

Biogáz üzemi melléktermék növényfiziológiai vizsgálata

TÓTH BRIGITTA- HANKOVSKY GERDA – BOJTOK
KÁROLY – VERES SZILVIA – LÉVAI LÁSZLÓ

Debreceni Egyetem, Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma
Növénytudományi Intézet
Növénytani és Növényélettani Tanszék,
Debrecen

Összefoglalás

A biharnagybajomi biogáz üzem gyártástechnológiája során keletkezett présvíz növényfiziológiai hatásait vizsgáltuk. A fenntartható mezőgazdasággal szembeni egyik legfontosabb elvárás, hogy csökkentse a felhasznált kemikáliák mennyiségét. Ennek egyik formája lehet a biogáz üzemben a termelés során keletkezett présvíz újrahasznosítása, amit mezőgazdasági célokra használt területeken trágyázásra is lehet alkalmazni, amivel csökkenthető a műtrágyák használata. A présvíz a növények számára nélkülözhetetlen elemeket tartalmaz, kijuttatásával pótolni tudjuk a terméssel eltávolított tápanyagok egy részét. Kísérleteinket kukoricával (*Zea mays L. cv. Norma SC*) és napraforgóval (*Helianthus annuus L. Arena*) végeztük laboratóriumi körülmények között. A különböző koncentrációban alkalmazott présvíz növényfiziológiai vizsgálata alapján azt a következtetést vontuk le, hogy a hatás nagymértékben koncentrációfüggő és eltérő volt a két növényen. A kukorica érzékenyebben reagált a kezelésekre, mint a napraforgó. Ez a két növény eltérő tápanyag-felvételi mechanizmusával magyarázható. A melléktermékkel kiegészített tápoldaton nevelt növények tápelem összetételében ugyanakkor nem mutatkozott számottevő különbség.

Kulcsszavak: biogáz, növénytermesztés, környezetvédelem, ipari melléktermék, kukorica, napraforgó

Physiological examination of by-product of biogas factory

B. TÓTH- G. HANKOVSKY – K. BOJTOK – SZ.
VERES – L. LÉVAI

University of Debrecen, Institute of Plant Science, Department of
Agricultural Botany and Crop Physiology

Summary

The physiological effects of fluid by-products originating from a biogas factory located in Biharnagybajom (Eastern-Hungary) were examined. While sustainable development is a focus of environmental protection, agriculture must carefully consider its aspects, as well. One of the most important expectations regarding sustainable agriculture is the minimization of the use of industrial chemicals while affording producers with the ability to produce at the same level. One possibility to minimize chemicals is the use of the byproducts of biogas factories. Crop plants extract huge amounts of nutrients from soils. In order to get the same yield – in quality and quantity- it is necessary to replace the extracted minerals that were harvested by plants with nutrients. Fluid by-products contain several essential elements; therefore, it can be suitable material to substitute industrial chemicals.

Maize (*Zea mays L. cv. Norma SC*) and sunflower (*Helianthus annuus L. Arena*) seedlings were used in the experiments. The plants were grown in controlled environmental conditions. Different concentrations of fluid by-product were examined during the experiment. The effect of the examined material depends on the concentrations of applied by-product. Dry matter accumulation of shoots and roots of maize, relative

chlorophyll contents of second and third leaves and the contents of elements were measured of the plants that were grown on nutrient solution.

Key words: biogas, crop production, industrial by-product, environmental, maize, sunflower

Bevezetés és irodalmi áttekintés

A tápanyag utánpótlás egyik formája lehet, amikor mezőgazdasági üzemekben, a termelésben keletkezett szerves trágyát, illetve másként nem hasznosítható anyagokat a rendszerbe visszaforgatják. Például ilyen a biogáz üzemek melléktermékeként keletkező présvíz, amit mezőgazdasági célokra használt területeken trágyázásra is lehet alkalmazni.

A biogáz különböző környezetekből származhat, pl.: szemétkerakókból, szennyvíziszap és szerves anyagok anaerob lebontása során képződött biohulladékokból; (Wellinger and Linberg, 2000) alapanyaga lehet szarvasmarha-, sertés-, baromfitrágya, konyhai hulladék és alga (Arthur et al., 2011). A szennyvíziszapból keletkező biogáz metán tartalma 55-65%, szén-dioxid tartalma 35-45% és kevesebb, mint 1% nitrogént tartalmaz (Allen et al., 1997). A szerves hulladékokból keletkező biogáz 60-70% metánt, 30-40% szén-dioxidot és kevesebb, mint 1% nitrogént tartalmaz (Eklund et al., 1998; Spiegel et al., 1997). Egyre többen fontosnak tartják a biogáz gyártását és használatát, mivel ezzel csökken a szabadon tárolt trágya metángáz kibocsátása és ez a folyamat nem CO₂ termelő, mert csak a szén természetes körforgásában lévő CO₂ - mennyiséget mozgatja, amelyet a növények később újra felhasználnak, így nem nő a levegő CO₂ tartalma (Schulz and Eder, 2001).

Az anaerob lebontás és a biogáz termelés ígéretes eszköze a megújuló energiaforrásokból nyert energiatermelésnek és a környezeti előnyök megvalósításának (Berglund and Börjesson, 2006).

Fontosnak ítéljük tehát, hogy pontos képet kapjunk a présvíz növényekre gyakorolt fiziológiai hatásáról, arról, hogy a présvizet alkotó elemek alkalmasak-e a mezőgazdasági növények tápanyag utánpótlására.

Dolgozatunkban a Biharnagybajomi Dózsa Ágár Zrt.-től származó présvizet vizsgáltuk. A biharnagybajomi üzemben évente kb. 25000 m³ présvíz keletkezik. A présvíz összetétele állandónak tekinthető, mivel a biogáz üzemben felhasznált szarvasmarha trágya összetétele sem változik, mivel az állatok takarmányozása fix. A vizsgált présvíz jellemzőit az 1. táblázat mutatja be.

Anyag és módszer

Kísérleti növényként kukoricát (*Zea mays* L. cv. *Norma se*), illetve napraforgót (*Helianthus annuus* L. cv. *Arena*) használtunk. A magvak felületének fertőtlenítését 5x-ös hígítású H₂O₂-vel végeztük el. A fertőtlenített magvakat desztillált vízzel többször öblítettük, majd 10 mmol CaSO₄ oldatban 4 óráig áztattuk a jobb csírázás érdekében. A magvakat nedves szűrőpapír között csíráztattuk, úgy, hogy a csíranövények polaritása természetes legyen. A termosztát hőmérséklete 22 °C volt. A 4 cm-es hipokotilú napraforgó, és az ugyanekkora koleoptillal bíró kukorica csíranövényeket tápoldatra helyeztük. A növények neveléséhez az alábbi összetételű tápoldatot használtuk: 2,0 mM Ca(NO₃)₂, 0,7 mM K₂SO₄, 0,5 mM MgSO₄, 0,1 mM KH₂PO₄, 0,1 mM KCl, 10 μM H₃BO₃, 1 μM MnSO₄, 1 μM ZnSO₄, 0,2 μM CuSO₄, 0,01 μM M(NH₄)₆Mo₇O₂₄ (Lévai, 2004). A növények a vasat 100 μM Fe(III)-EDTA formában kapták. A tápoldatot kétnaponta cseréltük, a tápoldat levegőztetése folyamatos volt. A tápoldat pH-ja 4,95 volt.

1,7 L-es edényekben neveltük a kísérleti növényeket, 170 ml tápoldatot hígítottunk fel 1,7 L-re és ehhez adagoltuk a különböző mennyiségű présvizet. Nyolc féle kezelést állítottunk be, három ismétlésben. Egy edényben 4 növényt neveltünk.

A növényi minták elemtartalmának meghatározásához egy OPTIMA3300 DV típusú induktív csatolású plazma optikai emissziós spektrométert (ICP-OES) alkalmaztunk. Egy növényi minta 12 növényt

tartalmazott. A minták 85 °C-on történt szárítása és darálása után 1 g mennyiségét mértünk ki analitikai mérlegen. Az előroncsolás során 10 cm³ deszt. cc. HNO₃-at alkalmaztunk 60 °C-on, 30 percig. A főroncsolás előtt 3 cm³ H₂O₂-ot adagoltunk hozzá. A főroncsolás 120 °C-on 90 percig tartott. A roncsolmány lehűlése után 50 cm³-re töltöttük ioncserélt vízzel, majd Filtrak 388 szűrőpapírral szűrtük. Az azonos kezelésben lévő növényminták ismétlései egyesítésre kerültek, így egy ismétlésben végeztük az elemtartalom meghatározását.

1. táblázat: A vizsgált présvíz karakterisztikája

pH	:	7,65
Szerves anyag (mg dm ⁻³)	:	31600
Száraz anyag (mg dm ⁻³)	:	48700
Összes só % (mg dm ⁻³)	:	15400
Total Kjeldahl N (mg dm ⁻³)	:	2640
NH ₄ ⁺ - N (mg dm ⁻³)	:	1110
NO ₃ ⁻ + NO ₂ ⁻ - N (mg dm ⁻³)	:	5,66
Al (mg kg ⁻¹)	:	109
B (mg kg ⁻¹)	:	3,19
Ba (mg kg ⁻¹)	:	4,29
Ca (mg kg ⁻¹)	:	1411
Cd (mg kg ⁻¹)	:	0,12
Cr (mg kg ⁻¹)	:	0,39
Cu (mg kg ⁻¹)	:	3,89
Fe (mg kg ⁻¹)	:	157
K (mg kg ⁻¹)	:	2651
Li (mg kg ⁻¹)	:	0,24
Mg (mg kg ⁻¹)	:	433
Mn (mg kg ⁻¹)	:	14,6
Na (mg kg ⁻¹)	:	454
Ni (mg kg ⁻¹)	:	< 1
P (mg kg ⁻¹)	:	448
S (mg kg ⁻¹)	:	405
Sr (mg kg ⁻¹)	:	6,4
Ti (mg kg ⁻¹)	:	1,34
Zn (mg kg ⁻¹)	:	18,8

Table1.: Characteristics of fluid by-product of biogas factory

A klorofill méréshez a 4 leveles növények második, illetve harmadik legfiatalabb, de már teljesen kifejlett leveleit használtuk. A relatív klorofill tartalmat SPAD-502 (MINOLTA, Japán) Chlorophyll Meter-rel mértük, kezelésenként 12 növényen, 60 ismétlésben (Veres, 2005).

A száraz tömeg meghatározásához a kezelésenként 12 mintákat 85°C-on tömegállandóságig szárítottuk, majd szobahőmérsékletre történt visszahűtés után analitikai mérlegen (OHAUS) mértük.

A környezeti feltételek szabályozottak voltak: a fényintenzitás 300 μmol m⁻²s⁻¹, a hőmérséklet periodicitása 25/20°C (nappal/éjjel), a relatív páratartalom (RH) 65-75%, a megvilágítás/sötét periódus 16 óra/8 óra volt.

Az alkalmazott biotrágya viszkózus folyadék, mely két baktériumot, az *Azotobacter chroococcum*ot (1-2x10⁹ db cm⁻³) és a *Bacillus megatherium*ot (1-2x10⁸ db cm⁻³) tartalmazza. A baktérium alapú biotrágyát 1 ml dm⁻³ koncentrációban adtuk a tápoldathoz.

Az alkalmazott kezelések jelölése a következő: 1: abszolút kontroll - deszt.víz, 2: kontroll - tápoldat, 3: tápoldat + 5 ml présvíz, 4: tápoldat + 10 ml présvíz, 5: tápoldat + 50 ml présvíz, 6: tápoldat + 5 ml présvíz + 1 ml biotrágya, 7: tápoldat + 10ml présvíz + 1 ml biotrágya, 8: tápoldat + 50 ml présvíz + 1 ml biotrágya. A kísérletben való alkalmazás előtt a présvíz szűrésére nem került sor.

Az eredmények statisztikai kiértékeléséhez Microsoft Excel 2003 és Sigma Plot 8.0 verziót használtunk.

A kísérlet kiértékelésére a kukorica esetében 11, a napraforgónál 15 nap elteltével került sor. Ebben az állapotban mind a kukorica, mind pedig a napraforgó 4 leveles állapotban volt.

Eredmények és következtetések

A növények szerves anyag felhalmozása bonyolult biokémiai folyamatok összessége. Alapvetően a fotoszintézis és a légzés különbsége adja azt a szerves anyag tömeget, ami pl. egy vegetációs periódus végén a biológiai termést jelenti. Ennek egy része a „gazdasági termés”, amit különböző céllal felhasználnak. A környezeti tényezők mindkét folyamat intenzitását meghatározzák, miközben a növény ultrastruktúrája, annak aktivitása a környezeti hatások érvényesülésének a feltételei. A kukorica és a napraforgó száraz anyag felhalmozását a 2-3. táblázatok szemléltetik.

2. táblázat: Kukorica gyökér és hajtás légszáraz tömege (g növény⁻¹) n=12± S.E. Szignifikáns különbség a kontrollhoz viszonyítva: *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001. (1: abszolút kontroll - desztill. víz, 2: kontroll - tápoldat, 3: tápoldat + 5 ml présvíz, 4: tápoldat + 10 ml présvíz, 5: tápoldat + 50 ml présvíz, 6: tápoldat + 5 ml présvíz + 1 ml biotrágya, 7: tápoldat + 10ml présvíz + 1 ml biotrágya, 8: tápoldat + 50 ml présvíz + 1 ml biotrágya)

Kezelések	Hajtás	Gyökér
1	0,043± 0,01	0,035± 0,01
2	0,120± 0,04	0,035± 0,01
3	0,091± 0,02	0,021± 0,01***
4	0,082± 0,02*	0,020± 0,01
5	0,096± 0,02	0,015± 0,00***
6	0,075± 0,02**	0,016± 0,00***
7	0,125± 0,03	0,027± 0,01
8	0,084± 0,03*	0,013± 0,01***

Table 2.: Dry matter accumulation of shoots and roots of maize (g plant⁻¹) n=12± S.E. Significant differences comparison to the control: *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001. 1: abs. control - distilled water, 2: control - nutrient solution, 3: nutrient solution + 5 ml by-product, 4: nutrient solution + 10 ml by-product, 5: nutrient solution + 50 ml by-product, 6: nutrient solution + 5 ml by-product + 1 ml biofertilizer, 7: nutrient solution + 10ml by-product + 1 ml biofertilizer, 8: nutrient solution + 50 ml by-product + 1ml biofertilizer)

A kukorica szárazanyag felhalmozását vizsgálva megállapítottuk, hogy a 7. kezelésnél - nem megbízhatóan - nőtt a hajtás szárazanyag felhalmozása, de a gyökér száraz tömege a kontrollhoz képest csökkent. A 6. kezelésnél a hajtás és a gyökér szerves anyag felhalmozása szignifikánsan csökkent a kezelés hatására.

Az 5. kezelés kivételével nőtt a napraforgó hajtásának száraz tömege. A 3. kezelés hatására 18 %-kal nőtt a hajtás szerves anyag felhalmozása. Ez az érték a 4-es kezelésnél 30 %, a 6-os kezelésnél 34 % volt. A 7-es és 8-as kezelésnél a növekedés kisebb mértékű volt. A 7-es kezelés 17 %-kal, míg a 8-as kezelés 7 %-kal növelte a szerves anyag felhalmozást. Ezek a növekedések szignifikánsak voltak. A gyökér száraz tömegére a 3., 4. és 6. kezelés volt kedvező hatással. A 3-as kezelés hatására 2 %-kal nőtt a napraforgó szerves anyagának felhalmozása, a 4-es kezelésnél 4 %-kal, míg a 6-os kezelésnél 1 %-kal. Az 5-ös, 7-es és 8-as kezelés szignifikánsan csökkentette a napraforgó gyökerének száraz tömegét.

3. táblázat: Napraforgó gyökerének és hajtásának száraz tömege (g növény⁻¹) n=12± S.E. Szignifikáns különbség a kontrollhoz viszonyítva: **p<0.01, ***p<0.001. Kezelések ld. 2. táblázat.

Kezelések	Hajtás	Gyökér
1	0,044 ± 0,01	0,018 ± 0,01
2	0,433 ± 0,09	0,103 ± 0,02
3	0,513 ± 0,09***	0,105 ± 0,03
4	0,564 ± 0,12***	0,107 ± 0,04
5	0,422 ± 0,09***	0,038 ± 0,01***
6	0,580 ± 0,11***	0,104 ± 0,02
7	0,509 ± 0,11***	0,070 ± 0,01**
8	0,465 ± 0,11***	0,042 ± 0,01***

Table 3.: Dry matter accumulation of shoots and roots of sunflower (g plant⁻¹) n=12± S.E. Significant differences comparison to the control: **p<0.01, ***p<0.001. Treatments: see Table 2.

Hatékony szerves anyag felhalmozás nem lehetséges a fotoszintetikus folyamatok nélkülözhetetlen alkotója, a klorofill nélkül. Az alkalmazott kezelések hatására csökkent a szárazanyag - felhalmozás, ami mögött a csökkent fotoszintetikus aktivitást, illetve a klorofill tartalom változását feltételeztük. Méréseink szerint a kezelések befolyásolták a klorofill tartalmat (1. ábra).

1. ábra: Relatív klorofill tartalom alakulása különböző kezelésekre kukorica (A) és napraforgó (B) 2. és 3. levelében (Spad Units) $n=60 \pm S.E.$ Szignifikáns különbség a kontrollhoz viszonyítva: ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$. Kezelések ld. 2. táblázat.

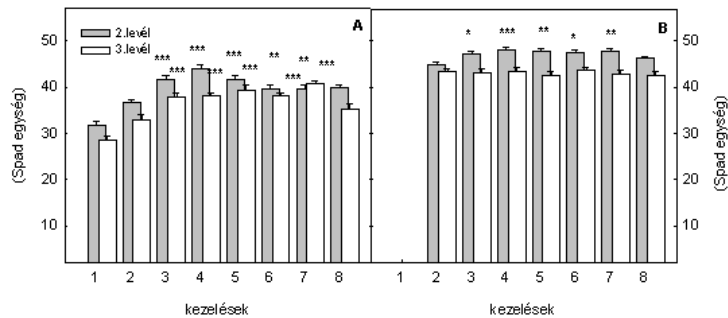


Figure 1.: Relative chlorophyll contents of corn and sunflower leaves (Spad units) $n=60 \pm S.E.$ Significant differences comparison to the control: ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$. Treatments: see Table 2.

A kukorica 2. és 3. levelének klorofill tartalma - a 8-as kezelést kivéve - kontrollhoz képest minden kezelés hatására szignifikánsan növekedett. A 3. kezelés hatására a második és harmadik levél relatív klorofill tartalma 5 Spad egységgel nőtt. Ez az érték a 4. kezelésnél a második levélben 7, a harmadik levélben 5 Spad egység volt. Az 5. kezelésnél a második levél relatív klorofill tartalma 5, a harmadik levél 6 Spad egységgel nőtt. A 6. kezelésnél a kukorica második levélben a növekedés kisebb volt – 3 Spad egység, a harmadik levélben 5 Spad egység. A 7. kezelésnél a kukorica harmadik levelének relatív klorofill tartalma 7,5 Spad egységgel nőtt. A napraforgónál az 1. kezelésnél nem tudtuk klorofill tartalmat mérni, mert a levelek nem fejlődtek ki megfelelően. A napraforgó harmadik levelének relatív klorofill tartalma nem változott jelentősen. A második levélben a relatív klorofill tartalom 3 Spad egységgel nőtt a 4., 5. és 7. kezelésekre hatására. A 3. kezelés 2, a 6. kezelés 2,5 Spad egységgel növelte a relatív klorofill tartalmat a kontrollhoz viszonyítva.

A vizsgálatok elvégzéséhez szükség volt a biogáz üzemi melléktermék elemtartalmának előzetes meghatározására. A vizsgálatok eredményeit az 1. táblázat mutatja be.

A melléktermékként keletkezett présvíz tehát a növények számára nélkülözhetetlen, létfontosságú elemeket tartalmaz. A mért elemek koncentrációja optimálishoz közelíthető, így jelentős tápanyag-kiegészítő lehet a növények tápanyag-utánpótlásában. Jelentőségét fokozza, hogy egy melléktermék újrahasznosításáról lehet szó, tehát környezetvédelmi szerepe is jelentős. A különböző koncentrációban alkalmazott biogáz üzemi melléktermék növényfiziológiai vizsgálatai alapján azt a következtetést vontuk le, hogy a különböző koncentrációban alkalmazott melléktermék hatása eltérő volt a két vizsgálati növényen. A melléktermékkal kiegészített tápoldaton nevelt növények tápelem összetételében ugyanakkor nem mutatkozott számottevő különbség. Ebből arra a következtetésre jutottunk, hogy a növény a tápoldatból nem vette fel, illetve nem akkumulálta a melléktermékben található elemeket, ezért a növekedés gátlása más okra, megítélésünk szerint pH-, vagy ozmotikus stresszre vezethető vissza – a kukoricánál.

A kukorica és napraforgó elemtartalmát a 4-7. táblázatok szemléltetik.

4. táblázat: A vizsgált elemek koncentrációja (Ca, K, Mg, P, S) a kukorica légszáraz bajtásában, (mg kg^{-1}). Kezelések: ld. 2. táblázat.

Elemek	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
Ca	1010	6842	5689	6071	3541	5938	5124	3644
K	8493	77070	58265	62382	45159	64617	72206	43588
Mg	2585	1958	2149	2429	2210	2255	1703	2242
P	7237	16410	14721	16764	10766	15049	18887	10038
S	1875	3059	3416	4016	3903	4102	3559	4108

Table 4.: Concentrations of examined elements (Ca, K, Mg, P, S) in shoots of maize (mg kg^{-1}) Treatments: see Table 2.

A kukorica hajtásának elemtartalom vizsgálatakor a Ca koncentrációja a kontroll növénynél volt a legmagasabb. A kezelések csökkentették a hajtás K tartalmát a kontrollhoz képest. A Mg mennyisége, a 7. kezelést kivéve, emelkedett a kezelések hatására viszont, a desztillált vízen nevelt kukorica hajtásában nagyobb volt a Mg mennyisége, mint a kontrollban. A P koncentrációja a 4. és 7. kezelés hatására emelkedett, míg az összes kezelés emelte a hajtásban található S mennyiségét.

5. táblázat: A vizsgált elemek koncentrációja (Ca, K, Mg, P, S) a kukorica légszáraz gyökerében (mg kg^{-1}) Kezelések ld. 2. táblázat.

Elemek	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
Ca	604	3584	5982	7189	5555	5239	4641	5521
K	7125	19078	30306	13418	8341	37377	17622	12286
Mg	404	1814	2374	1577	1154	2598	1691	1701
P	2776	3897	6794	5229	5079	8001	4950	6081
S	1426	4058	7151	5375	5951	7551	5916	7933

Table 5.: Concentrations of examined elements in roots of maize (mg kg^{-1}) Treatments : see Table 2.

A kukorica gyökerekben nagyobb mennyiségű S volt, a kontroll növények hajtásaihoz viszonyítva. Az összes kezelés növelte a gyökér Ca, P és S tartalmát a kontrollhoz képest. A Ca mennyisége 2-szer nagyobb volt a 4. kezelésnél, mint a kontrollnál. A foszfor mennyisége a kontrollhoz képest 2-szer nagyobb volt a 6. kezelés hatására. A 3. és 6. kezelés hatására nőtt a kukorica gyökerének K és Mg tartalma is.

6. táblázat: A vizsgált elemek koncentrációja (Ca, K, Mg, P, S) a napraforgó légszáraz hajtásában (mg kg^{-1}) Kezelések ld. 2. táblázat.

Elemek	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
Ca	18262	29761	27339	20796	16132	18742	25006	31448
K	6590	56250	61923	55799	50353	54399	60847	59059
Mg	2774	3827	3545	3361	4300	4435	3907	4347
P	2917	6954	9595	8765	7999	9003	9040	9726
S	2448	5257	6739	6512	8458	9314	8245	6740

Table 6.: Concentrations of examined elements in shoots of sunflower (mg kg^{-1}) Treatments : see Table 2.

A vizsgált elemek nagyobb mennyiségben voltak kimutathatók a napraforgó hajtásában, mint a kukoricáéban. A P és K mennyisége emelkedett a különböző kezelések hatására, míg a Mg mennyisége csak az 5.,6.,7. és 8. kezeléseknél nőtt. A 3-as, 7-es és 8-as kezelés a K mennyiségére is kedvező hatással volt és a 8-as kezelés is kedvezően hatott a Ca-ra is.

7. táblázat: A vizsgált elemek koncentrációja (Ca, K, Mg, P, S) a napraforgó légszáraz gyökerében (mg kg^{-1}) Kezelések ld. 2. táblázat.

Elemek	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
Ca	4558	5450	3478	2962	5517	2474	3084	6758
K	5311	79977	44120	49022	22218	12577	25628	56099
Mg	394	1203	981	1001	1428	690	997	1921
P	2809	9484	9273	10742	9131	4532	8764	14906
S	2322	4609	5736	6680	7243	3880	6432	11941

Table 7.: Concentrations of examined elements in roots of sunflower (mg kg^{-1}) Treatments: see Table 2.

A napraforgó gyökerében a S mennyisége mintegy 1,45-ször nagyobb volt a 4. kezelés hatására. Ez az érték az 5-ös kezelésnél 1,5-szer, a 8-as kezelésnél 2,5-ször volt nagyobb, mint a kontroll gyökérben. A P és Mg koncentrációja 1,5-szer nőtt a 8-as kezelésnél a kontrollhoz képest. A K koncentrációja a kontrollhoz viszonyítva az összes kezelés hatására csökkent. A Ca koncentrációja a 8-as kezelés kivételével csökkent a kontrollhoz képest

A laboratóriumi kísérletek során bizonyítottá vált a présvíz természete, kedvező fiziológiai hatásai, de figyelembe kell venni, hogy a laboratóriumban a környezet kompenzáló hatása kizárt. Eredményeink alapján a biogáz üzemi melléktermék tápanyag-utánpótlásra való alkalmassága további vizsgálatát javasoljuk. Munkánk folytatásaként tervezzük a présvíz talaj-növény rendszerben való vizsgálatát laboratóriumban és szabadföldön egyaránt.

IRODALOM

Allen, M. R., Braithwait, A., Hills, C. C.: 1997. Trace organic compounds in landfill gas at seven UK waste disposal sites. *Environ Sci Technol*; 31, pp. 1054-1061.

Arthur, R., Baidoo, M. F., Antwi, E.: 2011. Biogas as a potential renewable energy source: A Ghanaian case study. *Renewable Energy* 36, pp. 1510-1516.

Berglund, M., Börjesson, P.: 2006. Assessment of energy performance in the life-cycle of biogas production. *Environmental and Energy Systems Studies LTH, Lund University, Gerdagatan 13, SE-223 62 Lund, Sweden.*

Eklund, B., Anderson, E. P., Walker, B. L., Burrows, D. B.: 1998. Characterization of landfill gas composition at the fresh kills municipal solid-waste landfill. *Environ Sci Technol*; 32:2233-7.

Finis, P.: 1983. Verwendung von Produktionsrückständen in der Ernährungsindustrie. In: *Handbuch der Müll und Abfallbeseitigung, Loseblattsammlung, Abschnitt 8560.* Berlin, Erich-Schmitz-Verlag.

Lévai, L.: 2004. The effect of smut gall tumour infection on iron and zinc uptake and distribution in maize seedlings. *Journal of Agricultural Sciences* 15, 27-32.

Schulz, H. and Eder, B.: 2001. Biogas-Produktion, Biogázgyártás, Cser Kiadó (2005) Spiegel, R. J., Preston, J. L., Trocciola, J. C. (1997): Test results for fuel-cell operation on landfill gas. *Energy*; 22, pp. 777-786.

Veres, Sz.: 2005. Alteration of photosynthetic pigment composition by applying bio-fertilizers. *XL. Cro. Symp.on Agric. Opatija, Cro. Proc.* 163-164.

Wellinger, A. and Linberg, A.: 2000. Biogas upgrading and utilization – IEA Bioenergy Task, vol. 24. Paris, France: International Energy Association; 2000

TÓTH BRIGITTA – HANKOVSKY GERDA – BOJTOK
KÁROLY - VERES SZILVIA- LÉVAI LÁSZLÓ

DEBRECENI EGYETEM
AGRÁR - ÉS GAZDÁLKODÁSTUDOMÁNYOK CENTRUMA
MEZŐGAZDASÁG-, ÉLELMISZERTUDOMÁNYI ÉS
KÖRNYEZETGAZDÁLKODÁSI KAR
Növénytudományi Intézet
Növénytani és Növényélettani Tanszék

H-4032 Debrecen, Böszörményi út 138.

e-mail: btoth@agr.unideb.hu , gerda.hankovszky@gmail.com,
bojtok.karoly@stud.de-agr.hu,
szveres@agr.unideb.hu , levai@agr.unideb.hu