

# Tápanyag-utánpótlást vizsgáló tartamkísérlet energetikai célra termesztett fűzzel Nyíregyházán

## Bevezetés

Mivel a világ könnyen kitermelhető foszforos energiahordozó-készletei kimerülőben vannak, a folyamatosan emelkedő széndioxid-kibocsátás pedig globális felmelegedéssel fenyeget, ezért a gazdaságilag fejlett országokban is előtérbe került ismét a biomassza energetikai célra történő hasznosítása. Olyan növénykultúrát tekintünk *energiaültetvénynek*, amelyet elsődlegesen biomassza-termelés és energetikai felhasználás céljából telepítettek (Blaskó, 2008). Hazánkban az éves szinten termelődő biomassza mennyisége 105-110 millió tonna, melynek energiataralma közel 1.200 PJ/év (Gyulai, 2009). Az energetikai ültetvények mezőgazdasági hasznosításból kivont területeken jönnek létre ott, ahol a talajadottságok és a termőhelyi körülmények nem teszik lehetővé a hatékony mezőgazdálkodást. Országosan 400-500 ezer hektár szántóterület nem alkalmas hagyományos élelmiszer vagy takarmány célú növénytermesztésre, Szabolcs-Szatmár-Bereg megyében 2012-ben, 4300-5700 hektár volt tartósan pihentetett (Kondor, 2015). Hazánkban 2015-ben 7023 hektár energiaültetvényt tartottak nyilván (Szabolcs-Szatmár-Bereg megyében mindössze 141 hektárt), ebből 5867 hektár volt fás szárú (nyár, fűz, akác) és 1156 hektár lágyszárú (energiafű, kínai nád). Az átlagos táblaméret mindössze 4-5 hektár volt (KSH, 2015). Az energia-növények termesztése vidékfejlesztési szempontból is perspektivikus, mivel a hátrányos helyzetű régiókban gondozásuk nem csak munkát biztosít a helyi lakosok számára, hanem egyúttal a keletkező biomassza elégetésével csökkentheti az önkormányzatok, illetve a lakosság fosszilis energiahordozóktól való függőségét.

## Irodalmi áttekintés

A rövid vágásfordulójú, fás szárú energetikai ültetvényekbe hazánkban telepíthető alapfajok közül (ld. 45/2007 (VI. 11.) FVM rendelet) – nagy hozama és energiaszolgáltató-képessége miatt – kiemelkedik az energetikai célra termesztett

fűz (*Salix sp.*), vagy röviden „energiafűz” (1. ábra). A fűz jól sarjadzik, 2-4 méter hosszú vesszői akár évente betakaríthatóak, a vesszőhozam elérheti a 10-12 t szárazanyag/ha/év értéket. Az egyenesen nagy hozam elérésére képes állomány kialakításához azonban megfelelő mértékű és kiegyensúlyozott tápanyag-ellátásra van szükség a talajban. Mivel az energiafűz akár 15-20 éven át folyamatosan egy helyben termesztendő az energiaültetvényekben, ezért gondoskodni kell a talajok rendszeres tápanyag-utánpótlásáról (Gyuricza, 2011). Talajerő-utánpótlásra a vesszők téli betakarítása után – 1-3 évente – kora tavasszal van lehetőség. Az energianövények biomassza hozama a talajba kijuttatott szerves és szervetlen trágyákkal, különféle ásványi adalékanyagokkal, hamuval és biohulladékokkal is serkenthető (Simon et al., 2016a, 2016b).



1. ábra: Kísérleti energiafűz ültetvény Nyíregyházán (Fotó: Dr. Simon László)

Az energiafűz tápanyag-igényét, ásványi táplálkozását, táp- és toxikus elem-felvételét, növényélettani reakcióit és hozamát, illetve a talaj fizikai és kémiai tulajdonságait, a talajlégzést, valamint a kijuttatott trágyaszerek lemosódását (a talajvíz nitrát- és foszfát koncentrációját) 2008 óta tanulmányozzuk szabadföldi kísérletekben Nyíregyházán.

Ebben a közleményünkben a 2011 óta rendszeresen a talajba juttatott műtrágyák, bio- és ásványi hulladékok, illetve adalékanyagok tartamhatását mutatjuk be az energiafűz hozamára (betakarítható nedves fűzvessző tömegére).

## Anyag és módszer

Szabadföldi tartamkísérletet állítottunk 2011 áprilisában energetikai célra termesztett fűzzel (*Salix triandra x Salix viminalis* „Inger”; licenz-tulajdonos: Lantmännen Agroenergi AB, Svédország; forgalmazó Holland-Alma Kft., Pircse) a Debreceni Egyetem Agrártudományi Központ Nyíregyházi Kutató Intézetének kísérleti telepén. A kísérlet Nyíregyházán, a Westsik Vilmos utca és a repülőtér között helyezkedik el 0,4 hektáron, csatornakotrású iszappal eltemetett kovárványos barna erdőtalajon (2. ábra).



2. ábra: Energiafűzzel beállított tartamkísérlet elhelyezkedése Nyíregyházán (Forrás: Google Maps)

A 4 ismétléssel beállított szabadföldi kísérletben valamennyi kísérleti parcella nettó 27 m<sup>2</sup> alapterületű volt, melyeken belül 40-40 fűzbokor helyezkedik el, 0,75 m-es sortávolsággal és 0,6 m-es tőtávolsággal, két 1,5 méteres távolsággal kialakított ikersorban.

A talaj legfelső, 0-25 cm-es rétegét 2011-2016 között fejtrágyaként, évente *nitrogéntartalmú műtrágyákkal* (ammónium-nitrát, karbamid, kénes karbamid – 100 kg/ha), 2011-, 2013- és 2016-ban *biohulladékokkal* (települési biokomposzt (TBK) – 20 t/ha; települési szennyvíziszap komposzt (TSZK) – 15 t/ha), *ásványi hulladékkal* (fűzhamu (FH) – 600 kg/ha), illetve *ásványi adalékanyaggal* (riolittufa (RT) – 30 t/ha), valamint ezek kombinációjával *kezeltük* (3. ábra). A kontroll parcellák nem részesültek semmilyen talajkezelésben 2011 óta.

A *vesszőhozamot* 2013 januárjában (19 hónappal az első talajkezelések után), illetve 2016 január-februárjában (32-33 hónappal a talajadalékok máso-



dik alkalommal történt kijuttatása után mértük. A kísérleti parcellákban ekkor az összes – lomb nélküli – fűzveszőt kivágtuk, a vesszőket soronként összekötöttük, majd hordozható táramérleggel külön-külön megmértük a parcellákon belül található négy sor fűzveszőinek nedves össz tömegét. Mindezt mind a 4 független ismétlést képző parcella esetén megismételtük, így kezelésenként 16 mérési adatunk keletkezett. Mivel 2016-ban már nem volt minden sorban egy ségesen 10-10 fűzbokor, a ténylegesen betakarított nedves vessző össz tömeget számításokkal 10 bokorra korrigáltuk, illetve azokat a sorokat, ahol a szélhatás miatt irreálisan nagy volt a vesszőhozam (160 fűz sorból 5 esetén), kivettük az értékelésből. Ez esetben a másik 3 sor hozamátlagával számoltuk ki a korrigált nedves vesszőhozamot (kg/27 m<sup>2</sup>-es parcella) 4 sorra vonatkoztatva.

A 2013-as, illetve 2016-os fűzvesző betakarításakor (átlagminták alapján), szárítószekrényben 105 °C-on tömegállandóságig történő szárítással, megállapítottuk a fűzveszők aktuális nedvesség-, illetve szárazanyag-tartalmát.

A mérési adatok statisztikai elemzését SPSS 21 szoftver alkalmazásával, variancia-analízis segítségével (ANOVA) Tukey b-tesztel végeztük el.

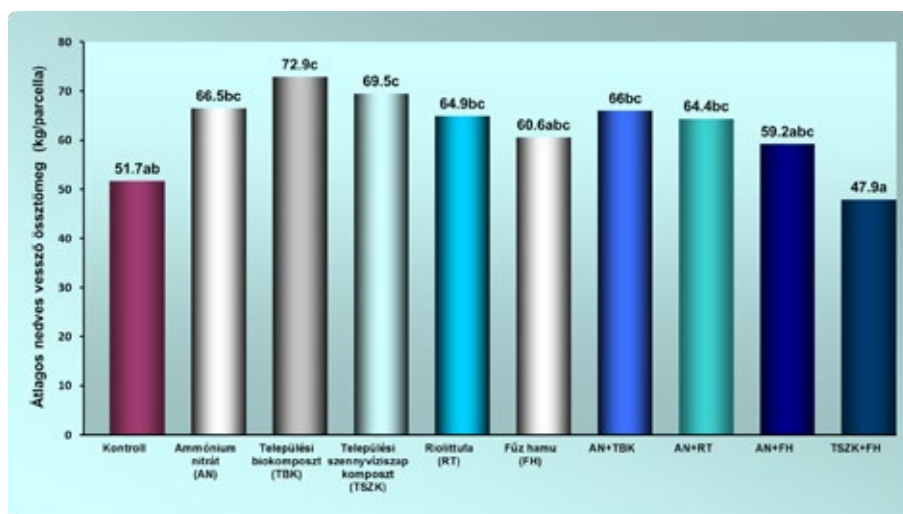
### Eredmények és értékelésük

A 4. ábrán mutatjuk be, hogy a talajba kijuttatott anyagok milyen hatást gyakoroltak az energiafűz vesszőtömegére az első betakarításakor 2013 januárjában. A TSZK+FH kijuttatást kivéve valamennyi talajkezelés a kontrollénál nagyobb (+14,5%...+41,1 %) nedves vesszőtömeg kialakulását eredményezte. Ez a növekmény a TBK (+41,1 %), illetve a TSZK (+34,4 %) kijuttatása esetén volt statisztikailag szignifikáns (4. ábra). 2013 januárjában a fűzveszők nedvességtartalma 47,1–49,4 % között változott (azaz a betakarított vesszők szárazanyag-tartalma 50,6–52,9 % volt), melyet a kezelések nem befolyásoltak. A bokrok leghosszabb vesszőinek magassága a mérések idején 336 centimétertől 540 centiméterig változott.

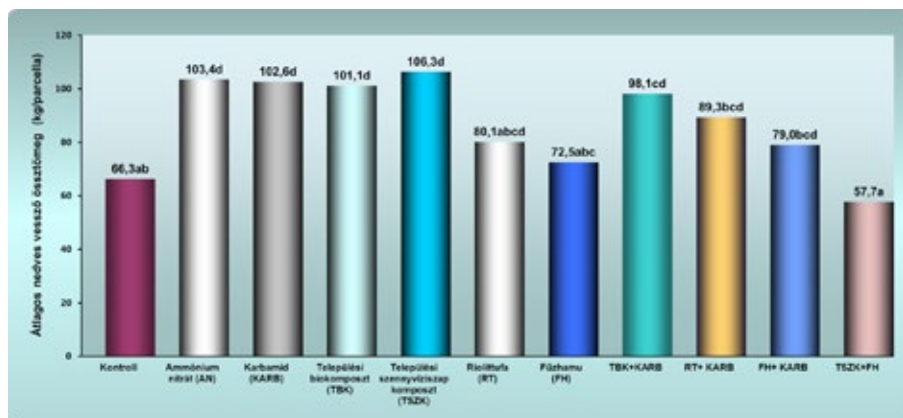
Az 5. ábra szemlélteti a betakarított, levél nélküli fűzveszők nedves tömegét 2016-ban a 27 m<sup>2</sup>-es kísérleti parcellákon.

I/1 KONTROLL	III/1 KÉNES KARBAMID (2013-ig ammónium-nitrát, 2014-2015 karbamid)	III/1 BOKKOMPOSZT	IV/1 SZENNYVÍZISZAP KOMPOSZT	VI/1 RIOLITTUFA
VI/1 FÜZHAMU	VII/1 BOKKOMPOSZT+KÉNES KARBAMID (2013-ig ammónium-nitrát, 2014-2015 karbamid)	VIII/1 SZENNYVÍZISZAP KOMPOSZT+FÜZHAMU	IX/1 FÜZHAMU+KÉNES KARBAMID (2013-ig ammónium-nitrát, 2014-2015 karbamid)	XI/1 RIOLITTUFA+KÉNES KARBAMID (2013-ig ammónium-nitrát, 2014-2015 karbamid)
IX/2 FÜZHAMU+KÉNES KARBAMID (2013-ig ammónium-nitrát, 2014-2015 karbamid)	VII/2 BOKKOMPOSZT+KÉNES KARBAMID (2013-ig ammónium-nitrát, 2014-2015 karbamid)	X/2 RIOLITTUFA+KÉNES KARBAMID (2013-ig ammónium-nitrát, 2014-2015 karbamid)	VI/2 RIOLITTUFA	VIII/2 SZENNYVÍZISZAP KOMPOSZT+FÜZHAMU
III/2 BOKKOMPOSZT	VI/2 FÜZHAMU	I/2 KONTROLL	IV/2 SZENNYVÍZISZAP KOMPOSZT	II/2 KARBAMID (2011-2015 ammónium-nitrát)
X/3 RIOLITTUFA+KÉNES KARBAMID (2013-ig ammónium-nitrát, 2014-2015 karbamid)	IX/3 FÜZHAMU+KÉNES KARBAMID (2013-ig ammónium-nitrát, 2014-2015 karbamid)	VIII/3 SZENNYVÍZISZAP KOMPOSZT+FÜZHAMU	VII/3 BOKKOMPOSZT+KÉNES KARBAMID (2013-ig ammónium-nitrát, 2014-2015 karbamid)	VI/3 FÜZHAMU
VI/3 RIOLITTUFA	IV/3 SZENNYVÍZISZAP KOMPOSZT	III/3 BOKKOMPOSZT	II/3 KARBAMID (2011-2015 ammónium-nitrát)	I/3 KONTROLL
VII/4 BOKKOMPOSZT+KÉNES KARBAMID (2013-ig ammónium-nitrát, 2014-2015 karbamid)	VI/4 RIOLITTUFA	IX/4 FÜZHAMU+KÉNES KARBAMID (2013-ig ammónium-nitrát, 2014-2015 karbamid)	III/4 BOKKOMPOSZT	XI/4 RIOLITTUFA+KÉNES KARBAMID (2013-ig ammónium-nitrát, 2014-2015 karbamid)
I/4 KONTROLL	VIII/4 SZENNYVÍZISZAP KOMPOSZT+FÜZHAMU	II/4 KÉNES KARBAMID (2013-ig ammónium-nitrát, 2014-2015 karbamid)	VI/4 FÜZHAMU	IV/4 SZENNYVÍZISZAP KOMPOSZT

3. ábra: Talajkezelések (2011-2016) az energiafűzzel beállított tartamkísérletben Nyíregyházán



4. ábra: Különböző talajkezelések hatása az energiafűz nedves vesszőhozamára az első betakarításakor (szabadföldi kísérlet, Nyíregyháza, 2013. január). Variancia-analízis. Tukey-féle b-teszt. A különböző betűindexet kapott értékek szignifikánsan (p<0,05) különböznek egymástól.



5. ábra: Különböző talajkezelések hatása az energiafűz nedves vesszőhozamára a második betakarításakor (szabadföldi kísérlet, Nyíregyháza, 2016. február). Variancia-analízis. Tukey-féle b-teszt. A különböző betűindexet kapott értékek szignifikánsan (p<0,05) különböznek egymástól.

**1. táblázat:** Különböző talajkezelések hatása az energiafűz (*Salix triandra* x *Salix viminalis* cv. Inger) hozamparamétereire (szabadföldi kísérlet, Nyíregyháza; fűz ültetése: 2011. április; talajadatok kijuttatása: 2011. június és 2013. május; ammónium-nitrát fejtrágyázás: 2011-2015. május-június, karbamid fejtrágyázás 2014. május és 2015. június; fűzveszők betakarítása: 2016. január-február).

Kezelések (2011-2015)	Számított nedves vesszőhozam (t/ha/3 év)	Számított nedves vesszőhozam (t/ha/év)	Relatív %
Kontroll	24,56	8,19	100
Ammónium-nitrát (AN)	38,30	12,77	156
Karbamid (KARB)	38,00	12,67	155
Települési biokomposzt (TBK)	37,44	12,48	152
Települési szennyvíziszap komposzt (TSZK)	39,37	13,12	160
Riolittufa (RT)	29,67	9,89	121
Fűzhamu (FH)	26,85	8,95	109
TBK+KARB	36,33	12,11	148
TSZK+FH	21,37	7,12	87
RT+KARB	33,07	11,00	134
FH+KARB	29,26	9,75	119

Ebből extrapolálva számoltuk ki a nedves vesszőhozamot 3 évre, 1 hektárra vetítve (t/ha/3 év), illetve a nedves vesszőhozamot 1 évre vetítve (t/ha) (ld. 1. táblázat). A száraz vesszőhozam ennek kb. a fele volt, ugyanis a betakarított vesszők nedvességtartalma 50-53 % között változott.

2016 telén a legnagyobb vesszőhozamot az AN-tal (+56 %), KARB-dal (+55 %), TBK-tal (+52 %), és a TSZK-tal (+60 %), illetve a TBK+KARB-dal (+48 %) kezelt kultúrákban mértük. A kontroll kultúrák 2011 óta semmilyen tápanyag-utánpótlásban nem részesültek, így nem meglepő, hogy a fenti talajadatok, illetve fejtrágyák kijuttatása esetén a hozamnövekedés elérte a 48-60 %-ot. A riolittufa önmagában 21 %-kal, karbamiddal együtt kijuttatva pedig 34 %-kal növelte meg a nedves vesszőhozamot, ez azonban nem bizonyult a kontrollhoz képest statisztikailag szignifikánsnak. Legkevesebb előnyös a települési szennyvíziszap komposzt és a fűzhamu együttes kijuttatása volt, itt már enyhe termésdepresszió (-13 %) tapasztaltunk.

### Következtetések, javaslatok

Mérési adataink alapján egyértelművé vált, hogy a fűzvesző hozamot – az évenkénti nitrogén fejtrágyázások mellett – leginkább azok a biohulladékok

(TBK, TSZK) emelik meg jelentősen, melyek szervesanyag- illetve nitrogéntartalma, valamint egyéb tápelem-tartalma jelentős. Jelentős hozamnövelő hatása volt a települési biokomposzt és a nitrogén fejtrágyák együttes kijuttatásának is. Összességében a mért hozamok éves átlaga azonban szerénynek (a korábban mások által mért adatoktól kisebbnek) tekinthető, mely összefüggésbe hozható a 2014-ben és 2015-ben tapasztalt aszályal.

Az energetikai célra történő fűztermesztésre vállalkozó gazdáknak javasoljuk, hogy ne zárkózzanak el a közelben beszerezhető biológiai vagy ásványi eredetű hulladékok, adalékanyagok talajba juttatásától, mert azok a szükséges engedélykérés után – megfelelő gyakorisággal és körültekintéssel, mérsékelt mennyiségben a talajba juttatva – hozamnövekedést, illetve árbevétel-növekedést eredményezhetnek.

**Prof. Dr. Simon László**

egyetemi tanár, az MTA doktora

Nyíregyházi Egyetem,

Műszaki és Agrártudományi Intézet

Agrártudományi és Környezetgazdálko-

dási Intézeti Tanszék

4400 Nyíregyháza, Sóstói út 31/b

simon.laszlo@nye.hu

### Köszönetnyilvánítás

Tudományos munkánkat a Nitrogénművek Vegyipari Zrt (Pétfürdő) támogatta.

### Irodalom

Blaskó L., 2008. Energianövények termesztése, termőhelyi alkalmasság, felhasználhatóság. In: Megújuló mezőgazdaság. Tanulmányok a zöldenergia termeléséről és hasznosításáról gondolkodóknak. (Szerk.: Chlepkó T.). Magyar Katolikus Rádió, Budapest. 167-207.

Gyulai I. 2009. A biomassza-dilemma. Magyar Természetvédők Szövetsége, Budapest. 1-72.

Gyuricza Cs. 2011. Fás szárú energianövények termesztése (5.). Növénytáplálás energiaültetvényekben. Agrofórum 2011. március: 92-96.

Kondor A. 2015. A földhasználat átalakításának lehetősége az „energiafűz” (*Salix viminalis* L.) termesztésbe vonásával Szabolcs-Szatmár-Bereg megyében. Debreceni Egyetem Kerpely Kálmán Növénytermesztési, Kertészeti és Regionális Tudományok Doktori Iskola (PhD értekezés). 1-224.

KSH, 2015 (www.ksh.hu)

Simon L. – Vincze Gy. – Uri Zs. – Irinyiné Oláh K. – Vigh Sz. – Makádi M. – Aranyos T. – Zsombik L., 2016a: Energiafűz (*Salix* sp.) beállított tápanyag-utánpótlási szabadföldi tartamkísérlet első 5 évének tapasztalatai. *Növénytermelés* 65 (2): 59-76.

Simon L. – Uri Zs. – Vincze Gy. – Irinyiné Oláh K. – Vigh Sz., 2016b. Műtrágyák, biohulladékok és ásványi trágyák hatása az energiafűz (*Salix* sp.) hozamparamétereire. In: Tóth Cs. (szerk.): Óshonos- és Tájfajták – Ökotermékek – Egészséges táplálkozás – Vidékfejlesztés. A XXI. század mezőgazdasági stratégiái. Nyíregyháza, 2016. október 5-7. Nyíregyházi Egyetem Műszaki és Agrártudományi Intézet, Nyíregyháza. 63-72.

45/2007. (VI. 11.) FVM rendelet a fás szárú energetikai ültetvények telepítésének engedélyezése, telepítése, művelése és megszüntetése részletes szabályairól, valamint ezen eljárások igazgatási szolgáltatási díjáról.

