fedezhetik. A kezdeti költségek és akadályok áthidalása érdekében az új bio-üzemanyag ipar összehangolt befektetéseket igényelne a termelőktől az autógyártóktól, az üzemanyag értékesítőktől és másoktól, csak így érhetne el megfelelő kritikus méretet (Sinóros-Szabó et al., 2007).

2008-ban a bio-üzemanyag ipar fejlődése lelassult, részben a gyártás folyamán alkalmazott nem megfelelő gyakorlatok, részben pedig a gazdasági válság miatt, amely 2008 őszén tetőzött jelentős árcsökkenést okozva a kőolajpiacon. Ezalatt néhány bio-üzemanyag alapanyagként felhasznált növényfaj ára hasonlóan alakult, mint a kőolajé 2008-ban. Az ilyen jellegű áringadozások miatt jelentős bizonytalanság figyelhető meg abban a tekintetben, hogy a piac képes lesz-e a jövőben árnyomás nélkül felvásárolni az adott alapanyagokat. Ilyen körülmények között elég nehézkes a zöldmezős etanol-előállító projektek finanszírozása. A bio-üzemanyagok előállítási költségeinek csökkentése ellenére az etanol üzemek profitja csökkenő tendenciát mutatott, részben a mezőgazdasági termékek növekvő ára,

részben pedig az emelkedő nyersanyag-költségek miatt. További költségcsökkentésre van tehát szükség ahhoz, hogy a bio-üzemanyagok támogatás nélkül is hatékonyan versenyezzenek a benzinnel és a gázolajjal. Ezen felül, az élelmiszeriparral a földterületekért folytatott verseny tovább korlátozza majd az élelmiszeripari növényeken alapuló üzemanyagok előállításának fokozódását. Kiszámolták, hogy az USA-ban a bioetanol felhasználás 10%-os növekedéséhez az ország mezőgazdasági területének 15%-ára van szükség (Tóth, 2010), míg összehasonlításképpen Brazília ugyanannyi mennyiségű üzemanyag előállítását képes lenne 5%-os további terület-felhasználással megoldani. Mivel az etanol üzemek az USA kukorica termésének több, mint felét fel tudnák használni, az USA Kongresszusa 15 milliárd gallon/év mennyiségben maximalta a kukoricából előállítható etanol mennyiségét. A bio-üzemanyag ipar jelentős politikai kockázatnak van kitéve, amely abból a bizonytalanságból fakad, hogy egy új kabinet ugyanúgy vélekedik-e a bio-üzemanyag támogatásokról, adókedvezményekről. Például az USA-ban 1 liter fosszilis üzemanyag bio-üzemanyaggal történő kiváltása 0,66 és 1,4 dollár közötti összegbe kerül; az Európai Unióban ez a költség még magasabb.

A bio-üzemanyagok költségeit és a hozzájuk kapcsolódó támogatásokat részben kompenzálják a várt gazdasági előnyök, mint az olajfüggőség csökkenése, technológiai innovációk, a környezet károsításának mérséklése és a munkahelyteremtést eredményező hatások. Az etanol gyártás versenyképessége nagyban függ majd az előállítási folyamat egészében bekövetkező jelentős változásoktól. Beleértve: az energiafelhasználás csökkenése; az energiaellátás diverzifikálódása; az alacsony szén-dioxid tartalmú alapanyagok bevonása; új melléktermékek fejlesztése és a finomítási hatások valamint a költséghatékonyság javulása.

Több mint 30 ország vezetett be különböző programokat az üzemanyag célú etanol kapcsán. Észak- és Dél-Amerika a világ etanol-előállításának legjelentősebb bástyái. Brazília és az USA együtt több mint 80%-át adják a teljes etanol mennyiségnek. Az előállított etanol csaknem teljes mennyisége hazai felhasználásra kerül, bár jelenleg a kereskedelem is növekvő tendenciát mutat. 2007-ben az USA-ban jelentették be a legnagyobb arányú kapacitásnövekedést eredményező etanol üzem beruházást (27,7 GL), őket Brazília követte 20,3 GL-es termelésnöveléssel. Az összes többi fontos etanol gyártó ország együttvéve (beleértve Kínát, Indiát és Franciaországot) körülbelül 5 GL-es növekedést terveznek (F. O. Licht World Ethanol and Biofuels Report, 2005).

Az etanol előállító kapacitás és piac növekedését nagymértékben a keverési arányra vonatkozó előírások, támogatások és adókedvezmények segítik elő. 2006 végén kilenc ország rendelkezett keverési arányra vonatkozó előírással, ezek többsége 10%-os etanolbenzin keverékről (E 10) rendelkezett. Fontos megemlíteni, hogy ez az etanol koncentráció nem módosítja jelentős mértékben a motor üzemanyag-felhasználási jellemzőit. Magasabb etanol koncentráció mellett azonban a motor üzemanyag gazdaságossági mutatói a koncentráció növekedéssel arányos mértékben romlanak. Ennek oka az etanol alacsonyabb termodinamikai hőtartalma. Másrészt az FFV autók

(flexible-fuel vehicle) szinte bármilyen keverékkel képesek működni beleértve az E100-at is. Emellett az is tény, hogy mostanáig Brazília az egyetlen ország, ahol az etanol magas koncentráció mellett széles körben alkalmazzák. Ahhoz, hogy a felhasznált üzemanyagok globális szinten is egyre magasabb koncentrációban tartalmazzanak etanolt, és hogy az ilyen típusú üzemanyagok a teljes piacon elterjedjenek, nem csak jelentős technológiai fejlődésre van szükség a teljes előállítási folyamaton belül, hanem komoly árcsökkentésre is. Feltételezések szerint az etanol-előállítás jelentős növekedése esetén a etanol és a benzin árának alakulása végeredményben magasabb etanol koncentráció (10% fölötti) alkalmazását eredményezné a piacon. Míg az kukoricából és cukornádból történő etanol előállítás egy igen bejáratott és jól működő folyamat, a cellulóztartalmú alapanyagokból történő gyártás, még nincs azon a színvonalon, hogy kereskedelmi jelentőséggel bírjon. Jelenleg a savas hidrolízis a rendelkezésre álló technológia, amelynek határfoka körülbelül 35%-os. Az eljárás határfoka technológiai fejlődés révén tovább fokozható. Erre szükség is lesz, hiszen a 2030-ra jósolt etanol igény kielégítése érdekében a második generációs etanol ipari előállítása elengedhetetlen lesz. E fejlesztés jelentőségét bizonyítja, hogy USA 5 éven belül be kívánja fejezni a vonatkozó kutatási szakaszt, technológiai fejlesztést kíván végrehajtani 10 éven belül és a tervek szerint 15 éven belül integrálja az új eljárást az ipari előállítási folyamatokba.

A BIOETANOL ÉS BIODÍZEL ELŐÁLLÍTÁSA MAGYARORSZÁGON

A bioetanol előállításához az alapanyagokat tekintve hazánkban kedvezőek a feltételek (Herczeg és Kohlheb, 2008). Évente átlagosan 6–7 millió tonna kukorica terem, amelyből egyre kevesebbet használnak fel takarmányozásra, ugyanakkor nő az export és az ipari feldolgozásra kerülő kukorica mennyisége (Marton et al., 2008). A hazai előállítású kukorica lényegesen nagyobb mennyiségben áll rendelkezésre, mint amennyi a közeljövőben várható hazai felhasználás. A kukorica alapú etanol akár a 700–800 ezer tonnát is elérheti évente, amely többszöröse a magyarországi motorüzemanyag gyártók és forgalmazók várható igényének. Jelenleg komoly befektetői érdeklődés mutatkozik bioetanol gyárak építésére. Amennyiben minden tervezett és bejelentett hazai bioetanol beruházás megvalósul, úgy a bioetanol gyártási céllal feldolgozott hazai gabona mennyisége meghaladná a 9 millió tonnát, amiből 3 millió tonna bioetanol állítható elő. Szakértők szerint ez a gabonaigény meghaladja azt a mennyiséget, amit hazai termelésből biztonságosan elő lehet állítani.

Magyarország ökológiai adottságai kevésbé kedveznek a biodízel alapanyagának, a repcének, amelynek termésterülete mintegy 240 ezer hektáron behatárolt. Átlagos hozamokból 100–110 ezer tonna biodízel nyerhető. Ez nem fedezi teljes egészében a várható hazai dízelüzemanyag igényt, amely 120–130 ezer tonnára tehető évente. Becslések szerint a jelenlegi hazai energetikai célú repcetermelés területét meg lehet duplázni és a hazai motorüzemanyag gyártók igényét célszerű minél nagyobb százalékban hazai forrásból fedezni (FVM-Agrár-vidékfejlesztési Főosztály, 2006).

Ez teljesülni látszik a tervezett és bejelentett biodízel-gyártó üzemek output-kapacitása alapján, amely összesen több mint 400 ezer tonnára tehető. Ez mintegy 1,3 millió tonna olajos mag feldolgozását tenné szükségessé, ami a jelenlegi termelést alapul véve nem elégíthető ki. A biodízel szintén különböző arányokban keverhető a hagyományos dízelolajba dízelmotorokhoz. A maximum 5% biodízelt tartalmazó B5-ös üzemanyagot gyakorlatilag bármelyik dízelmotorban módosítások nélkül lehet alkalmazni. Ennél magasabb bekeverési arány a modern dízelautók többségében alkalmazható kisebb módosításokkal. Németország a világszerte mind a biodízelfogyasztásban, mind pedig az autók „felkészítésében”: közel 10 éve a legtöbb német autógyár dízelüzemű autói fel vannak készítve a biodízel használatára, ami a jövőbeli hazai felhasználás szempontjából is kedvező. Az előállításukhoz alkalmazott technológiák fejlettségét tekintve megkülönböztethetők első- és másodgenerációs bio-üzemanyagok.

ELSŐGENERÁCIÓS BIO-ÜZEMANYAGOK

Az első generációs bioetanol gyártása lényegében az alkoholerjesztés évezredes technológiáján alapszik, annak ipari méretekben megvalósult változata. A megfelelően előkészített cukor vagy keményítő tartalmú alapanyagokat – leggyakrabban kukoricát, búzát, cukornádat vagy cukorrépát – feltárési és erjesztési folyamatokon keresztül alkohollá alakítják. Ezt a lepárlás, finomítás, vízmentesítés többlépcsős finomítási folyamata követi, így az eljárás végén a kívánt minőségben nyerhető ki a bioetanol.

A biodízel esetében különböző növényi olajok, esetlegesen sütőolaj vagy állati zsiradékok jelenthetik az alapanyagot. Biodízel előállítására az Európában leggyakrabban – mintegy 80 százalékban – használt rapeseolaj mellett az Egyesült Államokban e célra leginkább hasznosított napraforgó és szója, vagy éppen a palmaolaj is alkalmas lehet (Fleck, 2006). A növényi alapú dízelolaj gyártása az olajos magvak rostolásával és sajtolásával kezdődik. Ezután a kis olajtartalmú darától elválasztják a növényi olajat, ami azonban önmagában még nem alkalmas dízelmotorok üzemeltetésére, mivel telítetlen szénhidrogén tartalma miatt gyantásodásra hajlamos, égése tökéletlen és a motorban lerakódást okozhat. Ezért megfelelő előkezelést követően a növényi olajat metanol vagy valamilyen más, kis szénatomszámú alkohol felhasználásával átészterezik. A reakció során két fázisra bontható elegyből kivonható termék a biodízel (leggyakrabban zsírsav-metilészter, angol rövidítéssel: FAME), melynek fizikai és alkal-

mazástechnikai tulajdonságai nagyon hasonlítanak a kőolaj alapú gázolajéhoz.

Az első generációs biodízel-komponens gyártásának előnye, hogy relatíve egyszerű technológiát és kisebb beruházási költséget igényel. A környezet védelme szempontjából ugyancsak fontos, hogy a szükséges kémiai reakciók már minimális melegítést követően, 50–60 Celsius fokon, a légköri nyomás közelében végbemennek, így a folyamat energiaigénye viszonylag alacsony. Ezáltal a gyártás akár 60 százalékkal kevesebb széndioxid-kibocsátással jár, mint a hagyományos dízelolaj esetében.

A jelenlegi biodízel-gyártás tehát drágább alapanyagból, de kisebb energiaigény mellett, míg a jelenlegi bioetanol gyártás olcsóbb alapanyagból, de magas beruházási és energia költséggel valósul meg. Ez mindkét esetben a bio-komponensek magas költségéhez vezet.

MÁSODIK GENERÁCIÓS BIO-ÜZEMANYAGOK

A mennyiségi és gazdaságossági problémákra igazi megoldást a jelenleg még csak kísérleti fázisban lévő, úgynevezett második generációs bio-üzemanyag gyártási technológiák jelenthetnek. Ezek legnagyobb előnye, hogy mind a bioetanol, illetve magasabb szénatom-számú alkoholok, mind pedig a biodízel esetében jelentősen megnövelik a felhasználható alapanyagok körét. Az első generációs technológiáknál összetettebb eljárás révén etanol nyerhető ki különböző, cellulózt tartalmazó anyagokból, így többek között fahulladékból, biomasszából vagy akár algából is. Ezek egyrészt lényegesen nagyobb mennyiségben állnak rendelkezésre, másrészt gyakran másképp nem hasznosított melléktermékekről, hulladékokról van szó, így a bio-üzemanyag gyártás nem jár értékes, magas költséggel előállított élelmiszerforrások elvonásával.

Előnyök:

- a mezőgazdasági termékek értékesítésének, felhasználásának egy újabb lehetősége,
- a pihentetett területek ilyen jellegű termelésbe vonásával a gazdák bevételeiket megnövelhetik (Megújuló energia 2, 2007),
- a bio-üzemanyag előállítás során számos olyan melléktermék keletkezik, amelyet az állattenyésztésben fel lehet használni, esetleg exportálni,
- munkahelyteremtő (Fodor, 2005),
- az ipari fejlesztésekre kedvezően hat,
- csökken a kőolajalapú üzemanyagok behozatala,
- környezetbarát (Fuchsz et al., 2008).

IRODALOM

- Fleck, D. M. (2006): Ethanol outlook. A look at recent developments in the grain ethanol industry. *World Grain*. 24: 5–6.
- FO Licht World Ethanol and Biofuels Report (2005): forrás: www.energyfuturecoalition.org/pubs/Biofuels, letöltés: 2010. szeptember 13. forrás: http://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2004_2009/documents/pr/621/621149/621149hu.pdf, letöltés: 2010. 09. 13.
- Fodor L. (2005): Agrárjog. Debreceni Egyetem Kossuth Egyetemi Kiadó. Debrecen. 152.
- Fuchsz M.–Kohlheb N.–Porteleki A. (2008): A megújuló energia-termelés tervezési keretei és módszerei környezetgazdálkodási szemszögből I–II. *Bioenergia*. 3. 2–3: 15–20.
- FVM-Agrár-vidékfejlesztési Főosztály (2006): Bioetanol. forrás: <http://www.vm.gov.hu/>, letöltés: 2010. 09. 13.
- Herczeg M.–Kohlheb N. (2008): A hazai bioetanol termelés lehetőségei és korlátai. *MI&KM Magyar Ipari és Környezetvédelmi Magazin*. 7. 1: 18–20.

- Marton, L. Cs.–Pintér, J.–Hegyi, Zs.–Nagy, E.–Pók, I.–Rácz, F. (2008): Development of maize hybrids for bioethanol production, European Research And Innovation Exhibition. Paris.
- Megújuló energia 2 (2007): Megújuló energia és a kistérségek. Agrár Innovációs Szövetség. Bioenergetikai Innovációs Központ. KRF. Gyöngyös.
- Puppán D. (2001): A biodízel és a bioetanol mint alternatív motorikus üzemanyag. Magyar Tudomány. 56. 211: 3.
- Sinóros-Szabó B.–Megyes A.–Sulyok D.–Rátonyi T. (2007): A biodízel-termelés, mint kitörési pont a növénytermesztésben. Agrár-unió. 8. 5: 14–16.
- Tóth A. (2010): Az amerikai Környezetvédelmi Ügynökség megújuló üzemanyag szabályozása és életciklus-elemzése. forrás: <http://www.vm.gov.hu/main.php?folderID=2468&articleID=15383&ctag=articlelist&iid=1>, letöltés: 2010. 09. 13., forrás: www.broin.com, letöltés: 2010. 09. 13.

