

Magyar Képzőművészeti Egyetem Doktori Iskola  
DLA értekezés

## **Műtárgyak faintarzia képeinek színváltozásai az idő függvényében**

Papp Kinga Enikő  
2018

Témavezetők:

Dr. habil, DLA professzor emeritus Menráth Péter  
Dr. Fehér Sándor PhD, egyetemi docens, SOE SKK

## Az értekezés tézisei

### Az értekezés kutatásának témája, célja

Disszertációm fókuszában a műtárgyakon lévő faintarziák színének idővel bekövetkező torzulásai állnak, különös tekintettel ezen elváltozások biológiai, kémiai, fizikai okaira, lehetséges változataira és mértékeire.

A dolgozat hipotézisei a következők:

H1: A fa biológiai és kémiai folyamatai a fában az eltelt idő függvényében lineárisan zajlanak le, azaz minél tovább érik káros fény és hőhatások a fát, annál jobban károsodik az eredeti szín.

H2: A különböző fafajok színváltozásai különböző módon mennek végbe.

H3: Az eredetileg világos színű faanyagok sötétedése erőteljesebb, mint a sötétebb fáké. Az eredetileg sötét színű faanyagok szürkülése, sárgulása erőteljesebb, mint a világos fáké. A világos és sötét faanyagok közti kontrasztok, színkülönbségek az idő múlásával csökkennek.

H4: A biológiai és kémiai folyamatokat befolyásolja a faanyagok feldolgozásának módja, különös tekintettel a vágási irányokra (pl. a tangenciális és radikális irányú vágás között markáns különbségek fedezhetőek fel).

### A dolgozat felépítése

A kutatás első lépése egy kronológiai bútorsor összeállítása volt, melyben a 18. századtól a 20. századig 23 különböző korú bútor szerepelt. Ennek célja a H1 hipotézis vizsgálata, tehát a színváltozások lineáris, illetve attól eltérő idődinamikájú jellege kapcsán alkotható előzetes, a műszeres színmérést megelőző megértés vizsgálata.

A H2, H3 hipotézisek vizsgálata 11 darab műtárgyból való mintavétel segítségével történik. Egy-egy intarziaképen belül több különböző helyről vettem mintát. A faanyagok fajtájának azonosítása metszés és 3D-szkennelés segítségével történt. A minták sztereomikroszkóp alatti vizsgálata is megtörtént – itt a keresztmetszet-csiszolatának UV- és normál fényben történő vizsgálatával a rétegszerkezetet és az esetleges extra színezőanyagokat lehetett megállapítani/azonosítani. Ezt követően műszeres színmérés történt a felületi bevonatokkal ellátott és bevonatok nélküli mintákon is. A felületi bevonatok azonosítása optikai mikroszkópos és Fourier-transzformációs, IR-spektroszkópos vizsgálattal történt.

A fenti hipotézisek vizsgálatát két műtárgy restaurálási folyamatának dokumentálásával támasztom alá. A Kuny Domokos Múzeumban őrzött reneszánsz ládát és egy Carlton House íróasztalt friss faanyaggal egészítettem ki, majd az új furnért UV-láda alkalmazásával a tárgy színéhez öregítettem. A H4 feltevés vizsgálata érdekében két fafaj különböző metszési helyeiről, különböző vágási irányú mintákat vettünk. E faanyagok átalakulását különböző felületkezelő anyagok alkalmazása mellett, illetve a mintákat natúr üveg és különböző fóliákkal ellátott üvegek alatt is vizsgáltuk a megfelelő műtárgyvédelmi javaslatok megfogalmazása céljából.

Végül a mintasorból vett két intarziakép rekonstrukcióján keresztül bemutatom a friss faanyagok által nyújtott esztétikai élmény különbségét az előregedetett műtárgyak színvilágához hasonlítva. Valamennyi feltevés vizsgálatát megalapozza és kiegészíti a művészettörténeti és restaurálás elméleti irodalomkutatás.

## **Vizsgálati módszerek és eredmények**

### *1. A fafaj meghatározás eredménye.*

A bútorok intarziáit alkotó furnérokba vett minták fafaj meghatározására vékony metszet készítése után 3D-szkenner használatával került sor. A faanyagok pontos ismerete rávilágított az intarzia készítés technikájára: a homogén textúrájú, hasonló világos színű fafajok alkalmazása színezett, festett intarzia képre utal. Az intarzia kép készítésénél minden esetben kontrasztos képalkotás történik. Ez elérhető a különböző faanyag saját színével, rajzolatával, szerkezeti struktúrájával, vagy pácolással, festéssel. Az antik bútorok intarzia képei mára sárgásbarna és halvány barna színt mutatnak. Homogén képet láthatunk, és ránézésre nem lehet megmondani, hogy amikor még teljes pompájában tündökölt a bútor az intarzia fadarabkái önmaguk színében, vagy pácolás festékanyagától ragyogtak.

Vizsgálatokkal kimutathatóak voltak a technikai különbségek. A minták mikroszkópos felvételein, valamint a beágyazott minták keresztmetszet csiszolatáról készült normál és UV felvételeken jól láthatóak voltak a faanyagba bekerült festékek pigmentjei, és a fafaj vizsgálat eredményéből következtetni tudtam a furnér eredeti színére is.

## 2. Rétegszerkezet és FTIR vizsgálatok eredményei

A mintákat adó bútorok felületbevonó anyag vizsgálata optikai mikroszkópos és Fourier-transzformációs FTIR spektroszkópos vizsgálattal történt. A felületbevonó anyag IR spektroszkópos vizsgálati eredménye minden műtárgy esetében sellak politúr volt. A FTIR vizsgálat eredményeként a vizsgált tárgyak mindegyikének felületén sellak bevonat volt kimutatható, mely arra a feltételezésre enged következtetni, hogy a korábbi datálású bútorokat az idő múlásával átfényezték.

Az egyes minták külső felületén egy réteg bevonat (lakk) volt látható, melyek a sztereomikroszkóp alatt lévő minta normál és UV felvételein is jól láthatóak voltak. A minták hátoldalán sok esetben színes festékréteg is megfigyelhető volt, a festékek összetételét nem elemeztem, mert e kutatásnak nem témája a színeket adó festékek meghatározása.

A festékek jelenléte igazolja azt a feltevést, hogy az intarzia elemeihez felhasznált azonos fafajok önmagukban nem adnak színes vagy kontrasztos képet, azt a festéssel érték el. Az idő múlásával a bútort díszítő, homogénné váló intarziaképek két csoportra oszthatóak, miszerint van, ahol az eredeti színes furnérok fakulnak, sárgulnak és válnak közel egy színűvé, míg a másik csoportba az azonos, vagy közel azonos jól festhető homogén fafajták alkotják az intarziát. Az azonos fafajhoz tartozó furnérok esetében – mikor a pác, vagy festék lebomlik –, a különböző formákat színük szerint nem, vagy alig lehet megkülönböztetni egymástól.

## 3. Bútorok lakk és lakk nélküli felület színmérési vizsgálatok eredményei

Elvégeztem a kiválasztott műtárgyak eredeti, vagy utólagos bevonatának és bevonat nélküli felületein az adott intarzia minták vizsgálatát.

Eredményként megállapítható volt a beágyazott minták sztereómikroszkópos normál és UV szűrővel ellátott felvételein, hogy egy jól elkülönülő felületi réteg látható a bútorok intarziáiból vett mintákon. Megfigyelhetővé vált az egyes motívumokat alkotó fafajok jelenkori színe, melyet a felületi lakkal együtt és anélkül is vizsgáltam. A két felület színmérési adatait összehasonlítottam egymással és megállapítottam a színekülönbség mértékét. Eredményként legtöbbször „nagy” vagy „jól látható” kategóriát kaptam. Az eredmények figyelembe vételével megállapítható volt, hogy a tárgyak felületén a sellak bevonat sötétedett be, mintegy védő filmet adva a bútoroknak és alatta a furnérok kevésbé degradálódtak.

Az egyes intarzia elemek mérési eredményét befolyásolhatják a pácolás során bevitt festékanyagok. Ez egy nyomós indok lehet arra nézve, hogy restaurálás során ne használjunk különböző retus anyagokat eredeti furnér felületeken.

Mérési eredményeim azt igazolták, hogy a lakk bevonattal ellátott és natúr furnér felületeken mért színek között nagy a színkülönbség, míg a restaurált láda viaszbevonatos felületei és a natúr felületek színmérése stagnálást mutatott.

#### *Kétféle fafaj különböző metszeteinek öregítése, vizsgálatok eredményei*

A fák eredeti (friss) színe eltér az ugyanolyan fafajok 100-200 éves, megváltozott színétől.

A hipotézis igazolására egzakt vizsgálati módszereket alkalmaztam. A különböző furnérok kitettségét UV besugárzás, Xenon kamra használata előtt, alatt és után, valamint 120°C, 160°C és 200°C-on történt hőszugárzás előtt, alatt és után vizsgáltam. A vizsgálati módszerek eredményeinek paramétereit színméréssel rögzítettem.

A vizsgálatokhoz két fafaj különböző metszési helyeiről, különböző vágási irányú mintákat vettem. A tangenciális és radiális vágású jávor furnért, tangenciális vágású dió furnért, illetve diógyökér furnért vizsgáltam színváltozások tekintetében különböző környezeti kitettségek mellett.

Ezen faanyagok változását különböző felületkezelő anyagok jelenlétében is végeztem. A több darabra felosztott furnérlapokat egyenlő sávokra osztottam és mindegyikre különböző felületkezelő anyagot hordtam fel. A felületre felvitt bevonatok sávjainak sorrendje:

1.-kontroll ragasztó szalag; 2.-natur felület; 3.-sellak politúr; 4.-fehérített méhviasz; 5.-kopál; 6.-kolofónium.

A különböző bevonatokkal ellátott mintákat bevonat nélküli és különböző fóliákkal ellátott üvegek alatt is vizsgáltam – a megfelelő műtárgyvédelmi javaslatok megfogalmazása érdekében. A napfény kitettségi vizsgálatokat elvégeztem natúr ablaküveg, „múzeum” NUV65 SR PS4 fóliával ellátott ablaküveg és IQue 73FG fóliával ellátott ablaküveg mögött is. Kontrollmintaként minden esetben az eredeti furnér egy darabját alkalmaztam, melyet a vizsgálat végéig klimatizált, hűtőkamrában tároltam.

Elvégeztem a kiválasztott fafajok fizikai öregítését - aminek keretében sor került a különféle fény- és hőmérsékletváltozások, ciklusok vizsgálatára -, majd a meghatározott bevonatok adott fafajára való kölcsönhatásainak vizsgálatát.

#### *4. UV ládában és Xenon kamrában végzett öregítési vizsgálat eredménye*

A kiválasztott fafajták fizikai öregítését, az UV ládában és Xenon kamrában, különböző felületi bevonatokkal, különböző fóliás és fólia nélküli üvegek alatt is 72 óra kezelési időig vizsgálatam.

Megállapítottam, hogy a vizsgált furnérok 6-14 óra UV besugárzás után bekövetkező színváltozásai még szemre nem adnak látható eredményt, de mérhetőek. Számottevő színváltozások 24-35 óra után észlelhetők, 48-72 óra után drasztikusak. Mindegyik jávor furnér sötétedett. A 72 órás kezelési idő esetében a színek változása leginkább a juhar radiális metszeténél volt tapasztalható. A változás ugyanakkor 6-10 óráig drasztikus volt, ezután fokozatosan lelassult. A dió és diógyökér furnérok esetében a sárgulás, fakulás egyforma volt. A legmagasabb változás 10 óra UV besugárzás után következett be, és folytonosan nőtt. A különböző fajok világossági faktorai nem változtak különbözően adott UV besugárzás után. Pár óra kezelés után a diógyökér változott leginkább, 10-14 óra elteltével már mindegyik fafajhoz tartozó furnér egyenletes és folytonos változást mutatott.

A vizsgált furnérok UV besugárzással történt kezelése után a kezelési idővel szoros összefüggésben volt a színváltozás, ami látható vagy nagy volt.

A különböző bevonatokkal ellátott felületek degradációja is eltért egymástól. A jávor tangencionális metszetű furnéron a bevonatok egységes öregedést mutattak, míg a jávor radiális metszetén a viasz bevonatos rész mutatta a legnagyobb színváltozást. A diógyökér és a dió tangencionális metszetén a kopál mellett a sellak is nagy eltérést mutatott.

##### *5. UV ládában és Xenon kamrában végzett öregítési vizsgálat eredménye*

Megállapítottam, hogy a vizsgált furnérok Sapratin klíma szekrényben, xenon lámpa használatával 24 óra után bekövetkező színváltozásai már észlelhetők voltak, 72 óra után drasztikusak lettek. Mindegyik jávor furnér sötétedett. Ez leginkább a juhar radiális metszeténél volt tapasztalható. A változás az első 24 órában drasztikus volt, ezután lelassult, de emelkedett. A 24 órás kezelésnél a színváltozást jelentősen a sárga és vörös változásai tették ki, 72 óra xenon lámpa használatával végzett vizsgálat után a világosság változása volt számottevő. A színváltozás mértéke a kezelési idővel szoros összefüggésben látható vagy nagy volt. A kitétség emelkedésével leginkább a világosságfaktor változott. A világos furnérok sötétedtek, míg a sötétebb és rajzolatossabb fák szürkültek és homogenizálódtak.

A különböző bevonatokkal ellátott felületek degradációja is eltért egymástól. A mérési adatok alapján a jávor tangencionális metszetű furnéron a bevonatok egységes öregedést mutattak, míg a jávor radiális metszetén a viaszbevonatos rész mutatta a legnagyobb színelkülönbség változást. A diógyökér furnéron a kopál mutatott nagy eltérést, a dió tangencionális metszetén a

bevonatok egyenletes degradációt mutattak. A legkisebb színkülönbséget a sellak adta, ami annak tudható be, hogy eleve narancsos sötétszínű kölcsönöz a fának.

Sapratin klíma szekrényben, xenon lámpa használatával különböző fóliával ellátott üveglapok alatt is végeztem mérést. 72 óra xenon lámpa használatával végzett vizsgálat után a négyféle furnéron a világosság változása IQue 73FG fólia spektrálisan szelektív filmjei alatt nem volt számottevő, a „Múzeum” NUV65 SR PS4 fóliával ellátott üveglap alatt minimálisan növekedett. A színváltozás mértéke a mérési adatok alapján a kezelési idővel szoros összefüggésben észrevehető vagy jól látható volt, szabad szemmel a változás az IQue 73FG fólia esetében egyáltalán nem, míg a „Múzeum” NUV65 SR PS4 fólia esetén minimális volt. Az utóbbi fólia esetén a kopál és a sellak bevonat esetében nagy volt a színkülönbség. A natúr üveg alatti furnéron a színváltozás mértéke jól látható vagy nagy volt, szabad szemmel is jól megfigyelhető volt a változás. A natúr üveg alatti furnérok esetében a különböző bevonatok közel egyforma színeltérést mutattak.

#### 6. Termikus öregítési vizsgálat eredménye

A termikus vizsgálatoknál a kezdeti stádiumhoz hasonlítva, hasonló intenzitású színváltozás figyelhető meg minden fajtánál 120-, 160-, és 200°C-on. Egy óra kezelés után a juhar radiális metszete, majd tangencionális metszete változott leginkább.

A 160°C hőmérséklet alatt a színváltozást jelentősen a sárga és vörös változásai tették ki, 200°C hőmérsékleten pedig a világosság változása volt az elsődleges tényező. A változások mértéke fajtánként változott.

A 120°C-nál egy óra kellett a szabad szemmel látható színváltozásig. A minimális változás a juhar esetében is alig látható, más fánál egyáltalán nem. A vizsgált furnérok 160 és 200°C-on történt kezelése esetén a kezelési idővel szoros összefüggésben volt a színváltozás, ami látható vagy nagy volt. A hőmérséklet emelkedésével leginkább a világosságfaktor változott.

A különböző bevonatokkal ellátott felületek degradációja is eltért egymástól. A jávor tangencionális metszetű furnéron mind a három vizsgált hőmérsékleten a bevonatok egységes öregedést mutattak, míg a jávor radiális metszetén a kopál bevonatos rész mutatta a legnagyobb színváltozást. A diógyökér és a dió tangencionális metszetén a kopál mellett a sellak is nagy eltérést mutatott. Kiemelkedő változás volt a diógyökér felületén a sellak sötétedése, szinte megégett és fekete lett.

Megállapítható volt, mindegyik öregítési eljárásnál, hogy a mért értékek szorosan összefüggtek a kezelési idővel, a színváltozásokat befolyásolta a fa anatómiai iránya és helye. A kezdeti

stádiumhoz hasonlítva, hasonló intenzitású színváltozás volt megfigyelhető minden fajtánál, mindegyik vizsgált felületkezelő anyaggal. A furnérok közül a legnagyobb elváltozás a juhar radiális metszetén volt látható. A dió és diógyökér furnérok esetében a sárgulás, fakulás volt tapasztalható. A kitettség emelkedésével a világos furnérok sötétedtek, míg a sötétebb és rajzolatossabb fák szürkültek és homogenizálódtak.

#### 7. *Restaurálás technikája, eredménye*

A mai restaurálás etika előírásait szerint alkalmazható technikát fejlesztettem ki a meglévő restaurálási technikák újragondolásával. Elsőnek végeztem furnéröregítéses eljárással bútorrestaurálást. Ennek az eljárásnak az az előnye, hogy a kiegészítés elvégezhető felületi bevonat nélküli és felületi lakk megőrzése mellett is. Az általam elvégzett intarzia kiegészítésekénél első igen fontos művelet a kiegészítendő furnér fafaj meghatározása, és metszési iránya volt. A kiválasztott furnérlemezt az illesztési felület szálirányához és vastagságához megfelelően csiszoltam meg. Az így előkészített falemezeket tettem az UV ládába. 4-6 óra elteltével már szemre összehasonlítást végeztem az eredeti és öregített felülettel, természetesen a lakk, vagy viasz próbával együtt. Minden esetben a furnérokat átmetszettem, amivel az öregedést ellenőrizzem, hogy milyen mélyen hatolt a fa belsejébe. Amikor szemrevételezés alapján színazonosságot észleltem, utána még 2-3 órát tovább öregítettem a falapokat. A készre öregített lapokat a színazonosságig finom (1000-es) csiszolópapírral átciszoltam. Az így elkészült alapanyagból vágtam ki a hiányzó intarzia elemet, és ezt ragasztottam a hiányzó helyre. Ragasztásnál plexi lapot használtam, vagy csak mechanikusan rádörzsöltem a felületre, ügyelve, hogy ne hagyjak mélyedéseket, vagy szerszám nyomot a furnérdarabon. A felületen lakkretust, vagy átviaszolást alkalmaztam.

Ez az eljárás nagyon egyszerű, etikus és költséghatékony. Feltételei között szerepel a fafaj meghatározása és egy UV láda. Az első ma már nem kérdéses, hogy restaurálás során fafaj azonosítás történik egy-egy kiegészítéshez. Az UV láda pedig házilag is elkészíthető. Színazonosság színmérő műszerrel ellenőrizhető.



## Felhasznált irodalom

**Allen, Mick:** Fafelületek kezelése  
CSER Kiadó, Budapest, 2006

**Ábrahám György- Wenzelné Gerőfy Klára- Antal Ákos-Kovács Gábor:** Műszaki optika „ Mechatronikai mérnök MSc tananyagfejlesztés ” projekt keretében készült kézirat  
Budapest Műszaki Egyetem – MOGI, Budapest, 2014  
[http://www.mogi.bme.hu/TAMOP/muszaki\\_optika/index.html](http://www.mogi.bme.hu/TAMOP/muszaki_optika/index.html)

**Ábrahám József - Bariska Miály - Börcsök Zoltán - Csupor Károly - Fehér Sándor - Friedl László - Fruhstuck Tamásné - Gerencsér Kinga - Gólya János - Horváth Imre - Horváth Norbert - Komán Szabolcs - Molnár Sándor - Pásztory Zoltán - Varga Ferencné:** Fahibák, fakárosítások, Hillebrand Nyomda Kft., Sopron, 2006

**Babos Károly:** Faanyagismeret és fafaj-meghatározás restaurátoroknak  
Magyar Nemzeti Múzeum, Budapest, 1994

**Babos Károly:** Filló Zoltán; Somkuti Elemér: Haszonfák  
Műszaki Könyvkiadó Budapest, 1979

**Batári Ferenc - Vadászi Erzsébet:** Bútorművészet a gótikától a biedermeierig  
Iparművészeti Múzeum, Budapest, 2000

**Bastian, Hans Werner:** A fa mint alapanyag  
CSER Kiadó, Budapest, 2004

**Bauecker Alajos:** A szarvasi arborétum  
Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1970

**Bennett, Michael:** Discovering and Restoring Antique Furniture  
(A practical illustrated guide for the buyer and resorer of period antique furniture)  
Cassel, London, 1995

**Bercsényi L. György:** Színelmélet

Tankönyvkiadó, Budapest, 1962

**Brüggemann, Erich:** Kunst und Technik der Intarsien - Werkzeug und Material- Anregungen und Beispiele

Georg D. W. Callwey GmbH & Co., München, 1988

**Büttner, Andreas - Weber-Woelk, Ursula - Willscheid Bernd:** Edle Möbel für höchste Kreise - Roentgens Meisterwerke für Europas Höfe

Roentgen -Museum Neuwied 2007

**Csonkáné Rákosa Rita:** A flavonolok és a faanyag termikus átalakulása

Doktori (PhD) értekezés, Nyugat-Magyarországi Egyetem Faipari Mérnöki Kar

Cziráki József Faanyagtudomány és Technológiák Doktori Iskola, 2005

**Umberto, Daniele – Schmidt, Arcangeli, Catarina - Ettore, Vio:** Tarsie lignese delle basilica di san marco, RIZZOLI RCS Libri S.p.A. Milano, 1998

**Fehér Sándor - Komán Sándor - Börcsök Zoltán és Taschner Róbert:** Modification of hardwood veneers by heat treatment for enhanced colors

BioResources (2014) 9 (2), 3456-3465.:

**Heginbothman, Arlen - Piening, Henrich - Engelhardt, Clara von - Grzywacz, Cecily -**

**Hughes, Gary - Smith, Michael:** J. F. Oeben marketéria színeinek meghatározása

The Decorative Conservation and the Applied Art, IIC, Vienna Congress 2012

**Hofmann Tamás:** KÉMIA2/02; FAKÉMIA pdf.

Nyme, fmk, faanyagtudományi intézet, Sopron 2013

**Hough, Romeyn Beck:** The woodbook - The American Woods

TASCHEN GmbH, Köln, 2002

**Kopp, Peter - Piening, Heinrich:** Wiederentdeckte Farbigkeit aus der Renaissance

Restauro 03/2009 München

**Kovalovszki Júlia:** Gótikus és reneszánsz bútorok

Magyar Helikon/ Corvina Kiadó, Békéscsaba, 1980

**Krutisch, Petra:** Weltberühmt und heiß begehrt

Verlag des Germanischen Nationalmuseums, Nürnberg, 2007

**Leech Lucinda - Lincoln Bill - Marshall, Jane - Walker, Aidan - Gibbs, Nick:** A

faanyagok enciklopédiája

CSER Kiadó, Budapest, 2006

**Lele Dezső, Földesi János, Neuwirth Edit:** Faipari anyag és gyártásismeret

Magyar Könyvkiadó, Budapest, 1981

**Lorenz, Angelika; Jutzi, Volker:** Der Wrangel Schrank (Neu gesehen)

DruckVerlag Kettler GmbH, Münster, 2011

**Michaelsen, Hans - Unger, Achim - Jutzi, Volker:** Verlorene Farbenpracht: Marketerie im

18. Jahrhundert

Restauro 3/96, München, 1996

**Michaelsen, Hans - Buchholz, Ralf:** Vom Färben des Holzes

(Holzbeizen von der Antike bis in die Gegenwart)

Michael Imhof Verlag GmbH & Co. KG, Petersberg, 2009

**Miró, Eva Pascual - Coll, Mireia Patino - de Conejo Vilorio, Ana Ruiz:** Furniture

restoration & renovation

Apple Press, East Sussex, 2000

**Molnár Sándor - Bariska Mihály:** Magyarország ipari fá

Szaktudás Kiadó Ház, Budapest, 2002

**Molnár Sándor:** Fafizika, akusztikai és optikai tulajdonságok

Nyme, fmk, faanyagtudományi intézet, Sopron 2013

**Piening, Heinrich:** Mobil uv-vis-abszorpcióspektroszkópia alkalmazási lehetőségei a műkincsek roncsolásmentes anyagvizsgálatakonkerváláskor és restauráláskor.

Doktori disszertáció, Dresda, 2006 Képzőművészeti Főiskola

**Preklet Edina:** A faanyag fotodegradációjának vizsgálata különböző hullámhosszúságú ultraibolya és látható lézerfényvel történő besugárzás esetén

Doktori (Ph.D.) értekezés, Nyugat-Magyarországi Egyetem Faipari Mérnöki Kar

Cziráki József Faanyagtudomány és Technológiák Doktori Iskola, 2006

**Sassone, Adriana Boidi - Cozzi, Elisabetta - Disertori, Andrea - Griffo, Massimo - Griseri, Selvafolta, Ornella:** Möbel vom 18. Jahrhundert bis art déco

Benedikt Taschen Verlag GmbH, London, 1988

**Stiegel, Achim:** Präzision und Hingabe - Möbelkunst von Abraham und David Roentgen

Kunstgewerbemuseum, Staatliche Museen zu Berlin, Berlin, 2007

**Szabolcsi Hedvig:** Magyarországi bútorművészet a 18-19. század fordulóján

Akadémiai Kiadó, Budapest, 1972

**Tolvaj László:** Lombos fafajok gőzöléssel történő faanyagnemesítése és a faanyagok fotodegradációjának vizsgálata

Akadémiai Doktori értekezés, Sopron, 2005

**Tolvaj László:** A faanyag optikai tulajdonságai

PALATIA Nyomda és Kiadó Kft., Győr, 2010

**Tolvaj László - Papp Gergely - Varga Dénes - Láng Elemér:** A gőzölés hatása a fenyőfák színváltozására

“Wood color & steaming,” *BioResources*, 2012 7(3), 2799-2808.

**Tolvaj László - Persze László:** A fa fotodegradációja emelkedő hőmérsékleten: színváltozás  
Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology 108 2012, 44–47

**Tolvaj László:** A faanyag optikai tulajdonságai  
Cziráki József Faanyagtudomány és Technológiák Doktori Iskola, 2013 Doktori iskola szakkönyv

**Vadászi Erzsébet:** A bútor története  
Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1987

**Varga Dénes:** A gőzölés modifikáló hatásának vizsgálata két európai és két trópusi fafaj egyes fizikai-mechanikaitulajdonságainak tükrében  
Doktori (PhD) értekezés, Nyugat-Magyarországi Egyetem Faipari Mérnöki Kar  
Cziráki József Faanyagtudomány és Technológiák Doktori Iskola, 2008

**Zinnkann, Heidrun:** Studiensammlung Möbelhölzer  
Museum für Kunsthandwerk, Frankfurt am Main, 1991