

SOPRONI EGYETEM
Roth Gyula Erdészeti és Vadgazdálkodási Tudományok Doktori Iskola
Erdészeti műszaki ismeretek

DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

**ENERGETIKAI CÉLÚ DENDROMASSZA TERMESZTÉS ÉS HASZNOSÍTÁS
LEHETSÉGES SZEREPE A LIGNOCELLULÓZ BIOHAJTÓANYAG
ÜZEMEK ALAPANYAG ELLÁTÁSÁBAN**

SZALAY DÓRA
okl. környezetmérnök, okl. energiagazdálkodási szakmérnök

Sopron
2018

Doktori Iskola: Roth Gyula Erdészeti és Vadgazdálkodási
Tudományok Doktori Iskola

Program: Erdészeti Műszaki Ismeretek Program

Témavezetők:

Prof. Dr. -Ing. habil PALOCZ-ANDRESEN MICHAEL
ny. egyetemi tanár, egyetemi magántanár

Prof. Dr. Sc. habil MAROSVÖLGYI BÉLA
ny. egyetemi tanár, professor emeritus

A KUTATÁSI TÉMA JELENTŐSÉGE, AKTUALITÁSA

A fosszilis tüzelőanyagok fokozott felhasználásával a sok millió évvel ezelőtt lekötött szén folyamatosan felszabadul, ezzel a légkör szén-dioxid koncentrációja az iparosodás előtti 300 ppm-ről napjainkra tartósan 400 ppm fölé emelkedett. Az üvegházhatású gázok által előidézett éghajlatváltozás megfékezésében a biohajtóanyagoknak kiemelt jelentősége van, azonban a döntéshozók felismerték, hogy a terményalapú előállításuk a közvetett földhasználat révén elvonja a termőföldet az élelmiszernövények termesztése elől. Ehhez társul a 21. században várható népességnövekedés és a fogyasztási szerkezet átalakulása. A fokozott igények kielégítése az éghajlatváltozás következtében jelentkező hozamkiesés révén már napjainkban is problémát jelent. Alternatívát az ipari, erdészeti, mezőgazdasági melléktermékekre alapozott lignocellulóz biohajtóanyagok nagy mennyiségű előállítása jelenthet, amely már a közeljövőben indokolt. Ugyanakkor az elmozdulás a lineáris gazdasági modelltől a biomassza-alapú gazdaság felé a növénytermesztési rendszereink átgondoltabb kialakítását igényli, amelybe ökológiai szempontból jól illeszthető a rövid szenciklusú dendromassza termesztés is.

A KUTATÁS CÉLKITŰZÉSEI

A lignocellulóz biohajtóanyag előállítás egyik fő korlátozó tényezője az üzemek magas beruházási költsége, míg előnye a széles alapanyagválaszték. Ugyanakkor figyelembe kell venni, hogy a körkörös gazdaság fejlesztése során a bio-alapú termékekre való áttérés a konkurens felhasználók körét is emeli. A kutatás egyik célja ezért az erdészeti és mezőgazdasági melléktermékek lignocellulóz biohajtóanyag célú potenciálbecslésének elkészítése Magyarországra. A melléktermékek eltérő területi intenzitással jelennek meg, a begyűjtési és szállítási távolságok minimalizálása energetikai, ökológiai és gazdasági érdek. Így fontos feladat a különböző alapanyagok szükséges gyűjtőterületeinek összehasonlítása, azok valós környezetre történő kiterjesztése.

Alternatív alapanyagként a rövid vágásfordulójú fás szárú ültetvények is vizsgálatra kerültek. A sarjzattatásos eljárás során keletkező vékony faanyag eltér a megszokott erdészeti termelésből származó faanyag tulajdonságaitól, így annak biohajtóanyag célú hasznosíthatóságát az energetikai paraméterek meghatározásával vizsgálni szükséges.

Irodalmi források szerint az ültetvények lombozatának talajjavításban és karbon megkötésében játszott szerepe jelentős. Magyarországon lombtömeg vizsgálatokra nincs példa, így azok mérése a gyökér és fahozam adatokkal kiegészítve, az ültetvény által megkötött szénmennyiség meghatározására ad

lehetőséget. Az alkalmazott gépek CO₂ kibocsátását is figyelembe véve az ültetvényre alapozott cseppfolyós biohajtóanyag előállítás teljes életciklusa során kibocsátott szénmennyiség is meghatározható. A legújabb jogszabályok azonban a cseppfolyós biohajtóanyagokkal szemben az elektromos meghajtást fokozottabban ösztönzik. Így összehasonlításuk energiahatékonysági szempontból az ország biohajtóanyag stratégiájának megválasztását is segíti.

A KUTATÁS MÓDSZEREI

Az elvégzett kutatás hazai és nemzetközi szakirodalmi elemzésből, statisztikai hivatalok adatainak kiértékeléséből, terepi és laboratóriumi mérésekből, majd az eredmények kiértékeléséből állt.

A lignocellulóz biohajtóanyagok alapanyagának potenciálbecslése az alábbi fő módszerekkel valósult meg:

- a fás szárú melléktermékek, mint vágástéri apadék, gyümölcsfa nyesedék és szőlővenyige potenciálbecslése Magyarországon, statisztikai adatokból kiindulva, megyei bontásban, elméleti energetikai és a begyűjthető mennyiség számításával;
- a még szabad potenciál kimutatása a jelenleg üzemben lévő és a jövőben várhatóan telepítésre kerülő nagyobb konkurens felhasználók alapanyagigényeit figyelembe véve;
- a begyűjthető dendromassza mennyiségének összevetése a lágyszárú, magas lignocellulóz tartalmú növénytermesztési melléktermékek energiatartalmával.

Az egységnyi energiatartalmú biohajtóanyag elméleti alapanyag lábnyomának számítása három országra, öt biohajtóanyag típusra, négy mezőgazdasági főtermékre, valamint három melléktermékként keletkező magas lignocellulóz tartalmú alapanyagra történt. Az éghajlatváltozás hatása a gyűjtőterület nagyságára a biomassa hozam fluktuációjának figyelembe vételével került kimutatásra. Kiterjesztés a valós környezetre kukoricaszem és kukoricaszár esetében Magyarország kettő 50 km-es sugarú körzetében GIS térinformatikai módszer alkalmazásával, míg vágástéri apadék esetében konkrét erdőterület véghasználati adatainak figyelembe vételével valósult meg.

Az energetikai ültetvények biohajtóanyag célú hasznosíthatósága és CO₂ megkötésben betöltött szerepe az ERTI Bajti Kísérleti Telepén az alábbi fajták/klónok terepi vizsgálatba vonásával történt:

- *Populus x euramericana* 'I-214',
- *Populus x euramericana* 'Koltay',
- *Robinia pseudoacacia*,
- *Salix alba* 'Drávamenti'.

A három különböző vegetációs évben lévő egyedeken az alábbi paraméterek kerültek felvételezésre: egy tőhöz tartozó sarjszám, sarjak élőnedves tömege, tőátmérő, mellmagassági átmérő, sarjmagasság, sarjhoz tartozó lombtömeg és levélfelület.

A laboratóriumi vizsgálatokra a Soproni Egyetem, Erdészeti- műszaki és Környezettechnika Intézet energetikai laboratóriumában, illetve az elemtartalomra vonatkozó mérésekre a Környezet- és Földtudományi Intézetében került sor. A mintákra az alábbi paraméterek meghatározása történt: nedvességtartalom teljes fára, kéregre és lombra, tömegmérés külön kéregre és fára, fűtőérték teljes fára és kéregre, hamutartalom teljes fára és kéregre, elemtartalom lombra. A fenti adatok kiértékelésével megállapításra került a lombtömeg:fatömeg arány, a sarjhoz tartozó lombfelület, a különböző vágásfordulóval kezelt ültetvények kéreghányada és fasűrűsége.

A lombtömeg roncsolásmentes meghatározásához az adatok statisztikai szempontú kiértékelése a STATISTICA 13.1 szoftverrel történt. A tőátmérő és a fatömeg közötti kapcsolat jellemzésére az Avrami-féle telítési függvény bizonyult a legalkalmasabbnak. A természetes szén-mérleg meghatározása az ültetvények átlagos fenntartási idejére, azaz 20 évre történt. A mért komponensek az ERTI által a kísérleti ültetvényen vizsgált gyökértömeg, valamint a gyökérzet és a sarjak elemtartalom eredményeivel kerültek kiegészítésre.

Végül a szerző egy magyarországi tisztán villamos energiát, egy kapcsoltan hő- és villamos energiát termelő erőművet, valamint egy Hollandiában pirolitikus elven működő biohajtóanyag gyártó üzemet hasonlított össze. A bemeneteli és kihozatali adatok alapján, valamint átlagos fogyasztású gépjárművet feltételezve meghatározta az egységnyi mennyiségű alapanyag felhasználásával megtehető út hosszát. Ezentúl számításra került a potenciálbecslés során nyert dendromassza mennyiség segítségével kiváltható megújuló hajtóanyag részarány, a RED II-ben szereplő szorzók figyelembevételével.

A KUTATÁSI EREDMÉNYEK ÖSSZEFOGLALÁSA, ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGEI

Magyarország a konvencionális biohajtóanyagok előállítása terén már napjainkban is jelentős kapacitásokkal rendelkezik. Azonban az Európai Unió előírásai a jövőben a nem élelmiszernövényekre alapozott biohajtóanyagok előállítását ösztönzik. Az erdészeti és mezőgazdasági melléktermékeket feldolgozó üzemek létrehozása a rendkívül nagy beruházási igényük miatt csak központi támogatási források vagy nagyipari beruházó segítségével teljesíthető, amely megalapozott döntéshozást igényel. Ennek egyik fő pillérét alkotja a megfelelő alapanyagellátás biztosítása. A dolgozatban ezért bemutatásra került a biohajtóanyag előállításra alkalmazható dendromassza melléktermékek

potenciálja és annak várható hasznosítási módja, megyei bontásban. Az elkészített potenciálbecslés a jövőben tervezett üzemek elhelyezését és technológiájának megválasztását segíti.

A dendromassza melléktermékek jelentős hányadát a vágástéri apadék képviseli, amely egységnyi biohajtóanyagra vetítve a vizsgált melléktermékek közül a legnagyobb begyűjtési körzettel rendelkezik, különösen az állomány örökerdő szemléletű kezelése esetében. A dolgozat alternatív megoldásként a növekvő biohajtóanyag-igény alapanyag ellátásához az ökológiai szempontból jól illeszthető rövid vágásfordulójú fás szárú energetikai ültetvényeket ajánlja. Jelentős mértékű telepítésükre a megfelelő támogatási rendszer kidolgozása és biztosítása esetén van mód. Az ültetvények nagy mennyiségű lomb- és gyökérvár termelése révén fontos szerepet tölthetnek be a jövőben a légköri CO₂ megkötésében és az alacsony minőségű mezőgazdasági talajok szervesanyag tartalmának javításában. A kidolgozott módszer segítségével roncsolásmentesen becsülhető a sarjak tömegének vagy tőátmérőjének ismeretében az ültetvény lombtömege, azon keresztül a talajba jutott szén és a különböző tápanyagok mennyisége.

Az ültetvényekre alapozott pirolitikus biohajtóanyag előállítás és hasznosítás teljes életciklusát vizsgálva kiderült, hogy a fosszilis tüzelőanyagokhoz képest jóval alacsonyabb karbonkibocsátás történik a dendromassza termesztés rövid szenciklusának köszönhetően. Hátrányként említendő technológiai szempontból az erdészeti fatermékekhez viszonyított magasabb kéreghányad, emiatt a pirolitikus hajtóanyag előállítás során kéregmentes faipari melléktermékekkel keverve érdemes felhasználni, vagy önmagában jó hatásfokkal működő kapcsolt hő- és villamosenergia termelő egységekbe juttatni. Az utóbbi megoldás a közeljövőben Magyarországon előnyt élvez a cseppfolyós lignocellulóz hajtóanyag felhasználásával szemben, a kiforrott technológia rendelkezésre állása és a kisebb kockázattal járó beruházási igény miatt.

TÉZISEK, ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

A szerző a doktori disszertációjához kapcsolódóan az alábbi téziseket fogalmazta meg:

1. A jelölt lignocellulóz biohajtóanyagok alapanyagára vonatkozó potenciálvizsgálatai szerint Magyarországon az erdészetben és a mezőgazdaságban mintegy 1 millió tonna dendromassza alapú melléktermék keletkezik évente. Ebből ökológiai és technológiai szempontokat is figyelembe véve 700 ezer tonna élőnedves mennyiség gyűjthető be, amely a begyűjthető lágyszárú melléktermékek energiamennyiségének alig több mint 8%-a. A jelenleg működő erőművek, fűtőművek a dendromassza melléktermék nagy részét a

begyűjtés esetén lekötik, szabad potenciálként 100–150 ezer tonna mutatkozik az ország dél-keleti részén.

2. Új mérőrendszer került bevezetésre alapanyag lábnyom elnevezéssel, amely egységnyi energiatartalmú biohajtóanyag előállítás alapanyagigényének elméleti és valós körülményekre kiterjesztett begyűjtési területét jelenti. A kutatási témára alapozott módszer segítségével megállapításra került, hogy a vágástéri apadék magyarországi gyűjtőterülete 10 GJ bioolaj előállításához a fakitermelési módszertől függően elméleti esetben mintegy 0,1–0,5 ha, valós körülmények között 6,3–39,5 ha. Összehasonlítva a mezőgazdasági fő- és melléktermékekkel elméleti esetben a vágástéri apadék gyűjtőterülete kisebb, míg valós körülmények között nagyobb gyűjtőterületet igényelnek azonos energiatartalmú hajtóanyag előállítása esetén.
3. A rövid vágásfordulójú fás szárú ültetvényekről származó alapanyag termokémiai úton történő biohajtóanyag célú átalakítását elsősorban a magas kéreghányad nehezíti. Fafajtól és termesztési technológiától függően a vizsgált területen a 6–18%-os kéreghányad 2–3%-os hamutartalmat eredményez. Célszerű a minél nagyobb, de legalább 2 éves, fűz esetében 3 éves vágásfordulóval üzemeltetett ültetvények telepítése, valamint az alapanyag termokémiai hasznosítása esetén faipari melléktermékként keletkező tisztafa fűrészporral történő keverése.
4. A jelölt megállapította, hogy a fás szárú energianövények az évente újratermelődő lombzatukban a vizsgált ültetvény 20 éves fenntartási ideje alatt fafajtól/fajtától függően hároméves vágásforduló esetén mintegy 8–46 t/ha szenet kötnek meg. Ez a mennyiség kettő éves vágásforduló esetén 17%-al, évenkénti betakarítással 48%-al csökken. A vizsgált helyszínen ökológiai, mennyiségi szempontok és C/N tartalom alapján kapott lebomlási jellemzők tekintetében a legkedvezőbb tulajdonságokat a *Populus X euramericana* 'Koltay' mutatta. A gyökérzet szerepe a szén megkötésben a lombhoz hasonló jelentőséggel bír.
5. A jelölt módszert dolgozott ki az energetikai ültetvények lombtömegének becslésére. A gyakorlat a roncsolásmentes vizsgálatok elvégzéséhez a tőátmérő segítségével történő lombtömeg becslést kívánja meg vegetációs időszakban, évente vizsgálva. A három különböző vegetációs évben az állomány záródása a lombtömegben szignifikáns különbséget nem adott. A tőátmérő és a lombtömeg közötti kapcsolat tendenciája az Avrami féle telítési függvénnyel jellemezhető a legjobban. Segítségével ismert sarj tőátmérő ($d_{0,1}$) esetében becsülhető a sarjhoz tartozó lombtömeg (L_m). A telítési függvény illeszkedésének jósága (R) és a függvény egyenlete a négy vizsgált fajta esetében a következő:

Fafaj	Illeszkedés jósága (R) Egyenlet
<i>Populus x euramericana</i> 'Koltay'	R = 0,98 $Lm = (6318,5) * (1 - \exp(-1 * (((0,00500066) * d_{0,1})^{(2,1322)}))) + (2,91295)$
<i>Populus x euramericana</i> 'I-214'	R = 0,97 $Lm = (365,606) * (1 - \exp(-1 * (((0,0250635) * d_{0,1})^{(3,51832)}))) + (11,1053)$
<i>Salix alba</i> 'Drávamenti'	R = 0,95 $Lm = (1416,74) * (1 - \exp(-1 * (((0,00830169) * d_{0,1})^{(2,56758)}))) + (8,92634)$
<i>Robinia pseudoacacia</i>	R = 0,95 $Lm = (0,719686) * (1 - \exp(-1 * (((0,0235838) * d_{0,1})^{(3,30563)}))) + (0,00702737)$

6. Átlagosan 10 atro t/ha/év fahozamú nyár ültetvényt alapul véve, mintegy 54 g C kibocsátása történik 1MJ bioolaj alapanyagának termesztése, előállítás, a termék finomítása és hasznosítása során, úgy, hogy a termelés közben keletkező hulladékenergia a szárításra és az üzem saját energiaigényének kielégítésére kerül felhasználásra. Az életciklus során kibocsátott C mennyiség mintegy 6,5%-a származik fosszilis eredetű alapanyagból, a többi semlegesnek tekinthető az alapanyag termesztés rövid karbonciklusának köszönhetően. A műtrágyagyártás magas karbon kibocsátását figyelembe véve további 1 g C szabadul fel minden MJ hajtóanyag előállítás során, amelynek így már több mint 9%-a származik fosszilis forrásból.
7. Magyarországon a közúti közlekedésben energiahatékonysági szempontból a dendromassza alapú villamosenergia hasznosítása kedvezőbb, szemben a pirolitikus eljárás alapuló cseppfolyós biohajtóanyag előállítással. A kiválasztott üzemek bemeneteli és kihozatali adatait alapul véve, az utóbbi eljárás esetében 1 tonna dendromassza felhasználásával átlagos üzemanyag fogyasztás mellett 38 km, míg elektromos meghajtás esetében tisztán villamos energiát vagy hő és villamos energiát kapcsoltan termelő erőművek eltérő hatásfokától függően 39-45 km megtételére van lehetőség. A potenciálbecslés során kimutatott mintegy 100 ezer t szabad dendromassza melléktermék segítségével az ország teljes hajtóanyag mennyiségének 0,6-0,7%-át válthatnánk ki, a teljes 700 ezer t begyűjthető mennyiség figyelembe vétele esetében több mint 4%-ot is előállíthatunk technológiától függően, a RED II-ben feltüntetett szorzók alkalmazásával.

A TÉMAKÖRHÖZ KAPCSOLÓDÓ PUBLIKÁCIÓK JEGYZÉKE

Tudományos közlemények

Megjelenés alatt:

Szalay D. (2019): Development of Biomass and Biofuel Usage. Könyvfejezet. In: Palocz-Andresen M., Gosztom A., Sipos L., Szalay D., Taligás T. (szerk.) (2018): Climate protection in the 21st century: Climate protection by scientist, artist and lawyers. Springer Verlag, Germany.

Szalay D., Papp V., Czupy I. (2018): Analysis of the Base Material Footprint of Conventional and Lignocellulosic Biofuel Production. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 159 (1). DOI: 10.1088/1755-1315/159/1/012028. (ISSN 1755-1307)

Czupy I., Papp V., Szalay D., Vágvolgyi A., Horváth B. (2018): Forestry Residues as Potential Base Material of Heat Production. In: Tolosana, Eduardo (szerk.) PROCEEDINGS - FORMEC 51th Edition of the International Symposium of Forestry Mechanization. Madrid, Spanyolország: Fundación Conde del Valle de Salazar, pp. 88-95. (ISBN 978-84-96442-84-9)

Papp V., Szalay D., Gaál L. (2016): Agripellet előállítás alapanyagbázis vizsgálata Magyarországon. Journal of Central European Green Innovation 4 (2) pp. 89-102. (ISSN 2064-3004)

Szalay D., Fujiwara, H., Palocz-Andresen M. (2015): Using biodiesel fuel for gas turbine combustors. Landbauforsch Appl Agric Forestry Res 2015 (65) pp. 65-75. DOI: 10.3220/LBF1443169529000. (ISSN 0458-6859)

Szalay D., Borovics A., Vágvolgyi A. (2015): Rövid vágásfordulójú energetikai ültetvények hazai helyzete, szénmegkötésben játszott szerepük. In: Lipták L. (szerk.): Alföldi Erdőkért Egyesület Kutató Napi Kiadványa. Lakitelek pp. 117-122. (ISBN 978-963-12-3841-9)

Szalay D., Borovics A., Bidló A. (2013): Rövid vágásfordulójú energetikai ültetvények lombtömegének vizsgálata, szénkőrforgalomban betöltött szerepe. In: Lipták L. (szerk.): Alföldi Erdőkért Egyesület Kutatói Nap: Tudományos eredmények a gyakorlatban. Lakitelek pp. 94-98. (ISBN:978-963-08-7830-2)

Szalay D., Palocz-Andresen M. (2013): A biomassza termesztés és feldolgozás függősége a klímaváltozástól. In: Lipták L. (szerk.): Alföldi Erdőkért Egyesület Kutatói Nap: Tudományos eredmények a gyakorlatban. Lakitelek pp. 89-93. (ISBN:978-963-08-7830-2)

Szalay D. (2013): Nyár energetikai ültetvények lombtömeg vizsgálata. In: Szabó A. (szerk.): XIX. Nemzetközi Környezetvédelmi és Vidékfejlesztési Diákkonferencia. Szolnok pp. 40-41. (ISBN:978-963-89935-0-2)

Szalay D. (2013): A fás szárú energetikai ültetvények karbon-körforgalmának vizsgálati módszere. In: Keresztes G. (szerk.): Tavaszi szél 2013. Budapest pp. 447-453. (ISBN 978-963-89560-2-6)

Szalay D.; Marosvölgyi B. (2013): A fásszárú energetikai ültetvények természetes karbon-körforgalmát befolyásoló tényezők. In: Bitay E. (szerk.): Műszaki Tudományos Füzetek. Erdélyi Múzeum Egyesület. Kolozsvár pp. 371-374. (ISSN 2067- 6808)

Palocz-Andresen M., Szalay D. (2013): Klimawandel- und Biomasse-Produktion in Ungarn und in der Region. In: M. Palocz-Andresen, R. Németh, D. Szalay (szerk.) Humboldt-Támop Kolleg für den Umwelt- und Klimaschutz 03. Dezember 2009 und 21. Oktober 2010 in Sopron Universität Westungarn. Sopron pp. 192-197. (ISBN: 978-963-334-063-9)

Vágvölgyi A., Czupy I., Kovács G., Heil B., Horváth B., Szalay D. (2012): The mechanical-technological modelling and the expected yield of woody energy plantations. Hungarian Agricultural Engineering (24) pp. 53-57. (ISSN 0864-7410)

Szalay D., Papp V. (2012): Lágú-és fásszárú biomassza hasznosításának lehetőségei Magyarországon. In: Fülöp P. (szerk.): Tavaszi Szél 2012. Budapest pp. 53-59. (ISBN 978-963-89560-0-2)

Palocz-Andresen M., Szalay D. (2011): A klímaváltozás és az üzemanyag előállítás összefüggései Magyarországon. Közlekedéstudományi Szemle LXI:(3) pp. 25-32. (ISSN 0023 4362)

Szalay D. (2011): Biomassza alapú második generációs cseppfolyós üzemanyag-előállítás lehetőségei Magyarországon. Környezeti problémák a Kárpát-medencében I. Nemzetközi Konferencia elektronikus kiadványa.
<http://www.kmntisz.hu/index.php/eloadas-kivonatok>

Palocz-Andresen M., Szalay D. (2011): Climate Change and Biomass Production in Hungary and in the Region. In: Németh R., Palocz-Andresen M., Szalay D. (szerk.) Támop-Humboldt Colleg for Environment and Climate Protection 2009. December 3 and 2010. October 21 in Sopron University of West Hungary: Proceedings of the Conference „Protection of the Environment and the Climate”. Sopron pp. 166-170. (ISBN:978-963-334-020-2)

Szalay D. (2009): Biomassza alapú cseppfolyós üzemanyag előállítás lehetőségei, különös tekintettel a második generációs bioüzemanyagokra. Diplomamunka. Nyugat-magyarországi Egyetem, Faipari Mérnöki Kar. p. 59.

Konferenciaelőadások

Szalay D., Papp V. Marosvölgyi B. (2018): Lignocellulóz biohajtóanyag előállítás alapanyag-felhasználásának jelenlegi helyzete. I. RING - Fenntartható Nyersanyag-

gazdálkodás Tudományos Konferencia. Konferencia helye és ideje: Pécs, 2018. november 8-9.

Szalay D., Palocz-Andresen M. (2018): Influence of climate change on lignocellulose biofuel production depending on legislation. Humboldt-Kolleg „Sustainable Development and Climate Change: Connecting Research, Education, Policy and Practice”. Konferencia helye, ideje: Belgrád, Szerbia 2018. szeptember 19-22.

Szalay D., Papp V., Czupy I. (2018): Analysis of the Base Material Footprint of Conventional and Lignocellulosic Biofuel Production. 2018 4th International Conference on Environment and Renewable Energy (ICERE 2018). Konferencia helye, ideje: Da Nang, Vietnam. 2018. február 25-27.

Szalay D. (2013): Nyár energetikai ültetvények lombtömeg vizsgálata. XIX. Nemzetközi Környezetvédelmi és Vidékfejlesztési Diákkonferencia. Konferencia helye, ideje: Szolnok, 2013. szeptember 27.

Szalay D. (2013): A fás szárú energetikai ültetvények karbon-körforgalmának vizsgálati módszere. Tavaszi Szél Konferencia. Konferencia helye, ideje: Sopron, 2013. május 31-június 1.

Szalay D.; Marosvölgyi B. (2013): A fásszárú energetikai ültetvények természetes karbon-körforgalmát befolyásoló tényezők. Fiatal Műszakiak Tudományos Ülészaka. Konferencia helye, ideje: Kolozsvár 2013. március 21-22.

Szalay D. (2012): Az energetikai célú dendromassza termesztés és hasznosítás CO₂ mérlegének vizsgálata. Konferencia helye, ideje: Sopron, 2012. szeptember 26.

Szalay D., Papp V. (2012): Lágý-és fásszárú biomassza hasznosításának lehetőségei Magyarországon. Tavaszi Szél Konferencia. Konferencia helye, ideje: Győr, 2012. május 17-20.

Szalay D. (2011): Biomassza alapú második generációs cseppfolyós üzemanyag-előállítás lehetőségei Magyarországon. Környezeti problémák a Kárpát-medencében I. Konferencia helye, ideje: Sopron, 2011. március 19.

Szerkesztett művek

Megjelenés alatt:

Palocz-Andresen M.; Gosztom A.; Sipos L.; Szalay D.; Taligás T. (szerk.) (2018): Climate protection in the 21st century: Climate protection by scientist, artist and lawyers. Springer Verlag, Germany.

Palocz-Andresen M., Szalay D. (szerk.) (2014): Summer School Sopron for Green Energy 02-06 September 2013. Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó. (ISBN:978-963-334-183-4)

Palocz-Andresen M., Németh R., Szalay D. (szerk.) (2013): Támop-Humboldt Kolleg für den Umwelt- und Klimaschutz : 3. Dezember 2009 und 21. Oktober 2010 in Sopron Universität Westungarn. Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó. p. 319. (ISBN:978-963-334-063-9)

Palocz-Andresen M., Németh R., Szalay D. (szerk.) (2011): Támop-Humboldt Colleg for Environment and Climate Protection 2009. December 3 and 2010. October 21 in Sopron University of West Hungary: Proceedings of the Conference „Protection of the Environment and the Climate”. Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó. 283 p. (ISBN:978-963-334-020-2).

Poszterek

Szalay D., Fujiwara, H., Palocz-Andresen M. (2015): Biofuel Application in a 20 MW Turbine for Energy Production. Humboldt-Kolleg Budapest 2015. Konferencia helye, ideje: Budapest, 2015.11.13-14.

Szalay D., Borovics A., Vágvölgyi A. (2015): Rövid vágásfordulójú energetikai ültetvények hazai helyzete, szénmegkötésben játszott szerepük. Alföldi Erdőkért Egyesület Kutatói Nap: Tudományos eredmények a gyakorlatban. Konferencia helye, ideje: Lakitelek, 2015.

Szalay D., Borovics A., Bidló A. (2013): Rövid vágásfordulójú energetikai ültetvények lombtömegének vizsgálata, szénkőrforgalomban betöltött szerepe. Alföldi Erdőkért Egyesület Kutatói Nap: Tudományos eredmények a gyakorlatban. Lakitelek, 2013.

Szalay D., Palocz-Andresen M. (2013): A biomassza termesztés és feldolgozás függősége a klímaváltozástól. Alföldi Erdőkért Egyesület Kutatói Nap: Tudományos eredmények a gyakorlatban. Lakitelek, 2013.

Ismeretterjesztő cikkek

Szalay D. (2013): Decentralizált energiatermelés elősegítése-Rövid vágásfordulójú energetikai ültetvények. Soproni téma, II (43), p 6.