

Nyugat-magyarországi Egyetem

Doktori értekezés tézisei

CUKORRÉPA  
ÉS  
EGYÉB MAGAS SZÉNHIDRÁTTARTALMÚ NÖVÉNYEK ENERGETIKAI  
HASZNOSÍTÁSI LEHETŐSÉGEI

Potyondi László

Sopron

2016

Nyugat-magyarországi Egyetem

Kitaibel Pál Környezettudományi Doktori Iskola

Biokörnyezettudomány program

Témavezető:

Prof. Dr. DSc. habil Marosvölgyi Béla

## **Bevezetés:**

A növényi termékek energetikai hasznosítása már a növénytermesztés kezdetén is megvalósult, hiszen a száraz melléktermékek elégetése és fűtési célú felhasználása minden kultúrában megfigyelhető. Emellett az energetikai célú növénytermesztés az igavonó állatok táplálékának előállításával, „mint növényi alapú hajtóanyag”, szintén a növénytermesztés kezdetétől jelen van. Azonban a fosszilis energia hordozók fogyása, illetve véges volta miatt jelentőségük évről évre növekszik. Bár a jelenlegi alacsony üzemanyag árak nem kedveznek a bio- hajtóanyagok piacának, azonban hosszútávon mindenképpen egy növekvő piaccal lehet számolni.

Az utóbbi években fokozódó környezetvédelmi szempontok, különösen a légkörbe kerülő üvegházhatású gázok csökkentére irányuló törekvések, (Párizsi Klímacsúcson született megegyezések), szintén a biológiai alapú energia előállításra, mint a megoldás egyik elemére hívják fel a figyelmet.

Ugyanakkor a bioenergia előállítás nem történhet a lakosság biztonságos élelmiszer ellátásának rovására. Ezért minden esetben vizsgálni kell az adott régiók élelmiszer termelési szükségleteit, illetve a biztonságos lakossági ellátáshoz rendelkezésre álló piaci és termelési lehetőségeit.

A biztonságos élelmiszer termelés szempontjából fontos szempont, hogy a szántóföldi növények bioenergia előállítás céljából történő termesztése minél kisebb területet foglaljon el az élelmiszer növények elől. Ezért a rendelkezésre álló területek lehető legjobb kihasználásához a hektáronkénti energia hozamok maximalizálására törekedve kell kiválasztani a termesztendő növényeket. Azonban csak a maximális termékek elérésére történő törekvés sem gazdasági, sem energetikai sem környezetvédelmi szempontból nem megengedhető. Ezért vizsgálni kell a ráfordítások és hozamok alakulását is, illetve a termesztés energia mérlegének kell minél pozitívabbnak mutatkoznia, hiszen ez mind a gazdasági, mind környezetvédelmi ( az energia mérleg és a széndioxid kibocsátás mérlege megközelítőleg együtt mozog) szempontból előnyös.

A dolgozatban vizsgált növények kiválasztásánál alapvető szempont volt, hogy már a jelenleg is jól kialakult és folyamatosan fejlődő energia pozitív agrotechnikai és műszaki megoldások álljanak rendelkezésre a termesztésük során.

A másik fontos szempont volt, hogy a kiválasztott növények a betakarított fő termények mellett jelentős mennyiségű melléktermék produktummal is rendelkezzenek, ami energia termeléshez felhasználható.

## **Célkitűzések:**

- Irodalmi adatok alapján elemezni a megújuló energia felhasználás alakulását világ és Európai Unió szinten, majd a bioüzemanyag és biogáz termelések alakulását tekinteni át, az EU, a Duna-régió és Magyarország lehetőségeit is vizsgálva.
- A vizsgálatok során a perspektivikusnak talált növények ill. melléktermékek biogáz kihozatalát laboratóriumi kísérletekben vizsgálni a silókukorica és cirok mint a jelenlegi termesztéstechnológiákba könnyen illeszthető növények, - (kukorica termesztés géprendszerével termesztetők) -, illetve a cukorrépa és csicsóka mint alacsony energia szinten nagy melléktermék mennyiséget adó alapanyagok, - (feldolgozásuk során az üzemekben keletkező préselt szeletek szállítási költség nélkül rendelkezésre álló energia források) -, biogáz termelését vizsgálni.
- Ezen Európában termesztett magas szénhidrát tartalmú növények energetikai potenciálját felmérni helyzetünkben kiindulva az Európai Unió, a Duna régió és Magyarország szintjén, a rendelkezésre álló terület és termés adatok alapján a silókukorica és cukorrépa növényeknél végezve.
- A legperspektivikusabbnak talált cukorrépa biogázosítás folyamatának utolsó lépésében keletkező melléktermék a biogáziszap tápanyag hatását szántóföldi kísérletekben vizsgálni.

## **Anyag és Módszer**

### ***Biogáz kihozatali vizsgálatok***

#### *Vizsgált alapanyagok:*

A biogáz termelésre potenciálisan alkalmas növények közül 8-8 silókukorica, cirok és cukorrépa fajta tesztelésére került sor. Azon növényeknél, ahol az energia előállításra a különböző növényi részeket és a feldolgozási melléktermékeket is felhasználhatják ezek biogáz kihozatal vizsgálati külön három ismétléses kísérletekben lettek beállítva..

### *Alapanyag minőségvizsgálatok:*

Minden biogáztermelésbe vont alapanyagból szárazanyag-tartalom mérés, (50g mintát szárítószekrényben 50 °C-on, 24-48 óráig szárítva és visszamérve), és szerves szárazanyag tartalom mérés, (a szárított mintát kemencében 500 °C-on hamvasztva), és ebből egy képlettel a széntartalom kiszámítása történt.

### *Kigázosítási vizsgálatok:*

- A szilárd alapanyag előkészítése: a nem folyékony halmazállapotú mintáknál az előzőleg mért szárazanyag tartalom alapján az alapanyagból egy legalább 15g szárazanyagot tartalmazó minta, 4 mm lyuknagyságú darálón le lett darálva.
- A fermentorok típusa : 1,5 literes gázmérővel összekötött fermentor.
- A vizsgálatok indítása: a 15 g szárazanyagot tartalmazó mintát 1,5 liter előzőleg kigázosított, szűrt anaerob oltóanyaggal keverve. Minden esetben párhuzamos vizsgálat is indult az oltóanyag kigázosodó képességének tesztelésére.
- A fermentálás körülményei: a fermentor hőmérséklete  $39 \pm 0,5$  °C, pH értéke 7-8 között, és manuális keverés naponta egyszer.
- Mérések: naponta a GA 5000-es biogáz összetétel mérő készülékkel a következő paramétereket mérve: a termelődött biogáz mennyisége, összetétele (metán, szén-dioxid, oxigén, kén-hidrogén tartalom), a pH és hőmérsékletet ellenőrzése.
- A végtermék vizsgálatok: a bevitt mintából történő biogáz termelés leállása után, (mintáktól függően 2-3 hét), a visszamaradó fermentumot 2 mm lyukátmérőjű szűrőn szűrve, és a szűrőn fennmaradt anyag szárazanyag tartalmát az alapanyag minőségvizsgálatoknál is alkalmazott módszerrel, 50 °C-os, 24-48 óráig tartó szárítás után mérve történt..

### *A gáz- és energia-kihozatali eredmények számítása:*

- Szárazanyag fermentációja (közelítő érték): a mintával bevitt szárazanyagból levonva a végtermékben visszamaradt szárazanyag tartalom
- Fajlagos biogáz kihozatalok: egységnyi beadott anyagból (szárazanyag, szerves szárazanyag és nyers anyag) képződött biogáz, mennyisége, ( $m^3/t$  mértékegységben megadva)
- Fajlagos metán termelések: fajlagos biogáz kihozatalok x mért metán tartalmak / 100 ( $m^3/t$ )
- Fajlagos fűtőértékek: fajlagos metán termelések x metán fűtőértéke ( $35,4 MJ/m^3$ -el számolva) GJ/t mértékegységben megadva

### ***A régiós energia potenciálok számítása***

Az elemzések a biogáz termelésre alapozva az Európai Unió, ezen belül a Duna Régió és Magyarország szintjén történtek.

Az energetikai potenciálok számítása az ezen helyekről rendelkezésre álló adatokból csak a silókukorica és cukorrépa növényeknél volt lehetséges.

Ehhez az Eurostat (Európai Statisztikai Iroda) adatait felhasználva megállapításra került a biogáz termelésre maximálisan, átlagosan és az élelmiszertermelést eddig sem befolyásolva változó, flexibilisen ( $(\text{maximum} - \text{minimum})/2$ ), felhasználható területek nagysága a 25 évi és az utóbbi 8 évi (cukorreform utáni) területek statisztikai elemzésével. Majd a saját vizsgálati eredmények és az irodalmi adatok összevetése alapján az egy tonna nyers termésre kapott biogáz és energia hozamok, illetve az Eurostat 2010 és 2015 közötti termésátlag adataiból a hektáronkénti energia hozamok kiszámítása és a régiók energia potenciáljainak meghatározása történt.

### ***Szántóföldi tápanyag visszapótlási kísérletek***

A Kaposvári Cukorgyár biogáz üzemében keletkezett iszapokkal történő szántóföldi trágyázási kísérletek Sopronhorpácson 2007-től 2010-ig három-három kis parcellás, ( $15\text{m}^2/\text{parcella}$ ), 4 ismétléses kísérletben lettek beállítva, búza és kukorica kultúrákban. A talajok típusa barna erdőtalaj volt.

Minden esetben megállapításra került az egyes kísérletekben felhasznált biogáz iszap szárazanyag, szerves-anyag, nitrogén, foszfor, makro és mikro alkotóelem tartalma.

A kísérletek beállítása előtt és betakarítása után parcellánként talajmintázás történt. Majd a mintákból a parcellák talajai főbb összetevőinek tesztelésére került sor. Emellett a növények parcellánkénti termés hozamai és azok minőségi paraméterei is megállapításra kerültek.

Az őszi búza betakarítás Shampo típusú parcellakombájnnal, a betakarítás kori víztartalmat is mérve történt. A kukorica parcellák kézzel mintázva kerültek betakarításra.

Kezelések:

1. Kontroll
2. 40t/ha iszap
3. 80t/ha iszap

### *Biogáz fölősiszap analitikai vizsgálata:*

A szárazanyag tartalom mérés: szárítószekrényben légszárazra szárítva (MSZ 08-1783-1:1983 2.fejezet).

Szerves anyag tartalom: a légszáraz anyag izzítókemencében elhamvasztva (MSZ 318-3:1979).

Nitrogén, foszfor tartalom: MSZ 20135:1999 5.4.5. fejezete alapján. (A vizsgálathoz a minták kénsavas roncsolványa használva, a roncsolás az MSZ 08-1783-1:1983 sz. szabvány 3.3.2. fejezete szerint DK 20 típusú blokkroncsolóval végezve.)

A toxikus elemek vizsgálata a Spectro Genesis ICP OES készülékkel, MSZ 21470-50:1998. szabvány szerint történt.

### *Talajvizsgálatok*

Az akkreditált talajlaborban a magyar szabványok alapján történt a teljeskörű vizsgálathoz szükséges paramétereket mérése, amely a tápanyag utánpótláshoz fontos makro és mikroelemek mellett a talajok toxikus elem tartalmát is magába foglalja

### *Termés minőség vizsgálatok:*

Kukorica víztartalom: A betakarítás kori víztartalom mérése infravörös mérési elven működő Foss Infratech nedvességmérővel történt.

Búza beltartalom: A vizsgálatok során a Foss Infratech mérőműszer nedvesség, fehérjetartalom és hektoliter tömeg méréseket végzett.

### *Az alkalmazott statisztikai módszerek*

A biogáz vizsgálatok eredményeinek a variancia analízise az excelbe beépülő DSAASTAT program segítségével történt, a lineáris regressziókat és a szórásokat az excel függvényeivel számolva. A tápanyag utánpótlási kísérletek variancia analízise a Statdirect programmal került végrehajtásra.

A fajták illetve a kezelések közötti szignifikáns eltérések megállapítása minden esetben a Newman-Keuls teszttel történt.

## Tézisek

1. Különböző silókukorica, silócirok és cukorrépa fajtákkal végzett batch labor fermentációs biogáz kihozatali vizsgálatok alapján a szerves szárazanyag tartalomra vonatkoztatott fajlagos metán átlaghozamok 264,2; 287,9 és 361,3 m<sup>3</sup>/t eredményeket adtak (1.táblázat). A biogáz metántartalma a silókukorica fajták esetében átlag 55,3 % (Szórás 1,88) a cirok fajtáknál átlag 53,0 % (Szórás 1,64) valamint a cukorrépa fajták vizsgálatakor átlag 59,5 % (Szórás 2,31) volt. A hozamokban és a biogáz minőségében kapott különbségek az energia növények nemesítésében rejlő lehetőségekre hívják fel a figyelmet.

*1. táblázat A silókukorica, cirok és cukorrépa fajták biogáz kihozatali vizsgálataiban mért átlagos metán hozamok szerves szárazanyagra vonatkoztatva és metán tartalmak, illetve ezen értékek szórása a fajták átlagához viszonyítva*

	A szerves anyag metán kihozatala (m <sup>3</sup> /t)	Metán kihozatal szórása	Biogáz metán tartalma (%)	Metán tartalom szórása
Silókukorica	264,2	18,7	55,3	1,88
Cirok	287,9	18,5	53,0	1,64
Cukorrépa	361,3	11,4	59,5	2,31

2. Az ipari feldolgozásra nagy területen termesztett cukorrépához kapcsolódó biogáz előállítási lehetőségeket vizsgálva a teljes növény valamint a répa feldolgozás melléktermékeinek biogáz kihozatali vizsgálatai alapján szerves szárazanyagra vonatkoztatva a legmagasabb fajlagos metánkihozatalt a cukorrépa szelet (409,0 m<sup>3</sup>/t) adta, majd egyre csökkenő mértékben a teljes növény (381,1 m<sup>3</sup>/t), a melasz (378,5 m<sup>3</sup>/t) és a vinasz (330,5 m<sup>3</sup>/t) következett. A vinasz esetében a biogáz metántartalma 55 %, míg a többi vizsgált anyagból 60 % körüli (59,7 + - 0,6 %) metán koncentráció volt mérhető.

A 2. táblázat a vizsgált anyagok átlagos biogáz és metán termeléseit mutatja egységnyi szárazanyagra és szerves anyagra számítva.



2. táblázat A cukorrépa teljes növény és feldolgozási melléktermékei biogáz kihozatali vizsgálataiban mért átlagos hozamok szárazanyagra és szerves szárazanyagra vonatkoztatva. (Az azonos oszlopban szereplő eltérő betűk szignifikáns különbségre utalnak  $P < 0,05$ )

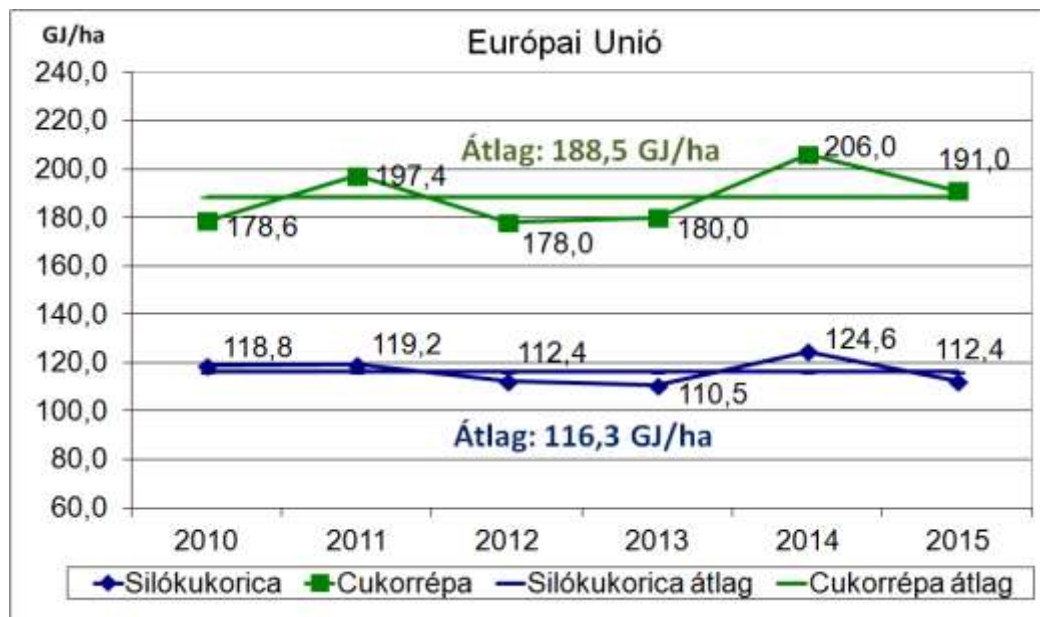
	Biogáz kihozatal (m <sup>3</sup> /t sza.)	Biogáz kihozatal (m <sup>3</sup> /t szerves a.)	Metán termelés (m <sup>3</sup> /t sza.)	Metán termelés (m <sup>3</sup> /t szerves a.)
Cukorrépa szelet	656,4 a	693,2 a	387,3 a	409,0 a
Cukorrépa teljes növény	605,3 b	635,1 b	363,2 b	381,1 b
Melasz	493,3 c	630,9 c	296,0 c	378,5 c
Vinasz	293,9 d	601,0 d	161,6 d	330,5 d

3. A szintén ipari feldolgozásra termesztett, de a cukorrépánál jóval kisebb vetésterületű növény a csicsóka, leveles szár és gumó, valamint a feldolgozási maradék (préselt szelet) biogáz kitermelési vizsgálataiban az egységnyi szerves szárazanyagra vetített fajlagos metán kihozatal és a biogáz metántartalma a csicsóka gumóból volt a legnagyobb (438,6 m<sup>3</sup>/t és 62 %). Ezt követte a kilúgozott szelet (408,7 m<sup>3</sup>/t és 60 %), a kilúgozott szelet és a leveles szár fele-fele arányú keveréke (294,3 m<sup>3</sup>/t és 56 %), majd a csicsóka leveles szár (272,3 m<sup>3</sup>/t és 58 %). A csicsóka növényi részek és melléktermék egységnyi szárazanyagára és szerves anyagára átszámított átlagosan keletkezett biogáz és metán mennyiségeit mutatja 3. táblázat.

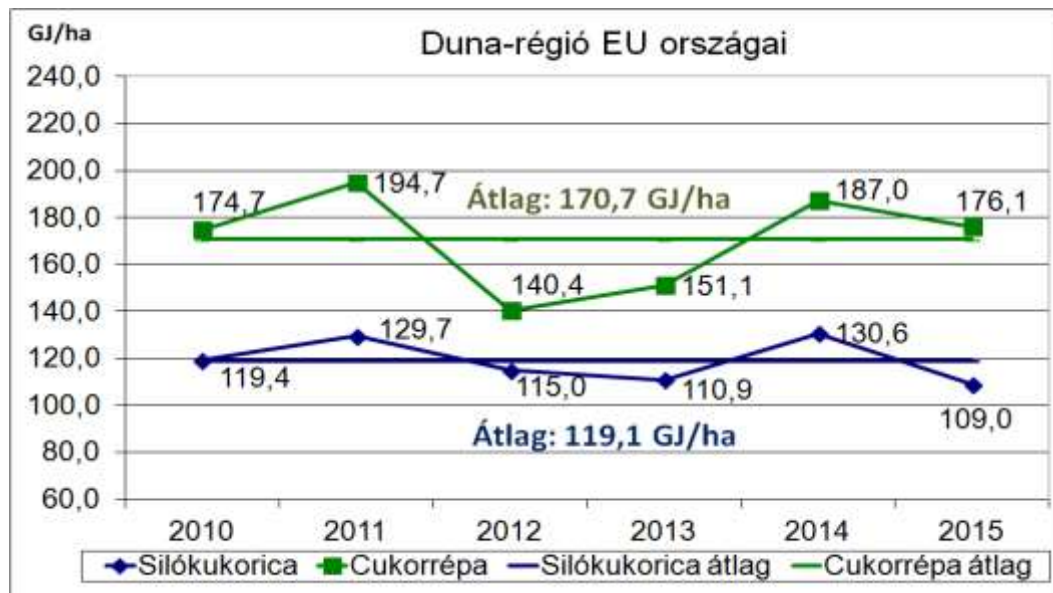
3. táblázat A csicsóka leveles szár és gumó, feldolgozási melléktermék illetve ezek keveréke biogáz kihozatali vizsgálataiban mért átlagos hozamok szárazanyagra és szerves szárazanyagra vonatkoztatva.

	Biogáz kihozatal (m <sup>3</sup> /t sza.)	Biogáz kihozatal (m <sup>3</sup> /t szerves a.)	Metán termelés (m <sup>3</sup> /t sza.)	Metán termelés (m <sup>3</sup> /t szerves a.)
Csicsóka szár és levél	437,5 d	469,4 d	253,8 d	272,3 d
Csicsóka gumó	662,8 a	707,3 a	410,9 a	438,6 a
Csicsóka szelet	635,6 b	681,2 b	381,3 b	408,7 b
50% csicsóka szelet és 50% csicsóka szár	486,1 c	525,5 c	272,2 c	294,3 c

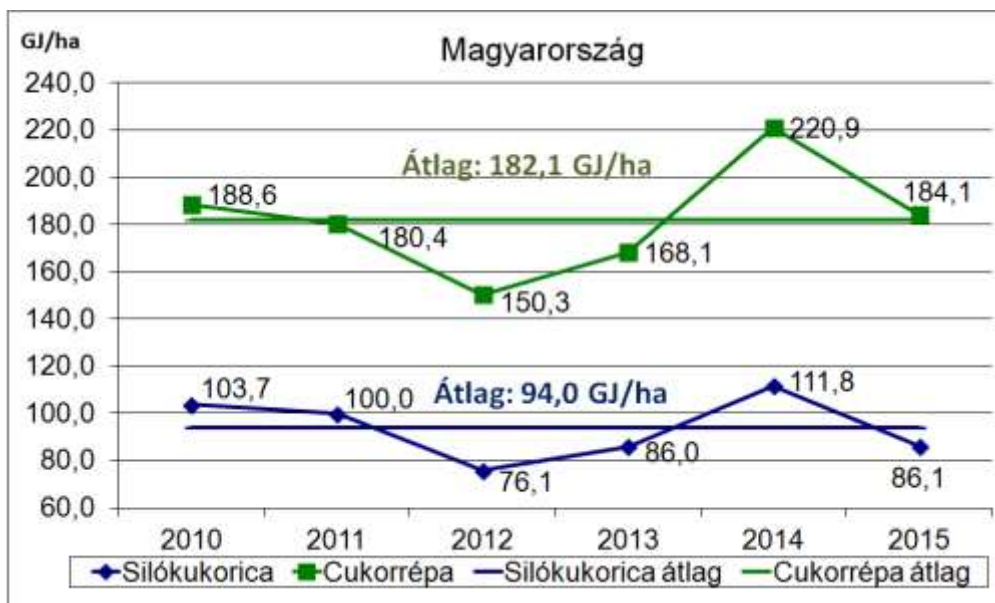
4. A 2010-2015-ös évek Európai Unió, Duna-régiós és magyarországi átlag termései valamint a biogáz kísérletek eredményeinek kalkulációjával kapott energia kihozatali értékek alapján a cukorrépa hektáronkénti energia hozama az EU-ban 188,5 GJ/ha, a Duna régióban 170,7 GJ/ha és Magyarországon 182,1 GJ/ha volt. A silókukorica ezen értékeivel számolva jelentősen kevesebb csak 116,3, 119,1 és 94,0 GJ lett volna elérhető hektáronként. Az eredményeket az 1., 2., és 3. ábrák mutatják.



1. ábra A biogáz termeléssel elérhető energia hozamok az EU-ban (2010-2015)



2. ábra A biogáz termeléssel elérhető energia hozamok a Duna-régió EU tagországaiban (2010-2015)



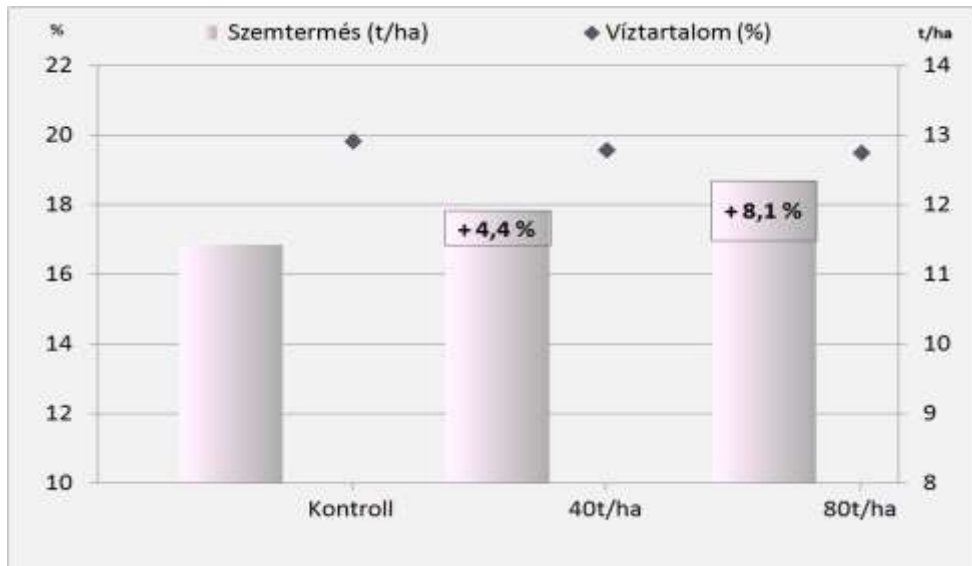
3.ábra A biogáz termeléssel elérhető energia hozamok Magyarországon (2010-2015)

5. A silókukorica termesztésével a hektáronként elérhető biogáz hozamok energia tartalma alapján az Európai Unióban a termesztésbe bevonható területekről 85,408 PJ, míg a Duna-régióra és Magyarországra vonatkoztatva 35,352 PJ és 1,113 PJ energia nyerhető, ezen értékek a cukorrépa esetén 34,739 PJ, 15,660 PJ ill. 0,869 PJ (4. táblázat).

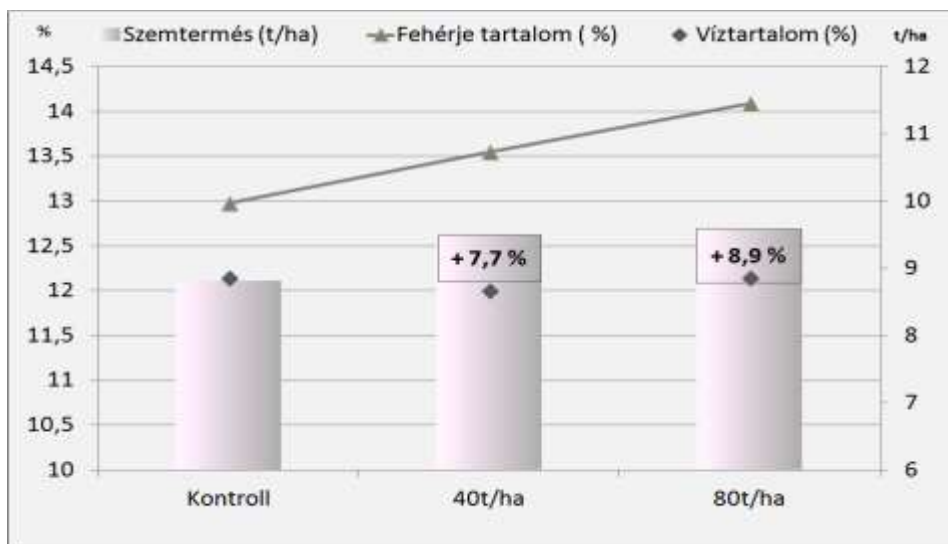
4. táblázat A silókukoricára és cukorrépára alapozott biogáz termelésből nyerhető energiák a különböző régiókban (A maximális és az átlagos területek nagyságának számítása az utóbbi 25 év adataiból, a flexibilis területek nagysága az 2008-2015 közötti időszak adataiból történt. )

Silókukorica	Maximum		Átlag		Flexibilis	
	Terület	Energia termelés	Terület	Energia termelés	Terület	Energia termelés
	1000 ha	PJ	1000 ha	PJ	1000 ha	PJ
<b>Magyarország</b>	321	37,337	148	17,218	9,565	1,113
<b>Duna Régió</b>	4247	398,973	2333	219,211	376,28	35,352
<b>EU 28</b>	8134	968,589	5211	620,592	717,205	85,408
<b>Cukorrépa</b>						
<b>Magyarország</b>	161	30,347	65	12,345	4,61	0,869
<b>Duna Régió</b>	1430	260,287	846	154,108	86,02	15,660
<b>EU 28</b>	3491	595,680	2339	399,199	203,565	34,739

6. A répaszelet fermentációja során keletkező, 40 és 80 t/ha adagokban kijuttatott biogáz fölős-iszapok a Sopronhorpács környéki barna erdő talajokon még a jó tápanyag ellátottsági szinteken is növelték a kukorica és búza termését, a termés növekedés a kukorica esetében átlagosan 4,4 és 8,1%-os, míg a búzánál 7,7 és 8,9 %-os volt (4. 5. ábrák). A búza fehérje tartalma minden kezelés hatására szignifikánsan emelkedett a 40 t/ha-nál 4 %-al, majd a 80 t/ha-nál 8,2 %-kal a vizsgált időszak átlagában.

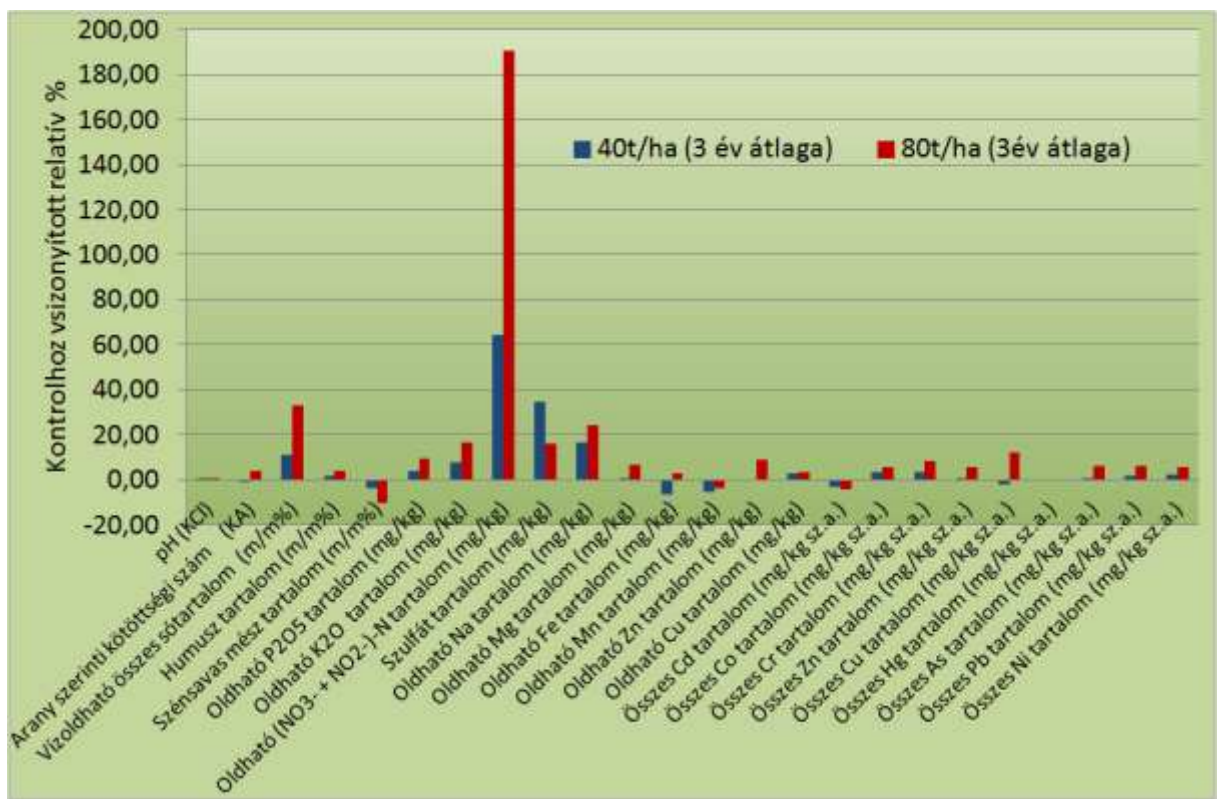


4. ábra A kukorica szemtermésének és víztartalmának hároméves átlaga a biogáz-iszap trágyázási kísérletekben

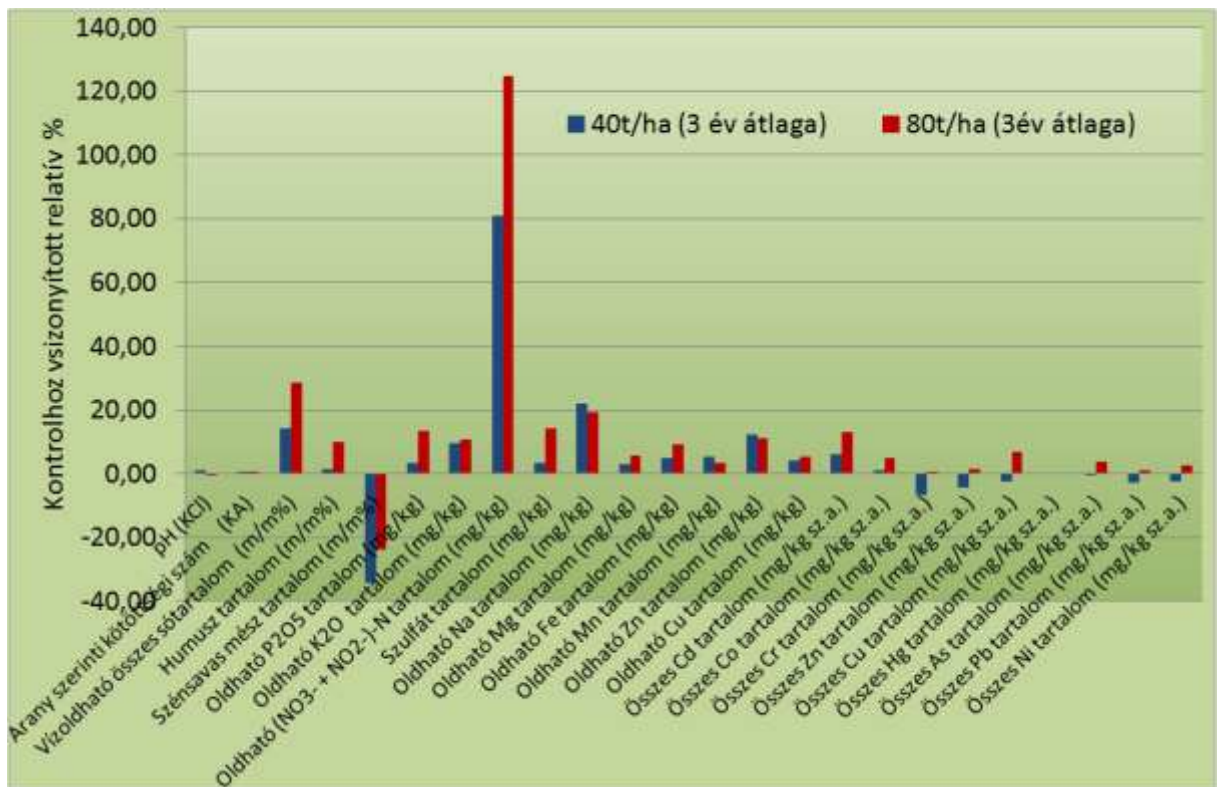


5. ábra Az őszi búza szemtermésének, víz- és fehérjetartalmának hároméves átlaga a biogáz-iszap trágyázási kísérletekben

7. A 40 és 80 t/ha adagokban kijuttatott biogáz fölös-iszap a talaj tápelem tartalmára a nátrium és nitrit-nitrát nitrogén kivételével szignifikáns hatást nem gyakorolt (6. és 7. ábrák). A nátrium tartalom a vizsgált időszak és növények átlagában mindkét dózis hatására 19,3 és 21,6 %-al emelkedett, aminek negatív hatása a szakszerű kijuttatás tervezéssel kivédhető. A nitrit-nitrát nitrogén szintek a kukorica kísérletekben átlagosan 64,4 és 190,3 %-al, míg a búza kísérletekben 72,7 és 157,5 %-al emelkedtek, ami vélhetően a fölös-iszap talajéletre gyakorolt élénkítő hatásának köszönhető. A kijuttatott iszap nehézfém tartalma és a kezelt talajok toxikus elem koncentrációi a vonatkozó határértéket nem haladták meg.



6.ábra A kukorica kísérletek során tapasztalt talaj tápanyag tartalom változások három évi eredményeinek átlaga



7.ábra A búza kísérletek során tapasztalt talaj tápanyag tartalom változások három évi eredményeinek átlaga

## Kapcsolódó irodalom

Potyondi, L. (2005): Cukoripari melléktermékek alternatív hasznosítási lehetőségei, Cukorrépa termesztési, termeltetési tanfolyam és tanácskozás, 2005. 37-39. old

Potyondi, L. (2005): Alternatív lehetőségek a cukorrépa-szelet hasznosítására: energiatermelés, Cukorrépa, 2005. 2. szám. 4-10. old.

Potyondi, L. (2005): Alternatív lehetőségek a cukorrépa-szelet hasznosítására: energia termelés, biogáz előállítás útján, Cukoripar, 58. évf. 4. szám. 80-83. old.

Potyondi, L. (2006): Tenyészedényes vizsgálatok a répaszelet szántóföldi hasznosítására különböző növény kultúrákban, Cukorrépa, 2006. 1. szám. 33-39. old.

Potyondi, L. (2006): Biogáz-előállítási kísérletek cukorrépaszelet felhasználásával  
Cukorrépa, 2006. 2. szám. 16-20. old.

Potyondi, L. - Kimmel, J. – Boros, J. (2006): A fenntarthatóság és környezetvédelem a  
cukorrépa termesztésben, Cukoripar, 59. évf. 4. szám. 86-95. old.

Potyondi, L. - Kimmel, J. – Boros, J. (2007): A cukorrépa-termesztés szerepe a fenntartható  
mezőgazdaságban. Cukorrépa, 2007. 1. szám. 5-9. old.

Eszterle, M.- Potyondi, L. (2008): A cukorrépa termesztése a fenntartó mezőgazdaság  
érdekében és feldolgozása biofinomítóban, Cukorrépa, 2008. 1. szám. 30-35. old.

Potyondi, L. (2008): A cukorrépa, mint energetikai alapanyag, Mezőhír, 12. évf. 2008. 6.  
szám. 94-96. old.

Potyondi, L. (2008): Biogáz előállítása répaszeletből, Mezőhír, 12. évf. 2008. 7. szám. 113-  
114. old.

Potyondi, L. - Kimmel, J. – Boros, J. (2008): A cukorrépa szerepe a fenntartható  
mezőgazdaságban, Mezőhír, 2008. 11-12. szám. 108-111. old.

Potyondi, L.- Eszterle, M.- Kimmel, J. – Boros, J. (2008): Laboratory experiments for biogas  
production from sugar beet pressed pulp, Abstarcts of Papers 71st IIRB Congress, 13-14  
february 2008. Brüsszel (B) 56. p.

Eszterle, M.- Potyondi, L. - Kimmel, J. – Boros, J. (2008): Search for new ways to add value  
to pressed sugar beet pulp, Abstarcts of Papers 71st IIRB Congress, 13-14 february 2008.  
Brüsszel (B) 103-104. p.

Potyondi, L. (2008): A termőföld- és víztakarékosság lehetőségei a szántóföldi bioenergia  
termelésben a biodiverzitás fenntartása mellett, *A fenntartható fejlődés és a megújuló  
természeti erőforrások környezetvédelmi összefüggései a Kárpát-medencében*, Konferencia  
kötet 265 - 271. old.

Potyondi, L. (2009): Biogáz előállítás a répaszeletből: A cukorrépa, mint energetikai alapanyag, BIOENERGIA, 2009. IV. évf. 2. szám. 23-27. old.

Potyondi, L. – Eszterle, M. - Kimmel, J. (2010): Sugar Beet as a potential energy crop in Hungary, Abstracts of Papers 72nd IIRB Congress 22-24. June 2010. Copenhagen (D) 61-62. p.

Potyondi, L. – Kimmel, J. – Csima, F.(2012): Nutrition with biogas sludge from fermentation of sugar beet pressed pulp in sugar factory Kaposvár, Abstracts of Papers 73rd IIRB Congress 14-15 February 2012. Brussels (B) 119-120. p.

Potyondi, L. (2012): A klímaváltozás hatása a cukorrépa termesztésre Magyarországon, Cukorrépa, 2012. 1. szám. 8-14. old.

Enyingi, T. - Potyondi, L. (2012): Alternatív energianövény: a csicsóka, Cukorrépa, 2012. 1.szám. 38-39. old.

Potyondi, L. – Kimmel, J.- Csima, F.- Takács, É. (2014): Biogas and bio-energy production from sugar beet, Abstracts of Papers 74 rd IIRB Congress 1-3. July 2014. Dresden (D) 113. p.

Potyondi, L. (2015): Sugar Beet as a Potential Energy Crop in the Danube Region *Perspectives of Renewable Energy in the Danube Region*, Hungarian Academy of Sciences, Pécs, 2015. 307-317. old.

Potyondi, L. – Kimmel, J. – Kulcsárné, Takács, É.- Csima, F. (2015): Trágyázási kísérletek a Kaposvári Cukorgyár biogázüzeméből származó iszappal, Cukorrépa, 2015. 1. szám. 24-26. old.

Potyondi, L. - Csima, F. – Takács, É. – Kimmel, J. (2016): Potential of sugar beet growing in the Danube region, Abstracts of Papers 75 rd IIRB Congress 16-17 February 2016 Brussels (B) 61. p.