

A bükk (*Fagus sylvatica* L.) faanyag fehér- és színes gesztje színének változása a gőzölési idő és a hőmérséklet függvényében

Tolvaj László, Molnár Sándor, Takáts Péter, Németh Róbert*

Fehér és álgesztes bükk (*Fagus sylvatica* L.) faanyagot gőzöltünk széles (80-110°C) hőmérséklet tartományban. A gőzölést 6 napig folytattuk. Megállapítást nyert, hogy a színváltozás 95°C alatt alig függött a hőmérséklettől. A színváltozás döntő része 16-20 óra alatt megtörtént. Ezen hőmérsékleti határ fölött viszont a teljes vizsgált időtartamon belül folyamatos volt a színváltozás, de a faanyag kedvezőtlen, szürkés színű lett. A gőzölést alkalmasnak találtuk a fehér és a színes álgeszt színének homogenizálására. Az optimális gőzölési hőmérséklet 95°C.

Kulcsszavak: Bükk, Álgeszt, Gőzölés, Színváltozás, Gőzölési paraméterek

Colour change of white and red heartwood of beech (*Fagus sylvatica* L.) as a function of steaming time and temperature

White and red heartwood of Beech (*Fagus sylvatica* L.) were steamed at a wide range of temperatures (80-110°C). Steaming lasted for up to 6 days. The colour change was hardly affected by steaming temperature below 95°C. Most of the colour change occurred during the first 16-20 hours of steaming. Above 95°C, the colour change was continuous throughout the whole steaming period, but the colour of steamed wood was a nonattractive greyish-red. Steaming was found suitable for homogenising the colour of white and red heartwood. The optimum steaming temperature is 95°C.

Kulcsszavak: Beech, Red heartwood, Steaming, Colour change, Steaming parameters

Bevezetés

A bükk faanyag gőzölése az iparban elterjedt gyakorlat. Az enyhén vörös árnyalat elérése érdekében végeznek gőzölést. A gőzölés hatására bekövetkező színváltozás szisztematikus vizsgálatára vonatkozóan nem találtunk adatokat a szakirodalomban. A publikált vizsgálatok döntő mértékben a gőzölt bükk faanyag fizikai és mechanikai tulajdonságaira vonatkoznak (Molnár 1976, 1998). Az ipar számára nemkívánatos színes álgeszt kialakulása egyre inkább foglalkoztatja a kutatókat, mivel a kitermelt bükk faanyagban egyre nagyobb lesz az álgeszt részaránya. A NyME Kémiai Intézetében napjainkban sikeres vizsgálatok folynak a színes geszt kialakulására vonatkozóan (Hofmann és tsai. 2002, Albert és tsai. 2003, Hofmann tsai. 2004). Kimutatták, hogy a színhatáron pH emelkedés jön létre, ami a lejátszódó enzim-

folyamatok elengedhetetlen feltétele. Ebben a pH tartományban mindkét oxidációért felelős enzim (peroxidáz és a polifenol-oxidáz enzimek) aktivitása nagy. A színhatáron a kioldható fenoltartalom csökken, és a fenolok mennyisége is megváltozik. A színhatár előtt egy szűk szöveti sávban keletkeznek az álgeszt színes gesztelő anyagai a fenolok oxidatív polimerizációjával. Az álgesztes bükk faanyag színtartósságát UV besugárzással vizsgálta Hapla és Militz (2004), és az eredményeket CIE L*, a*, b* rendszerben adta meg.

A faipar számára komoly feladat, hogy a fehér és a színes geszt közötti éles és alaktalan színhatárt csökkentse. Célul tűztük ki, hogy szisztematikusán megvizsgáljuk a gőzölési paraméterek (gőzölési idő, hőmérséklet, nedvességtartalom) hatását a színváltozásra és a színhomogenizálás lehetőségére.

* Dr. Tolvaj László CSc. egyetemi tanár, NyME, Fizika Intézet, Dr. Molnár Sándor DSc. egyetemi tanár, NyME, Faanyagtudományi Intézet, Dr. Takáts Péter CSc. egyetemi tanár, NyME, Fa- és Könnyű ipari Technológiák Intézet, Dr. Németh Róbert PhD. egyetemi docens, NyME, Faanyagtudományi Intézet

Vizsgálati módszerek

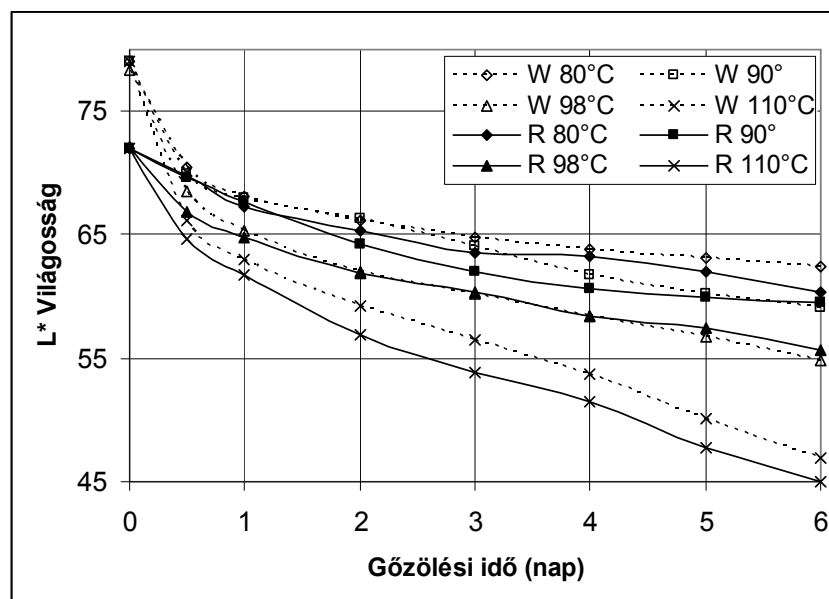
A laboratóriumi gőzölési kísérletek 80-110°C közötti hőmérsékleteken történtek. A kísérletek egy részét (80-98°C között) exszikkátorban végeztük. Az edényben a faanyag alatt desztillált vizet helyeztünk el. Az exszikkátorokat szárítószekrénybe tettük. A szekrény hőmérsékletét az automatika a beállított hőmérséklet körül $\pm 0,5^\circ\text{C}$ tartományban tartotta. A gőzöléshez élőnedves állapotú (45% átlagos nedvességtartalmú) és száraz (10-15% nedvességtartalmú) faanyagot használtunk. A mintákat olyan pallókból vágtuk ki, melyek színes gesztet (álgeszt) és fehér faanyagot egyaránt tartalmaztak. A mintakészítésnél ügyeltünk arra, hogy mindegyik tartalmazzon fehér és színes faanyagot is. A mintákat 12, 24, 48, 72, 96, 120 és 144 órás gőzölés után szedtük ki a gőzölő téből. A 105 és 110°C hőmérsékleteken exszikkátor helyett nyomásálló edényt alkalmaztunk. A mintákat 6, 12, 24, 48, 72, 96, 120 és 144 órás gőzölés után szedtük ki a gőzölő téből. A gőzölés kezdetekor 6 órás felfűtést biztosítottunk. A gőzölési időt a beállított hőmérséklet elérésétől számítottuk. Gőzölés után a próbatesteket laboratóriumi légtérben egy hónapig kondicionáltuk. A próbatestek mérete 25x70x200 mm volt. A légszáraz próbatesteket középen kettévágtuk, és a frissen kialakított felszínen végeztük el a színmérést. A színméréshez egy számítógéppel vezérelt MINOLTA 2002 típusú színmérő készüléket használtunk. A színpontokat a háromdimenziós CIE $L^*a^*b^*$ színínger mérő rendszerben adtuk meg. Ebben a rendszerben a minta világosságát az L^* koordináta adja meg. Faanyag esetében az a^* koordináta a vörös színezetet, a b^* koordináta a sárga színezetet reprezentálja. A magasabb értékek az élénk színeket reprezentálják, az alacsony értékek a szürke árnyalatokhoz tartoznak.

A vizsgálatok eredményei

A bükk faanyag gőzölési vizsgálatait először nedves állapotú (45% nedvességtartalmú) faanyagon végeztük el. A mintákat olyan pallókból vágtuk ki, melyek álgesztet (színes geszt) és fehér faanyagot egyaránt tartalmaztak. A mintakészítésnél ügyeltünk arra, hogy mindegyik tartalmazzon fehér és színes faanyagot is.

A vizsgálatok közben már szabad szemmel jól látható volt, hogy a színváltozás döntő része már fél nap alatt lejátszódott. Egy nap után már nem történt észrevehető változás. Azt is megfigyeltük, hogy az álgesztes anyag színe alig változott, míg a fehér faanyag színe az álgesztes rész színe felé tolódott el. Megállapítható, hogy a gőzölés hatására a fehér faanyag a színes geszthez hasonló színárnyalatot vesz fel, tehát a gőzölés alkalmas az álgesztet is tartalmazó bükk faanyag színhomogenizálására. Az is kiderült, hogy a színhomogenizálás alig függ az alkalmazott hőmérséklettől.

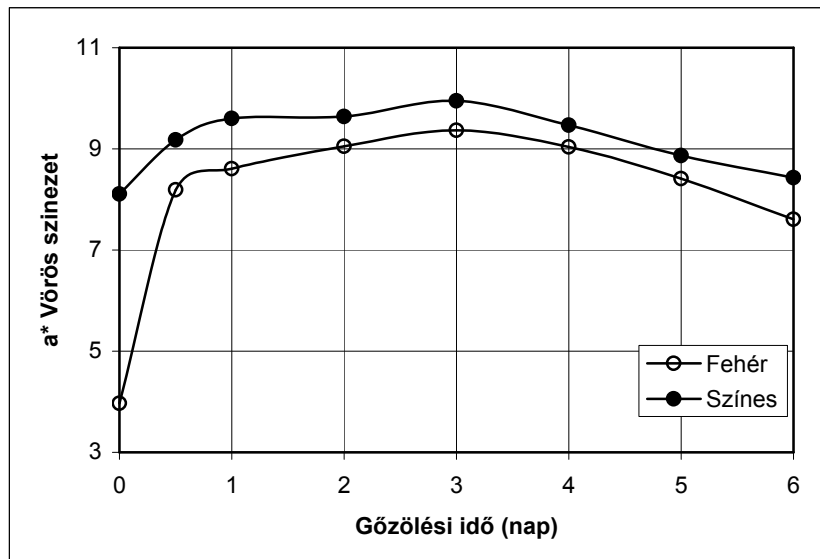
Az objektív színmérések pontosan mutatják a hőmérséklet és a gőzölési idő szerepét a bükk faanyag színváltozásában. Az összehasonlítás érdekében a nedves állapotban gőzölt fehér és színes geszt világosságának változását az **1. ábra** mutatja a gőzölési idő és a hőmérséklet függvényében.



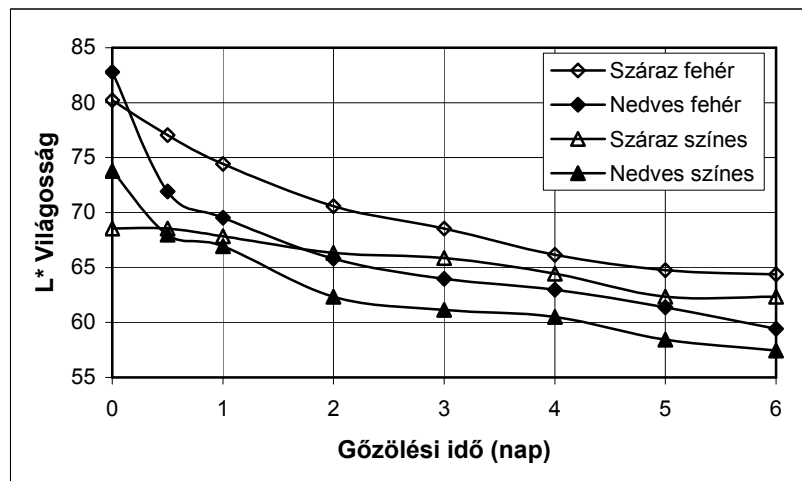
1. ábra – A nedves fehér (W) és a színes (R) bükk faanyag világosságának változása a gőzölési idő és a hőmérséklet függvényében

A grafikonok alapján megállapítható, hogy a hatásozó gőzölési idő 18 óra körüli érték. Ez az idő alig függ a gőzölés hőmérsékletétől. Tovább gőzölve 95°C alatt a világosság változása nem függ a hőmérséklettől, és a világosság alig csökken a gőzölési idő növekedésével. A fenti megállapítások a fehér és a színes gesztre egyaránt vonatkoznak. A 95°C fölötti hőmérsékleteken viszont a világosság folyamatosan csökkent a vizsgált időintervallumban. Ez a csökkenés fehér faanyag esetében jelentősebb volt, mint a színes geszt esetében.

A vörös színezet növekedéséről hasonló megállapítást tehetünk, mint a világosság csökkenésének tendenciájáról (2. ábra). A fehér faanyag vörös színezete az első 18 órában sokkal erőteljesebben növekedett, mint a natúr állapotában már vörösebb álgeszté. Így a kétféle faanyag színezete is közel került egymáshoz. A gőzölés további időtartamában a változás minimális volt mindkét faanyag típus esetében. A gőzölés során a szín sárga tartalmában nem történt lényeges változás, ezért ezzel a továbbiakban nem foglalkozunk. A 95°C fölötti hőmérsékleteken és túlnyomáson gőzölve a világosság csökkenése nem áll meg 1 nap után, hanem tovább csökken, bár gyengébb intenzitással. A színpontoknak az L* tengelytől mért távolsága szintén csökken. Túlnyomáson gőzölve már szabad szemmel feltűnik, hogy a gőzölés által keltett új színben jobban dominál a szürke, mint a vörös (míg atmoszférikus nyomáson



2. ábra – A vörös színezet változásának időfüggése fehér és színes geszt esetében 95°C-os gőzölésnél



3. ábra – A világosság változásának időfüggése nedves és száraz minták esetében 95°C-os gőzölésnél

ennek éppen az ellentettje valósul meg).

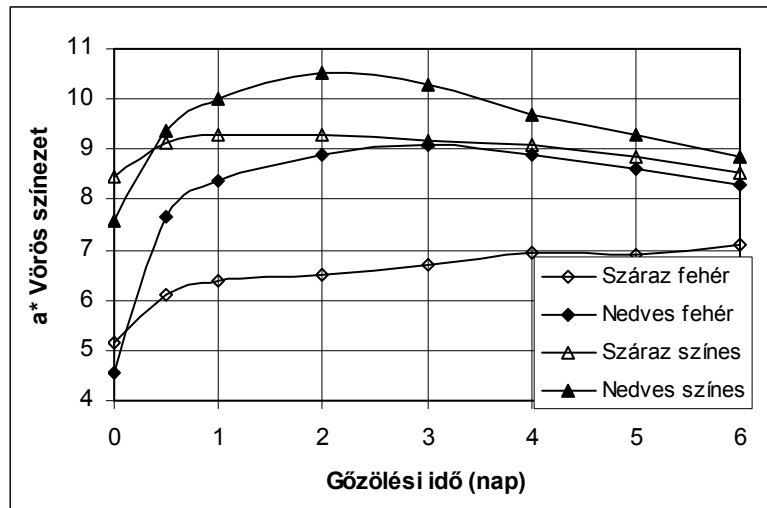
A fentiek alapján megállapíthatjuk, hogy bükk faanyag esetében mind gazdasági, mind esztétikai szempontból csak az atmoszférikus nyomáson történő gőzölés javasolható. Az is jól látszik, hogy a gőzölés színhomogenizáló hatása a fehér és színes gesztet vegyesen tartalmazó faanyag esetében.

A száraz bükk faanyagra vonatkozó vizsgálatok eredményeit a 3-6. ábrák tartalmazzák. A 3. ábrán a világosság változását szemléltetjük 95°C-os gőzölés esetén, bemutattva valamennyi vizsgált eset világosságának változását. Szembetűnő, hogy a száraz

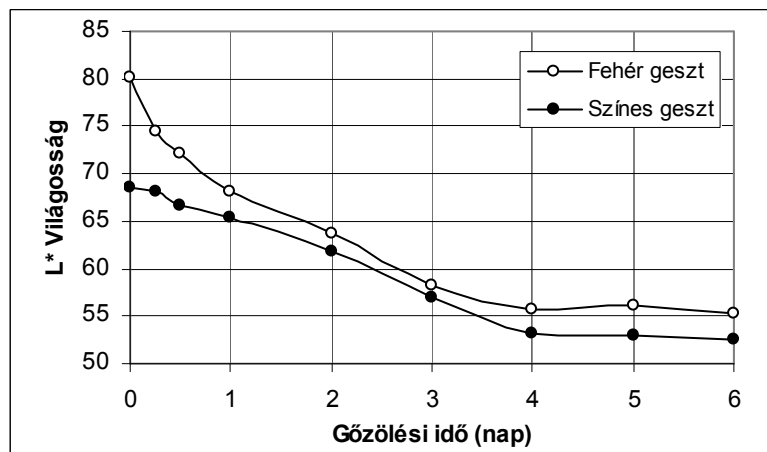
minták világosságának csökkenése közel egyenletes az egész vizsgált időtartamban. Nem tapasztalható az a jelentős csökkenés az első fél napban, amit a nedves mintáknál látunk. A végső világosság értéke száraz faanyagnál magasabb, mint a nedves faanyagnál, és ez a fehér és színes gesztre egyaránt vonatkozik.

A vörös színezet változását 95°C-os gőzölésnél a **4. ábra** szemlélteti. Itt is jól látszik, hogy a száraz faanyag színének vörös irányú eltolódása kisebb mértékű mind fehér, mind színes geszt esetében, mint a nedves faanyagé. Szembetűnő, hogy a száraz fehér geszt színe alig vörösödik a nedves fehér geszthez képest. A gyakorlatban viszont éppen ezen vörös irányú eltolódás létrehozása érdekében gőzölük a fehér bükk faanyagot. Megállapítható, hogy a vörös irányú elszínezés érdekében nem javasolható a száraz állapotú fehér bükk faanyag gőzölése. A grafikonokról az is leolvasható, hogy a színes és a fehér bükk faanyag színhomogenizálására sem alkalmas a száraz állapotban történő gőzölés, hiszen sokkal nagyobb eltérés marad, mint amit a nedves faanyag gőzölésekor tapasztalunk.

Korábban már megállapítottuk, hogy a nedves bükk faanyagot 100°C fölött nem célszerű gőzölni a fehér geszt vörös irányú elszínezése érdekében. Ezért most csak azt vizsgáljuk, hogy a száraz bükk faanyag túlnyomóságos gőzölése (100°C fölött) alkalmas-e a fehér és a színes geszt színhomogenizálására. A kísérlet eredményeit az **5-6. ábrák** mutatják. A világosság mind a fehér, mind a színes gesztnél folyamatosan csökkent az első



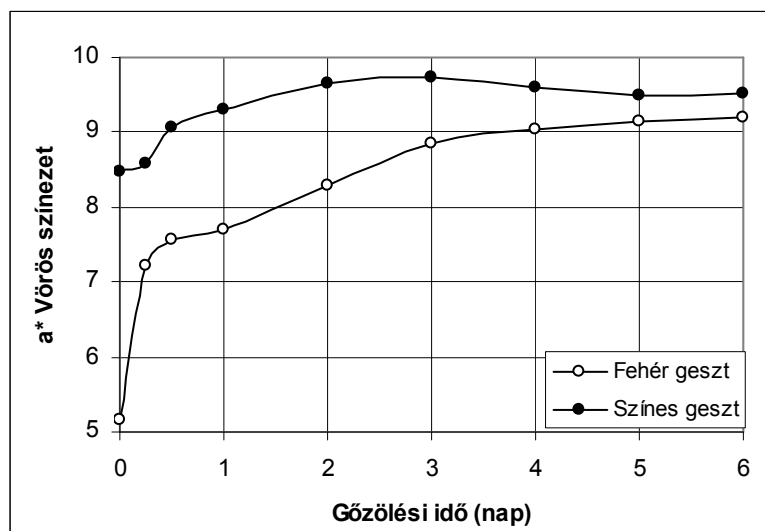
4. ábra – A vörös színezet változásának időfüggése nedves és száraz minták esetében 95°C-os gőzölésnél



5. ábra – A világosság változásának időfüggése száraz fehér és színes geszt esetében 105°C-os gőzölésnél

3-4 nap alatt, de a fehér faanyag világosságának csökkenése intenzívebb volt, mint a színesé. Ennek köszönhetően 3 nap után a világosságok közel azonosak voltak. A vörös színezet változására a világosságéhoz hasonló, de növekvő tendencia volt jellemző. Itt is 3-4 napban állapítható meg az az idő, ami alatt a fehér és színes geszt homogenizálódik. Meg kell jegyezni, hogy az így homogenizált minták világossága lényegesen alacsonyabb érték, mint a 100°C alatti nedves kiindulási állapotnál történt homogenizálás esetében. Tehát a 100°C fölötti gőzölés száraz faanyag esetében is nemkívánatos szürkésvörös színt eredményez. Ezért a 100°C fölötti gőzölés száraz bükk faanyag esetében nem javasol-

ható, még a fehér és színes gesztet egyaránt tartalmazó faanyag színhomogenizálására sem.



6. ábra – A vörös színezet változásának időfüggése száraz fehér és színes geszt esetében 105°C-os gőzölésnél

Megvizsgáltuk a száraz faanyag gőzölés során történő visszanedvesedését, illetve az így felvett vízmennyiség elvesztésének tendenciáját mesterséges szárítás beiktatása nélkül. Bükk esetében a nedvességfelvétel a gőzölés során lényegesen nagyobb volt, mint az akác esetében (Tolvaj és tsai. 2002). A két faanyag eltérő anatómiai szerkezete miatt ez az eredmény várható volt. Mind 95°C-on mind 105°C-on gőzölve a nedvességtartalom a négy napos gőzölés során közel 9 %-kal nőtt. A bükk faanyag is, az akáchoz hasonlóan egy hét laboratóriumi klímán történt szárítás során elvesztette a gőzölés során felvett nedvességtartalmát. A faipar számára kedvező, hogy a száraz állapotban gőzölt faanyag által gőzállapotban felvett víz nem kötődik erősen a faanyaghoz. Ennek oka ipari szempontból közömbös, de elméleti szempontból az így felvett víz kötési mechanizmusának feltárása fontos további feladat a fa-víz kapcsolat feltérképezése szempontjából.

Összefoglalás

Gőzöléskor a bükk faanyag színváltozásának döntő része 18-20 óra alatt lejátszódik. Ez a színváltozás 95°C alatt nem függ a gőzölési hőmérséklettől, és egy nap

után már nincs lényeges színváltozás. A 95°C fölötti hőmérsékleteken a színváltozás nem áll meg az első nap után, hanem tovább

folytatódik, de a keletkező szín egyre szürkébb, nem tetszetős árnyalatú lesz. Ezekon a hőmérsékleteken a gőzölési idő és a hőmérséklet növelésével egyre sötétebb de egyre szürkébb színek érhetőek el. A gőzölő kamrák feltöltésekor ügyelni kell arra, hogy a rakat azonos nedvességtartalmú faanyagot tartalmazzon, mert a gőzölt anyag színhomogenitása csak így biztosítható. Megállapítottuk, hogy a gőzölés alkalmas a színes álgesztet is tartalmazó bükk faanyag színének homogenizálására, mert a fehér részek színe az álgesztes színéhez közeledik,

miközben az álgesztes anyag színe alig változik. Költségtakarékosság és a kedvezőbb szín szempontjából a 100°C alatti gőzölési hőmérsékletek javasolhatók.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetet mondanak a vizsgálatokhoz az EU CRAFT 508137 projekt által nyújtott anyagi támogatásért.

Irodalomjegyzék

1. Albert, L., T., Hofmann, Zs., Németh, T., Rétfalvi, J., Koloszár, Sz., Varga, I., Csepregi 2003. *Radial variation of total phenol content in beech (Fagus sylvatica L.) wood with and without red heartwood*. Holz als Roh- und Werkstoff 61: 227-230
2. Hapla, F., H., Militz 2004. *Colour measurements and gluability investigation on red heart beech wood (Fagus sylvatica L.)*. Wood Research 49 (4), 1-12
3. Hofmann T., Albert L., Rétfalvi T., Bányai É., Visiné Rajczi E., Börcsök E., Németh ZS., Koloszár J., Varga Sz., Csepregi I. 2003. *A peroxidáz és a*

- polifenol-oxidáz enzimek aktivitásának sugárirányú vizsgálata az álgesztes bükkben (Fagus sylvatica L.).* NyME Kémiai Intézet Tudományos Ülése 2002. november 7. Konferencia kiadvány 102-106. old.
4. Hofmann, T.,L., Albert, T., Rétfalvi 2004. *Quantitative TLC Analysis of (+)-Catechin and (-)-Epicatecin from Fagus sylvatica L. with and without Red Heartwood.* Journal of Planar Chromatography 17: 350-354.
 5. Molnár S. 1976. *Akácfanemesítés Pusztavacson.* Az erdő 15(11): 490-492.
 6. Molnar, S. 1998. *Die technischen Eigenschaften und hydrothermische Behandlung des Robinienholzes.* In: Molnar S. (ed.) Die Robinie Rohstoff für die Zukunft. Stiftung für die Holzwissenschaft, Budapest 50-63.
 7. Tolvaj, L., D. Varga and Sz. Komán 2002. *Colour modification of dried black locust and beech woods by steaming.* 4th Int. Symp. Wood Structure and Properties '02 (1-3 September) Bystrá, Slovakia 109-113