

Nyár faanyagok anyagtudományi vizsgálataihoz szükséges hazai szakirodalom áttekintése, értékelése

PAPP Éva Annamária¹, HORVÁTH Norbert¹

¹ Nyugat-magyarországi Egyetem Simonyi Károly Kar, Faanyagtudományi Intézet

Kivonat

A Nyugat-magyarországi Egyetem „Alacsony sűrűségű faanyag fiziko-mechanikai és felületfizikai tulajdonságainak komplex elemzése” címmel (azonosító: K116-216), Országos Tudományos Kutatási Alapprogram pályázatot nyert, melynek keretein belül a hazai nyárfa és különös tekintettel a Pannónia nyár (*Populus x euramericana* cv. Pannónia) állományok felmérésére és sokrétű vizsgálatára kerül sor. A pályázat fő célja a hazai, különböző termőhelyekről származó, ültetvényes nyár faanyag szerkezeti felhasználásának előkészítésére elvégzett anatómiai, mechanikai és felületfizikai vizsgálatok elvégzése. A pályázat első fél évében a hazai releváns irodalmak feltárására koncentráltunk annak érdekében, hogy a terepi munkák megkezdéséhez szükséges információkkal rendelkezünk. A publikációk feltárásakor a hazai releváns publikációk megismerése volt a cél, amely során a szaporítóanyag aktuális helyzete, az erdőművelési szempontok, a nyártermesztés, valamint az anatómiai és szerkezeti tulajdonságok tekintetében közölt publikációk, felmérések, kutatási eredmények feldolgozását végeztük el.

Kulcsszavak: Pannónia nyár, ültetvényes nyár, anatómiai jellemzők, mechanikai tulajdonságok, *Populus x euramericana* cv. Pannónia

An overview and evaluation of Hungarian publications required for material science examinations of poplar wood species

Abstract

The University of West Hungary won a Hungarian Scientific Research Fund tender, titled „Complex analysis of the physico-mechanical and surface-physical properties of wood with low density” (identification number: K116-216), to assess and investigate the Hungarian poplar stands with special emphasis on Pannónia poplar (*Populus x euramericana* cv. Pannónia) wood. The primary aim of research is the investigation of the anatomical, mechanical and surface-physical properties of plantation-poplar wood from different regions to establish the possible use of poplar wood as structural material. The initial phase started with the research of relevant Hungarian publications, to have the needed information to start the field investigations, concerning the current situation of propagation material, forest cover aspects, cultivation and research studies in respect of anatomical and structural properties of poplar wood, which is presented in this study.

Keywords: Pannónia poplar, plantation-poplar wood, anatomical parameters, mechanical properties, *Populus x euramericana* cv. Pannónia

Bevezetés

Mivel a korábbi hazai, nyár faanyaggal kapcsolatos kutatások főként juvenilis törzsek vizsgálatára fókuszáltak, ezért kutatásunk célja a nagyobb átmérővel rendelkező, érett fatest alaptulajdonságainak – sűrűség, zsugorodás-dagadás, egyensúlyi fanedvesség, szöveti szerkezet, statikus szilárdsági jellemzők, ütő-törő munka – és a rheológiai viselkedés meghatározása, megismerése. A kutatás első fázisában a mintatörzsek kiválasztása terepi munkák keretében roncsolásmentes faanyagvizsgálatokkal történik. Ezt követően a laboratóriumi vizsgálatok során kívánjuk meghatározni a fent említett alaptulajdonságokat.

Az irodalmi adatok és a terepi felmérések eredményeinek tükrében kerülnek megnevezésre a Pannónia nyár törzseken kívül vizsgálatba vont egyéb fajtatípusok is, melyek vonatkozásában a különböző termőhelyről származó fatestek felületi energiáját, nedvesíthetőségi tulajdonságait kiemelt jelentőséggel vizsgáljuk. Jelen publikációnkban a faipari szempontból fontosnak ítélt releváns irodalmi adatok összegzését és elemzését tesszük közzé, amely a pályázat további célkitűzéseinek megvalósításához elengedhetetlen.

Faipari szempontok a nyárfa alapanyagok hazai kutatásában

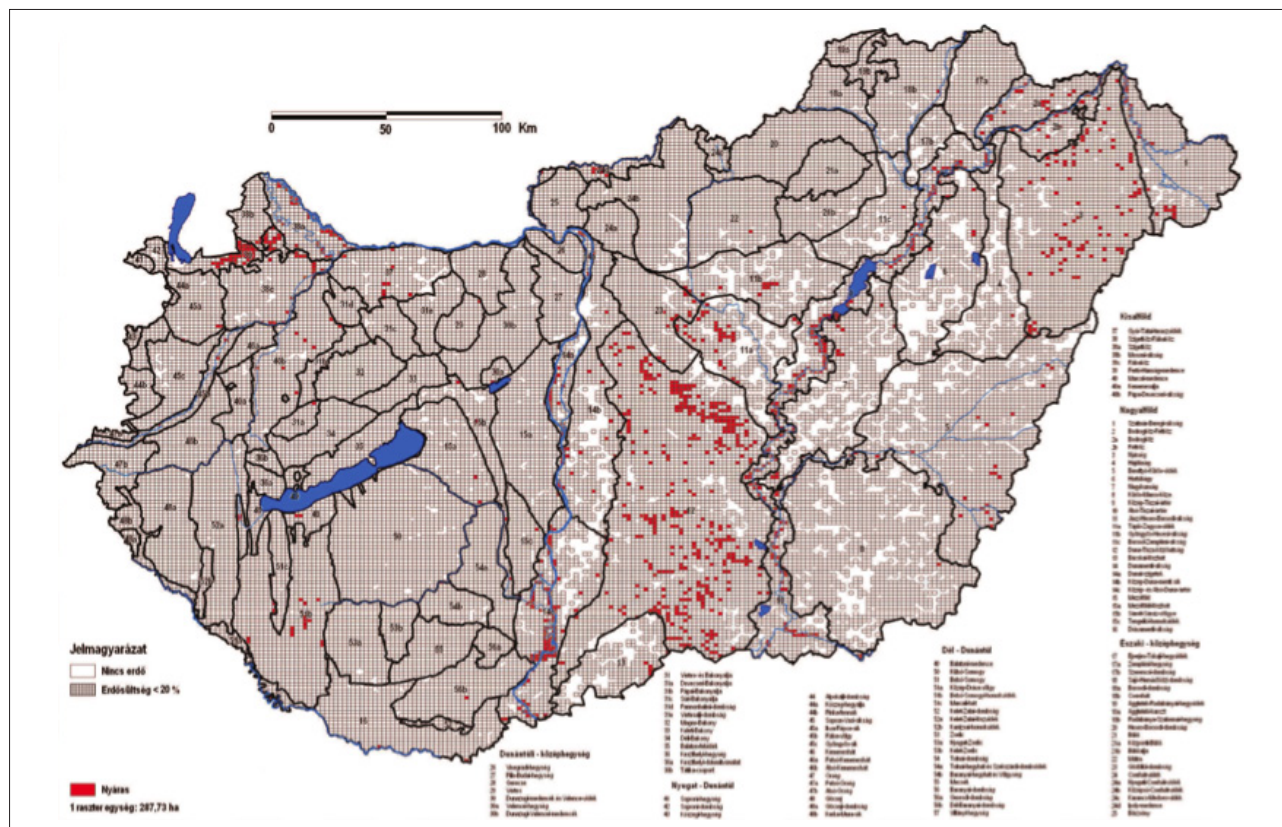
Nyárfatermesztés Magyarországon

Hazánk erdőterületeinek mintegy 10,5%-át borítják hazai vagy nemesnyár ültetvények. Az erdőterületi felosztást tekintve a tölgyesek, a cserések és az akácok után a nyárasok foglalják el a negyedik helyet. Az élőfakészletet a 2000–2014 közti időszakban tekintve, az akácok mellett a nyárasok gyarapodtak a legdinamikusabban [MTM]. Az 1991–2003-ig terjedő időszakban, az Erdészeti Tudományos Intézet által közölt felmérések alapján szembevetendő, hogy a 'Pannónia' nyárfajta jelentős, az összes nemesnyár csemetetermelés közel felét teszi ki, amelyre magyarázatot jelenthetnek a termesztésében szerzett kedvező tapasztalatok (kedvező alaki tulajdonságok, jó gyökeresedési képesség, a leggyakoribb nyárfa betegségekkel szembeni jó tűrőképesség) (Toth 2006).

Az 1. ábra alapján jól kivehető, hogy Magyarország területén elsősorban a Fertő–Hanság-medencében, a Nyírségben, illetve a Duna–Tisza közti hátságban, emellett Belső-Somogyban, illetve Nógrád megye szlovák határhoz közeli részén található nagyobb kiterjedésű nyárral borított terület.

Fakitermelés különös tekintettel nyár fajokra

Ábrahám és Németh (2012) publikációjukban megemlítik, hogy napjainkban a nyár fajok részesedése az erdőtelepítésekben 30% körül mozog, a kitermelés pedig megközelíti az 1 millió m³-t. A Központi Statisztikai Hivatal által közölt felmérés alapján 1996 és 2014 között a nyár fajok kitermelése több alkalommal is 1 millió m³ felett volt, ezen adatok alapján elmondható, hogy hazánkban jelentős mértékben áll rendelkezésre nyár faanyag.



1. ábra Nyárasok területi eloszlása hazánkban (MgSzH, Komán (2012) nyomán)

Figure 1 Regional distribution of poplar stands in Hungary (MgSzH, following Komán, 2012)

Növekedési sajátosságok

A hazai fehér és szürke nyárasok (Leuce-nyárok) növekedési sajátosságainak kutatásával Keserű és Rédei számos publikációban foglalkoznak (1997, 2012/a, 2012/c, 2014, 2015). Kutatásaik alapján összefoglalva a hazai erdőterületek mintegy 3–3,2%-át borító, kiváló alaki és fatermési tulajdonságokkal bíró Leuce-nyárok egyre kedveltebbek hazánkban, főleg a Duna-Tisza közti, erősen szélsőséges klimatikus viszonyairól ismert, száraz homokos talajjal rendelkező vidéken. Ezek a területeken a fafeldolgozás számára értékes alapanyagot szolgáltató klónok, fajták jelenthetnek megoldást az erdőgazdálkodók számára.

A hazai erdőterületek mintegy 6%-át borítják nemesnyárasok, melyek esetében a területi adottságoknak megfelelő fajtakiválasztás, valamint a termelés közbeni nevelési folyamatok kivitelezése mellett a kitermelés időpontjának meghatározása is kiemelt fontosságú. Bárány értekezésében (2011) kiemeli, hogy a nemesnyárasok esetében kimondottan fontos tényező a termelési folyamat minél sikeresebb zárása, mivel a faanyag ültetvényeken történő termelésével a természetes erdők kihasználtságát csökkenthetjük. Dolgozatában kitér a termelés időszakában elvégzendő metszési folyamatok fontosságára is.

Juhos és társai kutatásukban kifejtik, hogy a nyár fajok termőhelyi igényei sokrétűbbek, mint a fűzeké vagy az akácé. A nyárok elsősorban a melegebb tájakat kedvelik, emiatt a kedvezőbb fekvésű síksági területeken termesztethetők, magasabb nedvességigényük miatt az ártéri területek fáit is. Kutatásuk alapján megállapítják továbbá, hogy bár a nemesnyár fajok sokféle termőhelyen termesztethetők, azonban azok legoptimálisabb területei a tápanyagban gazdag, félszáraz talajok (Juhos et al. 2011, Juhos et al. 2012).

A kutatások alapján megállapítható, hogy a megfelelő alapanyag előállításának számos tényezője van, amelyek elsősorban erdőnevelési és erdőgazdálkodási feladatok.

Nyár faanyagok anatómiai felépítése, sűrűsége és szilárdsági jellemzői

Kutatásunk alappillérei között szerepel a nyár faanyagok szerkezeti felhasználásához szükséges ismeretanyag létrehozása.

Molnár és társai (1990) hazánkban termesztett fekete nyár hibridek sűrűségértékeit vizsgálták. Megállapítják, hogy a hibridek közt e tekintetben jelentős különbségek találhatók, amelyek a szilárdsági tulajdonságokon túl a felhasználhatóságra is hatással vannak. Az általuk vizsgált fafajták esetében a fajták korának sűrűsége gyakorolt hatása nincs, a szijács és geszt közt sűrűségkülönbség nem tapasztalható a mérési eredmények alapján. Jelentős sűrűségkülönbséget a különböző ültetvényekről származó egyedek közt sem találtak, arra azonban felhívják a figyelmet, hogy a különböző sűrűségű fajták szeparált feldolgozása és kiválasztása a fafeldolgozás szempontjából fontos.

Publikációjukban Mátyás és Peszlen (1997) három *Populus x euramericana* hibrid klón ('I-214', 'Kopecky' és 'Koltay') – 10 és 15 éves magyarországi ültetvény – vizsgálatáról írnak. A törzsfák metszetei alapján anatómiai és szerkezeti különbsé-

1. táblázat Lágylombos és fenyő fafajok területi hányada hazánk erdeiben (2004–2014) (MTM)

Table 1 Proportion area of pine and softwood species in Hungarian forests (2004–2014) (MTM)

Év	Nyár	Egyéb lágylombos	Fenyő
	%		
2004.01.01.	10,3	5,6	13,3
2005.01.01.	10,3	5,6	12,9
2006.01.01.	10,4	5,6	12,6
2006.12.31.	10,5	5,5	12,4
2007.12.31.	10,6	5,4	12,1
2008.12.31.	10,6	5,4	11,9
2009.12.31.	10,7	5,4	11,6
2010.12.31.	10,6	5,4	11,4
2012.01.01.	10,5	5,4	11,2
2013.01.01.	10,5	5,3	11,1
2014.01.01.	10,5	5,3	11,0

2. táblázat Fakitermelés fafajcsoportok szerint (1996–2014) [1000 m³] (KSH adat)

Table 2 Quantity of timber production according to groups of wood species (1996–2014) [1000 m³]

Év	Kitermelt faanyag [1000 m ³]	
	Nemesnyár	Hazai nyár
1996	1 252	203
1997	1188	200
1998	1207	188
1999	1170	196
2000	1069	206
2001	1090	180
2002	976	207
2003	921	206
2004	933	206
2005	883	189
2006	898	184
2007	875	201
2008	921	183
2009	699	164
2010	980	171
2011	1212	242
2012	1113	225
2013	1115	243
2014	1100	251

geket állapítottak meg, illetve kimutatták, hogy a juvenilis és az érett faanyag tulajdonságai korhoz és élőhelyhez köthetők, illetve klónonként is eltérhetnek.

Molnár és társai (2002) elvégzett vizsgálataik alapján a következő megállapításokat teszik:

- Az egészséges fehér nyár faanyag átlagosan hasonló tulajdonságokkal rendelkezik, mint a sűrűbb szövetű nemes nyár fajták.
- Rendkívül fontos, hogy a fehér nyár állományok még a bélkorhadás kezdete előtt (kb. 30 év) kitermelésre kerüljenek.
- A fehér nyár hibridek fateste a természetes kereszteződésnek megfelelően nagy morfológiai és fizikai változékonyságot mutat, emiatt a viszonylag jó minőségű faanyag csak szelekciós nemesítéssel biztosítható.
- Az egészséges geszt és a szijács fizikai tulajdonságai között nincs jelentős különbség.

Babos és Zsombor (2002) cikkükben megállapítják, hogy a különböző termőhelyekről származó nyár faanyagok mechanikai (hajlításierősség) és növekedési tulajdonságaiban jelentős eltérések észlelhetők. Megállapítják továbbá, hogy a fajtakiválasztás telepítés esetén a termőhelyi adottságoktól erősen befolyásolt.

A nyár faanyagok szerkezeti felhasználásához szükséges ismeretanyaghoz kiváló alapot képez Bejó és társai, több mint négyezer mérési eredménnyel, sikeresen létrehozott, a szakirodalomban eddig fel nem lelhető adatbázisa. Adatbázisuk alapján az öt vizsgált fafaj: rezgő nyár (*Populus tremuloides*), vörös tölgy (*Quercus rubra*), tulipánfa (*Liriodendron tulipiferis*), Pannónia nyár (*Populus x euramericana* cv. Pannónia) és csertölgy (*Quercus cerris*) ortotróp szilárdsági és rugalmassági jellemzőinek feltárásával lehetőség nyílik ezen alacsony értékű és alulhasznosított fafajok értéknövelésére (Bejó et al. 2003).

Egyetemünkön végzett kutatások igazolták, hogy a „juvenilisfa” szakasz nyárak esetében kitolódhat egészen a vágásérettségi korig (20–22 év), azonban ez nyárak esetében nem társul negatív tulajdonságokkal (pl. alacsonyabb sűrűség) (Komán 2012). Komán és társai (2013) három fafaj összehasonlításakor (*Populus x euramericana* cv. 'I-214', *Populus x euramericana* cv. 'Pannónia', *Pinus sylvestris* L.) a nemesnyár faanyagok kihasználtságának fő akadályát jelentő göcsök hatását vizsgálták, rugalmasság és szilárdság tekintetében. Vizsgálataik eredményeként kijelentik, hogy a fenyők esetében gyakori problémát okozó göcs menti repedések fő oka a göcs és a faanyag közti átmeneti zóna hiánya, amely azonban nyárak (I-214, Pannónia) esetében nem jelentkezik, mivel az átmeneti zóna megfelelő.

A különböző nyár faanyagokat érintő anatómiai, sűrűségi, szilárdsági és rugalmassági vizsgálatokkal kapcsolatos eredmények arra engednek következtetni, hogy ezek az alacsony, de vágásérett korig tartóan homogén sűrűségű anyagok – 30 éves kor előtti kitermelés mellett, valamint bizonyos szeparáció/szelekció betartásával – a faipar számára értékesebb területeken is alkalmazhatók lennének.

Felhasználási lehetőségek

Alpár és Rácz (2009) nyár és erdeifenyő forgácsból képzett cementkötésű forgácslapot, ezek összehasonlítása alapján a nyár faanyag ez irányú felhasználását ugyanolyan mértékben javasolják, mint az erdeifenyő alapanyagot.

Molnár és társai szerint a 'Pannónia' nyár faanyag, sűrűségi értékeit, valamint szilárdsági jellemzőit tekintve, értékesebb faipari területekre, akár szerkezeti célú felhasználásra is ajánlható (Molnár et al., 2008). Schlosser és társai (2012) kifejtik, hogy a szakirodalom alapján egyes nyár fajok alkalmasak szerkezeti felhasználásra. Mindezek mellett kitérnek arra is, hogy a Pannónia nyár (*Populus x euramericana* cv. Pannónia) alapanyag szerkezeti célú felhasználása részletes vizsgálatokat igényel, melyek függvényében lehetséges a Pannónia nyár besorolása a szerkezeti felhasználásra alkalmas lombos faanyagok közé.

A NymE Faanyagtudományi Intézetének munkatársai a Pannónia nyár energetikai hasznosítási, termo-mechanikai nemesítési, valamint szerkezeti felhasználhatósági, illetve anyagtudományi vonatkozásáról számolnak be. Az energetikai hasznosítás mellett kitérnek az egyre szélesebb körben történő felhasználására, amely tendencia napjainkra eljutott az építészeti felhasználásig. Publikációjukban felhívják a figyelmet a különböző termőhelyekről származó különböző fajták közti mechanikai eltérésekre, amelyek alapján alapos szelekciónak kell megelőznie a felhasználást. A Pannónia nyár termo-mechanikai nemesítési kísérleteiről szólva megjegyzik, hogy a vizsgálatok alapján sikeresen javították az – egyébként alacsony testsűrűségű és vékony sejtfalú – nyár faanyag keménységi értékeit, illetve megjelenését. Az intézetben rétegelt-ragasztott nyárfa tartó prototípusok kialakítására is sor került, melyek pozitív eredményei további vizsgálatokra adhatnak okot (Németh et al. 2015).

Markó és társai célja a hazai I-214 olasz nyár, CLT (többrétegű, keresztirányú, ragasztott tömörfa szerkezeti panel) gyártására való felhasználhatóságának vizsgálata volt. A kutatás során háromrétegű panel gyártására és hajlítószilárdsági vizsgálatára került sor. A vizsgálati eredmények alapján az olasz nyár faanyagból készült CLT szilárdsági tulajdonságai megfelelnek az alacsonyabb szilárdsági kategóriájú fenyő faanyagoknak, azonban a rugalmassági modulus értékei elmaradnak a várt értéktől (Markó et al. 2015).

Sipos (2015) diplomamunkájában I-214 olasz nyár faanyagból állított elő kísérleti RR-tartókat, 1K PUR ragasztóanyag alkalmazásával. Munkájával a Nyugat-magyarországi Egyetemen létrehozott kutatócsoport munkájához kapcsolódott, melynek célja, hogy a hazai építőiparban gyakran alkalmazott, de kis mennyiségben természetű fenyő faanyagot hazai, hasonló tulajdonságokkal rendelkező faanyaggal helyettesítsék. Vizsgálatai alapján kijelenti, hogy az I-214 olasz nyár faanyag alkalmas RR egyenes tartó létrehozására, az eredmények ígéretesnek mondhatók, mind a tartók hajlítószilárdsági, mind pedig a hajlító rugalmassági modulus értékeit illetően.

Az elmúlt években számos kutatás foglalkozott a nyár faanyag *modifikálási* lehetőségeivel. A modifikációs vizsgálatok célja a nyár faanyag bizonyos tulajdonságának javítása, a nyár faanyag felhasználási lehetőségeinek kibővítése érdekében.

Horváth (2008) munkájában különböző fafajok termikus hőkezelését végezte el, különböző menetredek szerint. Pannónia nyár (*Populus x euramericana cv.* Pannónia) esetében megállapította, hogy a 200 °C-os hőkezelés hatására – amely a faanyagban lévő farontó organizmusok pusztulását is okozza – a lepkeapló enzimatis bontásával szembeni ellenálló képesség 40% ponttal növelhető, valamint a légszáraz fanedvesség 4–5% ponttal csökkenthető. Ugyanezen kezelés vonatkozásában kijelenti, hogy a dimenzióstabilitás 30% feletti mértékben javítható, illetve hatására a faanyag keresztmetszeti kontrakciója 5%-ot meghaladó mértékű. A hajlítószilárdság 200 °C-os kezelése hatására Pannónia nyár esetében 34%-kal csökkent, azonban a rostirányú nyomószilárdsága hőkezelés hatására szignifikánsan nő, amely jelenséget a keresztmetszeti kontrakció hatásának tulajdonít.

Ábrahám és Németh (2012) publikációjában leírt kutatásukban, nyár faanyag termo-mechanikus tömörítését végezték el különböző hőmérsékleten (160 °C, 180 °C, 200 °C), különböző tömörítési fokozatokkal (20%, 30%, 40%), illetve különböző időtartamokon (15 perc, 30 perc, 45 perc). A legjelentősebb pozitív eredmény a felületi keménység növekedése volt, amely akár a 60–130 százalékpontot is elérte. A termo-mechanikus tömörítés mellett olajban hőkezelt nyárfa minták vizsgálatára is sor került, melynek keretein belül Bak és Németh (2012) Pannónia nyár faanyagot kezeltek különböző növényi olajokban. Vizsgálataik során megállapították, hogy a kezelt faanyag egyensúlyi fanedvessége alacsonyabb, mint a kezeletlen mintáké, valamint a nyár (*Populus x euramericana cv.* Pannónia) méretállandósága jelentős mértékben növelhető forró olajban (160 °C, illetve 200 °C) való kezeléssel. A kezeléseket dimenzióstabilitási hatása tangenciális és radiális irányokban különböző mértékű volt, a tangenciális irányú dagadás nagyobb mértékű csökkenését tapasztalták, a radiális irányban észlelhetőhöz képest.

A nyár faanyag *parkettagyártás*ban való felhasználásával Katona és Fehér (2012) foglalkozott. Kutatásuk alapján és a mechanikai tulajdonságok elemzése nyomán egyértelmű, hogy a gőzölt Pannónia nyár további nagyobb mértékű modifikálás nélkül nem alkalmas a felső járóréteg gyártásához, mivel a vizsgálatok alapján keménysége nem kielégítő ilyen célú alkalmazásra.

A felhasználási lehetőségek mellett a *használatból eredő problémák* feltárásával is számos publikáció foglalkozott a korábbi években. Molnár és társai (2013) kutatásának célja a különböző fafajokra kifejlesztett fotodegradációs hatás számszerűsített mérése. Vizsgálataik során az UV-kezelés hatására a lucfenyő és a nyár próbatestek felületén nem jelentek meg felületi repedések, a többi vizsgált fafaj felületén azonban tapasztalható volt ilyen irányú változás.

Tolvaj és Preklet a faanyagok felszínének nedvesítés hatására történő színváltozását vizsgálta tíz fafaj esetében. A legkisebb mértékű sötétedést a nyár (2,3%) és a hárs (3%) produkálta, amelynek magyarázata, hogy a vizsgált fafajok közül ez a két faanyag tartalmazza a legkevesebb extraktanyagot. A nedvesítés hatására történt sötétedés fő okaként azt a magyarázatot adják, hogy a jelenlévő víz mélyebb rétegekbe is bevezeti a fényt, mint amilyen mélységbe a száraz faanyag beengedi azt, így az intenzív fényabszorpciós képességgel rendelkező extraktanyagok hiánya miatt a nyár és a hárs csupán kismértékű sötétedést szenvedett el (Tolvaj és Preklet 2015).

A széles körű (forgácslap, CLT, RR-tartó, modifikáció, parkettagyártás, stb.) vizsgálatoknak köszönhetően jelentős ismeretanyag áll rendelkezésre különböző nyár faanyagok felhasználási lehetőségeivel kapcsolatban. A vizsgálatok alapján megállapítható, hogy a hazai nyár faanyag bizonyos termékek gyártása esetében ok nélkül mellőzött, illetve szilárdsági és rugalmassági tulajdonságai alapján több célú alkalmazása javasolható.

Összefoglalás és kitekintés

A sokrétű hazai szakirodalmat tekintve látható, hogy a nyár faanyag kutatása előrehaladott fázisban van, tekintve a nagyszámú fakitermeléssel, növekedési habitussal, anatómiai felépítéssel, mechanikai tulajdonságokkal, felhasználási lehetőségekkel és a felhasználás során keletkező problémákkal foglalkozó publikációt, azonban a termőhely-specifikus vizsgálatok száma ezek közt elenyésző. Mivel a korábbi kutatások közt számos olyan munka található, amely a különböző nyárfajták pozitív tulajdonságai mellett a szerkezeti kihasználatlanságot említi, a további kutatást a nyár faanyag minél értékesebb felhasználásának érdekében folytatjuk.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetet mondanak a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal OTKA K 116226 azonosítójú „Alacsony sűrűségű faanyag fiziko-mechanikai és felületfizikai tulajdonságainak komplex elemzése” című projekt keretében nyújtott támogatásáért.

Irodalomjegyzék

- Ábrahám J., Németh R. (2012) Physical and Mechanical Properties of Thermomechanically Densified Poplar. International Scientific Conference on Sustainable Development & Ecological Footprint. March 26–27 2012 Sopron, Hungary. http://palyazat.nyme.hu/fileadmin/dokumentumok/palyazat/tamop421b/IntConference/Papers/Articles/PDF/AbrahamNemeth_PhysicalAndMechanicalPropertiesOfThermomechanicallyDensifiedPoplar.pdf (megtekintés dátuma: 2016.03.07.)
- Alpár T., Rác I. (2009) Production of cement-bonded particleboards from poplar (*Populus euramericana* cv. „I 214”). *Drvna Industrija* 60(3):155-160. <http://drvnaindustrija.sumfak.hr/pdf/Drv%20Ind%20Vol%2060%203%20Alpar.pdf> (megtekintés dátuma: 2016.03.16.)
- Babos K., Zsombor F. (2002) Néhány nyárfajta faanyag-tulajdonságának összefoglaló jellegű ismertetése, 1. rész. FAIPAR 50(4):4-7. http://epa.oszk.hu/02300/02321/00004/pdf/EPA02321_Faipar_2002_04_04-07.pdf (megtekintés dátuma: 2016.01.19.)
- Bak M., Németh R. (2012) Heating and swelling poplar. *BioResources* 7(4):5128-5137. http://ojs.cnr.ncsu.edu/index.php/BioRes/article/view/BioRes_07_4_5128_Bak_Nemeth_Swelling_Properties_Moisture_Oil_Heat_Treated_Poplar (megtekintés dátuma: 2016.03.14.)
- Bárány G. (2011) A nemesnyár-termesztés fejlesztésének újabb eredményei. Doktori disszertáció. NymE-EMK Sopron, <http://ilex.efc.hu/PhD/emk/baranygabor/disszertacio.pdf> (megtekintés dátuma: 2016.03.16.)
- Bejó L., Láng E., Szalai J., Kovács Zs., Divós F. (2003) Lombos fafajok ortotróp szilárdsága és rugalmassága. I. rész: Elméleti alapok, kísérleti módszerek. FAIPAR 51(2):19-25. http://real.mtak.hu/18139/1/EPA02321_Faipar_2003_02_19-25.pdf (megtekintés dátuma: 2016.03.15.)
- Juhos K., Nádosy F., Juhász Á., Sepsi P., Magyar L., Tőkei L. (2012) Energetikai célú fafajták termőhelyi alkalmazása Soroksáron. Fenntartható fejlődés, élhető régió, élhető települési táj 3. BCE, Budapest, pp. 67-73. (ISBN 978-963-503-506-2). http://unipub.lib.uni-corvinus.hu/985/1/fenn2012_Juhos_Katalin_etal.pdf (megtekintés dátuma: 2016.03.16.)
- Juhos K., Magyar L., Gurály A., Szabó V., Búcsi A., Nádosy F. (2011) Az energetikai faültetvények fajta- és technológiai kérdései. Környezettudatos Energiatermelés és Felhasználás – Környezet és Energia Konferencia (ISBN 978-963-7064-27-2) Budapest, 2011. 11. 25–26. <http://geo.science.unideb.hu/taj/dokument/energiakonfII/KeKonyv.pdf> (megtekintés dátuma: 2016.04.18.)
- Horváth N. (2008) A termikus kezelés hatása a faanyag tulajdonságaira, különös tekintettel a gombaállóságra. Doktori disszertáció. Sopron, NymE-FMK. <http://doktori.nyme.hu/240/1/disszertacio.pdf> (megtekintés dátuma: 2016.05.12.)
- Katona G., Fehér S. (2012) Utilization possibilities of poplar species in parquet production in aspect of wood science. *WOOD RESEARCH* 57(4):631-638. http://www.woodresearch.sk/articles/6-24-164059_12katona.pdf (megtekintés dátuma: 2016.02.12.)
- Keserű Zs., Balla I., Antal B., Rédei K. (2015) Micropropagation of Leuce-poplars and evaluation of their development under sandy site conditions in Hungary. *Acta Silvatica et Lignaria Hungarica* 11(2):139–152., DOI: 10.1515/aslh-2015-0011, http://aslh.nyme.hu/fileadmin/dokumentumok/fmk/acta_silvatica/cikkek/Vol11-2015/11_keseru_et_al_p.pdf (megtekintés dátuma: 2016.01.13.)

- Keserű Zs., Rédei K. (2012/a) Homoki Leuce-nyárak termesztési és technológiai modelljei. Erdészettudományi Közlemények 2(1):61-71. http://www.erdtudkoz.hu/fileadmin/dokumentumok/emk/erfaved/ErdTudKozl/Szamok/2012/06_Keseru_es_Redei_2012.pdf (megtekintés dátuma: 2016.01.13.)
- Keserű Zs., Rédei K. (2014) Fehér nyár klónok teljesítményvizsgálata alföldi száraz, homoki termőhelyen. Alföldi Erdőkért Egyesület XXI. Kutatói Nap (ISBN 978-963-08-7830-2) Lakitelek, 2013. november 15. http://aee.hu/downloads/2013/Kutato_i_Nap_Kiadvany_2013.pdf (megtekintés dátuma: 2016.01.20.)
- Komán Sz. (2012) Nemesnyár-fajták korszerű ipari és energetikai hasznosítását befolyásoló faanatómiai és fizikai jellemzők. Doktori disszertáció, NymE–FMK <http://doktori.nyme.hu/410/1/disszertacio.pdf> (megtekintés dátuma: 2016.02.11.)
- Komán Sz., Fehér S., Ábrahám J., Taschner R. (2013) Effect of knots on the bending strength and the modulus of elasticity of wood. Wood Research 58(4):617-626. http://www.woodresearch.sk/articles/7-43-102735_11_Koman.pdf (megtekintés dátuma: 2016.02.26.)
- Markó G., Bejő L., Takáts P. (2015) CLT hazai I-214 olasz nyár faanyagból. FAIPAR 63(2):36-41., DOI:10.14602/WOODSCI.2015.2.42, http://real.mtak.hu/30179/1/42_364_1_PB_u.pdf (megtekintés dátuma: 2016.02.16.)
- Mátyás Cs., Peszlen I. (1997) Effect of age on selected wood quality traits of poplar clones. Silvae Genetica Sauerländer 46(2-3):64-72., http://www.sauerlaender-verlag.com/fileadmin/content/dokument/archiv/silvaegenetica/46_1997/46-2-3-64.pdf (megtekintés dátuma: 2016.02.23.)
- Molnár S., Führer E., Tóth B. (2008) Az ültetvényes fagazdálkodás fejlesztése, Hillebrand Nyomda, Sopron
- Molnár S., Fehér S., Pápay L. (1990) Newer data on the variability of the density of wood of poplar plantations. FAIPAR 1990(7):208-209.
- Molnár S., Németh R., Paukó A., Göbölös P. (2002) A fehérsnyár hibridek faanyagminőségének javítási lehetőségei. FAIPAR 50(2):24-26., http://real.mtak.hu/18166/1/EPA02321_Faipar_2002_02_24-26.pdf (megtekintés dátuma: 2016.02.23.)
- Molnár Zs., Magoss E., Tolvaj L. (2013) A fotodegradáció okozta felületérdesedés vizsgálata. FAIPAR 61(2):26-32., http://real.mtak.hu/17855/1/EPA02321_faipar_2013_02_026-032.pdf (megtekintés dátuma: 2016.01.18.)
- Németh R., Fehér S., Ábrahám J., Bak M., Horváth N., Komán Sz., Szeles P. (2015) Nyár faanyaggal kapcsolatos aktuális kutatási eredmények a Faanyagtudományi Intézetben. Alföldi Erdőkért Egyesület Kutatói Nap – Tudományos eredmények a gyakorlatban (ISBN 978-963-12-3841-9).
- Rédei K., Keserű Zs., Rásó J. (2012/c) Practice-Oriented Yield Table for White Poplar Stands Growing under Sandy Soil Conditions in Hungary. SEFOR – South-East European Forestry 3(1):33-40. <http://hrca.srce.hr/95528> (DOI:10.15177/seefor.12-04) (megtekintés dátuma: 2016.01.18.)
- Rédei K. (1997) Fehér nyár klónok fiatalkori értékelése a Duna-Tisza közti homokháton. Erdészeti Lapok 132(7-8):228-229., http://erdeszetilapok.oszk.hu/01391/pdf/EL_132_1997_07-08_226-231.pdf (megtekintés dátuma: 2016.01.25.)
- Schlosser M., Horváth N., Bejő L. (2012) RR-tartók hazai alapanyagokból. Hallgatói Tudományos Konferencia 2012 – Tanulmánykötet (TÁMOP - 4.2.2. B-10/1-2012_0018, ISBN: 978-963-9883-96-3). pp. 162-171., http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop422b/2010-0018_kotet_20_faipari_konferencia/faipari_konferencia.pdf (megtekintés dátuma: 2016.02.19.)
- Sipos László (2015) Egyenes vonalú rétegelt-ragasztott tartó kísérleti előállítás és vizsgálata nyár faanyag és 1 K PUR szerkezeti ragasztó vonatkozásában. Diplomamunka, NymE–SKK Faanyagtudományi Intézet. <http://diploma.nyme.hu/311/1/Diplomamunka.pdf> (megtekintés dátuma: 2016.02.02.)
- Tolvaj L., Preklet E. (2015) A faanyag színváltozása nedvesítés hatására. FAIPAR 63(1):41-46., DOI:10.14602/WOODSCI.2015.1.39, http://real.mtak.hu/24477/1/39_274_1_PB_u.pdf (megtekintés dátuma: 2016.02.02.)
- Toth Béla (szerk.) (2006) Nemesnyár-fajták ismertetője – Irányelvek a nemesnyár-fajták kiválasztásához. Agroinform Kiadó. ISBN 963-502-855-5.
- [KSH adat]: NÉBIH Erdészeti Igazgatóság, Erdőtervi mérlegbeszámolók országos összesítői, https://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/i_ome002a.html (megtekintés dátuma: 2016.03.04.)
- [MTM]: Miniszteri tájékoztató Magyarország erdőállományának főbb adatairól, 2014, http://www.fataj.hu/2014/10/132/EVgF-98-Miniszteri_taj_2013rol_10-02.pdf (megtekintés dátuma: 2016.02.12.)