A biogáztermelés növényi alapanyagainak összehasonlító elemzése

Sipos Gyula

Kulcsszavak: energiaellátás, biogáztermelés, „Szarvasi-1" energiafű, kukorica.

ÖSSZEFOGLALÓ MEGÁLLAPÍTÁSOK, KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

Magyarországon a növekvő energiaárak és az ország energiafüggősége arra ösztönöz, hogy az adottságokat kihasználva biomasszából állítsanak elő megújuló energiaforrást. Jelen tanulmány a biomasszából előállítható biogáz lehetséges alternatív alapanyagára koncentrál.

A legtöbb biogázüzem állati trágyára és silókukoricára alapozza tevékenységét, azonban Magyarországon a csökkenő állatállomány következtében csökkenő trágyamennyiséget többlet-silókukorica felhasználásával pótolják a biogázüzemek, ami a növény további térnyerését eredményezi más kultúrnövények rovására. Ez az anomália speciálisan energetikai célra nemesített növények felhasználásával oldható fel. Az energianövények közül kiemelendő a „Szarvasi-1" energiafű, amelynek betakarítható zöldszéna-mennyisége (metán tonnában számolva) ma a piacon elérhető növények közül a legmagasabb, ezért szalma- és hígtrágyákkal keverve jó hatásfokkal hasznosítható biogáztermelésre.

A triesdorfi Landwirtschaftlichen Lehranstalten intézet által 2009–2011 között végzett „Szarvasi-1" energiafűre és silókukoricára vonatkozó összehasonlítás eredményeképpen igazolt, hogy a „Szarvasi-1" energetikai hasznosíthatóság szempontjából a legmagasabb értékekkel rendelkezik. Az eredmények közül kiemelendő: a hektáronkénti 19,3 tonnás (2009), illetve 18,5 tonnás (2010) száraztömeg-hozamával a „Szarvasi-1" egyértelműen túlszárnyalta a referenciaként használt kukoricát. Egy száraztömeg kilogrammra jutó 350 l körüli, magas metánkihozatalával az energiafű 2009-ben 6 757 köbméter metánt termelt hektáronként, ezzel 2009-ben a legmagasabb értéket érte el valamennyi vizsgált lágyszárú közül, és 38%-kal magasabb hozamot szolgáltatott a kukoricához képest. Így a biogáz-előállításban a kukoricát helyettesítheti az élelmezés- és takarmánybiztonság javítása mellett.

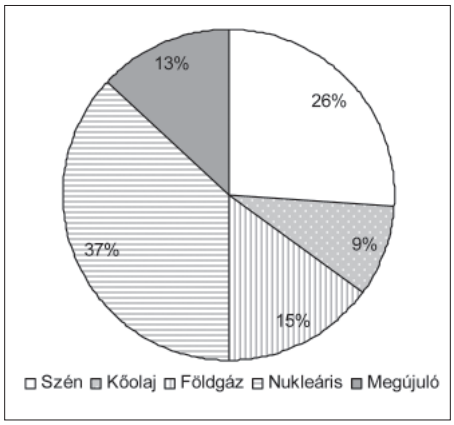
A termesztésre vonatkozó CBA-számítás alapján megállapítható, hogy a „Szarvasi-1" energiafű biogázcélú termelésének 10 évre vetített nettó jelenértéke 1 055 232 euró, míg a silókukorica esetén ez 753 993 euró. A fajlagos önköltségi árakat vizsgálva látszik, hogy a „Szarvasi-1" energiafű termesztési költsége mintegy fele a silókukoricáénak. Ezek alapján kijelenthető, hogy a „Szarvasi-1" energiafűből rosszabb minőségű talajon, kisebb ráfordítással több és nagyobb gázhozamot produkáló biogáz-alapanyag állítható elő, mint a jelenleg használt silókukoricából.

BEVEZETÉS

Napjainkban az energia-előállítás és az energiafogyasztás döntő hányada, mintegy 87%-a fosszilis energiahordozókra épül, ezért a használatukból eredő globális CO_2-kibocsátás növekedése jelenti az egyik fő problémát, így az ezeket helyettesítő megújuló energiák szerepe vitathatatlan. A meg-

újuló energiaforrások közül a víz-, szél- és az árapály-energia a villamosenergia-előállítás alapját képezheti, míg a nap- és geotermikus energia mind villamos-, mind hőenergia-előállítás bázisául szolgálhat, a biomassza pedig a legszélesebb körben felhasználható megújuló energia, amelyből villamos és hőenergia, valamint hajtóanyag egyaránt előállítható. Az energiaforrások közül a megújuló energiák szerepét mutatja az 1. ábra.

1. ábra
A megújuló energia részesedése az összes felhasznált primer energiaforrásból az EU27-ben (2011)



Forrás: Eurostat, 2012

Magyarországon 2010-ben a felhasznált energia mennyiségének csupán 7,39%-át (*KSH, 2014*) adták a megújuló energiaforrások, ami jóval az európai átlag – 13,47% – alatt maradt.

A számos megújuló erőforrás közül ma hazánkban a biomassza az egyetlen olyan megújuló energiaforrás, amely megfelelő mennyiségben áll rendelkezésre, így tudatos alkalmazásával és felhasználásával érdemben csökkenthető lenne az ország energiafüggősége. Ezen túlmenően a biomassza olyan megújuló energiaforrás, amelynek hazai előállítása hosszú távon versenyképes lehet (1. táblázat).

A BIOMASSZÁBÓL ELŐÁLLÍTHATÓ BIOGÁZ JELENTŐSÉGE

A biogázt mint másodlagos energiahordozót különböző szerves anyagokból lehet előállítani, felhasználása sokoldalú. A biogáz-előállítás célja a biomasszából történő hő- és villamos energia, valamint hajtóanyag előállítása. A biogáz a biomassza anaerob bomlása, azaz biológiai folyamatok eredményeként keletkezik. Biogáz előállítására valamennyi szerves anyag (kivéve a szerves vegyipar termékei) al-

1. táblázat
Megújuló energiaforrások termelése az Európai Unióban és Magyarországon (2006–2010)
(M. e.: ezer toe)

	EU27					Magyarország				
	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010
Megújuló összesen	115 428	124 277	131 063	136 908	153 661	1 232	1 319	1 448	1 697	1 779
Nap	988	1 264	1 730	2 498	3 686	2	3	4	5	5
Biomassza	75 187	81 666	85 182	88 939	99 785	1 124	1 203	1 312	1 548	1 613
Fa	*65 077*	*67 322*	*70 261*	*73 279*	*80 769*	*1 065*	*1 146*	*1 244*	*1 471*	*1 524*
Biogáz	*4 769*	*7 028*	*7 312*	*8 176*	*10 964*	*12*	*17*	*22*	*31*	*36*
Egyéb (MSW)[1]	*5 341*	*7 316*	*7 609*	*7 484*	*8 052*	*47*	*40*	*46*	*46*	*53*
Geotermikus	5 582	5 723	5 733	5 814	5 881	86	86	96	96	99
Víz	26 594	26 652	28 145	28 218	31 492	16	18	18	20	16
Szél	7 077	8 972	10 273	11 439	12 817	4	9	18	28	46

Forrás: Eurostat alapján, saját összeállítás, 2012

[1] MSW – *Municipal Solid Waste*, azaz a települési szilárd hulladékok.

2. táblázat

A különböző alapanyagból származó biogáz és a dán/orosz földgáz összetétele

Paraméter	Biogáz	Depóniagáz	Földgáz (dán)	Földgáz (orosz)
Metán, vol%	60–70	35–65	89	97,9
Egyéb szénhidrogének, vol%	0	0	9,4	1,2
Hidrogén, vol%	0	0-3	0	0
Szén-dioxid, vol%	30–40	15–50	0,67	0,1
Nitrogén, vol%	1-ig	5–40	0,28	0,8
Oxigén, vol%	0,5-ig	0–5	0	0
Kénhidrogén, ppmv	0–4000	0–100	2,9	1,5
Ammónia, ppmv	100-ig	5-ig	0	0
Alsó hőérték, kWh/m³ (STP) MJ/m³	6,5 23,4	4,4 15,8	11,0 39,6	9,5 34,2

Forrás: Technische Universitat Wien (TUW), 2012

kalmas. Ennek értelmében a „biogáz" kifejezés magában foglalja az összes, szerves vegyületek anaerob bomlásából keletkező gázt. Oxigén hiányában különböző baktériumok lebontják a nyersanyagot, hogy így egy másodlagos gáz halmazállapotú energiahordozót alkossanak, amely éghető gáz főleg metánból és szén-dioxidból áll (2. táblázat). Minél magasabb az alapanyag metánkihozatala, annál értékesebb biogáz állítható elő belőle.

Több kutatás foglalkozik a zöld villamos és hőenergia előállításával, de a fosszilis üzemanyagok bioüzemanyagokkal történő helyettesíthetőségéről kevesen írnak. A sűrített biogáz (CBG) előnyei hasonlóak, mint a gépjárműhajtásban már alkalmazott sűrített földgáznak (CNG). A szerves hulladékból előállított bioüzemanyag további előnyei:

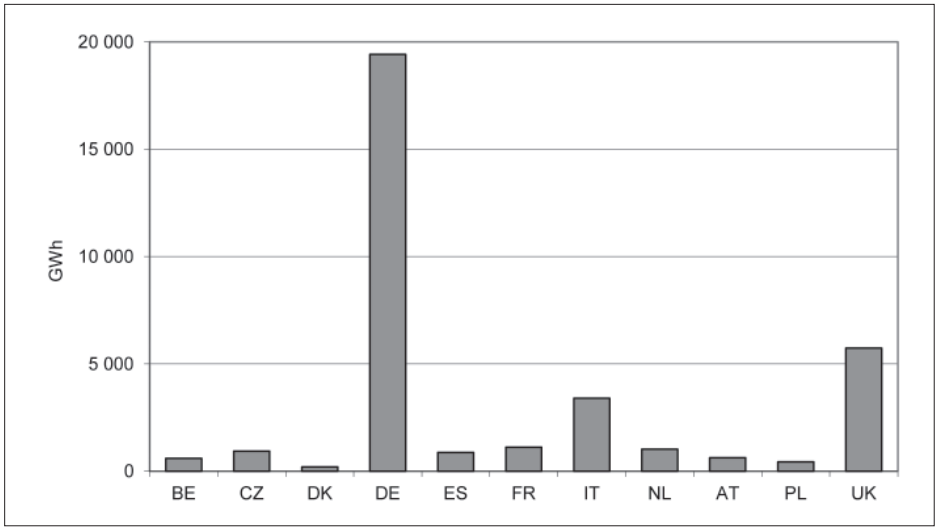
- fokozott energiabiztonság;
- kisebb ÜHG-kibocsátás;
- jobb gazdasági mutatók;
- tisztább környezet.

A biogázra vonatkozó általános statisztikai adatokat az USA és az Európai Unió évről évre közzéteszi. Az USA-ban a biogázra vonatkozó első szabályozás 1996-ban fogalmazódott meg, s 2004-ben 49 biogázüzem működött USA-szerte, valamivel több mint 59 GWh energiát termelve (*Roos, 2004*). A 786 biogázüzemből 2012-ben származó villamos energia mennyisége 586 GWh, ami az USA összes villamosenergia-felhasználásának 0,02%-át teszi ki. Ezen túlmenően számos kazánt, csővezetéket táplálnak további 55 GWh egyenértékű energiamennyiséggel (*EPA, 2012*). Az *USDA (2012) számításai szerint* a biogázüzemek által hasznosított 62 000 tonna metán 1,3 millió tonna CO_2-egyenértékkel csökkenti a légkörbe bocsátott ÜHG mennyiségét, ami az USA éves összes ÜHG-kibocsátásának 0,019%-át jelenti. Az EU27-ben biogázból előállított „zöld áram" 2011-ben 35 856,4 GWh volt, ez az EU27 összes villamosenergia-fogyasztásának 1,36%-át biztosította (*EurObserv'ER, 2012*). Az EU ÜHG-kibocsátása 2011-ben 4601,6 millió tonna CO_2-egyenérték volt (*Eurostat, 2013*). Mivel az USA-hoz hasonló, a felhasznált metán mennyiségére vonatkozó konkrét adat nem áll rendelkezésre, ezért feltételezve az azonos alapanyag-szerkezetet, az USA adatai alapján extrapolálva lehet becsülni a biogázüzemek által hasznosított metán ÜHG-csökkentő képességét. Ennek értelmében a 2011-ben működő európai biogázüzemek által megkötött metán megközelítőleg 72 millió tonna CO_2-egyenértékkel egyenlő, ami az EU27 ÜHG-kibocsátásának mintegy 1,56%-át teszi ki.

Az EU-ban előállított biogáz mennyiségének évenkénti dinamikus emelkedéséhez főleg a német piac járul hozzá (2. ábra). A különböző támogatásoknak, a kötelező átvételi

2. ábra

Az EU27 legjelentősebb biogázalapú villamosenergia-előállítói 2011-ben



Forrás: EurObserv'ER, 2012

rendszernek és az átvételi árak szabályozásának köszönhetően a biogázból előállított villamos energia mennyisége Németországban 2009–2011 között megközelítőleg 60%-kal emelkedett (*EurObserv'ER, 2012*).

A BIOGÁZ ALAPANYAGAI

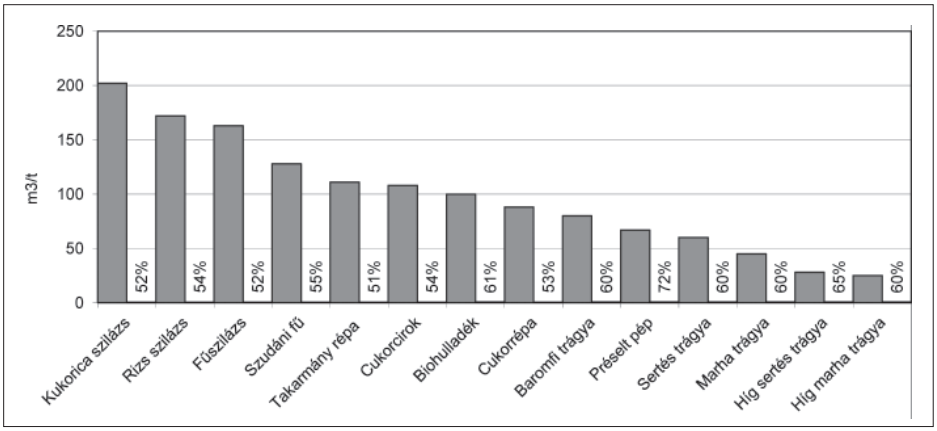
Napjainkban számos különböző alapanyagot használnak biogáz előállítására. Megkülönböztetnek mezőgazdasági hulladék alapanyagot (állati trágya, energianövények, egyéb melléktermékek), illetve a hulladékáramban megjelenő alapanyagot (hulladéklerakó, szennyvíz, lakossági szilárd hulladék). *Birkmose et al. (2007)* tanulmányában kísérletet tett arra, hogy az Európában előállított biogázt nyersanyagonként és országonként határozza meg. Mivel a tanulmány leginkább 2005–2007-es adatokra támaszkodik a nyersanyagok vizsgálatakor, szembetűnő, hogy a legnagyobb arányt az állati trágya (55%), az energianövények (21%), egyéb, az élelmiszeriparból származó szerves hulladék (24%) képviselt, míg a lakossági hulladékból előállított biogáz mennyisége csak 1%-ban részesült.

A jelenleg használatos mezőgazdasági szántóföldi növényi alapanyagok közül a legnagyobb biogázkihozatal a kukoricaszilázsból nyerhető. Ennél magasabb metánhozamot csak a zsírokból (vágóhídi melléktermékek 65-75% metánkihozatal) és a melaszból (88-90%-os szárazanyag-tartalmú répaszeletből 72-75%-os metánkihozatal) nyerhető (*Hajdú, 2009*). A biogáz-alapanyagok közül a legalacsonyabb kihozatalt magas nedvességtartalma miatt az állati trágya adja, ezért ezt az alapanyagot a szállítási költségek csökkentése érdekében helyben vagy vezetéken keresztül betáplálható biogázüzemben érdemes csak feldolgozni (3. ábra).

A keletkezett biogáz felhasználása széles körű lehetőségeket kínál. Egyrészről a keletkezett biogázból kogenerációval elektromos áramot és hőt lehet termelni, vagy önmagában csak elektromos áramot, vagy csak hőt. Másrészről a keletkezett biogáz további tisztításával gépjármű-hajtóanyagként használható biometán állítható elő.

A biogáz elterjesztésével és alkalmazásával lehetővé válik, hogy az amúgy is véges mező-

3. ábra
Előállított biogáz mennyisége (m³/t) alapanyagonkénti bontásban és metántartalom (%) alapján



Forrás: Bundesministerium für Ernahrung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, 2008

gazdasági források iránti kereslet növekedésével az extenzív állattartás helyett a gabonatermő területek bővüljenek, a megtermelt gabona pedig a takarmányozásba visszaforgathatóvá váljon (*Popp – Potori, 2011*).

BIOGÁZ–ALAPANYAGOK METÁNHOZAM-ALAPÚ ÖSSZEHASONLÍTÁSA

Az állattenyésztési ágazat leépülése, a hazai állatlétszám folyamatos csökkenése miatt az egyre élénkülő biogázipar trágyaalapanyag-igénye nem elégíthető ki 100%-ban, ezért egyéb szántóföldi növény, növényi hulladék vagy kifejezetten biogáz-alapanyagként szolgáló energianövények hozzáadása szükséges. A biogáz jellemző szántóföldi növényi alapanyaga jelenleg a silókukorica. A silókukoricát helyettesíteni képes egyéb, a biogázüzemek számára alternatívát jelentő alapanyagnövények vizsgálatakor fő szempont volt, hogy a jelenleg domináns kukorica helyett eddig nem hasznosított kultúrák kapjanak helyet. Fontos, hogy az alternatív növényi kultúra szárazságtűrő legyen, előállíthatósága gazdaságos, valamint magas és stabil száraztömeg-hozamot biztosítson.

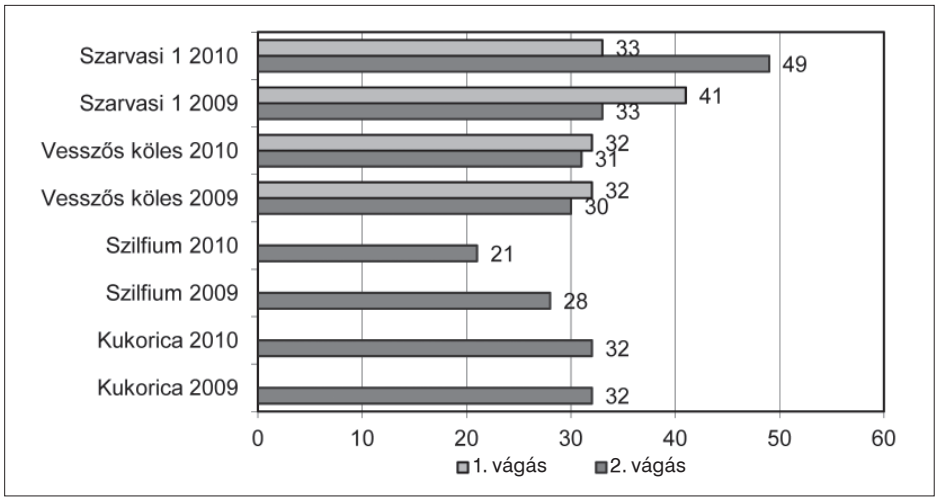
Magyarországon nem folynak a biogáz-előállítás céljára szolgáló mezőgazdasági eredetű élelmezési és energetikai célt szolgáló alapanyagokra vonatkozó összehasonlító kutatások, ezért a triesdorfi (Németország) mezőgazdasági tanintézet, a *Landwirtschaftlichen Lehranstalten* (LLA) *(2011)* méréseit szükséges alapul venni. Az LLA által vizsgált mintegy 25-féle energianövény közül azzal a néggyel érdemes számolni, amelyek Magyarország agroökológiai adottságainak megfelelően itthon is termeszthetők. Ennek alapján az *óriás szilfium,* a *vesszős köles,* a *„Szarvasi-1" energiafű* és a *silókukorica* mérési eredményeit lehet egymáshoz hasonlítani.

Biogáz-előállításnál az egyik lényeges szempont az alapanyag szárazanyag-tartalma, mivel minél magasabb a szárazanyag-tartalom, annál nagyobb az 1 kg alapanyagból termelődő biogáz mennyisége. A négy vizsgált alapanyag közül kettő, a „Szarvasi-1" energiafű és a vesszős köles évelő növény, így lehetővé vált a második vágásnál is megvizsgálni a hektáronkénti szárazanyag-tartalmat (4. ábra).

A fermentorba kerülő alapanyagok tényleges, nedvességet is tartalmazó tömegét

4. ábra

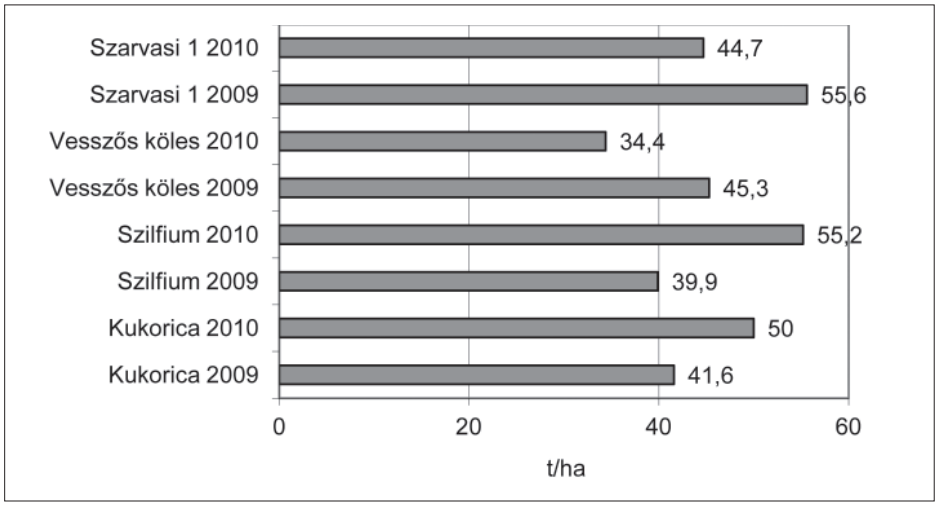
A vizsgált biogáz-alapanyagok szárazanyag-tartalma (százalék)



Forrás: LLA alapján saját összeállítás, 2013

5. ábra

A vizsgált biogáz-alapanyagok frissmassza-tömege (t/ha)



Forrás: LLA alapján saját összeállítás, 2013

vizsgálva megállapítható, hogy a két vizsgálati évben az egy hektár területről lekerülő friss massza tömege viszonylag nagy eltérést mutat, ezért a vizsgálatban a kétévi mért értékek átlaga került elemzésre. Megállapítható, hogy a referenciakukorica frissmassza-tömege 45,8 t/ha, a vesszős köles valamivel kevesebb, 40 t/ha. Az egyébként 2010-ben kiugróan magas hektáronkénti mennyiséget adó szilfium (55,2 t/ha) kétévi átlaga 47,55 t/ha, míg a „Szarvasi-1" energiafű fermentorba jutó tömegének átlaga 50,15 t/ha (5. ábra). Kijelenthető, hogy bár az óriás szilfium jó időjárási körülmények

között a kukoricához képest kiugróan magas frissmassza-tömeget hozhat, azonban biztonságosan a „Szarvasi-1" energiafűre lehet alapozni a jövőbeni elvárásokat.

A *száraztömeg-hozam* (atrotonna, at) kifejezés jelentése: abszolút száraz állapotban lévő (nulla százalék nedvességtartalmú) biomassza súlya. Az atrotonnában megadott érték mindig számított, elméleti szám. A referenciának használt kukorica mérési adatai (14,8–16 at/ha) ugyan jobbak, mint az óriás szilfium vagy a vesszős köles száraztömeghozama, de a „Szarvasi-1" energiafű értékei (18,5–19,3 at/ha) alatt maradtak (6. ábra).

A vizsgálati években a szilfium alacsony szárazanyag-tartalma miatt alacsony volt a metángázhozama is. A vesszős köles biogázlaborban végzett vizsgálatakor (átlagosan 3903,5 m^3/ha) nem érte el a kukorica hasonló vágási körülmények között adott metánhozamát (5082 m^3/ha). Ugyanakkor a „Szarvasi-1" energiafű mind a 2009-es, mind a 2010-es termelési évben jó eredményeket mutatott, és hektáronként jóval magasabb metánhozamot (6614 m^3/ha) produkált, mint a kukorica és a többi energianövény (7. ábra).

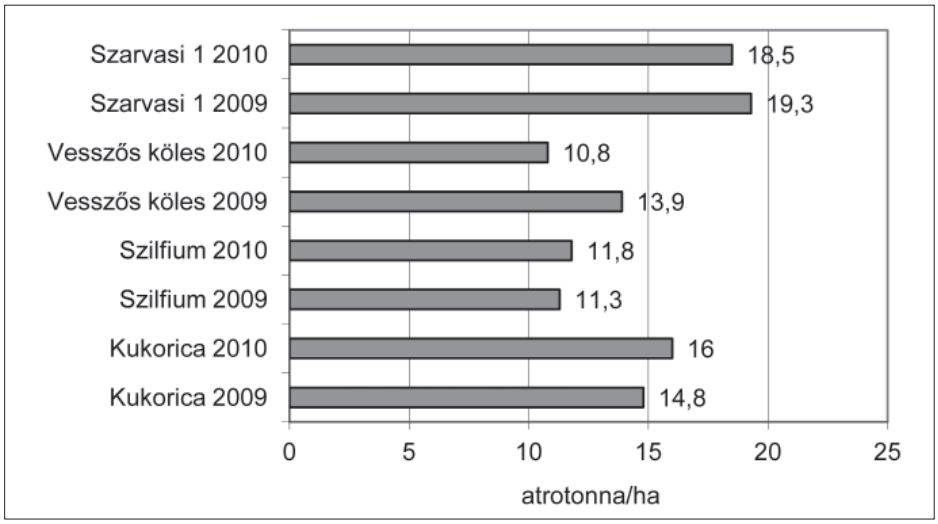
Ezek alapján megállapítható, hogy a hektáronkénti 19,3 tonnás (2009), illetve 18,5 tonnás (2010) száraztömeg-hozamával a „Szarvasi-1" egyértelműen túlszárnyalta a referenciaként használt silókukoricát és a kutatás tárgyát képező más energiafüveket. Egy száraztömeg kilogrammra jutó, mintegy 350 l metánkihozatalával a magyar energiafű 2009-ben 6757 m^3 metánt termelt hektáronként, ezzel 2009-ben a legmagasabb értéket érte el valamennyi vizsgált fűféle közül, és 38%-kal magasabb hozamot szolgáltatott a silókukoricához képest (3. táblázat). Kijelenthető, hogy a jelenlegi energianövény-kísérletekben a magyar „Szarvasi-1" energiafű a legnagyobb teljesítőképességű.

BIOGÁZ-ALAPANYAGOK ÖNKÖLTSÉGÉNEK ÖSSZEHASONLÍTÁSA

A biogáztermelés növényi alapanyagainak összehasonlító vizsgálataiból egyértelműen látszik, hogy a „Szarvasi-1" energiafű biogáz-előállítás szempontjából lényeges metánkihozatala és metánhoza-

6. ábra

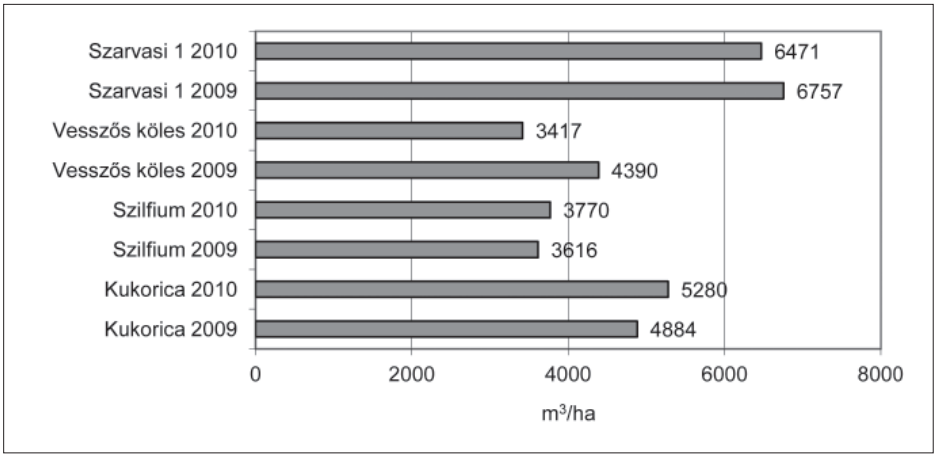
A vizsgált biogáz-alapanyagok száraztömeg-hozama (atrotonna/ha)



Forrás: LLA alapján saját összeállítás, 2013

7. ábra

A vizsgált biogáz-alapanyagok metánhozama 2009–2010 (m^3/ha)



Forrás: LLA alapján saját összeállítás, 2013

3. táblázat

A hazai biogáztermelés növényi alapanyagainak méréseken alapuló összehasonlítása

	Silókukorica	Óriás szilfium	Vesszős köles	Szarvasi-1 energiafű
Szárazanyag-tartalom, %	32	21	31	49
Frissmassza-tömeg, t/ha	45,80	47,55	45,00	50,15
Száraztömeg-hozam, atrotonna/ha	16,0	11,8	10,8	19,3
Metánkihozatal, l/kg	330	320	317	351
Metánhozam, m^3/ha	5280,0	3700,0	3903,5	6757,0

Forrás: LLA alapján saját összeállítás, 2013

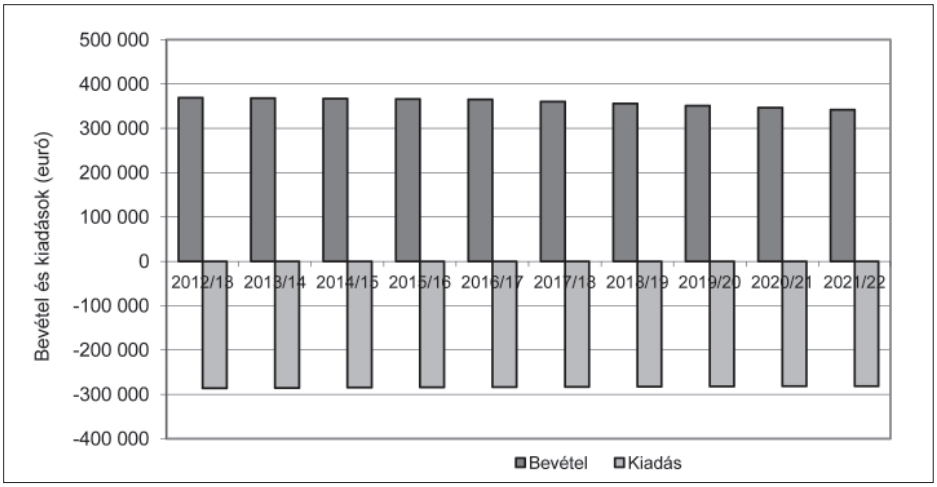
ma meghaladja a jelenleg általánosságban elterjedt silókukorica értékeit. Azonban ezen túlmenően érdemes elemezni a két növény termelésének gazdaságosságát is, melyhez a legalkalmasabb összehasonlító vizsgálat alapját a költség-haszon elemzés (*Cost-benefit Analysis*, CBA) jelenti. Ennek érdekében a silókukoricánál és a „Szarvasi-1" energiafűnél is elvégeztem a 10 évre vonatkozó CBA-számításokat. Mindkét növénynél kiadási oldalon szerepel a talajerő-visszapótláshoz alkalmazott komplex műtrágya ára, évi 5,7% (*KSH, 2013*) inflációs értékkel, valamint a gépesített talajműveléshez és betakarításhoz igénybe vett szolgáltatásköltség évenkénti növekedése, ami a KSH 2013-as szállítmányozásra vonatkozó 6,25%-os inflációs értékén alapul.

A bevételi oldalon számolni kell a biogázalapanyag jelentős és egyre növekvő keresletével, amelynél évi 10%-os áremelkedés prognosztizálható. Ezt mindkét növény gazdaságossági vizsgálatánál figyelembe vettem.

A silókukorica termelésére és a biogázcélú hasznosításhoz szükséges tárolásra vonatkozó adatokat, valamint pénzügyi számlákat egy jelenleg is működő, releváns mezőgazdasági művelést folytató vállalkozás biztosította, amely 1000 hektár 28,8 AK értékű, saját tulajdonban lévő területen termel silókukoricát. A termelés költségei a vetést megelőző őszi és tavaszi munkálatokat, valamint a betakarítás költségeit is tartalmazzák. A termeléssel kapcsolatosan felmerülő költségek (műtrágya-felhaszná-

8. ábra

A silókukorica biogázcélú termelésének diszkontált pénzáramai



Forrás: saját számítás, 2013

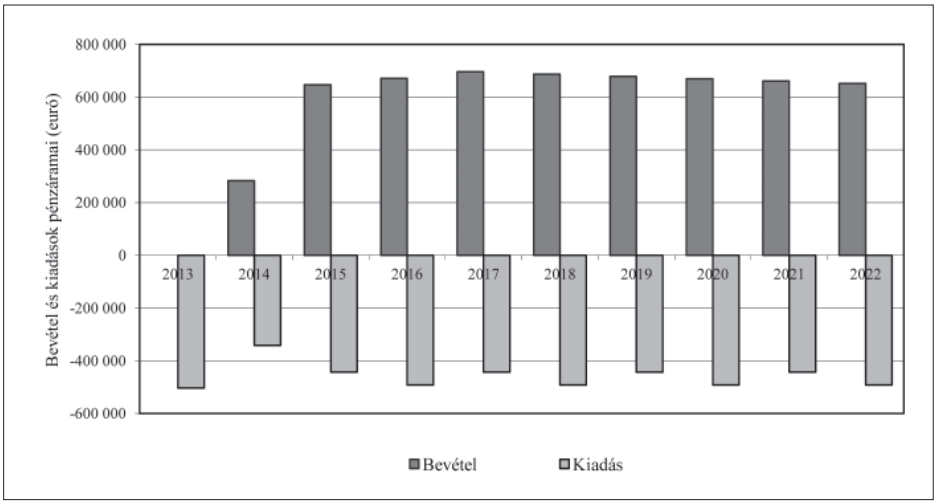
lás, növényvédő szer, vetőmag, gépi munka – önköltségen számolva és az amortizációt is beleértve –, valamint bérköltség) 2012/13. évben 265 901 eurót tettek ki. A kukoricaszilázs gyártásakor a termelési költségeken túlmenően további kiadások merülnek fel, így a silótartósító és az egyéb gépi munka (pl. taposógépek) költségei, amelyek kalkulációjával a biogáz-alapanyag előállításának költsége összesen 285 868 euró (8. ábra). Ebből eredően a biogáz-alapanyag előállításának önköltségi ára a mezőgazdasági vállalkozás esetében 36,82 euró/tonna önköltségi árat jelentett. A biogáz-alapanyag értékesítéséből származó bevétel 2013-ban 47 euró/tonna egységáron számolva 369 051 euró. A silókukorica CBA-számítása alapján megállapítható, hogy a kukoricából származó biogáz-alapanyag előállításának 10 évre kalkulált nettó jelenértéke 753 993 euró.

A „Szarvasi-1" energiafű termelésének gazdaságosságára vonatkozó adatok forrásai a fajtaoltalom tulajdonosának integrációjában működő gazdaságok, amelyek 2007 óta 1000 hektár 8–15 AK értékű bérelt területen, saját gépparkkal végzik a növény termesztését. A költség-haszon elemzésben figyelembe vettem a földterület bérleti díját, a géppark utáni amortizációs költségeket, valamint a hektárra vetített fajlagos béreket és azok járulékait. A „Szarvasi-1" energiafű CBA-elemzésekor arra kapható válasz, hogy a kezdeti beruházási költségekkel (vetőmag, földbérlet), az előkészítő munkák (tárcsázás, kombinátorozás, vetés, hengerezés) költségével és a jó mezőgazdasági gyakorlat szerinti szükséges fenntartási költségekkel (talajerő-visszapótlás) kalkulálva, valamint a piac jövőbeni kilátásait modellezve az energiafű termesztésébe befektetett költség mennyi idő alatt térül meg, illetve milyen gazdasági fejlődést kínál ez a mezőgazdasági vállalkozásnak. Az elvetett „Szarvasi-1" energiafű életciklusa 10-15 év, a CBA-ban 10 éves időszakot veszünk alapul (9. ábra).

Biogázcélú kaszálás évente kétszer, júniusban és augusztusban történik. Az elvárt szénahozam: 22 tonna/hektár, kivéve az első évet, akkor 10 tonna/hektár. A „Szarvasi-1" energiafű termelésének önköltségi ára az első (vetési) évben 50,39 euró/tonna, mivel azonban az energiafű aratás és bálázás után közvetlenül hasznosítható a

9. ábra

A „Szarvasi-1" energiafű biogázcélú termelésének diszkontált pénzáramai



Forrás: saját számítás, 2013

biogázüzemben, további addicionális költség nem terheli. A „Szarvasi-1" energiafű biogáz-alapanyagként való értékesítése 55 euró/tonna egységáron történik.

A CBA-számítás alapján összefoglalva megállapítható, hogy a „Szarvasi-1" energiafű biogázcélú termelésének 10 évre vetített beruházásának nettó jelenértéke 1 055 232 euró, azaz a vizsgált időszakra kalkulált diszkontált nettó pénzáramlások összege jóval meghaladja a hasonló kockázatú mezőgazdasági beruházásokból származó várható hasznot.

Ezzel igazolható, hogy mivel a fejlődő biogázágazat egyre nagyobb mennyiségű és biztonságosan előállítható alapanyagot kíván, így a „Szarvasi-1" energiafű termelése biogáz-alapanyagként – jelen piaci körülmények között – közép- és hosszú távon jövedelmező tevékenység.

Ahhoz, hogy el lehessen dönteni, melyik biogáz-alapanyag termelése gazdaságosabb, meg kell vizsgálni a fajlagos tonnánkénti előállítási költségeket a 10 év viszonylatában. A „Szarvasi-1" energiafű termelésének fajlagos költsége az első évben jelentősen meghaladja a vizsgált 10 éves időszak többi évében mutatkozó költségeket, amelynek egyik magyarázata, hogy az első évben a hektáronkénti hozam 10 t/ha, míg a növény életciklusának többi évében a hozam 22 t/ha. Másik magyarázata, hogy a kezdeti

4. táblázat

A „Szarvasi-1" energiafű és a silókukorica mint biogáz-alapanyag előállításának önköltsége

(M. e.: euró/t)

Termelési időszak	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
„Szarvasi-1" energiafű	50,39	16,46	22,23	26,64	25,43	29,92	28,58	33,61	32,12	37,76
Termelési időszak	2012/ 13	2013/ 14	2014/ 15	2015/ 16	2016/ 17	2017/ 18	2018/ 19	2019/ 2020	2020/ 21	2021/ 22
Silókukorica	36,82	38,96	41,22	43,61	46,15	48,83	51,67	54,68	57,87	61,25

Forrás: saját számítás, 2013

budget as well as the economic effects aimed we consider a reduction of the preferential VAT rate to 9-14 per cent to be feasible in the case of basic food products. As a result of the measures outlined, the loss of revenue to the state budget is estimated to be HUF 128.8-209.6 billion. Our calculations suggest that this amount can be reduced to HUF 68.5 to 130.3 billion due to the other positive effects of VAT reduction.

CONSISTENCY ANALYSIS OF NATIONAL STRATEGIES IN VIEW OF BIODIVERSITY

By: Ladoneczki, Gábor – Kósi, Kálmán

Keywords: European Union, strategy, ecosystem services, rural development, sustainable development.

In recent decades, the preservation of biological diversity has become a high priority issue both on national and international levels. With regards to the European Union, the EU biodiversity strategy to 2020 could play an essential role in biodiversity conservation. It defines six priority targets and highlights the importance of the maintenance of ecosystem services. This paper applies consistency analysis to assess the relevance of EU biodiversity strategy targets with five Hungarian national strategies, namely the National Tourism Development Strategy 2005–2013, the National Sustainable Development Strategy (2007), the National Climate Change Strategy 2008-2025, the National Energy Strategy to 2030 and the National Rural Development Strategy (2012-2020). On the basis of the results, we have proposed points of development for the strategies, considering the long-term needs of biodiversity, in accordance with sustainable development. The final results show a high consistency among the analyzed targets. However, we highlight that there are possibilities for the development of these targets and that the implementation of the strategies is essential for their success.

COMPARATIVE ANALYSIS OF RAW MATERIALS OF BIOGAS PRODUCTION PLANT

By: Sipos, Gyula

Keywords: energy supply, biogas production, „Szarvasi-1" energy grass.

Today, among the numerous renewing energy sources biomass is the only renewing energy source in Hungary which is available in sufficient volumes and using them may significantly decrease the country's energy dependence. In addition, biomass is a renewing. The activities of biogas plants are based on manure and silo maize. In Hungary, the reducing manure volume resulting from the reduction in livestock is supplemented by the biogas plants with extra silo maize volumes. This study concentrates on the supplementary plant material for biogas. Speaking about alternative energy crops is elementary highlight the "Szarvasi-1" energy grass. The amount of harvested hay of "Szarvasi-1" (calculated in tonnes of methane) is the highest among the plants present in the market today. For this reason "Szarvasi-1" can be efficiently utilized in the biogas production.

The German Landwirtschaftlichen Lehranstalten of Triesdorf compared the rate of utilization of „Szarvasi-1" energy grass and silage maize between 2009 and 2011. The results of the research show that "Szarvasi-1" has the highest value in terms of energy

utilization. The results are highlighted?. Concerning the dry weight yield: the "Szarvasi-1" clearly exceeded the corn used as reference, concerning the methane production the "Szarvasi-1" energy grass reached the highest level in all tasted plants. Therefore it can replace maize in biogas production in addition to the improvement of food and fodder safety.

Based on the CBA calculation of the cultivation, it can be established that the 10 years projected cultivation of "Szarvasi-1" energy grass as biogas material has a net present value of € 1,055,232 , while in the case of silage maize is EUR 753,993 . Looking at the unit cost seems that the cost of "Szarvasi- 1" energy grass is about half of the silage maize.

ESTIMATE OF HISTORICAL ECOLOGICAL FOOTPRINT FROM FORMATION OF AGRICULTURE TODAY

By: Szigeti, Cecília – Tóth, Gergely

Keywords: population, biocapacity, GDP, Maddison, „Earth fullness".

The ecological footprint is by far the most widespread and popular alternative indicator. It is best suited for temporary comparisons, much less applicable to compare regions, products or companies. However, data has been published by the think-tank Global Footprint Network since 1961 only, so until now, the indicator cannot be used in historical perspectives. We would like to add this data row to the historical statistics 'scientific movement'. In our model we found an extremely strong correlation between the ecological footprint and GDP, so we were able to estimate the long term EF of the world from historic GDP data, and to compare it with the corresponding figures of world population and biocapacity. We show the proportion we use from the total reproduction of planet Earth in different ages. We coined this "Earth fullness". In the current study we present our results in the ages of the "big jumps" of mankind. From our analysis we have drawn the consequence that the primary factor of unsustainability is overconsumption, not population growth (which tends to culminate anyway). This is because for almost 12 thousand years the fullness of the Earth changed proportionally to the growth of the population, however there has been a dramatic change from the beginning of the industrial revolution and the spread of the current economic paradigm (approximately 1820). The level of consumption and Earth fullness far exceeds the population growth – for the first time in history.

A SURVEY OF CUSTOMER SATISFACTION IN THE SALES OF AGRICULTURAL MACHINES

By: Boll, Anikó

Keywords: marketing, satisfaction, agricultural machine manufacturer, service, quality.

The production and market distribution of agricultural machines have changed markedly over the past two decades. There has been a slight increase in the sales of machines on a European level. The most powerful change is connected to a current issue in Hungary, the changes in traders and distributors in western agriculture. While the