

NYUGAT-MAGYARORSZÁGI EGYETEM  
Erdőmérnöki Kar

DOKTORI (PHD) ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

**TERMÉSZETES ANYAGOKKAL TÖRTÉNŐ  
TÁPANYAG-UTÁNPÓTLÁS FÁS SZÁRÚ  
ENERGETIKAI ÜLTETVÉNYBEN**

Szabó Orsolya

SOPRON  
2016

**Nyugat-magyarországi Egyetem**  
**Erdőmérnöki Kar**  
**Sopron**

**Doktori Iskola:** Kitaibel Pál Környezettudományi Doktori Iskola

**Vezető:** Prof. Dr. Kolláth Zoltán

**Program:** Biokörnyezettudomány Program

**Vezető:** Prof. Dr. Albert Levente

**Témavezetők:** Dr. habil Heil Bálint, egyetemi docens

Dr. habil Kovács Gábor, egyetemi docens

## 1. A TÉMA JELENTŐSÉGE, A KUTATÁS CÉLKITŰZÉSEI

Napjainkban a világ folyamatosan növvő energiaigénye, a gazdasági és energiapiaci helyzet, a politikai és társadalmi feszültségek növekedése, a fosszilis energiahordozók készleteinek csökkenése szükségessé tette, hogy globális szinten is kiemelt feladatként kezeljük a megújuló energiahordozók használatát.

A biomassa-tüzelésű hőerőművek, apríték tüzelésű berendezések illetve a pellet-előállítás alapanyagigénye következtében a jövőben a szükséges nyersanyagok jelentős részét - az erdőgazdálkodásból származó fakihozatal mellett - az energetikai célú fátermesztésnek kell előállítania<sup>1</sup>.

Az energetikai faültetvények olyan telepített célültetvények, melyek elsődleges célja a gyors és nagy mennyiségű dendromassa-termelés és az energetikai felhasználás<sup>2</sup>. A rövid vágásfordulójú faültetvények esetében 2-3 évente nagy mennyiségű fatömeg - ásványi anyagokkal együtt - kerül kitermelésre az adott területről, így a felvett tápelemeket a kívánt hozam elérése érdekében pótolni kell<sup>3</sup>. A tápanyag-utánpótlásnak számos módja ismert, ezek alkalmazása elsősorban a termőhelyi adottságoktól, a növényfajoktól és a termesztéstechnológiától függenek.

Hosszú távú kutatásunkban vizsgáljuk egy energetikai célú faültetvény létesítésének technológiai lépéseit, megmaradási eredményességét, hozamát, tápanyag-ellátottságát, majd a szükséges tápanyag-utánpótlás technológiai lépéseit, illetve hatását a talajra és a növényzetre.

Célunk, hogy a kutatási eredmények felhasználásával, elemzésével meghatározzuk a gyakorlatban alkalmazható természetes anyagokkal történő tápanyag-utánpótlás technológiáját, és felmérjük a hozamra gyakorolt hatását. Amennyiben a fent vázolt célok teljesülnek, dolgozatomban bővítheti a fás szárú energetikai ültetvények és azok tápanyag-utánpótlásának témakörében ez idáig szerzett ismereteket, tapasztalatokat.

---

<sup>1</sup>LIEBHARD, P. (2009): Energetikai faültetvények. Cser Kiadó, Budapest

<sup>2</sup>DOBOS, A., MEGYES, A., SÜLYOK, D. (2006): Fás szárú növények energetikai célú hasznosításának lehetőségei a Nyírbátori kistérségben. Debreceni Egyetem, Debrecen

<sup>3</sup>MAROSVÖLGYI, B. (2010): A faenergetika új lehetőségei és korlátai. Alföldi Erdőkért Egyesület, Kutatói nap

## 2. HIPOTÉZISEK

A kutatási célkitűzések megfogalmazását követően a szerző az alábbi hipotéziseket fogalmazta meg:

H1: Az alkalmazott nemesnyár és fűz klónok eltérő termőhelyi igényekkel és tűrőképességgel rendelkeznek és eltérő növekedésűek. Hazánkban várhatóan a déli származású, új nemesnyár klónok hozama lesz magasabb.

H2: Az ültetvényekben alkalmazott klónok gyors növekedésük mellett nagy mennyiségű tápanyagot építenek be a biomasszájukba, ezért tápanyag-utánpótlás esetén többletnövedékkel reagálnak.

H3: Az intenzív növekedés nagy levélfelület-képzéssel párosul, melynek mértéke összefügg a biomassza hozamokkal.

H4: A fatömeg szoros számszerűsíthető összefüggésben van a magassággal, tőátmérővel és mellmagassági átmérővel, így függvények készíthetőek.

H5: Az egyes faegyedek növekedése rövid időn belül reagál a megváltozott növtérre: nagyobb növtér esetén az egyedek biomassza hozama szignifikánsan magasabb lesz.

H6: A tápanyag-utánpótlással bevitt többlet tápanyagoknak hatása van az ültetvények gazdaságosságára az elérhető biomassza többletnek köszönhetően.

H7: Kísérletünk alapján gyakorlati módszertani előírást tudunk megfogalmazni a fászárú energetikai ültetvények tápanyag-utánpótlási technológiájára.

### **3. A KUTATÁS MÓDSZEREI**

#### **3.1. A kísérleti ültetvény kialakítása**

A kutatási program gyakorlati megvalósítását üzemi kísérleti területen végeztük el. Ehhez 2011 májusában 5 ha-os kísérleti ültetvényt létesítettünk az Ipoly Erdő Zrt. Kelet-Cserhádi Erdészeti területén, a Dejtári Csemetekertben. A területen 60 parcellát alakítottunk ki, 4 különböző tápanyag-utánpótló kezelésben, kezelésenkéntvéletlen blokk elrendezésben, háromszoros ismétlésben.

A kísérletben 3 nemesnyár fajtát alkalmaztunk ('AF2', 'Monviso' és 'Pannonia'), valamint a hazai 'Dékány' fehér fűz fajtát. Az ültetés 25-30 cm nagyságú sima dugványokkal történt 3 x 0,5 m-es hálózatban (6660 db/ha), illetve 3 m-es karódugványokkal 3 x 1 m-es hálózatban (3330 db/ha).

Az ültetvény tápanyag-utánpótlása 5 t/ha fahamuval, 40 t/ha szerves trágyával, illetve ezek kombinációjának kijuttatásával valósult meg.

#### **3.2. Termőhelyfeltárás, talaj tápanyag- és fizikai vizsgálata, növényi tápelemvizsgálat**

A vizsgált, mintegy 5 ha-os területen, 2 fúrásponthoz hagyományos termőhelyfeltárást végeztünk.

A 2011-es és a 2013-as években talaj-tápanyagvizsgálatokat végeztünk (szén %, nitrogén %, kén %, humusz %, AL-P, AL-K), ehhez minden parcellából ásonyomnyi (0-20 cm) mélységben talajmintákat vettünk.

A növények tápelem-ellátottságát (szén %, nitrogén %, foszfor, kálium, kalcium, magnézium, nyomelemek: mangán, vas, réz, cink) szintén mind a 60 parcellában vizsgáltuk; a levélminta vételek 2011, 2013 és 2014-ben történtek.

A talaj víztartó képességének meghatározására pF-vizsgálatokat végeztünk, a vízháztartást a meteorológiai paraméterekkel együtt jellemeztük.

### 3.3. Eredés vizsgálat

A telepítést követő 2. héten került sor az eredés vizsgálatra. Az összes darabszám meghatározása mellett az alábbi eredési kategóriákba soroltuk az egyes dugványokat:

- 0. kategória: a dugvány nem mutat megeredést, vagy elhalt
- 1. kategória: a dugványon a rügyek megduzzadtak, de a lomblevelek még kisebbek 2 cm-nél
- 2. kategória: a nyíló lomblevelek 2-5 cm-esek
- 3. kategória: a nyíló lomblevelek 5 cm-nél nagyobbak

### 3.4. Dendrometriai mérések

#### 3.4.1. Magasság mérése

A magasság mérését az ültetvény telepítése óta évente rendszeresen, a vegetációs időszakok végén elvégeztük. Parcellánként 1-1 sor összes faegyedének magasságát megmértük. A vizsgálatokat 5 cm-es pontossággal, teleszkópos magasságmérővel hajtottuk végre, míg a kivágott egyedek esetén cm pontossággal 20 m-es mérőszalagot alkalmaztunk méréseinkhez.

#### 3.4.2. Fatömeg mérése

A kivágott fák magasságmérésének elvégzésekor párhuzamosan 0,01 kg pontosságú tömegméréseket is végeztünk. Minden egyes parcellából kilenc, átlagos magasságú egyed került kivágásra és mérésre.

A tömegbecslés számításainkhoz a *Vágvölgyi (2013)*<sup>4</sup> által publikált tömeg és tőátmérő (d) összefüggést alkalmaztuk ( $R^2 = 0,911$ ):

$$Tömeg = 0,00001096 * d^3 + 0,00083985 * d^2 - 0,00286573 * d$$

Az egyes kezelések estén a biomassa mennyiségét átro tonnára vonatkoztatva adtuk meg.

---

<sup>4</sup>VÁGVÖLGYI, A. (2013): Fás szárú energetikai ültetvények helyzete Magyarországon napjainkig; üzemeltetésük, hasznosításuk alternatívái. Nyugat-magyarországi Egyetem, Doktori (PhD) értekezés, Sopron

### *3.4.3. Tőkerület és mellmagassági kerület mérése*

A kerületmérés milliméteres pontossággal történt. Azon kiválasztott átlagsorokban álló fáknak, melyeknek - az előzőekben már leírt módon - megmértük a magasságát, meghatároztuk a tőkerületét is. A tömegmérések során kivágásra került fák tőkerülete szintén minden alkalommal mérésre került.

2013 márciusában és decemberében a 12 karódugványos parcellában mind a tő-, mind a mellmagassági kerület mérését minden egyes egyedre elvégeztük.

### *3.4.4. Karódugványos parcellák növénytér vizsgálata*

A növénytér vizsgálatot 2013. március 25-én kezdtük meg. A mellmagassági kerületet és a tőkerületet minden egyes egyedre megmértük. Parcellánként 4 sorban minden második fát kivágtunk, melyeknek a magasságát lemértük. A kivágott 4 sorból kiválasztottunk egy átlagsort, melynek a tömegmérését és magasságmérését is elvégeztük. A következő vizsgálatra 2013 decemberében került sor.

### *3.4.5. Levélfelületi index vizsgálata*

2011-ben és 2013-ban lombhullás előtt minden parcellából egy-egy átlagos magasságú fa összes levelét begyűjtöttük, a lombzatot egy A2-es méretű lapra (420 × 594 mm) terítettük majd lefényképeztük. A kiterített leveleket lefényképeztük, a műveletsort háromszoros ismétlésben végeztük el parcellánként, majd a Pixel Counter nevű program segítségével megmértük a képek fekete képpontjainak területét. Ezt követően tömegarányosítással meghatároztuk az átlagfa, majd 1 hektár levélfelületét, végül a parcellára vonatkozó dimenzió nélküli index értéket.

## **3.5. Az eredmények statisztikai kiértékelése**

A statisztikai értékelést Microsoft Excel<sup>®</sup> és STATISTICA<sup>®</sup> 11 programokkal végeztük el. Általános leíró statisztikát és egy utas varianciaanalízist (One-way ANOVA) alkalmaztam, melyet Duncan-

próbával pontosítottam, illetve regressziós számításokat végeztem hozamfüggvények készítésére.

### **3.6. Talajvízkút és TDR szonda adatok regisztrálása**

2012 tavaszán a talajvízszint változásának megfigyelésére a 33. parcellában 4 m mély talajvízkutat telepítettünk. A talajvíz mélységének regisztrálása automataregisztráló nyomássonzával, 10 percnként történik, leolvasása a felszíntől mm-es pontosságú. Az evaporáció meghatározásához általános meteorológiai adatokat szereztünk be és elemeztünk. Az evapotranszpiráció kiszámításához a talajvízszint napi járásának adatai közt a vizsgálat időszakon belül (2012. június 28 – 2014. június 30.) jellegzetes napokat/szakaszokat jelöltünk ki (2012. június 28 – 2012. július 1.; 2012. augusztus 18-24.).

A talajnedvesség-mérő szondákat 2012. június 20-án telepítettük, a talajvízkút közelében. A szondákat 4 mélységben – 30, 80, 130 és 190 cm – helyeztük el. A szondák 10 percnként regisztrálták az aktuális talajnedvesség értékeket, melyek FTP kapcsolat segítségével azonnal láthatóvá és feldolgozhatóvá váltak.



## 4. TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK ÖSSZEFOGLALÁSA

### 4.1. A kutatás eredményeinek összefoglalása

A különböző fajok/fajták megmaradásának eredményeként a dugványozás után 2 héttel a szaporítóanyag mintegy 4/5-e indult megeredésnek, közülük a 'AF2' karódugványok mutatták a legjobb eredési százalékot, majd őket az 'Monviso' követte. A fűz nem szolgált biztató eredményekkel és sajnos a későbbi száraz klimatikus viszonyok miatt nem maradt életképes a területen. A karódugványok megeredése közel 20%-kal jobb volt, mint a sima dugványoké. Összevetve más kísérlettel, az eredési eredmények megfelelőnek mondhatóak. A többlet tápanyag ekkor még nem hasznosult olyan ütemben, hogy az a dugványok megeredésében is látható különbséget okozzon.

A növekedés paramétereinek vizsgálata szerint a rövid dugványokat tekintve az 'AF2' növekedett a legjobban, ezt követte a 'Monviso'. Ezek a fajták voltak képesek a legjobban kihasználni a termőhelyi adottságokat. A karódugványok eredményei szignifikánsan különböznek a sima dugványokétól, kiemelve a drágább szaporítóanyag nyújtotta nagyobb termelési biztonságot. Esetünkben, közel 4 hónap alatt a trágyázás hatása még nem mutatkozott meg a fák magassági növekedésében. A különböző trágyázási módszerek a 2. vegetációs időszak végére már jelezhetően kifejtették hatásukat, ekkor karódugvány esetében a fahamu+szerves trágya kombináció, sima dugványnál a szerves trágya kezelés eredményezte a legnagyobb többlethozamot, de az összes tápanyag-utánpótlási forma nagyobb növedéket biztosított a kontrollnál.

A dendromassza becslés eredményeiből, a magunk által elkészített függvényekből arra következtethetünk, hogy a magasság és a tőátmérő pozitívan korrelál egymással, ami megegyezik más hazai szerzők megállapításával is, valamint a mellmagassági kerület és tömeg között mutatkozott meg a legszorosabb összefüggés. Ezen túl a szaporítóanyag fajtájától függetlenül a magassági növekedés egyértelműen pozitívan korrelál a különböző kezelésekkel.

Az ültetvény első 3 évben számított (tehát első sarjzatarás előtti) átlagos évenkénti hozama 5 atro t/ha/év volt. Az első sarjzatarás előtti időszak

tekintetében ezek a hozamok biztatóak. A 3×1-es ültetési hálózat megnövelése (a tőszám felezésével) az egyesfa tömeg kb. 8-10%-kal való gyarapodását eredményezte, valamint minden kezelésben kimutatható volt a mellmagassági és tőkerület gyarapodása. Az egyes fák növekedése tehát érzékenyen reagál a növőtérre.

A levélfelület alakulásában a tápanyag-utánpótlási vizsgálatok során szignifikáns különbség sem 2011-ben, sem 2013-ban nem mutatkozott. Ezek szerint ennyi idő alatt még nem hasznosult a tápanyag olyan mértékben, hogy ez a levélfelületben is jelentősen megmutatkozzon, viszont 2 év alatt a LAI értékek megháromszorozódtak. Ehhez leginkább a szerves trágyával való kezelés járult hozzá.

A talaj tápanyagkészletében 1 év után a 0-30 cm-es rétegben még nem lehetett komolyabb szervesanyag-felhalmozódást észlelni, de a szerves trágyával bevitt szervesanyag-mennyiség vélhetően hozzájárult ahhoz, hogy a legmagasabb tápelem értékeket a kombináltan kezelt területen kaptuk. A S% és N% esetében is a tápanyag-utánpótlott parcellák adták a legmagasabb értékeket, így arra lehet következtetni, hogy a bevitt trágya mineralizációja következtében a tápelemek a talajban felhalmozódnak. A növényi tápelemkészlet esetében 1 év után a szerves trágyával bevitt foszfor mennyisége még nem mobilizálódott. Az összes nitrogén mennyisége a 2011-2013 időszakban szignifikánsan csökkent a területen, ezért feltehető, hogy savanyú talajon ilyen rövid idő alatt (2-3 év) ekkora biomassza tömeg eléréséhez újabb nitrogéntrágyázás szükséges. A 2014-es évre láthatóvá vált, hogy a trágyázás hatása - a levél tápelem-tartalmak vonatkozásában - az eltelt évek alatt megszűnt, a foszfor feltehetően a mikrobiális lebontást követően könnyen felvehetővé vált a növények számára, majd kiürült, mennyisége ugyanis nagymértékben lecsökkent. A vas, mangán és cink esetében is jól látszott a szerves trágyával kezelt területeken a tápanyagkészletek jelentős csökkenése. Ennek magyarázata lehet a kelátképzés, mely során a szerves trágyából kioldódó szerves ligandumok kioldhatják ezen elemeket, melyek lefelé mozoghatnak a talajszelvény felső 10-30 cm-ben.

A gazdaságossági/megtérülési számítások számaiból jól látszik, hogy bár a tápanyag-utánpótlásban részesült blokkok magasabb hozamot képesek produkálni, a kezelő anyagok magas ára miatt a kezeletlen területek

mutatják a legjobb bekerülési, megtérülési összeget. További vizsgálatok szükségesek annak megállapítására, hogy a többszörös sarjztatás időtartama alatt nem válik-e kritikusabbá a tápanyag-ellátottság kérdése a kezeletlen parcellában.

A meteorológiai és talajvíz monitoring adatok alapján megállapítottuk, hogy a faállomány potenciális evapotranspirációjának akár 80-100%-át is képes fedezni a talajfelszínhez közeli talajvízszint, de a talajvízszint a vegetációs időszak második felére már a gyökérzóna alá süllyedt, ekkor a növények egyre kisebb mértékben voltak képesek onnan vizet felvenni. A talaj pórusterének vizsgálata alapján a kis víztartó képességű, de gyors talajvízmozgást, kapillaris vízemelést lehetővé tévő homok fizikai féleség esetében a többletvízhatás jelentős többletnövedéket eredményezhet.

#### **4.2. A kutatás legfontosabb eredményeit összefoglaló tézisek**

T1: Kisüzemi terepi fajta-összehasonlító kísérletben az Alasia New Clones® ‘AF2’ és ‘Monviso’ nemesnyár fajtái mutatták a legjobb megeredést, megmaradást és legnagyobb növekedési erélyt, szemben a kisebb hozamot produkáló hazai nemesítésű Pannonia fajtával, illetve az első vegetációs időszakban 2011-ben fellépő aszály miatt teljesen kipusztult *Salix alba* ’’Dékány’’ fűz fajtával. Mindez megfelelt azon tapasztalatoknak, hogy a hazánkban fás szárú energetikai ültetvényekben engedélyezett három fafaj termőhelyi spektruma eltérő: a déli származású nemesnyár klónok meleg igénye, szárazságtűrése nagyobb a fűzénél, utóbbi kezdettől fogva többletvizet igényel. Az aszályos körülmények között a 100-120 cm mély fúrással letett karódugványok megmaradása a könnyen kiszáradó homokos feltalaj mellett kedvezőbb volt a sima dugványokénál.

T2: Tápanyag-utánpótlási kísérletünkben a 2. vegetációs időszak végére, karódugványok esetében a szerves trágya+fahamu kombinált kezelés, a sima dugványokat nézve a szerves trágya kezelés eredményezte a legnagyobb, szignifikáns többlet biomassza hozamot. Karódugványok esetében a 3. évben is elvégzett hozamvizsgálatok ezen tendencia folytatódását mutatták. A növényi (levél-) tápelemvizsgálatok azt mutatták,

hogy a 4. vegetációs periódusban erre vonatkozóan már nem volt kimutatható szignifikáns hatása az egyszeri tápanyag-utánpótlásnak.

T3: A levélfelület-index (LAI) alakulása és a különböző tápanyag-utánpótlási kezelések hatására jelentkező eltérő biomassa hozamok között nem találtunk statisztikailag igazolható, egyértelmű összefüggést. Ebből azt a következtetést vonjuk le, hogy az első években még nem záródott állományban nem a fotoszintetizáló felület nagyságának alakulása, hanem inkább a tápanyag-ellátottság a meghatározó tényező a növekedés szempontjából. A LAI értékek várhatóan elsősorban az állományok záródása után válnak jól kiértékelhetővé. Az első és harmadik vegetációs időszak között a LAI értékek nagyjából megháromszorozódtak.

T4: Az általunk leírt ökológiai/termőhelyi körülmények között adott területen, nagy elemszámmal, több vegetációs periódusban elvégzett növekedésvizsgálataink alapján egyértelmű, függvények formájában számszerűsíthető összefüggéseket állapítottunk meg a fák alaki tulajdonságai és a faegyedek biomasszája között. Méréseink megerősítették, újabb adatokkal bővítették azon a szakirodalomban már részben leírt összefüggést, mely szerint a föld feletti dendromassza a legszorosabb összefüggést a mellmagassági átmérővel mutatta. Gyengébb korrelációt eredményezett a fagasság, még gyengébbet a tőkerület összevetése a fás biomasszával.

T5: Kétéves karódugványok növényterét 3x1 m-ről 3x2 m-re növelve egy vegetációs időt követően már szignifikáns, kb. 8-10%-os növekedést regisztráltunk a faegyedek méreteiben illetve dendromasszájában. Ennek az ipari felhasználási céllal létesített ültetvények esetében van komoly szerepe. A gyérítéssel előállt tágabb hálózat esetében azonban a hektárra vetített biomassa ilyen rövid idő alatt még kisebb marad, az egyes fák erőteljesebb növekedése nem kompenzálta a tőszám felezése miatti biomassa kiesést.

T6: Gazdaságossági/megtérülési számításaink alapján a különböző tápanyag-utánpótlási módok alkalmazása az első rotációs időszakban ugyan többtelőnövedéket eredményezett, a kezelések magas költsége miatt, az első

három vegetációs periódus eredményei alapján azonban a kontroll területhez képest rosszabb gazdasági eredménnyel jártak.

T7: A hazai fás szárú energetikai ültetvények kezelői számára a következő gyakorlati útmutatást adjuk tápanyag-utánpótlás végrehajtására:

- ültetést megelőző talajelőkészítés (30-40 cm mély szántás majd felszín elmunkálása, simítása) után 40 t/ha szarvasmarha trágya kiszórása trágyaszórával és 5 t/ha kezeletlen faanyag elégetéséből visszamaradt, kezeletlen, természetes nedvességállapotú fahamu kijuttatása tárcsás műtrágyaszórával;
- a kijuttatott szerves trágya és fahamu bedolgozása a talajba tárcsázással;
- a kezelés 3 évenkénti megismétlése.

#### **4.3. Az eredmények gyakorlati alkalmazhatósága**

Több éves kutatásunk eredményei bővítették a magyarországi fás szárú energetikai ültetvények kezelésének tapasztalatait és alapul szolgálnak további vizsgálatokhoz. Konkrét ajánlást adtunk a tápanyag-utánpótlás gyakorlati kivitelezésére fás szárú energetikai ültetvényekben. A jövőben kívánatos a tápanyag-utánpótlási kísérletek folytatása, illetve célszerű lenne az állományok vízfelhasználásának, valamint a különböző hálózatu ültetvények növekedésmenetének részletesebb vizsgálata, mivel egyrészt nagy hatással lesz az ültetvényekre a klímaváltozás egyre biztosabb ténye, valamint az európai trendek a sűrűbb hálózatu, kizárólag energetikai célú faültetvények mellett egyre nagyobb hangsúlyt helyeznek a tágabb hálózatu, nem energetikai, hanem ipari célú, értékesebb választékot adó faültetvények telepítésére.

## **PUBLIKÁCIÓK**

### **Nyomtatásban megjelent tudományos közlemény**

1. **SZABÓ O.**, KOVÁCS G., HEIL B. (2016): Effects of nutrient supply and planting material quality on yield and survival rate of a short rotation coppice culture in Hungary. *Agronomy Research*
2. KOVÁCS G., MAGYARI Cs., GYÖRI T., HEIL B., **SZABÓ O.** (2010): Fás szárú, kísérleti célú energia ültetvények termőhelyi viszonyai az ültetvények tapasztalatainak függvényében. *Alföldi Erdőkért Egyesület, Kutatói nap*
3. **SZABÓ O.**, HEIL B., KOVÁCS G. (2011): Tápanyag-utánpótlási kísérlet egy fás szárú energetikai ültetvényben. *Tudományos Doktorandusz Konferencia, Konferencia-kötet, p. 70-73.*
4. **SZABÓ O.** (2013): Tápanyag-körforgalom és –utánpótlás vizsgálata fás szárú energetikai ültetvényben a Kelet-Cserhádi Erdészet területén. „Kreativitás, Kutatás, Alkotás” Egyetemi TDK Konferencia, Konferencia kötet
5. **SZABÓ O.**, HEIL B., KOVÁCS G. (2013): Nurient Supply in Short Rotation Coppice. *Science for Sustainability - International Scientific Conference for PhD Students, Proceedings, p. 263-267.*
6. **SZABÓ O.** (2013): Tápanyag-körforgalom és –utánpótlás vizsgálata fás szárú energetikai ültetvényben a Kelet-Cserhádi Erdészet területén. *OTDT Agrártudományi Szakmai Bizottság, XXXI. Országos Tudományos Diákköri Konferencia, Agrártudományi szekció. Pályaművek összefoglalói, Konferencia-kötet, p. 150.*

### **Elektronikusan megjelent tudományos közlemény**

1. **SZABÓ O.** (2012): Energiaerdő – környezettudatos földhasználat. *Nemzedékek együttműködése a tudományban, IV. PhD konferencia, Földtudomány - Környezettudomány Szekció, Konferencia kötet, p. 27-32.*

### **Tudományos előadás**

1. **SZABÓ O.**, HEIL B., KOVÁCS G. (2011): Tápanyag-utánpótlási kísérlet egy fás szárú energetikai ültetvényben. Tudományos Doktorandusz Konferencia, Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Sopron. 2011. április 13.
2. **SZABÓ O.** (2011): Tápanyag-körforgalom és –utánpótlás vizsgálata fás szárú energetikai ültetvényben a Kelet-Cserhádi Erdészet területén. NymE Tudományos Diákköri Konferencia az Erdőmérnöki Karon
3. **SZABÓ O.**, HEIL B., KOVÁCS G. (2011): Tápanyag-utánpótlási kísérlet egy fás szárú energetikai ültetvényben. Környezeti problémák a Kárpát-medencében
4. **SZABÓ O.** (2012): Energiaerdő – környezettudatos földhasználat. Nemzedékek együttműködése a tudományban, IV. PhD konferencia, Földtudomány - Környezettudomány Szekció
5. **SZABÓ O.** (2013): Tápanyag-körforgalom és –utánpótlás vizsgálata fás szárú energetikai ültetvényben a Kelet-Cserhádi Erdészet területén. „Kreativitás, Kutatás, Alkotás” Egyetemi TDK Konferencia
6. **SZABÓ O.**, HEIL B., KOVÁCS G. (2013): Nutrient Supply in Short Rotation Coppice. Science for Sustainability - International Scientific Conference for PhD Students,
7. **SZABÓ O.** (2013): Tápanyag-körforgalom és –utánpótlás vizsgálata fás szárú energetikai ültetvényben a Kelet-Cserhádi Erdészet területén. OTDT Agrártudományi Szakmai Bizottság, XXXI. Országos Tudományos Diákköri Konferencia, Agrártudományi szekció.
8. **SZABÓ O.** (2015): Természetes anyagokkal történő tápanyag-utánpótlás fás szárú energetikai ültetvényekben Nemesnyár ültetvényes gazdálkodás jelene és jövője Szeminárium, NAIK Erdészeti Tudományos Intézet, Sárvár.

### **Jelen kutatáshoz nem kapcsolódó közlemények**

1. **SZABÓ O.**, HEIL B., KOVÁCS G., BIDLÓ A. (2010): Az ezüsthárs (*Tilia tomentosa* Moench.) termőhelyi igénye. Erdészeti Lapok, CXLV. évf., 12. sz., p. 418-419.

2. **SZABÓ O.** (2011): Állásbörze az Erdőmérnöki Karon. Erdészeti Lapok, CXLVI. évf., 5. sz., p. 149.
3. KOVÁCS G., ILLÉS G., MÉSZÁROS D., **SZABÓ O.**, VIGH A., HEIL B. (2012): Termőhelyi tényezők változásának nyomon követése a Noszlopi erdőtümb példáján. Erdészettudományi Közlemények, 2. évf., 1. sz., p. 47-60.