

Nitrát kimosódás vizsgálata talajoszlop kísérletben

Tolner László, Kovács Attila

Szent István Egyetem, Talajtani és Agrokémiai Tanszék, H-2103 Páter Károly utca 1. Gödöllő, Hungary

Összefoglalás

Nitrogénben szegény szerves anyagot a talajba juttatva megváltozik annak egyensúlyi C/N aránya. Ennek hatására az adott szerves anyagot lebontó mikroorganizmusok a szervezetük felépítéséhez szükséges nitrogént elsősorban a talaj, növények számára felvehető, nitrogén készletéből fedezik. Ez egyrészt akadályozza a növény nitrogén felvételét, másrészt gátolja azt, hogy a nitrogén a mozgékony nitrát formában kimosódjon.

A glicerín, amely a biodízel gyártás melléktermékeként nagy mennyiségben képződik, alkalmas anyag lehet a talaj C/N arányának tudatos befolyásolására. A glicerín, az egyszerű cukrokhoz hasonló módon, könnyen elérhető táplálékforrása a talaj mikroorganizmusainak. Ez azt jelenti, hogy kis mennyiségben való alkalmazása is rövid idő alatt jelentős hatást eredményez. A glicerín tartalmú ipari melléktermék szennyezésként olyan anyagokat tartalmaz, amelyek jól hasznosulnak a talajban. Ilyen a katalizátorként alkalmazott káliumhidroxid és a növényi magvakból kioldódó természetes anyagok.

Kisméretű talajoszlopokon vizsgáltuk, hogy a glicerín kezelés hogyan befolyásolja a nitrát kimosódását. Glicerín kezelés alkalmazásával a nitrát kimosódása szignifikánsan csökkent.

Abstract

Adding nitrogen poor organic matter to soil can change the equilibrium of C/N ratio. As a result of this process the microorganisms degrade the given organic matter which plants can easily uptake from soil's nitrate source. In one hand, it inhibits nitrate uptake for plants; on the other hand it can prevent nitrate leaching from soil. Contaminated glycerol as a by-product from biodiesel production which is available in increasing amounts could be suitable to influence C/N ratio. Glycerol such as sugars represents an easily accessible source of energy for microorganisms in soil. This means that in case it is applied in low amount it can have significant effect even in a short time period. Biodiesel by-product contains glycerol and other contaminating materials which can be utilized in soil. One of these materials can be potassium hydroxide used as catalyst during the process and natural matters released from plant seeds. How glycerol influences nitrate leaching was investigated in small sized soil columns. Nitrate leaching was significantly decreased by glycerol treatment.

Bevezetés:

Talajban a nitrát, rendkívül mozgékony (TISDALE & NELSON, 1966). Jól szellőzőtt laza talajokban az egyéb nitrogénformák (ammónium-N, szerves-N) is rövid idő alatt nitráttá alakulnak. A nitrát a mélyebb talajrétegekben is

felhalmozódhat (KÁDÁR & NÉMETH, 1993), illetve továbbmosódva szennyezheti a felszín alatti vizeket (NÉMETH, 1995). Laboratóriumi körülmények között kisméretű talajoszlopokban a nitrát kimosódása különösen gyors (LÁSZTITY et al., 1994; LÁSZTITY et al., 2010). Talajba juttatott szerves anyag segítségével csökkenteni lehet a nitrát kimosódását (GRÜNER et al., 2007).

Európában biodízelként jellemzően metilalkohollal átészterezett repceolajat használnak (KOVÁCS, 2000). A gyártás során nagyságrendileg a következő anyagáramokkal lehet számolni: 100 liter növényolajhoz 25 liter metilalkoholt adnak és felhasználnak 0,8 kg káliumhidroxidot, mint katalizátort. Az átészterezés eredményeképpen 75 liter biodízelt és 25 liter szennyezett glicerint kapnak (WILKIE, 2008). Még szennyezettebb glicerint kapnak a használt sütőzsiradékok felhasználásakor (KOVÁCS et al., 2012). Ez a szennyezett glicerint csak költséges tisztítást (KOVÁCS, 2011) követően válhat olyan tisztává, hogy alkalmassá váljon a glicerint hagyományos kozmetikai és vegyipari felhasználásra céljára. A biodízelgyártás során keletkező glicerint szennyezettsége növényi eredetű jellemzően fehérjéket és szénhidrátokat tartalmaz. Ez a "szennyezés" a talajba juttatva hasznos a talaj termékenységét javító anyagokat jelenti.

A biodízelgyártás során keletkezett glicerint a talaj mikroorganizmusai tápanyagként képesek hasznosítani (PAPANIKOLAOU et al., 2008; TEMUDO et al., 2008). A mikroorganizmusok képesek arra, hogy a talajba juttatott glicerint értékes anyagokká alakítsák (BARBIRATO et al., 1998; JOHNSON & TACONI, 2007; YAZDANI & GONZALEZ, 2007).

A szénhidrátok és az azokhoz hasonló szerves anyagok jelentős hatást gyakorolnak a talaj tápanyag-szolgáltató képességére (GULYÁS & FÜLEKY, 1994). A hatás elsősorban a nitrogén mozgékonyságának befolyásolásában jelentkezik azzal, hogy a talajba juttatott glicerint megváltoztatja a talajban a szén-nitrogén arányt (C/N). A C/N arány szerves anyag talajba juttatásával jelentősen megváltoztatható. Növelése a talaj nitrogéntartalmának átmeneti immobilizálását eredményezi (Tisdale and Nelson, 1966). A glicerint könnyen felvehető és felhasználható szénforrás a mikroorganizmusok számára (LEE et al., 2001; TICKELL, 2003). A glicerint a mikrobiális aktivitás növelésével is hozzájárul a talaj tápanyagkészletének felvehetővé válásához. A mikrobák által immobilizált növény által felvehető ásványi nitrogénformák megkötődése csak átmeneti, mert ezek a későbbiekben újra mobilizálódnak (TOLNER et al., 2010). A glicerint növeli a talaj tápanyagtároló képességét és segíti a tápanyagok adszorpcióját.

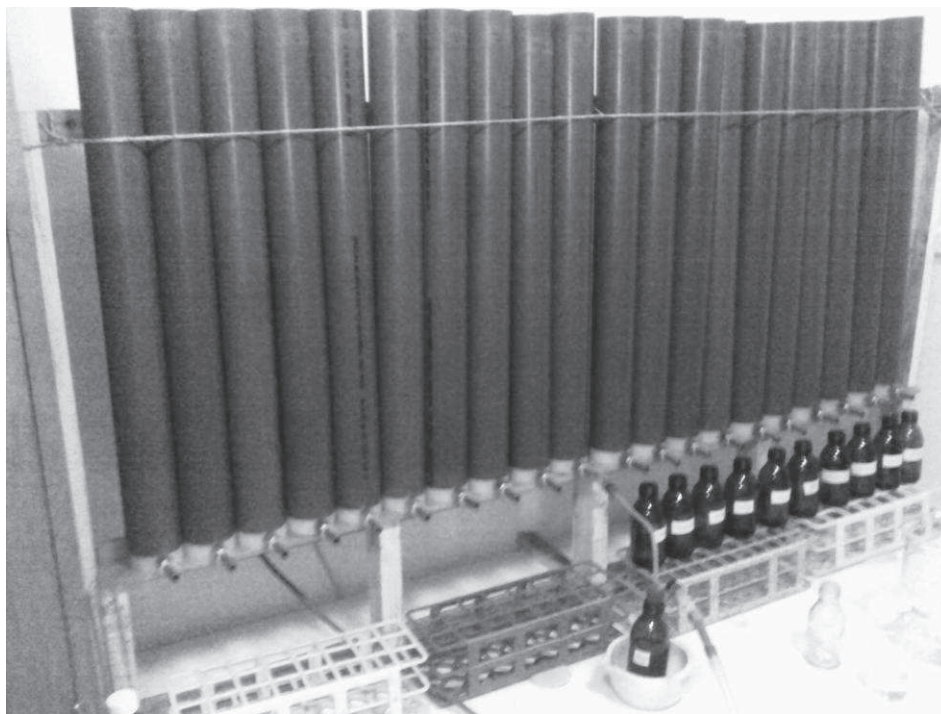
A nagy szervesanyag-tartalmú mezőgazdasági és ipari melléktermékek környezetkímélő ártalmatlanítása gyakran összekapcsolható talajjavító és tápanyag-utánpótlási technológiákkal (TÓTH et al., 2011). Tartamkísérletek talajainak vizsgálatával igazolható, hogy a talajok szerves szén- és ásványi nitrogéntartalma egymással összefügg (VÁGÓ et al., 2005). A különbségek a

talajok mikrobiológiai aktivitásában is tükröződnek (KÁTAI et al., 2005). Cellulóz és műtrágya nitrogén kölcsönhatását tanulmányozták a mikrobiális bontás során keletkező széndioxid kinetikájának vizsgálatával (SZEGI et al., 1988). A biodízelgyártás során keletkezett glicerín alkalmas anyag lehet a talaj termőrétegéből történő nitrátkimosódás akadályozására (TOLNER et al., 2012).

Vizsgálati anyag és módszer

Kétféle talajjal végeztük a kísérleteket. Az egyik talaj egy meszes homoktalaj Főtről. A talaj fontosabb jellemzői: $K_A=27$, $\text{CaCO}_3\%=8\%$, $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})=8,2$, $\text{H}\%=1,4\%$, $\text{AL-P}_2\text{O}_5=95$ ppm, $\text{AL-K}_2\text{O}=120$ ppm. A másik talaj egy csernozjom talaj Józsefmajorból. A talaj fontosabb jellemzői: $K_A=43$, $\text{CaCO}_3\%=0\%$, $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})=6,5$, $\text{H}\%=3,8\%$, $\text{AL-P}_2\text{O}_5=210$ ppm, $\text{AL-K}_2\text{O}=170$ ppm.

A kísérleteket 20 talajoszloppal végeztük. Az oszlopokat tartalmazó PVC csövek átmérője 72,5 mm hossza 1000 mm. A csövek alján kivezetőkkel ellátott polietilén dugók voltak ezek fölött porózus üvegszűrő akadályozta meg a talaj kimosódását. Egy-egy talajoszlop 1000 g talajt tartalmazott. A talajoszlopok aljáról 10 alkalommal vettünk 100-100 cm³ oldatmintát a csövek alján levő kivezetőkön keresztül vettük vákuum alkalmazásával (1. ábra).



1. ábra A vizsgálatokhoz használt 20 db talajoszlop, és mintavétel a 10. oszlopból.

Az első mintavételre a kezelést követő 3. napon került sor. Az első 3 mintavétel között 12 a továbbiak között 24 óra telt el.

A kezelést követően a következő időpontokban vettük a mintákat:

72, 84, 96, 114, 138, 162, 186, 210, 234, 258 óra.

A mintavételeket megelőzően az oszlopok tetejére 100-100 cm³ desztillált vizet töltöttünk. A vizsgálatokat 5 féle kezelés alkalmazásával (1. táblázat) 2-2 ismétlésben végeztük.

1. táblázat A talajtömegre vonatkoztatott kezelések

Jelölés	N mg.kg ⁻¹	C mg.kg ⁻¹
H0	0	0
HN5	500	0
HG	0	500
HN1G	100	500
HN5G	500	500

Nitrogénkezeléshez (N) kálium nitrátot (KNO₃), a C kezeléshez a glicerín széntartalmát számítottuk. A kezelést követő 2 napos érleléshez beállított nedvességtartalom a K_A 60%-nak megfelelő volt.

A kifolyó oldatok nitrát-tartalmát Parnass-Wagner desztilláló berendezés segítségével határoztuk meg. A nitrát redukálásához Fe⁺⁺ iont alkalmaztunk Cu⁺⁺ katalízis mellett.

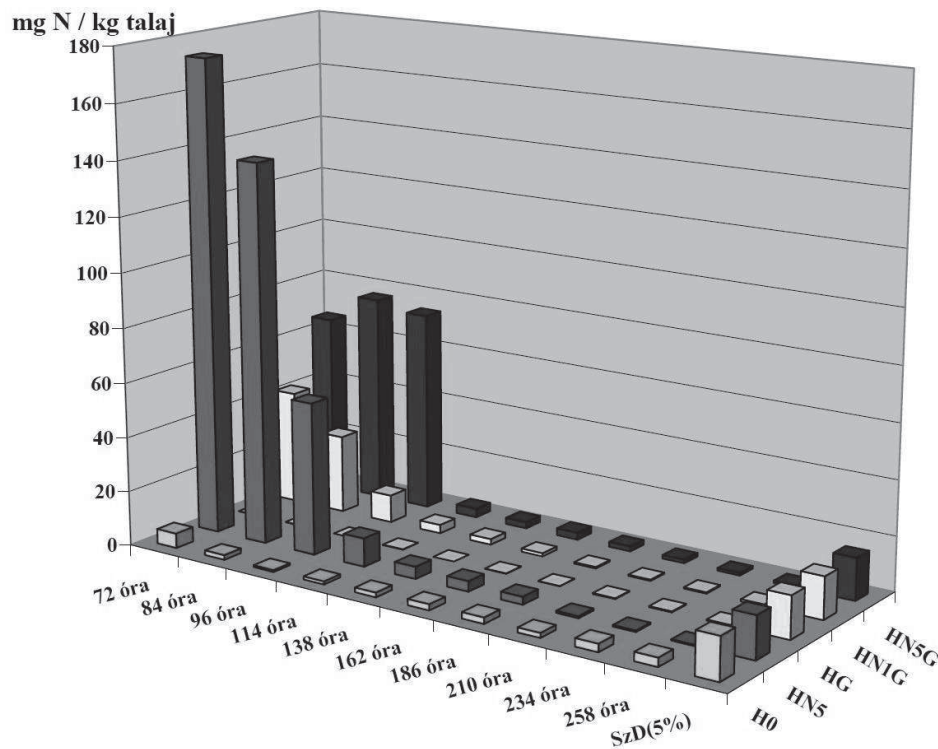
Az oldatok glicerintartalmát törésmutató méréssel, CARL ZEISS F1 refraktométerrel határoztuk meg.

Az értékeléshez Microsoft Office Excel Makróban készített varianciaanalízis programot használtunk (AYDINALP et al., 2010; SIPOS et al., 2009; Vágó et al., 2008). A program of SVÁB (1981) algoritmus alapján készült.

Vizsgálati eredmények

A kísérlet adatait talajonként értékeltük 2 tényezés varianciaanalízis alkalmazásával.

Homoktalaj esetén a nullától eltérő szignifikáns nitrát tartalmakat csak a HN5, HN1G és HN5G kezelések esetén kaptunk (2. ábra).



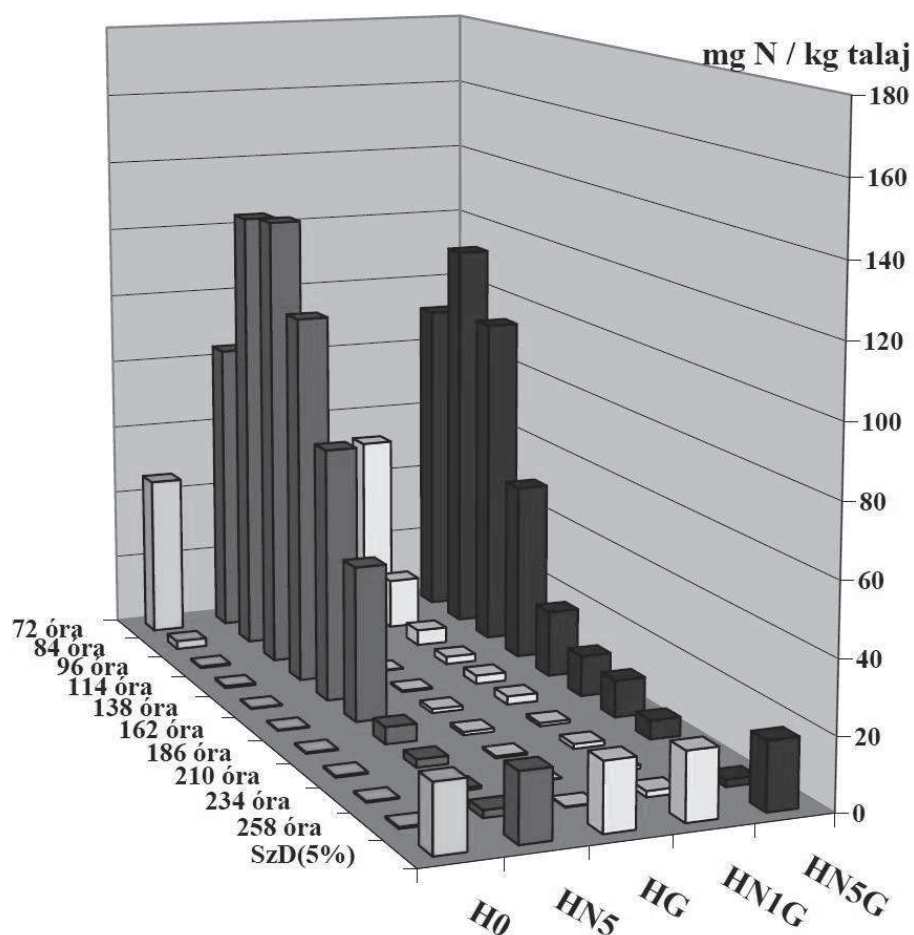
2. ábra. Homoktalajjal töltött talajoszlopokból kimosódott nitrogén mennyiségek időbeli függése a különböző kezelések függvényében.

Glicerinkezelés nélkül az 1 kg talajhoz adott 500 mg N (HN5) közel 40%-a már az első mintavételi alkalommal (72 óra) kimosódott. A fokozatosan csökkenő mennyiségek után a 4. mintavételi alkalomtól (114 óra) már a további mintavételek során kimosódott nitrogénmennyiségek nem tértek el szignifikánsan a nullától.

Ha az 500 mg N kezelés mellett még glicerinkezelést is alkalmaztunk (HN5G), az első 3 mintavételi alkalommal egymástól szignifikánsan nem eltérő módon a N kezelés 12-15%-a mosódott ki. A 4. mintavételi alkalomtól (114 óra) már a további mintavételek során kimosódott nitrogénmennyiségek ebben az esetben sem tértek el szignifikánsan a nullától.

100 mg N kezelés és glicerín kezelés együttes alkalmazása (HN1G) a kimosódott nitrogén mennyisége arányosan kevesebb.

Csernozjom talaj (Vályog) esetén a nitrogénkezelést nem csak glicerinkezelést kapott talajoszlopokról (HG) kimosódott nitrát mennyisége nem tért el szignifikánsan a nullától (3. ábra).



3. ábra. Csernozjom talajjal (Vályog) töltött talajoszplopokból kimosódott nitrogén mennyiségek időbeli függése a különböző kezelések függvényében.

A kezeletlen kontroll talajoszplopokból a talaj ásványi nitrogéntartalma már az első mintavétel során (72 óra) kimosódott.

Glicerinkezelés nélkül az 1 kg talajhoz adott 500 mg N (HN5) közel 5%-a mosódott ki az első mintavételi alkalommal (72 óra). A következő két alkalommal (84, 96 óra) a kimosódott nitrogén mennyisége megnőtt, majd fokozatosan csökkent (114, 138, 162 óra). A fokozatosan csökkenő mennyiségek után a 7. mintavételi alkalomtól (186 óra) már a további mintavételek során kimosódott nitrogénmennyiségek nem tértek el szignifikánsan a nullától.

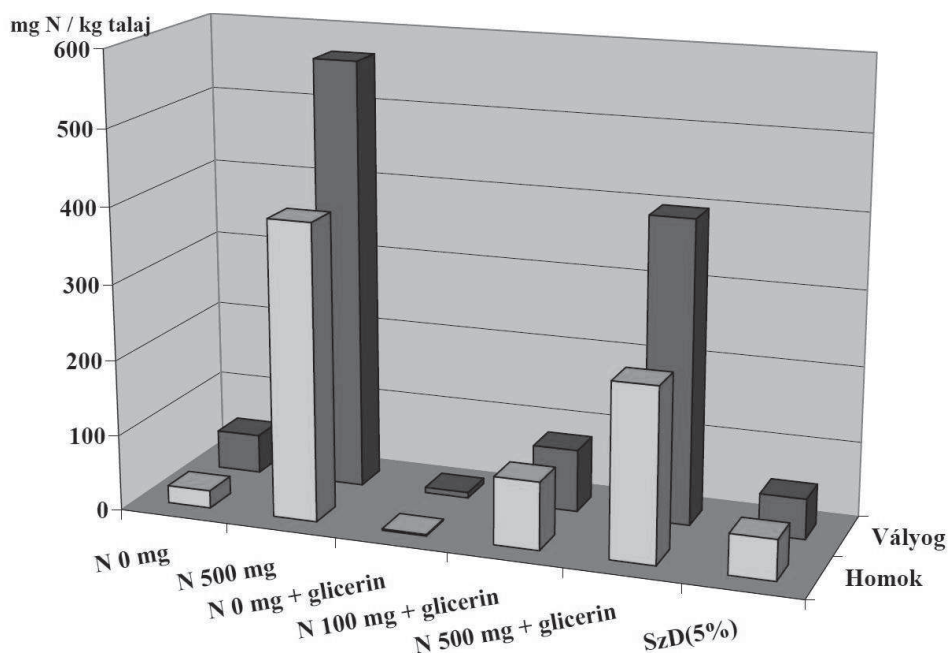
Ha az 500 mg N kezelés mellett még glicerinkezelést is alkalmaztunk (HN5G), a nitrogénkimosódás csökkent, és már a 5. mintavételi alkalomtól (138 óra) a nullától szignifikánsan nem eltérő mértékre csökkent.

100 mg N kezelés és glicerin kezelés együttes alkalmazása (HN1G) a kimosódott nitrogén mennyisége nem tér el szignifikánsan a kezeltlen kontroll esetében mért adatoktól.

Vizsgálati eredmények értékelése, megvitatása, következtetések.

A tíz alkalommal vett minták nitrogéntartalmát összesítve kiszámítható, hogy a 258 óráig (10,5 napig) tartó kísérlet során mennyi nitrát mosódott ki a talajoszlopoktól. A két talaj viselkedésének összehasonlítása érdekében 3 tényezős varianciaanalízist végeztünk.

A 4. ábrán látható, hogy glicerin alkalmazása nélkül a vizsgált csernozjom talajból (Vályog) kilúgozódott a hozzáadott 500 mg N teljes mennyisége, míg a homoktalaj (Homok) esetében csak közelítőleg a 80%-a.



4 ábra. A kísérlet során összesen kilúgozódott nitrogén mennyisége.

Ha az 500 mg N kezelés mellett glicerinkezelést is alkalmaztunk, akkor csernozjom talaj (Vályog) esetében a kilúgozódott a nitrogén mennyisége a hozzáadott 500 mg nitrogénnek kevesebb, mint 80%-ra csökkent, míg homoktalaj (Homok) esetében már közelítőleg 40%-ra csökkent.

Összefoglalóan megállapítható, hogy a glicerinkezelés jelentős mértékben, csökkentette a talajoszlopon átfolyó oldat nitrát tartalmát. A hatás arra utal, hogy a kezelések kedvező feltételeket biztosítottak mikrobiális tevékenység számára, így a bevitt nitrogén jelentős része immobilizálódott.

Köszönetnyilvánítás

Kutató munkánkat a TECH-09-A4-2009-0133, BDREVAM2 „Fenntartható biodízel technológia és hozzáadott értékű melléktermékek” című pályázat támogatta.

Irodalomjegyzék

- AYDINALP, C., FÜLEKY, GY., TOLNER, L. 2010. The Comparison Study of Some Selected Heavy Metals in the Irrigated and Non-Irrigated Agricultural Soils. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, **16**. 754-768.
- BARBIRATO, F., CONTE, T., BORIES, A. 1998. 1,3-propanediol production by fermentation: An interesting way to valorize glycerole from the ester and ethanol industries – Industrial Corps and Products, **7**. 281-289.
- GRÜNER, A., KÖPPEN, D., VÁGÓ I. 2007. Lysimeterversuch zum Nitrataustrag mit dem Sickerwasser in unterschiedlichen Bodennutzungssystemen. *Z. Pflanzenbauwissenschaften*, **11**. 12-19.
- GULYÁS, F. & FÜLEKY, GY. 1994. C- and N-transformation dynamics in the soil. *Die Bodenkultur Journal für landwirtschaftliche Forschung*, **1994**. 313-318.
- JOHNSON, D.T. & TACONI, K.A. 2007. The glycerol glut: Options for the value added conversion of crude glycerol resulting from biodiesel production. *Environmental Progress*, **26**. 338-348.
- KÁDÁR, I. & NÉMETH, T. 1993. Study on nitrate leaching in long-term fertilization trial. *Növénytermelés*, **42**. 331-338
- KÁTAI, J., VÁGÓ, I., LUKÁCSNÉ VERES E. 2005. Relationships between the carbon content and some microbial characteristics in the different soil types. *Cereal Research Communications*, **33**. 389-392.
- KOVÁCS, A. 2000. Biodízel Technológia. Nádasy Nyomda és Kiadó Kft., Balatonalmádi, 168. p.
- KOVÁCS, A., CZINKOTA, I., TÓTH, J. 2012. Improving acid number testing of biodiesel feedstock and Product. *Journal of the American Oil Chemists Society*, **89**. 409-417.
- KOVÁCS, A. 2011. Aspects of refining biodiesel byproduct glycerin. *Petroleum & Coal*, **53**. 91-97.
- LÁSZTITY, B., BICZÓK, G., JÁKI, I. 2010. Nitrate desorption analysis on pseudomycelial chernozem soil. *Agrokémia és Talajtan*, **59**. 249-254.
- LÁSZTITY, B., JÁKI, I., BICZÓK, G. 1994. Nitrate desorption studies on calcareous sandy soil. *Növénytermelés*, **43**. 327-332.
- LEE, P.C., LEE, W.G., LEE, S.Y., CHANG, H.N. 2001. Succinic acid production with reduced by-product formation in the fermentation of *Anaerobiospirillum succiniciproducens* using glycerol as a carbon source. *Biotechnology & Bioengineering*, **72**. 41-48.
- NÉMETH T. 1995. Nitrogen in Hungarian soils - nitrogen management relation to groundwater protection. *Journal of Contaminant Hydrology*, **20**. 185-208.

- PAPANIKOLAOU, S., FAKAS, S., FICK, M., CHEVALOT, I., GALIOTOU-PANAYOTOU, M., KOMAITIS, M., AGGELIS, I.M., AGGELIS, G. 2008. Biotechnological valorisation of raw glycerol discharged after bio-diesel (fatty acid methyl esters) manufacturing process: Production of 1,3-propanediol, citric acid and single cell oil Biomass and Bioenergy, **32**. 60-71.
- SIPOS, M., KINCSES, I., BERTA SZABÓ, E. 2009. Study of the effect of limiting production factors – hybrid, nutrient-supply level and irrigation – on the yield and starch-content of maize (*Zea mays* L.) Cereal Research Communications, **37**. 145-149.
- SVÁB, J. 1981. Biometriai módszerek a kutatásban. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- SZEGI, J., GULYÁS, F., FÜLEKY, GY., TOLNER, L. 1988. Influence of NPK fertilization and cellulose application on the CO₂ production of soils. Ztbl. Mikrobiol., **143**. 303-308.
- TEMUDO, M.F., POLDERMANS, R., KLEEREBEZEM, R., VAN LOOSDRECHT, M.C.M. 2008. Glycerol fermentation by (open) mixed cultures: A chemostat study. Biotechnology and Bioengineering, **100**. 1088–1098.
- TICKELL, J. 2003. From the fryer to the fuel tank; The complete guide to using vegetable oil as an alternative fuel. Joshua Tickell Media Production, 1000 Bourbon St. #354, New Orleans LA 70116, 165. p.
- TISDALE, S. & NELSON, W. 1966. Soil fertility and fertilizers. Macmillan Company, New York.
- TOLNER, L., CZINKOTA, I., SÁNDOR, G., TOLNER, K. 2010. Testing the effect of redirected glycerol by-products on the nutrition providing ability of the soil. In: Gilkes RJ, Prakongkep N, editors. Proceedings of the 19th World Congress of Soil Science; Soil Solutions for a Changing World; ISBN 978-0-646-53783-2; Published on DVD; <http://www.iuss.org>; Symposium 3.3.1; Integrated nutrient management; 2010 Aug 1-6. Brisbane, Australia: IUSS; 2010, pp.298-301.
- TOLNER, L., RÉTHÁTI, G., KOVÁCS, A. 2012. Examination of an alternative way to prevent nitrate leaching in soil by using glycerol as a biodiesel by-product. XI. Alps-Adria Scientific Workshop Smolenice, Slovakia, Növénytermelés **61**. Suppl. 267-270.
- TÓTH, B., LÉVAI, L., VÁGÓ, I., VERES, S. 2011. Possible use of renewable industrial by-products in environmentally- friendly agricultural production. International Proceedings of Chemical and Environmental Engineering, **21**. 124-128.
- VÁGÓ, I., TOLNER, L., EICHLER-LÖBERMANN, B., CZINKOTA, I., KOVÁCS, B. 2008. Long-term effects of liming on the dry matter production and chemical composition of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.). Cereal Res. Commun., **36**. 103-106.
- WILKIE, A.C. 2008. Biomethane for Biomass, Biowaste, and Biofuels – In :Wall, J.D.-Harwood, C.S.-Demain, A.: Bioenergy-ASM Press, 1752 N St., N.W., Washington, DC 20036-2904, U.S.A 195-205. p.
- YAZDANI, S.S. & GONZALEZ, R. 2007. Anaerobic fermentation of glycerol: A path to economic viability for the biofuels industry. Current Opinion in Biotechnology, **18**. 213–219.