

A biogáz-üzemi présvíz alkalmazási lehetőségének vizsgálata tápelemhiánynak kitett kukoricánál laboratóriumi körülmények között

HANKOVSZKY GERDA, TÓTH BRIGITTA

Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és
Környezetgazdálkodási Kar, Növénytudományi Intézet, Mezőgazdasági
Növénytani, Növényélettani és Biotechnológiai Tanszék, 4032 Debrecen,
Böszörményi u. 138.

Összefoglalás

A modern mezőgazdasági célja a fenntartható fejlődés biztosítása, ami a jövő generációi számára a jó környezeti minőséget tartja fent. A fenntartható mezőgazdálkodással szembeni egyik legfontosabb elvárás, hogy csökkentsék a felhasznált kemikáliák mennyiségét. Melléktermékek felhasználásával csökkenteni tudjuk a felhasznált műtrágyák mennyiségét. Ennek egyik formája lehet a biogáz üzemben keletkezett melléktermékek - présvíz - hasznosítása, mely tartalmazza azokat a tápelemeket (pl. N, Ca, Mg, P, S, K), amikre a természetű növényeknek szükségük van.

Vizsgálatunk célja az volt, hogy meghatározzuk a présvíz hatását N, P, K, Ca és Mg hiányos tápoldaton nevelt kukoricánál.

Vizsgálatunkhoz a biharnagybajomi biogáz üzemből származó présvizet használtuk. Kísérletünket hidropóniás körülmények között, klímakamrában végeztük. A környezeti feltételek szabályozottak voltak. Kísérleti növényként kukoricát (*Zea mays* L. cv. DKC 5170) használtunk. A présvizet 50 ml dm⁻³ mennyiségben adtuk a tápoldathoz. A kísérlet felszámolásakor mértük a növények relatív klorofill tartalmát, a fotoszintetikus pigmentek mennyiségét (klorofill-a, b és karotínoidok), valamint a hajtás és a gyökér száraz tömegét.

Tapasztaltuk, hogy a présvízzel kiegészített tápelem hiányos tápoldatokon nevelt növények többsége szebben fejlődött és kedvezőbb értékeket mutattak a fiziológiai vizsgálatok során, mint a présvíz hozzáadása nélküli tápoldaton nevelt kukoricák.

Megállapítható, hogy a biogáz üzemi présvíz kedvezően hatott a kísérletbe vont tápelem hiányos növényekre.

Kulcsszavak: biogáz üzem, présvíz, kukorica, tápelem hiány

Examination of useage of digestate in case of nutrient deficient maize in laboratory circumstances

G. Hankovszky – B. Tóth

Department of Agricultural Botany, Crop Physiology and Biotechnology,
Institute of Crop Sciences,
Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management,
University of Debrecen,
Debrecen

Summary

The aim of the modern agriculture is the sustainable development. It helps to keep the good environment for the next generations. One of the most important expectations regarding sustainable agriculture is the minimization of the use of industrial chemicals. By using by-products, we are able to decrease amounts of chemical fertilizers. One of these by-products is the fluid phase, the other name is fluid by-product of biogas factory. This fluid contains several essential elements, for example N, K, S, Ca and Mg etc. and we can use it for nutriment supply in the crop production.

The goal of our experiment was to examine the effect of digestate of biogas factory in macro element (Ca, Mg, P, S and K) deficient circumstances. The question was: the digestate can compensate the nutrient deficiency or not.

The fluid by-product was originated from a biogas factory located in Biharnagybajom. Maize (*Zea mays* L. cv. DKC 5170) seedlings were used in the experiments. We made hydroponics experiment in growth chamber. We added 50 ml dm⁻³ fluid by-product to the nutrient solution. At the end of the experiment (on the 21th day) the relative chlorophyll content, the quantity of photosynthetic pigments (chlorophyll-a, chlorophyll-b, carotenoids) and the dry weight of shoots and roots were measured in the plants that were grown on nutrient solution.

When we added the fluid by-products to the nutrient deficient nutrient solution, more favourable effect was achieved on the measured parameters.

Due to these results, we suggest the usage of the fluid by-product of biogas factory in agriculture.

Keywords: biogas factory, digestate, nutrient deficiency, maize

Bevezetés

A mezőgazdaságban dolgozók - akikre nagy felelősség hárul a környezet jó állapotának megőrzése iránt - egyre inkább arra törekednek, hogy gazdálkodásukkal minél nagyobb mértékben megóvják a környezetet, ne rontsák annak meglévő jó állapotát, vagy a munkájuk során esetleg javítsák is azt. Manapság különböző agrotechnikai eszközök állnak a gazdálkodók rendelkezésére, hogy minél eredményesebben dolgozhassanak. Egyik ilyen alternatív tápanyag utánpótlási lehetőség lehet a biogáz üzemek melléktermékeként keletkező folyékony rész, az úgynevezett présvíz mezőgazdasági célú alkalmazása. Mezőgazdasági előnyt jelent, hogy az erjesztésből visszamaradt kiejedt présvizet mezőgazdasági célú tápanyag utánpótlásra lehet alkalmazni, mivel kevésbé károsítja a fejlődő növényeket, mint a nyers trágya. A tápanyag visszaforgatás miatt kevesebb műtrágyát kell alkalmaznunk (Berglund és Börjesson, 2006). A présvízben - vagy másnéven fermentlében - számos, a növények megfelelő fejlődéséhez elengedhetetlen makro- (N, P, K), mezoelem (Ca, Mg) és mikroelem (Cu, Zn) található. A növények száraz anyagának 1-5 %-át a nitrogén teszi ki, fontos szerepet játszik a növényi anyagcserében. A növények fő nitrogén forrása a nitrát és az ammónia. A mezőgazdasági talajokban a

nitrát általánosan nagyobb koncentrációban (1-5 mM) van jelen, mint az ammónia (20-200 μ M) (Owen és Jones, 2001), mivel a nitrát mobilisabb, ezáltal könnyebben felvehető a növények számára (Miller és Cramer, 2004). A kálium egyértékű kation, amely egyik legnagyobb mennyiségben található meg a növényekben. A növényen belüli kálium felvételt és szállítást az integrált membrán fehérjék segítik, amelyek lehetővé teszik az elem mozgását a plazma membránon keresztül (Lebaudy et al., 2007). A kálium-ionnak kiemelkedő szerepe van a növény-víz kapcsolatban (Hsiao és Läuchli, 1986). A növény a magnéziumot magnézium-ion formában veszi fel. A magnézium felvételét erősen befolyásolják más ionok, például a kálium-ion, az ammónium-ion (Kurvits és Kirkby, 1980), a kalcium-ion és a mangán-ion (Heenan és Campbell, 1981). A magnéziumnak a zöld levelekben fontos funkciója van, mivel a klorofill központi eleme. A magnézium készletétől függ a növény magnézium tartalma (Michael, 1941). Ezeknek az elemeknek a mennyiségét a felhasznált alapanyag és a fermentálás folyamata határozza meg (Makádi et al., 2012). A biogáz üzemi présvíz enyhén lúgos kémhatású anyag, mely biológiai eredeténél fogva komplex tápanyagnak tekinthető (Schulz és Eder 2001), hiszen makro- és mikroelemeket, nyomelemeket, szerves vegyületeket egyaránt tartalmaz, melyek összetételét befolyásolják a biogáz termeléshez használt alapanyagok, az alkalmazott technológiák (Somosné, 2011), a nedvességtartalom és a hőmérséklet (Olessák és Szabó, 1984). A növénytermesztés során a gazdálkodók gyakran találkoznak különböző hiánytüneteket mutató növényegyedekkel, amik nem kedveznek a gazdálkodás sikerességének, mivel ezek valamilyen esszenciális tápelem hiányára utalnak, ami által termés minőség, vagy termés mennyiség csökkenés alakulhat ki. Ennek a problémának a megoldása történhet a megfelelő műtrágya adagok növelésével, de ezek nem követik a fenntartható fejlődés célkitűzéseit, ezért szerettük volna megvizsgálni, hogy a biogáz üzemi présvíz használata alkalmas-e ezeknek a hiánytüneteknek a mérséklésére, kezelésére. A biotrágya megőrzi az erjesztőbe bevitt tápanyagokat, illetve azokat a növények számára könnyebben felvehetővé változtatja biológiai eszközökkel (Bartha et al., 1991). A kiejert anyag szerves alkotórészeket és ásványi anyagokat tartalmaz, emellett találhatóak benne növekedést serkentő anyagok, nevezetesen skatol- és indolszármazékok, C-vitamin, karotin, triptofán, tyrodin és fenol vegyületek is (Kaltwasser, 1983).

Anyag és módszer

Kísérleti növényként kukoricát (*Zea mays* L. cv. DKC 5170) használtunk. A magvak felületének fertőtlenítését 6%-os H₂O₂-dal végeztük el 20 percen keresztül. A fertőtlenített magvakat desztillált vízzel többször öblítettük, majd 10 mM 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 koleoptillel bíró kukorica csíranövényeket tápoldatra helyeztük. A kukorica növények neveléséhez különböző összetételű tápoldatokat használtunk. A kontroll növények neveléséhez az alábbi összetételű tápoldatot használtam: 2,0mM Ca(NO₃)₂, 0,7mM K₂SO₄, 0,5mM MgSO₄, 0,1mM KH₂PO₄, 0,1mM KCl, 10 μ M H₃BO₃, 1 μ M MnSO₄, 1 μ M ZnSO₄, 0,2 μ M CuSO₄, 0,01 μ M(NH₄)₆Mo₇O₂₄. A tápelemhiányos körülmények közötti neveléshez módosított Hoagland-tápoldatokat használtunk (Hankovszky et

al., 2014). A növények a vasat 100 μM Fe(III)-EDTA formában kapták. A kísérlethez használt biogázüzemi présvíz a biharnagybajomi Dózsa Agrár Zrt.-től származik. A présvízből 50 ml dm^{-3} mennyiséget használtunk és ezt adtuk a présvízzel kiegészített kezeléseknél a tápoldathoz. A koncentrációkat a biogáz üzemi présvízzel végzett korábbi vizsgálataink alapján állapítottuk meg (Hankovszky, 2011). A kísérleti növényeket 1,7 literes edényekben neveltük. Tizenegyféle kezelést állítottunk be, 3 ismétlésben, 1 kezeléshez 12 növényt használtunk. A kezeléseket az 1. táblázatban foglaltuk össze.

1.táblázat: a kísérlet során alkalmazott kezelések

| kezelések | |
|----------------------|---------------------------------|
| kontroll | |
| -Ca (kalciumhiány) | -Ca+pv (kalciumhiány+présvíz) |
| -K (káliumhiány) | -K+pv (káliumhiány+présvíz) |
| -N (nitrogénhiány) | -N+pv (nitrogénhiány+présvíz) |
| -Mg (magnéziumhiány) | -Mg+pv (magnéziumhiány+présvíz) |
| -P (foszforhiány) | -P+pv (foszforhiány+présvíz) |

Figure 1.: the applied treatments during experiment

A klorofill méréshez a növények második és harmadik legfiatalabb, de már teljesen kifejtett leveleit használtam. A relatív klorofill tartalmat SPAD-502 (MINOLTA, Japán) Chlorophyll Meter-rel mértem. A táblázatokban az eredményeket SPAD-értékként szerepeltetem.

A klorofill *a*, *b* és karotinoidok mennyiségét Metertek SP 80 Spektrometerrel mértem Wellburn (1994) módszere alapján.

A száraz tömeg meghatározásához a mintákat 65°C-on tömegállandóságig szárítottam, majd tömegüket szobahőmérsékletre történt visszahűlés után analitikai mérlegen (OHAUS) mértem meg.

Eredmények

Az 1. ábrán a kukorica hajtásának száraz tömeg értékei láthatók. A kontrollhoz viszonyítva minden kezelés hatására szignifikáns csökkenés volt tapasztalható.

1. ábra: a 20 napos kukorica hajtásának száraz tömege (g növény^{-1}) különböző tápelemhiány (Ca, K, N, Mg, P) és biogázüzemi présvíz (pv) kezelés hatására, $n = 12 \pm \text{S.D.}$. Szignifikáns különbség a kontrollhoz viszonyítva: $^b p < 0,01$; $^c p < 0,001$. Szignifikáns különbség a pv nélküli kezeléshez viszonyítva: $^{**} p < 0,01$; $^{***} p < 0,001$.

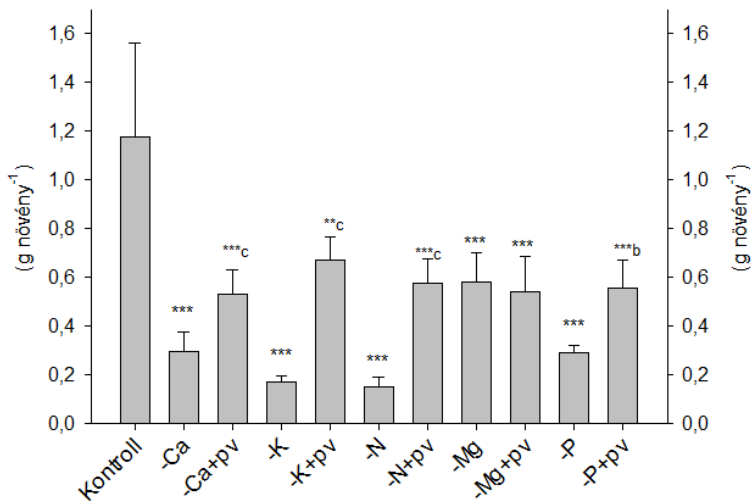


Figure 1.: Effect of macro element deficiency (Ca, K, N, Mg, P) and a fluid by-product (pv) on the dry weight of shoots of 20 day-old maize (g plant⁻¹), n= 12± S.D. Significant difference compared to the control: ^bp<0,01; ^cp<0,001. Significant difference compared to the without fluid by-product treatment: ^{**}p<0,01; ^{***}p<0,001.

A tápelemhiány és a présvízzel történt kezelések összehasonlításakor azt láthatjuk, hogy a magnéziumhiányt kivéve, a présvíz kezelés pozitívan hatott a kukorica hajtásának száraz tömegére. Présvíz kezelés hatására a kukorica hajtásának száraz tömege 45%-kal nőtt a kalciumhiányos kezeléshez képest, 75%-os növekedés figyelhető meg a káliumhiányhoz képest, 74%-os növekedés a nitrogénhiányhoz képest, és megközelítőleg 48,5%-kal nőtt a hajtás száraz tömege a foszforhiányhoz képest.

A kukorica gyökerének száraz tömege csökkent a présvíz kezelés hatására a nitrogén- és a foszforhiánynál (2. ábra). Présvíz kezelés hatására a kukorica gyökerének száraz tömege 51% nőtt a kalciumhiányos kezeléshez képest, 60%-os növekedés figyelhető meg a káliumhiányhoz képest és 5%-os növekedés a magnéziumhiányhoz képest. Gulyás et al. (2013) angolperjét vizsgálva azt tapasztalták, hogy a kisadagú (42,5 kg ha⁻¹ N) biogázüzemi fermentlé kezelés korábban fejtü ki a hatását, mint a nagyobb adagú (170 kg ha⁻¹ N), amely kezdetben csökkent növekedést okoz. A kísérlet 20. napjára ez a különbség egyre csökkent, de a nagyobb adagú kezelés hatására csökkent gyökernövekedés volt megfigyelhető a kontrollhoz képest, amit a magas ammónium-tartalommal magyarázható.

2. ábra: a 20 napos kukorica gyökerének száraz tömege (g növény⁻¹) különböző tápelemhiány (Ca, K, N, Mg, P) és biogázüzemi présvíz (pv) kezelés hatására, n= 12± S.D.

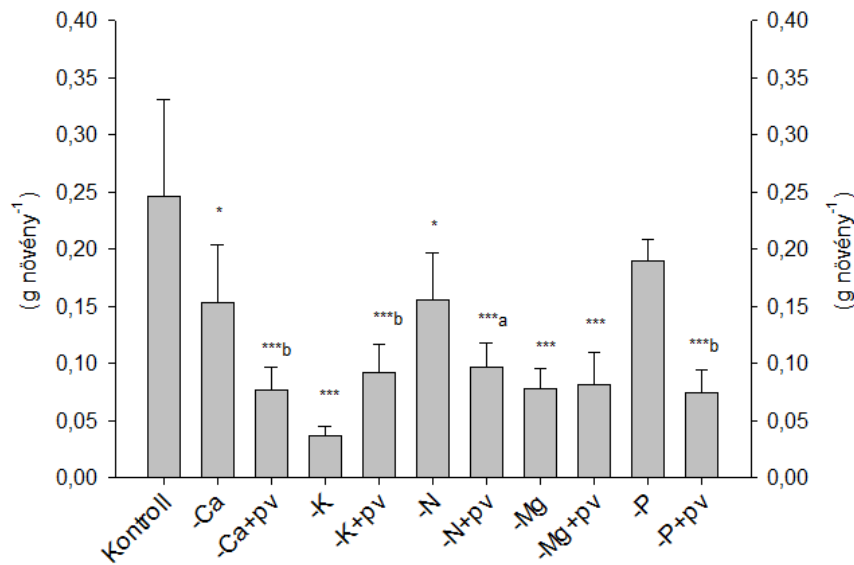


Figure 2.: Effect of macro element deficiency (Ca, K, N, Mg, P) and a fluid by-product (pv) on the dry weight of roots of 20-day-old maize (g plant⁻¹), n= 12± S.D. Significant difference compared to the control: ^ap<0,05; ^bp<0,01. Significant difference compared to the without fluid by-product treatment: *p<0,05;**p<0,01.

Megjegyzés: Szignifikáns különbség a kontrollhoz viszonyítva: ^ap<0,05; ^bp<0,01. Szignifikáns különbség a pv nélküli kezeléshez viszonyítva: *p<0,05;**p<0,01.

A szárazanyag-felhalmozásban – így a száraz tömeg kialakulásában – fontos szerepe van a fotoszintézisnek, ezért vizsgáltuk a tápelemhiányok és présvízkezelés hatását a kukorica relatív klorofill tartalmára (3. ábra). A kukorica második levelében a káliumhiányos kezelésnél nem tudunk relatív klorofill tartalmat mérni, mert a levelek elszáradtak. Hasonló ok miatt a kukorica harmadik levelében kalciumhiánynál sem tudunk relatív klorofill tartalmat mérni. A kalciumhiány+présvíz kezelésnél a kukorica második levelében mért relatív klorofill tartalom 15,15 SPAD-értékkel csökkent a kalciumhiányos kezeléshez képest. A présvíz kezelés hatására a nitrogénhiánynál megközelítőleg 28, a magnéziumhiánynál 23 míg a foszforhiánynál 18 SPAD-értékkel nőtt a relatív klorofill tartalom a kukorica második levelében a présvíz nélküli kezeléshez képest.

A présvíz kezelés hatására minden tápelemhiányhoz képest nőtt a relatív klorofill tartalom, kivéve a Ca-hiányos kezelést. A présvíz kezelés hatására a káliumhiánynál megközelítőleg 15, a nitrogénhiánynál 19, a magnéziumhiánynál 14, a foszforhiánynál 11 SPAD-értékkel nőtt a relatív klorofill tartalom a présvíz nélküli kezeléshez képest.

3. ábra: a 20 napos tápelemhiányos (Ca, -K, -N, -Mg, -P) és présvízkezelésnek (pv) kitett kukorica második és harmadik levelében mért relatív klorofill tartalom (SPAD-érték) alakulása.

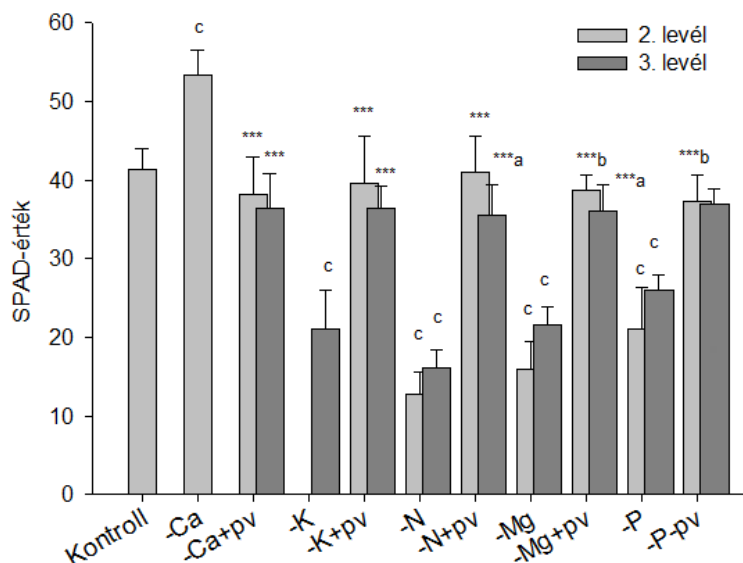


Figure 3: Effect of macro element deficiency (Ca, K, N, Mg, P) and a fluid by-product (pv) on the relative chlorophyll content of 2nd and 3rd leaf of maize (SPAD). Significant difference compared to control: $^c p < 0,001$. Significant difference compared to a treatment without fluid by-product: $^* p < 0,05$; $^{**} p < 0,01$; $^{***} p < 0,001$.

Megjegyzés: Szignifikáns különbség a kontrollhoz viszonyítva: $^c p < 0,001$. Szignifikáns különbség a pv nélküli kezeléshez viszonyítva: $^* p < 0,05$; $^{**} p < 0,01$; $^{***} p < 0,001$.

A relatív klorofill tartalom mellett mértük a fotoszintetikus pigmentek (klorofill-*a*, klorofill-*b*, karotinoidok) mennyiségét is (2. táblázat). A fotoszintetikus pigmentek mennyiségét vizsgálva megállapítható, hogy a kalciumhiányt kivéve, a présvíz kezelés pozitívan hatott a vizsgált paraméterekre.

2. táblázat: a tápelemhiányok (Ca, K, N, Mg, P) és présvíz (pv) kezelés hatása a fotoszintetikus pigmentek (klorofill-*a*, klorofill-*b*, karotinoidok) mennyiségére, mg g^{-1} , $n=3 \pm \text{S.D.}$

| kezelések (1) | klorofill- <i>a</i> (2) | klorofill- <i>b</i> (3) | karotinoidok (4) |
|---------------|------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| kontroll | 10,20 ± 1,27 | 6,59 ± 0,49 | 5,98 ± 0,85 |
| -Ca | 18,07 ± 0,36 ^c | 10,08 ± 0,81 ^a | 13,26 ± 0,47 ^c |
| -Ca+pv. | 11,81 ± 0,85 ^{***} | 3,68 ± 1,16 ^{**} | 7,72 ± 0,30 ^{***} |
| -K | 0,00 ± 0,00 ^c | 0,00 ± 0,00 ^c | 0,00 ± 0,00 ^c |
| -K+pv. | 12,83 ± 0,40 ^{***} | 4,13 ± 0,70 ^{***} | 7,62 ± 0,51 ^{***} |
| -N | 5,75 ± 0,79 ^b | 1,63 ± 0,23 ^{***b} | 4,60 ± 0,31 |
| -N+pv. | 13,20 ± 0,27 ^{***} | 4,25 ± 0,17 ^a | 8,01 ± 0,41 ^a |
| -Mg | 7,11 ± 0,26 ^a | 1,30 ± 0,08 ^c | 4,97 ± 0,32 |
| -Mg+pv. | 15,83 ± 0,35 ^{***b} | 5,65 ± 0,30 ^{***} | 10,63 ± 0,28 ^{***b} |

| | | | |
|---------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| -P | 12,68± 0,29 | 4,40± 0,41 ^a | 9,12± 0,57 ^a |
| -P+pv. | 15,99± 0,63 ^{**b} | 6,28± 0,83 [*] | 11,51± 0,67 ^{*a} |
| 3. levél (6) | | | |
| kontroll | 12,65± 0,33 | 7,58± 0,47 | 5,73± 0,15 |
| -Ca | 0,00± 0,00 ^c | 0,00± 0,00 ^c | 0,00± 0,00 ^c |
| -Ca+pv | 15,11± 0,48 ^{***b} | 5,73± 0,60 ^{***c} | 8,74± 0,57 ^{***b} |
| -K | 15,62± 2,45 | 6,40± 0,97 ^a | 9,86± 0,91 ^b |
| -K+pv. | 17,31± 0,83 ^{*c} | 8,68± 1,86 [*] | 13,07± 0,82 ^{**b} |
| -N | 3,90± 0,49 ^c | 1,02± 0,07 ^c | 2,87± 0,42 ^b |
| -N+pv. | 16,56± 0,30 ^{***c} | 7,00± 0,43 ^{***} | 11,68± 0,31 ^{***c} |
| -Mg | 2,63± 0,07 ^c | 0,29± 0,29 ^c | 3,80± 0,36 ^b |
| -Mg+pv. | 16,62± 0,46 ^{***b} | 7,06± 0,70 ^{***} | 11,75± 0,70 ^{***c} |
| -P | 11,93± 0,40 | 3,79± 0,35 ^b | 9,33± 0,74 ^b |
| -P+pv. | 17,02± 0,10 ^{***c} | 7,66± 0,32 ^{**} | 12,22± 0,35 ^{**c} |

Table 2.: Effect of macro element deficiency (Ca, K, N, Mg, P) and a fluid by-product (pv) the quantity of photosynthetic pigments. mg g⁻¹, n=3± S.D. Significant difference compared to the control: ^ap<0.05; ^bp<0.01; ^cp<0.001. Significant difference compared to the treatment without fluid by-product: *p<0.05; **p<0.01; ***p<0.001.

Megjegyzés: Szignifikáns különbség a kontrollhoz viszonyítva: ^ap<0,05; ^bp<0,01; ^cp<0,001. Szignifikáns különbség a pv nélküli kezeléshez viszonyítva: *p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001.

(1) Treatments (2) chlorophyll-a (3) chlorophyll-b (4) carotenoids (5) 2nd leaf (6) 3rd leaf

Következtetés

A présvízben található elemek koncentrációja optimálisához közelinek tekinthető, jelenleg szántóföldi felhasználása is megengedett – a jogszabályi előírások figyelembevételével. Mivel melléktermékről van, így környezetvédelmi szempontból is nagy jelentősége van a felhasználásának, ugyanis így csökken a hulladéklerakók terhelése. A száraz tömeg tekintetében a kukorica nem reagált érzékenyen a tápelemhiányos körülményekre, viszont a relatív klorofill-tartalom vizsgálatánál érzékenyebbnek mutatkozott.

A biogáz üzemi présvíz alkalmazható nem megfelelő tápanyag-ellátottságú talajokon, a műtrágyákkal együtt, vagy a műtrágyák egy részének kiváltásával.

Irodalomjegyzék

- Bartha I.- Bocz K. - Dorogi I. - Szántó P.: 1991. Biogazdálkodás, Környezetvédelem, Origo-Press Kiadó, Budapest
- 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.
- Gulyás M.- Szégyi T. - Makádi M. - Füleky Gy.: 2013. Biogázüzemi erjesztési maradékkal végzett kísérletek a mezőgazdasági felhasználás tükrében. BIOHULLADÉK 7:(1) pp. 17-21.

- Hankovszky G.*: 2011. A biogáz üzemi présvíz mezőgazdasági hasznosításának lehetőségei. BSc diplomadolgozat, DE MÉK
- Hankovszky G.- Bojtor Cs.- Nagy L.- Gombás D.- Tóth B.*: 2014. Komplementációs vizsgálatok a biogáz üzemi présvíznél. LVI. Georgikon Napok, pp. 144-152. ISBN 978-963-9639-60-7.
- Heenan, D. P., Campbell, L. C., Carter, O. G.* (1981): Inheritance of tolerance to high manganese supply in soybean. *Crop Science* 21, pp. 625-627.
- Hsiao, T. C. and Läuchli, A.* (1986): Role of potassium in plant – water relations. In 'Advances in Plant Nutrition' (B. Tinker and A. Läuchli eds.), Vol. 2. pp. 281-312. Praeger Scientific, New York.
- Kaltwasser, B. J.*: 1983. Biogáz előállítás és hasznosítás. Műszaki könyvkiadó, Budapest.
- Kurviš, A. and Kirkeby, E. A.* (1980): The uptake of nutrients by sunflower plants (*Helianthus annuus*) growing in a continuous flowing culture system, supplied with nitrate or ammonium as nitrogen source. *Z. Pflanzenernähr. Bodenk.*, 143, pp. 140-149.
- Lebandy, A., Véry, A. A., Sentenac, H.* (2007): K⁺ channel activity in plants: genes, regulations and functions. *FEBS Lett.* 581, 2357-2366.
- Makádi M. - Tomócsik A. - Orosz V.*: 2012. Digestate: A new nutrient source – Review. In: Kumar S (szerk.) *Biogas*. Rijeka: InTech, 2012. pp. 259-310. (ISBN:978-953-51-0204-5)
- Michael, G.* (1941): Über die Aufnahme und Verteilung des Magnesiums und dessen Rolle in der höheren grünen Pflanze. *Z. Pflanzenernähr. Dueng. Bodenk.* 25, pp. 65-120.
- Miller, A. J. and Cramer, M. D.* (2004): Root nitrogen acquisition and assimilation. *Plant Soil* 274, 1-36.
- Olessák D., Szabó L.* (1984): *Energia hulladékból*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest.
- Owen, A. G. and Jones, D. L.* (2001): Competition for amino acids between wheat roots and rhizosphere microorganisms and the role of amino acids in plant N acquisition. *Soil Biol. Biochem.* 33, 651-657.
- Schulz H. – Eder B.*: 2001. *Biogas – Praxis*. Ökobuch Verlag, Staufen bei Freiburg.
- Somosné Nagy A.* (2011): A kiejert fermentlé hasznosítása. *Agro napló* 2011. áprilisi szám, pp. 74.
- Wellburn, A. R.* (1994): The spectral determination of chlorophylls a and b, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolution. *J. Plant Physiol* 144, 307-313.

A szerzők levelezési címe – Address of the authors:

Hankovszky Gerda
Hajdúböszörmény
Árpád utca 13 I./1.
H-4220

Dr. Tóth Brigitta
Debreceni Egyetem MÉK
Növénytudományi Intézet
Mezőgazdasági Növénytani, Növényélettani és Biotechnológiai Tanszék

Debrecen
Böszörményi u. 138.
H-4032