

A bioetanol-előállítás gazdasági kérdései

Bai Attila

Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum,
Agrárgazdasági és Vidékfejlesztési Kar,
Vállalatgazdaságtani Tanszék, Debrecen
abai@agr.unideb.hu

ÖSSZEFOGLALÁS

A fejlett mezőgazdaság jövőképében kulcsfontosságú a fenntarthatóság és a multifunkcionális jelleg. A megtermelt biomassza egy részének energetikai célra történő felhasználása tökéletesen megfelel ezeknek az elvárásoknak. A bioetanol előállítása ugyanakkor éppen az egyik legdrágább és leginkább szennyező energiaforrás, a benzin részbeni helyettesítését teszi lehetővé mezőgazdasági alapanyagokból. A cikk ennek az eljárásnak az ökonomiai hátterét vizsgálja komplex módon, valamint számításokat tartalmaz egy esetleges hazai bioetanol-program várható gazdasági hatásaira is. Tanulmányom magában foglalja a gazdasági számításokhoz nélkülözhetetlen legfontosabb technológiai ismeretek rövid bemutatását, a bioetanol összehasonlítását a konkurens termékekkel (benzin, biodízel, MTBE), a külföldön működőképessé – és adaptálható – bioetanol-programok legfontosabb és legérdekesebb elemeit, valamint a makro- és mikro-gazdasági tényezők számszerűsítésével azt is, hogy a vertikum mely szereplői érdekeltek, illetve ellenérdekeltek jelenlegi közgazdasági viszonyok között a bioetanol elterjedésében. Megállapításaim saját kalkulációim eredményei, ezért szívesen fogadom bármely kollégának a leírtakkal kapcsolatos szakmai véleményét.

Kulcsszavak: hajtóanyag, emisszió, vertikális elemzés, makrogazdaság, vidékfejlesztés

SUMMARY

Sustainability and multifunctionality look to be crucial points of the future of developed agriculture. Energy utilization of a part of the available biomass perfectly fits in these expectations. Bioethanol production allows for the substitution of the most expensive and most pollutable energy source, gasoline, by agricultural materials. This article contains a complex evaluation of economic characteristics of this method and calculations for the expectable economic effects of a would-be Hungarian bioethanol program. This essay includes the most important technological knowledge, a comparison between bioethanol and the competitive energy sources (gasoline, biodiesel, MTBE) and the most interesting elements of bioethanol programs operating in foreign countries. Introduced are which participants in the bioethanol chain have financial interests and counter-interests under present economic conditions in the spread of bioethanol by the enumerazation of macro- and micro-economic factors. The statements and consequences are based on my own calculation so I am truly interested in any professional opinion.

Keywords: fuel, emission, chain analysis, macro-economy, rural development

A megújuló energiaforrások hasznosítása végigkísérte az emberiség történetét. Míg azonban kezdetben az egyéb energiahordozók hiánya, századunk első felében a rendkívüli gazdaságpolitikai helyzetek (háború, éhínség), 1973-tól pedig mikrogazdasági szempontok indokolták alkalmazásukat, addig napjainkra elsősorban a környezetvédelmi, vidékfejlesztési, energiapolitikai tényezőket is magukban foglaló makrogazdasági értékeléssel támasztható alá létjogosultságuk. A távolabbi jövőben – a gazdaságosan kitermelhető fosszilis energiakészletek elapadásával – valószínűleg fontos tényezővé lép elő az energetikai hatékonyság, amely a legkisebb energiaráfordítással a maximális energia-kibocsátást tűzi ki célul.

Noha gazdaságilag és energetikailag általában a hőenergetikai célú hasznosítás tűnik a legkedvezőbbnek, a makrogazdasági szempontok figyelembe vétele regionális, illetve országos szinten kívánatosá teheti a bio-hajtóanyagok előállítását és felhasználását is. Jelenlegi gazdasági viszonyok között ezek az eljárások technológiától és alapanyagától függő módon és mértékben, de támogatást igényelnek, mely azonban más csatornákon visszakerülhet az állami költségvetésbe. A cikk a téma kulcsfontosságú összefüggéseivel foglalkozik, a hazai helyzetre adaptálva.

1. A BIOETANOL ELŐÁLLÍTÁSA

Szintetikus úton leginkább földgázból, erjesztéssel pedig szénhidrátartalmú anyagokból is előállítható etanol. Az előbbi eljárás nagyobb költségekkel laboratóriumi tisztaságú (99,9%) alkohol gyártására alkalmas, melyet főleg a gyógyszeriparban használnak fel. Egyéb célokra – így motorok hajtására – megfelel a növényekből erjesztett alkohol, a bioetanol is. Alapanyagként a cukor-, a keményítő-, illetve a cellulóz-tartalmú növények vehetők számításba, közülük az elsőként említett anyagokból legkönnyebb – és legkedvezőbb hatásfokú – az etanol előállítása. Egy kg glükózból elméletileg 51,1% etanol nyerhető, a gyakorlatban ez a legkedvezőbb esetben 48% körüli érték, kiegészítve mintegy 1200 kJ/kg hőenergia fejlődésével. A különböző eljárások lényegét az 1. táblázat foglalja össze.

A fejlesztési lehetőségek elsősorban a celluláz enzim minél olcsóbb előállításában és a képződő hatalmas szennyvíz mennyiség (13 l/l bioetanol) hatékony kezelésében (pl. biogáz-előállítás), illetve újrahasonosításában keresendők.

A bioetanol előállítására alkalmazott alaptermotechnológiák

Alapanyag(1)	Speciális munkafolyamatok(2)	Közös munkafolyamatok(3)	Szükséges anyagok(4)	Megjegyzés(5)
Cukor(6)	cukor kivonása(9)	erjesztés, desztillálás,		legolcsóbb(15)
Keményítő(7)	növény felaprítása, lebontás cukorrá(10)	magasabb rendű párlatok visszaforgatása,	amiloglükozidáz enzim(12)	
Cellulóz(8)	növény felaprítása, lebontás cukorrá(10)	főtermék (alkohol) és melléktermékek szétválasztása, kiszerelese(11)	celluláz enzim(13)	legdrágább(16)
			sav(14)	kedvezőtlen melléktermék(17)

Forrás: László-Réczey (2000) alapján saját összeállítás (2003)

Table 1: Basic technologies for producing bioethanol

Raw material(1), Specific procedures(2), Common procedures(3), Material needed(4), Note(5), Sugar(6), Carbohydrate(7), Cellulose(8), Extracting sugar(9), Chopping plants, breaking down into sugar(10), Fermentation, distillation, rotating back higher distillates, separating the main product (alcohol) and by-product, prepacking(11), Enzyme amiloglucosidase(12), Enzyme cellulose(13), Acid(14), The cheapest(15), The most expensive(16), Unfavourable by-product(17)

2. A BIOETANOL MOTORIKUS FELHASZNÁLÁSA

A bioetanol alapvetően két célra használható fel. Közvetlenül hajtóanyagként is alkalmazható, itt elsősorban a benzint, a gázolajat és a biodízelt – valamint ezek különböző arányú keverékeit, hosszabb távon esetleg a napenergiát és a hidrogént – szükséges számításba venni, mint versenyző termékeket. A bioetanolból éter és izobutilén hozzáadásával előállítható etil-tercier-butiléter (ETBE) is, amely oktánszámnövelő anyagként használatos és a metil-tercier-butiléter (MTBE) a versenytársa.

A bioetanol, mint hajtóanyag 15-22%-os mértékű bekeverése a benzinbe az összes eddig elvégzett vizsgálat szerint a hagyományos motorban sem okoz károsodást. Ez természetesen autótípusonként változik; az USA-ban gyártott autókra 10%-os mértékig vállalnak a gyártók garanciát. Maximum 25%-os keveréknél nem jelentkezik korróziós jellegű elváltozás sem, a tökéletes égésnek köszönhetően lerakódások nélkül ég el. Mindezek a tényezők előnyként jelentkeznek a biodízellel szemben.

A biodízellel hasonlóan, a bioetanol is károsítja a műanyag alkatrészeket, az etanol-benzin keverékek víztűrő képessége igen rossz –, a víz bekeverése a rendszerbe a keverék szétválását eredményezheti. Mindkét biohajtóanyagként igen rosszak a kenési tulajdonságai, ami az alkatrészek fokozott kopását okozhatja, illetve gyakoribb olajcserét tesz szükségessé. A kenőképesség – egyes források szerint – ricinusolaj hozzáadásával nagymértékben javítható.

A biodízelt fűtőértéke mintegy 10-15%-kal, a bioetanolé 35-40%-kal kisebb, mint a fosszilis hajtóanyagoké. Utóbbi hidrogéntartalma azonban jóval magasabb mindhárom másik hajtóanyagtól, ami – a hatékonyabb égés miatt – a benzint megközelítő fogyasztást és sokkal kedvezőbb károsanyag-kibocsátást eredményez. Különösen igaz ez a maximum 22%-os bioetanol-tartalommal bíró keverékekre.

Az ETBE motorikus tulajdonságai megegyeznek az MTBE-vel. Előnyként jelentkeznek viszont a

környezetvédelmi jellemzők, hiszen az MTBE-t földgázból állítják elő, míg az ETBE 47% bioetanol-t tartalmaz.

3. A BIOETANOL ELTERJEDÉSE ÉS ENNEK OKAI

A Világon jelenleg 22-24 Mrd hl^o (210-220 millió hl) bioetanol állítanak elő, ennek kétharmadát Braziliában, közel 30%-át az USA-ban, a fennmaradó részt pedig Európában (Réczey, 2000). 1995-ös adatok szerint a brazil gépjárműpark 46%-a üzemel tiszta bioetanolal, a többi pedig 22/78%-os bioetanol/benzin keverékkel. Mindennek gazdasági hátterül a brazil gazdaság meghatározó termékének, a cukornádnak a tartósan kedvezőtlen értékesítési lehetőségei szolgáltak. A program sikeréhez a hajtóanyag, a bioetanol-üzemek és a brazil autóüzemek jelentős (mintegy 8 Mrd dolláros) állami támogatására, valamint a nagy nemzetközi autógyárak (Ford, GM, Daimler-Benz) fejlesztő munkájára volt szükség. A program jövőbeni működését kezdetben gazdasági eszközökkel (a bioüzemanyag ára garantáltan nem haladta meg a benzinár 65%-át), 1993-tól pedig jogszabályi úton (22% bioetanol kötelező bekeverése a benzinbe) biztosítja az állam.

Az USA-ban a teljes kukoricatermés mintegy 7%-át használják bioetanol előállítására. A bioetanol előállítása itt elsősorban környezetvédelmi indíttatású, mivel az 1995-től hatályos „Tiszta Levegő Program” kötelezővé tette a szennyezett levegőjű nagyvárosokban a 10% bioetanol-t tartalmazó „gasohol” forgalmazását. Itt is a teljes vertikumot igyekeznek támogatni: a fogyasztókat a könnyű beszerezhetőséggel (az összes nagyobb benzinkútnál értékesítenek gasoholt), a biodízelt árának támogatásával (36 Ft/l) és adókedvezményrel (jelenleg 4-8 ezer USD kedvezmény jár az SZJA-ból alternatív üzemű gépjármű vásárlása esetén és 50% – maximum 30 ezer USD – alternatív üzemanyagkutak létesítésekor), a mezőgazdasági termelőket pedig speciális „bioetanol-fajtákkal” (közel 5 millió ha-os vetésterület!) és a megnövekedett kereslet miatt emelkedő kukoricaárakkal. Mindebben nagy szerepe

van az állam mellett a növénynevelő cégek (Pioneer) és a nagy benzinforgalmazók (Texaco, Shell, Mobil) együttműködésének (Kozár, 1999).

Európában szintén az élelmisznőnövények túlermelése (Franciaország), a környezetvédelem (Svédország, Németország) és a kihasználatlan alkoholgyártó kapacitások (Lengyelország) okozták a bioetanol-gyártás feljutását. A fogyasztók részére mindezt versenyképes üzemanyag-árakkal (országától függően 40-100%, vagyis 55-120 Ft/l jövedéki adókedvezmény a bioetanolra) és olcsóbb autóárakkal (Svédországban a tiszta bioetanolal működő gépkocsik 130 ezer Ft-nak megfelelő Euróval olcsóbbak az ugyanolyan típusú benzineseknél). A hatályos EU-jogszabályok mindezt erősen preferálják: az Altener program 2005-re a bioüzemanyagok piaci részesedését 5%-ra kívánja emelni, az 1992/81 sz. direktíva szerint korlátozás nélkül támogatható az országonkénti benzinfogyasztás 2%-ának megfelelő bioetanol-mennyiség, a 2001/0265 (COD) direktíva alapján pedig 2005-re minden tagországnak biztosítania kell, hogy a területén eladott közlekedési célú üzemanyagok 2%-a bioüzemanyag legyen, az energiataralom alapján számolva.

Hazánkban jelenleg két üzemben (Győr, Szabadegyháza) összesen évente mintegy 50 millió hl^o tisztaszett gyártanak kukorica, melasz és kismértékben búza alapanyagból, a végtermék jelenleg élvezeti cikként és oldószerként hasznosul. A két világháború között – a hazánkat is sújtó kőolajembargó és a kőolajmezők nagy részének elcsatolása miatt – a 20% bioetanol tartalmazó „motalkó” tette ki a hazai üzemanyag-fogyasztás felét, ám jelenleg egyáltalán nem használnak bio-hajtóanyagot az országban. Konceptiók

természetesen léteznek ennek megváltoztatására, de konkrét jogszabály – valószínűleg a makrogazdasági hatásoknál leírt okok miatt – még nincs a láthatáron.

4. MIKROGAZDASÁGI HATÁSOK

Bármilyen előrelépéshez nyilvánvalóan az szükséges, hogy a termelők érdekelték legyenek az alapanyag megtermelésében, álljon rendelkezésre megfelelő feldolgozó kapacitás és értékesítő hálózat, valamint a végtermék a fogyasztók hajlandóak és képesek legyenek megvásárolni. Ezek egy része ésszerű gazdasági döntésekkel, általános gazdaságpolitikai intézkedésekkel, illetve ágazati jellegű szabályozókkal is befolyásolható, másik része azonban globális hatás, amit megváltoztatni, sőt biztosan előre jelezni sem tudunk.

Mezőgazdasági termelőként a keresleti piacnak köszönhetően biztosabb értékesítési lehetőségekkel és elméletileg magasabb terményárakkal, a hazai (esetleg helyi) felhasználás miatt pedig kisebb tranzakciós (raktározási, szállítási) költségekkel számolhatunk nemcsak az adott ágazatban, hanem – más növények vetésterületének csökkenése miatt – esetleg egyéb növénytermesztési ágazatokban is. Amennyiben a termelés és a feldolgozás helye egybeesik, figyelmet érdemel az élelmiszcélú értékesítés után elmaradó árbevétel, melyet kompenzálhat az energetikai jellegű bevétel, illetve (saját fogyasztás esetén) megtakarítás, valamint a melléktermékek hasznosítása. Az „energetikai értéket” alapvetően az alapanyagfajta, az adott növény termésátlaga és termelési értéke szabja meg, melyhez járul majd az EU-csatlakozás után a bioetanol-termőterületre is igénybe vehető ugaroltatási támogatás (2. táblázat).

2. táblázat

A bioetanol-előállítás legfontosabb várható gazdasági mutatói

Növény(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)
Cukorrépa(2)	40	4000	185-198	300-320	60-80	75-80	30	110-120
Cukorcirok(3)	35	3500	162-173	80-100	0		30	60-70
Burgonya(4)	20	2000	92-99	600-700	0		40	300-350
Őszi búza(5)	5	1500	69-74	100-120	12-20		40	110-120
Kukorica(6)	6	2300	106-114	100-130	10-20		40	90-100
Csicsóka(7)	50	4200	194-207	n.a.	0		40	70-80

Forrás: Lakner et al. (1993), saját számítások (2003)

Jelmagyarázat: (8) Termésátlag (t/ha), (9) Átlagos bioetanol-hozam (l/ha), (10) Energetikai érték (metanolhoz (1,4/1; 33 Ft/l), illetve adómentes benzinnel (0,65/1; 76 Ft/l) viszonyítva), eFt/ha, (11) Használati költség (a főtermék értéke, eFt/ha), (12) Az alkoholgyártás előtt keletkező melléktermék értéke (eFt/ha), (13) Várható ugaroltatási támogatás (eFt/ha), (14) Feldolgozás költsége (Ft/l), (15) Bioetanol várható önköltsége (Ft/l)

Table 2: The most important expected economic indicators of bioethanol production

Plant(1), Sugar beet(2), Sweet sorghum(3), Potato(4), Winter wheat(5), Maize(6), Jerusalem artichoke(7), Yield (t/ha)(8), Average bioethanol output(9), Energetic value (in comparison with methanol (1,4/liter; 33 HUF/liter) and tax-free petrol (0,65/liter; 76 HUF/liter), thousands HUF)(10), Opportunity cost (the value of main product, thousands HUF)(11), The value of by-product arisen before alcohol-production (thousands HUF)(12), Expected set-a-side premium (thousands HUF/ha)(13), Cost of processing (HUF/liter)(14), The expected average cost of bioethanol (Ft/liter)(15)

Az alapanyag feldolgozására hazánkban elsősorban a már működő szeszgyárak szabad kapacitásai (cca. 200 ezer hl/év) vehetők figyelembe.

Ezen üzemek részére a bioetanol-alapanyagok feldolgozása az állandó költségek átlagosan mintegy 30%-ának megtakarítását tenné lehetővé

többletberuházás nélkül. Figyelembe véve, hogy a benzinhoz keverés és az országos értékesítési hálózat ennél több bioetanol igényel a gazdaságos működéshez, ezért elkerülhetetlen lenne új alkohol-előállító üzemek építése.

A bioetanol, vagy az ETBE benzinhoz keverésében a MOL részvétele elengedhetetlen. A százhalombattai finomítóban évente mintegy 50 ezer t import metanolt dolgoznak fel, a desztillációs kihasználtság sem több, mint 62-65%. Miután a technológia minimális költséggel átállítható lenne akár az ETBE, akár a bioetanol bekeverésére, sőt a termékek környezetbarát jellege az RT megítélését is csak javíthatja, ezért reagálását a benzin, a metanol, valamint a bioetanol árai szabják meg. A jobb kapacitáskihasználásban rejlő előnyök itt kevésbé realizálhatók, mivel a hazai összes üzemanyag-fogyasztást a „zöld” benzin sem fogja várhatóan nagymértékben megváltoztatni. Az elosztó hálózat viszont bizonyos átalakításokat igényel.

A fogyasztók közül valószínűleg kevesen használnák környezetvédelmi megfontolásból az új hajtóanyagot, amennyiben az nem párosul a benzinfogyasztásnál olcsóbbnak. A megfelelő reklám és az országos értékesítés szintén szükséges alapfeltétele a fogyasztók megnyerésének.

A 2. táblázatból levonható legfontosabb következtetések:

- A vizsgált alapanyagok közül a legkedvezőbbnek a csicsóka, a cukorcirok és a kukorica tűnik. A cukorcirokából és a csicsókából előállított etanol önköltsége 20-30 Ft/l-rel, a kukoricáé mintegy 50 Ft/l-rel meghaladja az azonos fűtőértékű benzin hazai önköltségét. A szintetikus metanol árához (és fűtőértékéhez) képest hasonló a különbségek.
- Ugyanezek a növények azok, amelyek energetikai értéke eléri a hagyományos felhasználási módok hozamértékét. Ez különösen a benzin helyettesítésekor igaz.
- Az egy liter biodizel előállításához szükséges

alapanyag mennyisége és jelenlegi ára alapján szintén az előző három növényből a leggazdaságosabb a gyártás. Ennek jelentőségét aláhúzza, hogy az alkoholgyártás költségeinek 50-70%-át az alapanyagköltségek teszik ki.

- A melléktermékek mezőgazdasági hasznosítása nem játszik jelentős szerepet az adott növénytermesztési ágazatok jövedelmi viszonyaiban, felhasználásukhoz általában kérődző ágazat is szükséges. A bioetanol önköltségében ettől viszont sokkal fontosabbak lehetnek mind a mezőgazdasági, mind az erjesztés után képződő melléktermékek, a technológiai hőigény csökkentése miatt (eltüzelés, elgázosítás). A feldolgozásnál az energiaköltségek aránya általában eléri a 10-20%-ot.
- Az EU-csatlakozás után az ugaroltatási támogatással kiegészítve az élelmiszcélú termesztéshez képest – a burgonya kivételével – várhatóan valamennyi vizsgált növény energetikai hasznosítása kifizetődőbb lesz a mezőgazdasági termelők számára.

5. MAKROGAZDASÁGI HATÁSOK

Jelenlegi közgazdasági viszonyok között 20-80 Ft/l veszteség keletkezne a bioetanol-vertikumban, melynek fedezésére egyik szereplő sem lenne hajlandó. Ehhez járulnak még az elmaradó állami adóbevételek. Az állami részvétel tehát mind a beruházásban, mind a termékpálya egyes szakaszaiban nélkülözhetetlen, azonban nem öncélú. Egyfajta katalizátorként nemcsak a terméket teszi piacképesé, de makrogazdaságban jelentkező hatásai révén elősegíti az állami támogatás visszatérülését is.

Mindenekelőtt figyelmet érdemelnek a környezetvédelmi megfontolások. A benzin és a bioetanol gyártásakor és felhasználásakor a keletkező károsanyagok mennyiségét a 3. táblázat mutatja be.

3. táblázat

Egy liter benzin, illetve ennek megfelelő mennyiségű bioetanol emissziói (g)

Hajtóanyag(1)		CO ₂	CH ₄	N ₂ O	SO ₂	NO _x	NH ₃
Bioetanol(2)	gyártás(6)	1690	0,123	0,208	0,255	3,060	0,388
	elégetés*(7)	0	0,231	0,391	0	5,747	0,730
	összesen(8)	1690	0,354	0,599	0,255	8,807	1,118
	egyenérték(9)	CO ₂ : 1836			SO ₂ : 8,522		
Benzin(3)	gyártás(6)	409	0,030	0,050	0,062	0,740	0,094
	elégetés(7)	3175	0,231	0,391	0,480	5,750	0,730
	összesen(8)	3584	0,261	0,441	0,542	6,490	0,824
	egyenérték(9)	CO ₂ : 3692			SO ₂ : 6,634		
Biodizel(4)	egyenérték(9)	CO ₂ : 984			SO ₂ : 8,937		
Metanol(5)	egyenérték(9)	CO ₂ : 2219			SO ₂ : 3,347		

Forrás: Juhász-Zöldy (2002), Scharmer (2001) és saját kalkulációk

Jelmagyarázat: * a növény által megkötött és az elégetéskor kibocsátott CO₂ egyenlege(10)

Table 3: Emissions of one liter gasoline and equivalent quantity of bioethanol (g)

Fuel(1), Bioethanol(2), Gasoline(3), Biodiesel(4), Methanol(5), Production(6), Burning(7), Total(8), Equivalent quantity(9), Difference of emitted and emitted CO₂(10)

Az üvegházgázok kibocsátásának a fejlett országokban mintegy 30%-át, hazánkban 10-15%-át a közlekedés okozza. Bár a gépkocsik fogyasztása nagymértékben csökkent, számuk növekedése ezt ellensúlyozza. Ez fokozottan igaz hazánkra, ahol még jelentős a régi, illetve kétütemű autók aránya. Az üvegházhatású gázoknak és az elsavanyodást okozó kéndioxidnak a keletkezését felére-harmadára csökkentheti a bio-üzemanyagok alkalmazása, sőt az elégetésükkor ez egyáltalán nem jelentkezik. A lúgosságot okozó nitrogén-vegyületeknél kedvezőtlenebb a helyzet, ez azonban nem a felhasználáskor, hanem a gyártási folyamat során keletkezik, tehát technikai fejlesztéssel csökkenthető. A rákos megbetegedésekért felelős aromás szénhidrogének mennyisége – a tökéletesebb égés következtében – a bioetanol alkalmazásánál a legkedvezőbb. Mindezek a tényezők alapvetően kétféle pénzügyi haszonnal járhatnak:

- Pótlólagos környezetvédelmi források (CO₂-kvóta) bevonása válik lehetségessé. Hazánk az 1997-es Kyotó-i egyezményben az 1985-87 közötti időszakhoz képest 2008-2012-re 6%-os károsanyag-csökkentést vállalt, melynek túlteljesítését elősegítheti a bioetanol felhasználása. Mivel a környezetkímélő beruházások az EU-ban sokkal drágábbak, mint nálunk és jelentősen a vállalások nemteljesítéséért fizetendő bírságok alatt maradnak, ezért számukra megéri megvásárolni Magyarországtól a megtakarítást. Hazánk ugyanakkor korszerű környezetvédelmi beruházásokhoz juthat. Egy 2000-es kormányhatározat ezért a gázkibocsátási megtakarításainkat nemzeti kincsnek minősíti. Ténylegesen már történt eladás 8,5 USD/GWP értéken, hazánk 10-15 USD/GWP árra számíthat (GWP: széndioxid-egyenérték).
- Az EU vidékfejlesztési és környezetvédelmi forrásainak bevonása – ezáltal hazai források megtakarítása – ugyancsak lehetséges a bioetanol-célú beruházásokba, hiszen a környezetvédelem igényeinek figyelembe vétele mellett a termékek feldolgozásának és értékesítésének javítását, a gazdálkodás diverzifikálását, alternatív tevékenységek bevezetését, a gazdálkodás fenntartását kedvezőtlen adottságú területeken szintén támogatja az EU. A Közösség idevágó energetikai direktíváinak, ugaroltatási előírásainak, valamint a csatlakozásunkkal kapcsolatos környezetvédelmi elvárásainak teljesítését szintén elősegítené egy hazai bioetanol-program megvalósítása.

Nyilvánvalóan nemcsak a termelők, hanem az állam részére is előnyt jelent a termékefeleslegek levezetése, hiszen mentesíti az államot az intervenciós és közraktározási támogatások folyósításától, a felvásárolt termékek értékesítésétől, valamint az exporttámogatások kifizetésétől. Utóbbi a WTO-előírások miatt különösen nagy jelentőséggel bír. Ezen források nagysága természetesen – az időjárástól, a vetésszerkezettől és a világpiaci ármozgásoktól függően – évente változó, de milliárd

forintos nagyságrendű (2001: mintegy 9 Mrd Ft). A konkurens biodízellel képest is előnyként jelentkezik az, hogy az ott felhasznált napraforgó jól exportálható, míg a bioetanol elfekvő készletek feldolgozására is képes.

Mindezeket túlmenően a bioetanol alkalmas az ételmszer-, illetve takarmányozási célra fel nem használható (pl. fuzáriummal fertőzött) gabonafélék feldolgozására is, tovább csökkentve a felvásárlási/értékesítési feszültségek kockázatát. Amerikai tapasztalatok szerint minden liter bioetanol előállításához 1 USD extra bevételt eredményezett a farmokon (főleg a gabonafélék árnövekedéséből fakadóan) és 2,33 USD növekedést a GDP-ben, kifejezetten az etanol keresletbővítő hatásának köszönhetően. Számításaim szerint hazánkban a bioetanol termelő gazdaságokban minden liter bioetanol előállításához – terményfélésegtől függően – 50-150 (átlagosan 73) Ft többlet-árbevétellel jár. 40-50 ezer ha bioetanol-célú vetésterület esetén az ország összes gabona- és burgonya-ágazatában, növényfajtól függően, 7-20 Ft/t árnövekedésre lehet számítani.

Jelentős előnyként vehető számításba az olajimport egy részének megtakarítása, mely egyrészt csökkenti hazánk olajpiaci függőségét (mely jelenleg 70-75% és növekvő tendenciát mutat), másrészt minden liter bioetanol felhasználása mintegy 27 Ft-tal javítja a külkereskedelmi mérleg egyenlegét.

A bioetanol termelése munkahelyeket is teremt, amely részben a mezőgazdaság nagyobb eltartó-képességéből, részben a termelőeszköz piacon jelentkező multiplikátor-hatásból, valamint az alapanyag és a képződött melléktermékek feldolgozásában jelentkezik. Amerikai tanulmányok ennek mértékét a mezőgazdaságban 1 millió liter bioetanolra vetítve 34 főre, a bioetanol-gyártásban 1 főre, a melléktermék-feldolgozásban 3 főre becsülik. A beruházások értéke az utóbbi években a mezőgazdaság GDP-jének 18-20%-át tette ki, tehát a többletbevételek egyötöde az iparban teremt többletforrást –, egyebek mellett a foglalkoztatásra. 2000-es KSH adatok szerint az iparban átlagosan 14,6 millió Ft évi árbevétel-növekedés szükséges egy fő foglalkoztatásához. Az állami költségvetésben ennek következtében a munkanélküli segélyek egy részének megtakarítására és a befolyó SZJA növekedésére lehet számítani.

Az ETBE előállítása bioetanolból, a forgalmazás, a gépkocsipark átállítása maximum 22% bioetanol tartalmú keverékre, valamint a szeszipari szabad kapacitások kihasználásáig a bioetanol-gyártás nem igényel többletberuházást, ilyen módon beruházási támogatást sem.

Az etanolgyártás során képződő melléktermékekkel jelentős mennyiségű fehérjetakarmány is kiváltható, melynek nemcsak az importtakarmányok helyettesítésében van szerepe, hanem – az állati eredetű takarmányokkal szemben – garantálja a hazai kérődzőállomány BSE-mentességét, ezáltal exportképességét is.

Ugyanakkor egy eredményes hazai bioetanol-program megvalósulását több tényező veszélyezteti.

Ezek közül a legfontosabb, hogy jelentős technikai előrelépés nélkül a jelenlegi olajárak megduplázódásáig, tehát várhatóan hosszú távon a bioetanol termékalapú támogatás nélkül nem lesz hazánkban versenyképes. Vannak azonban olyan kiaknázatlan energiatakarékosági és biomassza-energetikai lehetőségek is, melyek országunkban jóval olcsóbban is elérik ugyanazt a környezetvédelmi hatást. A többi pozitív tényező – bár létezésük kétségtelen – pénzértéke jóval bizonytalanabb, ezért tapasztalható, hogy – Brazília speciális helyzetétől eltekintve – a gazdag országokban működik igazán jól a program. Az önköltség csökkentése a kutatómunka állami finanszírozása nélkül szintén nehezen lehetséges.

A másik problémakört a beruházásigény jelenti. A feldolgozóüzemek megvalósítása nagy kapacitású üzemekre vetítve, mintegy 150-160 Ft/l forrásigénnyel jár. Ennek nemcsak a nagysága jelenti a problémát, hanem a megtérülés bizonytalansága is, ami abból adódik, hogy a vertikum szereplői között akadnak külföldiek is. Az állami szabályozók csak a hazai érdekeltekre – elsősorban a fogyasztókra és a szeszipari üzemekre – fejtenek ki hatást, nem vehető egészen bizonyosra azonban a részben külföldi érdekeltségű MOL reagálása. A szeszgyárak működésében is jelentkezik némi bizonytalanság, hiszen a tőkeerős multinacionális vállalatok kísérletet tehetnek ezek felvásárlására, majd bezárására, saját piacuk biztosítása érdekében. A hazai – globális méretekhez képest elenyésző – termékmennyiség megjelenése a piacon kiválthatja a tengerentúli konkurencia dömpingárujának megjelenését, ami szintén a hazai üzemek tönkremenetelét eredményezhette volna. EU-csatlakozásunk után ez a veszély már kevésbé fenyeget, hiszen már egy nagyobb, egységes piac részszereplői vagyunk. Összességében, amíg a teljes vertikum nem vonható magyar kézbe, mindig fennáll annak lehetősége, hogy elvesznek a bioetanol-üzemek létesítésére fordított állami források.

Végezetül léteznek olyan globális termék-kapcsolatok, melyet hazánk nem képes érdemben befolyásolni, de alapvetően és rövidtávon meghatározzák a bioetanol önköltségét. Ide elsősorban a világpiaci kőolaj- és mezőgazdasági alapanyagárak, valamint a hazai takarmányárak tartoznak, melyeknek helyettesítése a bioetanolal és a gyártás melléktermékeivel (pl. melasz erjesztése után kapott cefrével) ugyanazon mennyiség esetén is eltérő értéket képviselhet, ezért folyamatosan változtathatja a különböző technológiák és egyáltalán a bioetanol gazdasági megítélését.

Hosszú távon a Világ népességének növekedése várhatóan az élelmiszerek felértékelődéséhez, a gazdaságos készletek kimerülése pedig az energiaforrások, közülük is legelőször a kőolaj árának növekedéséhez vezet. Éppen ezért a távolabbi

jövőben a cellulóz alapú bioetanol-technológiák előtérbe kerülésével lehet számolni, magának a bioetanolnak a versenyképességét pedig várhatóan mindinkább az energetikai hatások fogja befolyásolni, amit az akkori gazdasági feltételek is valószínűleg alátámasztanak.

6. JAVASLATOK A HAZAI ELTERJESZTÉSRE

2000-ben a MOL által gyártott benzinnel mennyisége 1568 kt, a hazai összes fogyasztás 2093 kt volt. Amennyiben csak az adalékanyagként történő alkalmazást vesszük figyelembe (ETBE kötelező használatát MTBE helyett), az évi mintegy 89 millió l bioetanol felhasználásával jár. Minden százalék benzinnel helyettesítése – a sűrűségkülönbséget is figyelembe véve – országosan körülbelül 28 millió l/év pótlólagos keresletet támasztana a bioetanol iránt. A jelenlegi tervek középtávon évi 32 millió l bioalkohol előállítását célozzák meg hazánkban.

A reálisan számításba vehető alapanyagkészlet mennyiségét a következő tényezők befolyásolhatják:

- Véleményem szerint mindenekelőtt a várható termékfelesleg feldolgozására kellene törekedni még akkor is, ha belőlük elvileg drágább a bioetanol gyártása. A tényleges önköltséget viszont csökkentheti – különösen a burgonya esetében – az átvételkor alkalmazott piacinál alacsonyabb ár, melynek révén viszont a termelő megszabadul értékesíthetetlen készleteitől.
- A cukorrépa gazdaságosan nem exportálható, a belföldi kereslet – elsősorban az izocukor elterjedése miatt – csökken, a túltermelés nem jellemző, a belőle előállított bioetanol pedig drága. Ezen tényezők miatt nem javasolható alapanyagbázisként.
- A burgonyánál igen jelentős ingadozások tapasztalhatók az értékesítésben és nagyok a tárolási veszteségek is. Csökkentett áron évi 50-60 ezer t jelentkezik feldolgozásra váró alapanyagként.
- A búzából és egyéb kalászosokból a veszteség együttesen évi 50-100 ezer tonnára becsülhető, a kukoricánál pedig 40-70 ezer t/év hasznosítható az utóbbi évek adatai alapján bioetanol-alapanyagként.
- A cukorcirok és a csicsóka termőterülete jelenleg igen szerény, a legolcsóbb alkohol-kihozatal miatt a marginális területeken célszerű lenne ezek felfuttatása. Agronómiai szempontok alapján – amennyiben a termékfelesleg nem elegendőek – 5-5 ezer ha valószínűleg probléma nélkül számításba vehető lenne erre a célra.
- A mezőgazdasági szempontból reálisan előállítható bioetanol-mennyiség, a felhasznált földterület nagysága és a megnövekedett kereslet árnövelő hatása a 4. táblázat adatai szerint várható:

A bioetanol-termelés mezőgazdasági hatásai

Alapanyag(1)	Előállítható bioetanol, millió l(9)	Földterület, ezer ha(10)	Árnövekedés (*), Ft/t(11)		Árnövekedés (**), Ft/t(11)	
Burgonya(2)	6	3				
Kalászos(3)	30	25	115	143		
Kukorica(4)	27	12			216	270
Összes termékfelesleg(5)	63	40				
Cukorcirok(6)	17	5				
Csicsóka(7)	20	5				
Mindösszesen(8)	100	50				

Jelmagyarázat: (*) Csak a kalászos ágazatokban, 40 e ha, illetve 50 ezer ha területcsökkenésnél(12)

(**) Csak a kukoricaágazatban, 40 e ha, illetve 50 ezer ha területcsökkenésnél(13)

Table 4: Agricultural effects of bioethanol production

Raw material(1), Potato(2), Cereals(3), Maize(4), Total quantity of overproduction(5), Sweet sorghum(6), Jerusalem artichoke(7), All together(8), Bioethanol potential (million l)(9), Ploughland (th. ha)(10), Price hiking (Ft/t)(11), Only in cereals, in case of reduction of sown area by 40 th. ha and by 50 th. ha(12), Only in maize, in case of reduction of sown area by 40 th. ha and by 50 th. ha(13)

A fenti növényeken kívül hazánkban még érdemes lenne megfontolni a takarmányrépa felhasználását is, amelynek alkohol-kihozatala lényegesen felülmúlja a cukorrépáét, késői betakarítása miatt jól kiegészítené a többi alapanyag feldolgozásának idejét, ezáltal csökkentve a raktározási költségeket és javítva a cukorrépa-betakarító gépek és szeszgyárak kihasználását.

A bioetanol megtermelésekor, feldolgozásakor és hasznosításakor bizonyíthatóan fellépő és objektíven számszerűsíthető gazdasági hatásokat foglalja össze az 5. táblázat.

A táblázatban igen szembevetően látszik, hogy a mezőgazdasági termelők részére egyértelműen nyereséges, a feldolgozóipar és a forgalmazók részére pedig gazdaságilag semleges hatású lenne egy bioetanol-program beindulása. A problémát a nagymértékű fogyasztói veszteség jelenthetné (hiszen a MOL nyilvánvalóan képes lenne áthárítani a saját veszteségét), azonban ez az államháztartásban és a külkereskedelmi mérlegben jelentkező többletekből részben finanszírozható.

Benzin helyettesítésekor literenként 38 Ft, a metanol esetében 91 Ft támogatás eredményezné azt, hogy azonos adózási feltételek mellett ugyanannyiba kerüljön a bioetanol, mint a másik két fűtőanyag. Azonos fűtőértékre (28 MJ/l) vonatkoztatva, a bioetanol nettó önköltsége a metanolnál 52-63 Ft/l-rel, a benzinnél 49-60 Ft/l-rel lenne magasabb, melyhez járul még a fogyasztói árban jelentkező ÁFA-többség. Eszerint kizárólagos adalékanyagként a bioetanol (3,2%) 1,8-1,9 Ft/l, 1% benzin helyettesítésekor pedig 0,5-0,6 Ft/l benzin-áremelkedést okozna. Ekkor a MOL és a szeszgyárak sem lennének még érdekeltek a feldolgozásban és a forgalmazásban. Ahhoz, hogy mindannyiuk részére

gazdaságos legyen és fedezetet nyújtson a legkedvezőtlenebb esetek bekövetkeztekor, jelenlegi közgazdasági feltételek között a benzin helyettesítésével és a bioetanol jövedéki adómentességének biztosításával érhető el. Ekkor a fogyasztók lehetőséget kapnának 280-1000 millió l (a teljes benzinpiac 2,8-10%-át kitevő mennyiségű) 10%-os bioetanol/benzin keverék vásárlására a benzin fűtőértékéhez képest 4 Ft/l-rel olcsóbb áron. A MOL érdekeltségét 6 Ft/l, a szeszgyárakét pedig 4-20 Ft/l nyereség biztosíthatná. Ennek részbeni fedezetét az államháztartásban jelentkező 21 Ft/l többletbevétel, illetve megtakarítás fedezhetné. Ennek levonása után a várható nettó támogatásigény évente (az adott program teljes megvalósulásakor):

- 28 millió l benzin helyettesítésekor:
2,31 MrdFt
 - 32 millió l benzin helyettesítésekor (tervezet):
2,64 MrdFt
 - 63 millió l benzin helyettesítésekor (csak a termékfeleslegekre alapozva): 5,20 MrdFt
 - 100 millió l benzin helyettesítésekor (potenciális lehetőség):
8,25 MrdFt
- Amennyiben az államháztartási és külkereskedelmi hasznok nem realizálódnak, úgy ez jóval nagyobb kiadásokkal jár. Az így számított állami bruttó forrásigény évente:
- 28 millió l benzin helyettesítésekor:
2,90 MrdFt
 - 32 millió l benzin helyettesítésekor (tervezet):
3,31 MrdFt
 - 63 millió l benzin helyettesítésekor (csak a termékfeleslegekre alapozva): 6,52 MrdFt
 - 100 millió l benzin helyettesítésekor (potenciális lehetőség):
10,35 MrdFt

A bioetanol-előállítás gazdasági hatásai a vertikum szereplőire

M.e.: Ft/l

Mikrogazdasági hatások(1)		Makrogazdasági hatások(2)	
Bio-etanol alapanyagot termelők(3)		Államháztartás(27)	
Beruházásigény(4)	0	CO ₂ -kvóta értékesítése(28)	
Burgonya-ágazat (átvételi ár: 15 Ft/kg)(5)	150	Adalékanyagként(29)	3-4
Búza (átvételi ár: 24 Ft/kg)(6)	72	Benzin helyettesítésekor(24)	1,3-1,8
Kukorica (átvételi ár: 20 Ft/kg)(7)	52	Gabonaágazat piacra jutási támogatása(30)	1-4
Átlagosan(8)	74	Foglalkoztatás (SZJA, segély)(31)	7-9
Egyéb gazdálkodók(9)		Összesen (benzin/metanol)(32)	13/16
Búzaágazat(6)	7-10	Külkereskedelmi mérleg(33)	
Kukorica-ágazat(7)	16-20	Importolaj/metanol-megtakarítás(34)	40/33
Alkohol-előállító üzem(10)		Adóbevétel azonos adózási feltételek esetén (jövedéki adó, KKSZD, ÁFA)(35)	
Beruházásigény(4)			
20 millió l/év kapacitásig(11)	0	Metanol helyettesítésekor(23)	126-130
Ezt követően(12)	156	Benzin helyettesítésekor(24)	160-164
Éves költség-megtakarítás(13)		Metanol adója(36)	110
20 millió l/év kapacitásig(11)	0-16	Benzin adója(37)	154
Ezt követően(12)	0	Adó többlet (benzin/metanol)(38)	8/18
Bioetanol-előállítás költsége(14)			
Csak termékfeleslegekből(15)	114		
Mind az öt növényből(16)	98		
MOL(17)			
Beruházásigény(4)	0		
Éves többletköltség(18)			
ETBE-gyártás esetén(19)	65-81		
Benzinbe keverésnél(20)	22-38		
		Várható gazdasági hatás a vertikum szereplőire(39)	
Fogyasztók(21)		Mezőgazdasági termelő(3)	74
Bruttó bioetanolár (azonos adózási feltételekkel)(22)		Mezőgazdasági termelő(9)	10-15
Metanol helyettesítésekor(23)	224-244	Alkohol-előállító üzem(10)	0-16
Benzin helyettesítésekor(24)	258-278	MOL(17)	0
Metanol fogyasztói ára(25)	143	Fogyasztó (benzin/metanol)(21)	-38/-91
Benzin fogyasztói ára(26)	230	Állam (benzin/metanol)(27)	21/34

Forrás: saját kalkuláció (2003)

Table 5: Economic effects of bioethanol production on the participants of the bioethanol chain

Micro-economic effects(1), Macro-economic effects(2), Producers of raw materials(3), Investment need(4), Potato (price: 15 Ft/kg)(5), Winter wheat (price: 24 Ft/kg)(6), Maize (price: 20 Ft/kg)(7), Average(8), Other farmers(9), Bio-ethanol factory(10), Below the capacity of 20 million l(11), Over this capacity(12), Cost saving yearly(13), Costs of bioethanol production(14), Made from over products(15), Made from all the five plants(16), Hungarian Oil Share Company(17), Addition cost yearly(18), In case of ETBE production(19), Mixing with gasoline(20), Consumers(21), Whole price of bioethanol (same taxation)(22), In case of substitution of methanol(23), In case of substitution of gasoline(24), Consumers' price of bioethanol(25), Consumers' price of gasoline(26), State budget(27), Marketization of CO₂ limit(28), As additive material(29), Subsidy for marketing of cereals(30), Employment(31), Total (gasoline, methanol)(32), Balance of foreign trade(33), Savings from import of oil/methanol(34), Revenue from taxation (in case of same taxation)(35), Tax of methanol(36), Tax of gasoline(37), Revenue from taxation (gasoline, methanol)(38), Expectable economic effects for the participants of the bioethanol chain(39)

Munkaszervezési szempontból lényegesnek tartom, hogy a burgonya felvásárlása – mivel ebből a legdrágább a bioetanol előállítása – csak az értékesítési ciklus végére és kizárólag az egyébként veszendőbe menő mennyiségre korlátozódjon. A másik két, illetve négy növényre lehetne alapozni a folyamatos bioetanol-előállítást, a lehetőség szerint a betakarításhoz közeli időpontokra korlátozva a

nagyobb mennyiségű felvásárlást, az ekkor elérhető olcsóbb árak miatt. Figyelembe véve azt, hogy a berendezések minél jobb kihasználása folyamatos és egyenletes mennyiség felvásárlását igényli, a 6. táblázatban leírt feldolgozási ciklus megvalósítása tűnik a legcélszerűbbnek, a három, illetve mind az öt növény felhasználása esetén.

A bioetanol-alapanyagok optimális feldolgozási ciklusa

M.e.: ezer t

Növény/ hónap(1)	I.	II.	III.	IV.	V.*	VI.	VII.	VIII.	IX.*	X.	XI.	XII.	Össz.(7)
Burgonya(2)				20/0	20/0	20/60							60
Kalászos(3)	10/0	10/0					20/50	20/50	10/0	10/0	10/0	10/0	100
Kukorica(4)	10/0	10/0	20/0	0/20	0/15				0/35	10/0	10/0	10/0	70
Cukorcirok(5)	0/10								0/25	0/60	0/60	0/30	175
Csicsóka(6)	0/60	0/60	0/60	0/40								0/30	250
Összesen(7)	20/60	20/60	20/60	20/60	20/15	20/60	20/50	20/50	10/60	20/60	20/60	20/60	230/655

Forrás: saját kalkulációk (2003)

Jelmagyarázat: * szervíz-periódus beiktatása(8)

Table 6: Optimal schedule of processing of raw materials of bioethanol

Plant/month(1), Potato(2), Cereals(3), Maize(4), Sweet sorghum(5), Jerusalem artichoke(6), Total(7), Interpolation of service period(8)

Az önköltségsökkentésre még többféle lehetőség is kínálkozik. A képződő melléktermékek hatékony (és helyben történő) felhasználása alapvetően befolyásolja a folyamat gazdaságosságát, ezért a feldolgozás első fázisait még esetleg célszerű lehet a nagytermelőknél, illetve kistermelők társulásainál létrehozott egyszerű leparlóban végrehajtani. Ezt követően a takarmányozásra alkalmas termékek szállítás és tartósítás nélkül is felhasználhatók lennének, az így fel nem használt hulladékok pedig közvetlen eltüzelés, illetve anaerob elgázosítás révén hasznosulhatnának. A híg alkoholelegy leparlása természetesen nagyobb, regionális jellegű

szeszgyárakban történhetne. A folyamat kettéválasztása lehetővé tenné nemcsak az alapanyag-felvásárlás, hanem a híg alkoholpárlat beszállításának ütemezését is, amely lehetővé tenné a regionális üzemek folyamatos és teljes kihasználását, valamint csökkentené a csúcsmunkák valószínűségét.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton is szeretnék köszönetet mondani az OTKA F 032 133, az FKFP 0069/2001 és az NKFP 4/032 kutatásaimhoz nyújtott anyagi támogatásáért.

IRODALOM

Bai A.-Lakner Z.-Marosvölgyi B.-Nábrádi A. (2002): A biomassza felhasználása. Szakkönyv (Szerk.: Bai A.). Szaktudás Kiadó Ház Rt., Budapest, 1-225.

Juhász T.-Zöldy M. (2002): A bioetanol magyarországi bevezetésének környezetvédelmi és gazdasági előnyei. TDK dolgozat. (Témavezető: Füle M.) BME GTK, Környezetgazdaságtan Tanszék, Budapest, 14., 28., 46-48.

Kozár L. (1999): A gabona-bázison alapuló, energetikai felhasználású etanol-előállítás ökonómiai kérdései. DATE Tudományos Közleményei, Kézirat, Debrecen, 4-5.

Lakner, Z.-Kóbor, K.-Pozsonyi, F.-Pándi, F. (1993): The Possibilities and Chances of a Hungarian Bioethanol Program. Acta Agronomica Hungarica, 42. 3-4. 424-428.

László E.-Réczey I-né (2000): Megújuló nyersanyagok nem élelmiszeripari felhasználása. Szakkönyv. Stádium Nyomda, Budapest, 51-70.

Réczey I-né (2000): Bioetanol – mint alternatív üzemanyag. Megújuló energiaforrások racionális alkalmazása a mezőgazdaságban. Nemzetközi konferencia, Budapest

Scharmer, K. (2001): Biodiesel. Energy and Environmental Evaluation. UFOP, Bonn, 24-27.