

Braun Tibor

■ ELTE Kémiai Intézet

Mítoszrombolás hegedűvel

Stradivari-hangszerek akusztikai, kémiai és biotechnológiai jellemzése

A címben szereplő témának csaknem áttekinthetetlen a nyomtatott és elektronikus irodalma. Jelen dolgozatban ebből kiindulva természetesen nem monografikus feldolgozásra tettünk kísérletet, hanem a kérdéssel foglalkozó, főleg legújabb, lehetőleg az utóbbi körülbelül tíz évben elért eredményeket kívántuk áttekinteni, különös tekintettel a tudományos jellegű vizsgálatokra.

Bevezetés

Mennyei hangok és horribilis értékek (árak) jellemezték az idők folyamán és jellemzik ma is a cremonai mester, Antonius Stradivari (1644–1737) hegedűit (1. ábra). Állítólag 1100 darabot készített életében, és ezekből valószínűleg körülbelül 650 máig meg-



1. ábra. A Spanyol Királyi Palotában kiállított Stradivari II.-hegedű (körülbelül 1687-ből) [10, 24]

maradt. E hegedűk darabára, amennyiben eladásra kerülnek, illetve becsült értékük egy- és húszmillió dollár között mozog. Persze, az évszázadok során minden hegedűművész (Paganini is) egy „Stradivariról” álmodott. Ebből kifolyólag milliókat bűvöltek el a világ koncerttermeiben a Stradivarikból elővárársolt mennyei hangok.

Mielőtt a hegedűkészítés, a Stradivarik hangjának, illetve az azzal kapcsolatos mítoszoknak a részletezésébe merülnénk, talán érdemes egy kis magyar vonatkozású irodalmi kitérőt tennünk: az erdélyi, eredetileg festőművész, de az első világháborúban fejlődés következtében megvakult és jeles íróvá vált Szántó György 1934-ben adta ki *Stradivari* című regényét, amely azóta több mint 30 kiadást ért meg, és utoljára 2006-ban jelent meg. [1] „A regény többszálú cselekményének egyik fő ága a 17. század végi, 18. század eleji Cremona városába, a hegedű szülőhazájába vezet. A regény fő alakja a csendes, nyugodt, de belső tűz hevít-

tette *Antonio Stradivari*, kinek *Beatrice Amati* iránti szerelme búvópatakként vonul végig a könyvön. A regény régi korokat felidéző fejezeteit Stradivari 1681-ben alkotott mesterhegedűjének kalandos sorsa és tulajdonostól tulajdonosig történő vándorlása kapcsolja össze. A mű végén a húrok egybecsengenek, majd a klasszikus zenemű akkordjai elhalkulnak és elhallgatnak.” [2] Megemlítenéd egy, a Szántó-műnél lényegesen korábbi Stradivari életregény is. [3]

Az idők folyamán számtalan kísérlet, próbálkozás született a Stradivari-hegedűk isteni hangjának értelmezésére, magyarázatra, illetve hasonló hangminőségű új hegedűk megalkotására, és persze a megfelelő mítoszok is kialakultak.

A Stradivari-hegedűk mítosza

Nem árt, ha a mítosz fogalmának több szótári értelmezéséből [4] itt megjelenítenénk azt, amire a továbbiakban gondolunk: „az egyén, közösség cselekvéseit természetfölöttivé nagyító elbeszélés, monda”.

Az első mítosz arra vonatkozik, hogy a Stradivari-hegedűk zenei hangzása jobb, mint az azóta alkotott legjobb modern hegedűké, tekintet nélkül arra, hogy ki szólaltatja meg a hegedűt, beleértve a legeslegjobb virtuózokat is. Egy alpmű említését nem kerülhetjük el, ugyan az nem mítoszként, hanem rejtélyként foglalkozik a kérdéssel. Karl Fuhr *A hegedű akusztikai rejtélyei. A hegedűhang probléma végleges megoldása, fizikusoknak, hegedűépítőknek és zenészeknek ajánlva* című, eredetileg németül, 1926-ban megjelent könyvére gondolunk. [5] A kérdés bőséges újabb szakirodalmából megbízható forrásbeli példákat választottunk és azokat a továbbiakban ismertetjük. [6, 7]

Egyetemi kutatók nemrégiben átfogó és alapos vizsgálatokat végeztek egy hegedűkészítő mesterrel, és első megállapításuk idézte azt a már mások által is hangoztatott nézetet, miszerint „olyan (objektíven mérhető) eljárás, ami sikeresen meghatározza, definiálja egy hegedű hangzási minőségét, mindmáig nem létezik”. [8] Annak ellenére, hogy minden jelentős hegedűművész hajlamos rögtön eldönteni, hogy az a hegedű, amit kipróbál, antik vagy új darab-e, a szakirodalom kevés olyan jól felépített, ellenőrzött vizsgálatról számol be a fent nevezetten kívül, amely megbízható megkülönböztetést engedne régi olasz, francia vagy amerikai új hegedűk között, kizárólag a hangzásuk alapján.

Talán említést érdemel, pusztán az analógia okán, egy olyan borkóstolási kutatás, amiben a vizsgálóknak borkóstolás közben magmágneses rezonanciával (MRI) mérték az agyi aktivitását. Azt találták, hogy a borok közötti árfekvési különbséget kövölve, az alanyok arányosan fokozódó ízlelvezetről számoltak be, egyidejűleg növekedett az agyuk megfelelő részében megfigyelhető



élvezeti tapasztalat. Feltételezték, hogy hasonló érzések alakulhatnak ki akkor, amikor egy hegedűművész összehasonlítás céljából egy modern, újabb keletű, illetve egy sokmilliósi értékű Stradivari szólaltat meg, illetve hasonlít össze.

Az ilyen és hasonló jelenségek elkerülésére, az említett kutatásban [6, 7] a vizsgálók 21 tapasztalt hegedűművész preferenciáit jó minőségű, új és válogatott régi olasz hegedűk (Stradivari és Guarneri del Gesù) virtuózok által megszólaltatott hangzása között kettős vak (double blind) körülmények között vizsgálták. A kettős vak vizsgálat azt jelenti, hogy sem az alanyok (jelen esetben a 21 hallgató), sem a megszólaltatók nem ismerték a megszólaltatott hegedűk eredetét, illetve a hallgatók nem ismerték a megszólaltató nevét. Az eredmények azt mutatták, hogy:

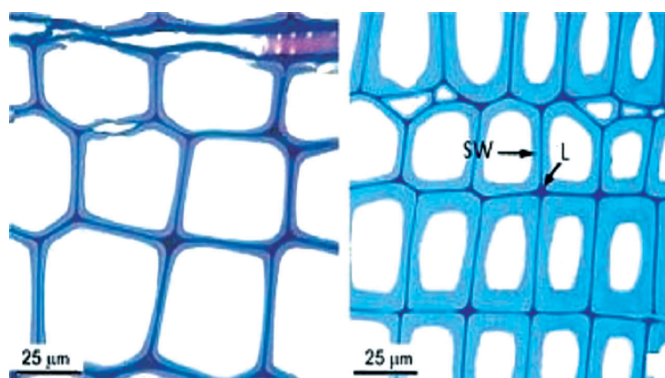
- A legjobban kedvelt hegedű egy újabb előállítású volt;
- a legkevésbé preferáltak egy Stradivari bizonyult;
- alacsony korrelációt találtak a hegedűk érzékelt hangzási minősége és kora, illetve pénzbeli értéke között;
- a hegedűművészek többsége képtelen volt meghatározni, hogy a hegedű, amit megszólaltatott, új, vagy régi volt-e.

E megállapítások feltűnő kihívást, illetve illúziórombolást jelentenek a konvencionális hiedelmeknek, illetve mítoszoknak. A szerzők [6, 7] arra hívják fel a figyelmet, hogy a Stradivari és más hegedűk hangzási „titkainak” a keresése helyett a jövőbeni kutatásoknak arra kellene fókuszálniuk, hogy a hegedűművészek metodikailag hogyan értékelik azokat a hangszereket, amelyeken a jellegzetes megszólaltatási kvalitások számukra a legfontosabbak, valamint arra, hogy ezek a kvalitások hogyan viszonyulnak az új vagy régi hangszerek gyártási jellegzetességeihez.

A fent leírt, új és klasszikus hegedűk hangjának nagyon új keletű (2012. évi) összehasonlítása mellett érdekessége miatt érdemes megemlíteni egy másik összehasonlítást, amelyet 1977-ben az angol BBC rádió által kezdeményezett. Ennek során Isaac Stern és Pinchas Zuckerman világhírű hegedűművészeket és Charles Beare elismert angol hegedűkereskedőt felkérték, hogy hallgassanak és különböztessenek meg egy 1725-ben készített „Chacon” Stradivari, egy 1739-ben alkotott Guarneri del Gesù, egy 1846-ban készített Vuillaume-ot és Ronald Prail angol hegedűkészítő mester 1970-es években készült új hegedűjét. Sternnek és Zuckermannak lehetővé tették a hegedűk hosszas tanulmányozását és megszólaltatását. Ezután egy függöny mögött Hamong Parikian hegedűvirtuóz eljátszotta Bruch G-moll hegedűversenyét, valamint egy részletet J. S. Bach Chaconne-jából. Sternt, Zuckermant és Beare-t megkérték, hogy azonosítsák a négy hegedűt. Az eredmény ezúttal is mítoszromboló volt: a vitathatatlanul kompetens döntnökök egyike sem tudott helyesen azonosítani kettőnél többet a négy hegedűből, és közülük ketten Stradivari-ként jelölték meg az új hangszert. [9] Hegedűit Stradivari természetesen nem klónként alkotta, ezért a már említett, ma is meglévő 650 darab között vannak jobban, illetve kevésbé jól sikerült darabok is. Hogy melyik milyen, mint láttuk, még mindig szubjektív megítélés kérdése, és az idők folyamán a besorolásban, illetve főként az értékítéletben lehetnek változások. A valóság az, hogy a nagy hegedűvirtuózok némelyike olyan érzelmi kapcsolatokat alakított ki Stradivarijához, amit semmilyen objektívnek feltételezett tudományos elemzés vagy vizsgálat sem tudott ellensúlyozni.

A **második mítosz** lényegében arra vonatkozik, hogy a Stradivari és a velük egy korban épített klasszikus hegedűk egyedülálló hangzási minősége az építési eljárásnál igénybe vett egyedi tényezőknek, illetve az építőanyagok különlegességének tulajdonítható. Ezek elsősorban a felhasznált faanyag tulajdonságai,

különösképpen annak fajtája, helyi (földrajzi) eredete, fajsúlya, illetve lapvastagsága, a lakkozáshoz használt gyanták jellemzői, a faanyag kémiai vagy újabban más, például biotechnológiai előkezelésére vonatkoznak. Az így nyert eredményekre alapozva számos próbálkozás történt a klasszikus hegedűk hangzási minőségével felérő új hegedűk megépítésére is. Hegedűinek készítéséhez, különböző szerzők szerint, Stradivari nagy gondnal válogatott alpesi lucfenyőt, boszniai juhart, erdei fenyőt, palisandert, illetve bukszust használt, sőt állítólag azóta kihalt fafajtákat is. Kémiai szempontból a fa három polimerből, azaz cellulózból, hemicellulózból és ligninből álló, méhsejtszerű kompozit anyag, aminek mechanikai tulajdonságai (rugalmasság, keménység stb.) nemcsak a fafajta típusának, hanem azoknak a klimatikus, időjárárszerű körülményeknek függvénye, amelyeknek a fa növekedése közben ki volt téve. Amikor a fák körmérete tavasszal növekedésnek indul, a képződő sejtek rövidek, vékony falúak és nagy a belső átmérőjük a vízkeringés elősegítése érdekében (korai fa, **2. ábra**, bal oldal). A kései fát a hosszú, keskeny sejtek jellem-



2. ábra. Új fa (bal) és régi fa (jobb) sejt szerkezete [12]

zik, amelyekben a sejtfal lamellái (L) és egy másodlagos, szekunder (SW) fal a fa megerősítését szolgálják (**2. ábra**, jobb oldal). Ha növekedés közben a nyár hideg és nedves, a képződő évgűrűk keskenyek, és főleg nagy belső átmérőjű, vékony másodlagos falú korai fa sejtekből állnak. A Stradivari által gondosan válogatott faanyag olyan hosszabb időszakban nőtt (1650–1715) fából eredt, amelyek alacsony nyári hőmérsékletek idején növekedtek. Ezt a Maundes-minimumnak [10] is nevezett időjárási periódust minimális napfolttevékenység jellemezte. Az ekkor képződött enyhe növekedésű kései fa (latewood) keskeny növekedési gyűrűket eredményezett, ezáltal a faanyag rendkívüli rugalmassá és könnyűvé vált. Ezek lényegében a kiváló rezgési jellemzők előfeltételei. [12]

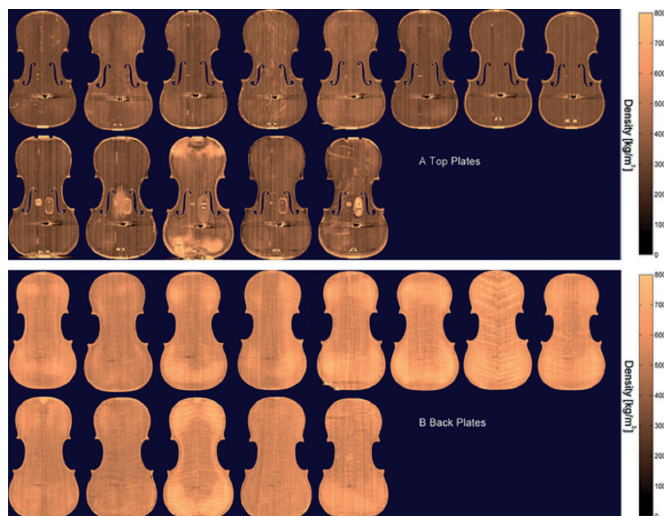
A hegedűkészítéshez használt faanyagok fajsúlyvizsgálatára újabban a legkorszerűbb műszeres anyagvizsgálati módszereket



3. ábra. Hegedűvizsgálat CT-vel [13]



is igénybe vették. Így például 2008-ban egy nagyon alapos tanulmány során a klasszikus cremonai és modern hegedűk összehasonlító vizsgálatára az orvostudományban gyakorta használt komputertomográfiát alkalmazták (3. ábra). [13] E vizsgálat részletezésére itt sem hely, sem lehetőség nincs, de a 4. ábrán bemutatunk egy CT-vel végzett fajsúlyvizsgálati térképet. A kimutatott fajsúlykülönbségek a szerzők szerint magyarázhatják a klasszikus és új hegedűk közötti hangzáskülönbségeket, amit a



4. ábra. Hegedűelőlap (felső két sor) és -hátlap (alsó két sor) CT-vel végzett fajsúlyvizsgálata. A skálakon kg/m³ értékek szerepelnek. Felső sor: modern hegedűk, alsó sor: klasszikus cremonai hegedűk

használt fafajták előkezelésének tulajdonítottak. E téren többféle előkezelést is feltételeztek a cremonai mesterek részéről, de ennek megfelelően dokumentált feljegyzése nincsen. Arra viszont utaltak, hogy az úgynevezett „tőcsásítás” (poldering), azaz a faanyag vízsugárral való kezelése befolyásolhatja az abból előállított hegedű hangzását. [14] Egy másik, „gőzölésnek” (stewing) nevezett eljárás is szerepet játszhatott, amely a hemicellulózt oldotta ki a faanyagok előkezelésekor. Az előkezelés során mikrobákat, enzimeket, füstölő salétromsavat, illetve ammóniát is használhattak a klasszikus hegedűkészítők a faanyagok fajsúlykülönbségének előidézésére. [15]

A washingtoni Kongresszusi Könyvtár tulajdonában lévő világhírű, 307 éves „Betts” elnevezésű Stradivari-hegedű komputertomográfiai vizsgálata alapján egy amatőr hegedűművész röntgenszakorvos (CT-szakértő), egy hegedűművész és egy hegedűkészítő mester elkészítette a „Betts” pontos replikáját és azt nagy sikerrel mutatták be 2011-ben a hegedűkészítők ohioi kiállításán. [16]

Az építéshez felhasznált faanyagok elemzése mellett a másik kémiai vizsgálat a hangszerek lakkozását érintette. Ezt azért is kell hangsúlyozni, mert mindkét módszer egyik jeles apostola egy magyar eredetű texasi vegyészprofesszor, Joseph (József) Nagyváry. [16] Saját és mások kutatásai alapján Nagyváry hegedűket is épített, és ezeken világhírű virtuózok, többek között Yehudi Menuhin és Itzhak Perlman is játszottak, összehasonlítva azok hangjait a híres cremonai eredetű hegedűkkel. Ez annyira sikeresnek bizonyult, hogy a „Stradivarius” hegedűk mintájára „Nagyvarius”-okat is emlegettek (5. ábra).

Hegedűinek lakkozásához, a világszerte keringő legendák és mítoszok szerint, Stradivari szigorúan titkos receptúrákat hasz-



5. ábra. Nagyváry (Nagyvariusszal) és Zina Schiff hegedűművész (Stradivariusszal) a texasi A&M Egyetemen rendezett, 25 évi Stradivarius-kutatást ünneplő rendezvényen, ahol sikeresen összehasonlították a két hangszert

nált, amelyek között annyira titkosak is voltak, hogy pontos összetételüket maga a mester sem ismerte. Ezeket állítólag helyi patikusoktól szerezte be, akik – a mesterrel ellentétben – kiismerték magukat a receptekben, és az azóta azonosított lakk adalékanyagok, például a poliszaharidok és a bórax használatával tisztában voltak. De a mester is tudta talán, hogy a bórax a cukormolekulákat hálózattá alakíthatja és ezen felül fakárosító élősködők ellen is véd. Mulattató az a hiedelem, ami szerint szűzlányvizelet is a lakkok fontos komponense volt.

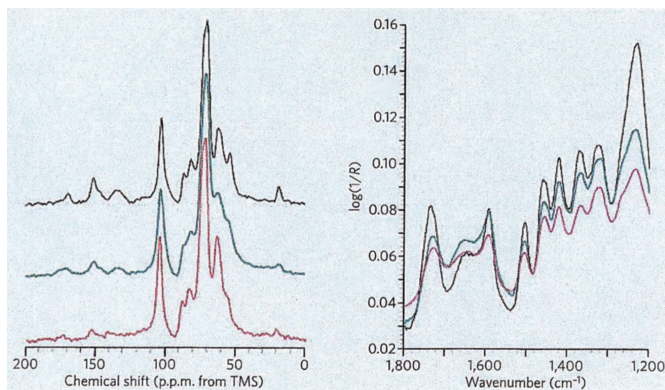
Nagyváryhoz visszatérve, ő a budapesti ELTE-n végezte kémiai tanulmányait 1952 és 1956 között, majd Zürichben természetes anyagok kémiájából doktorált Paul Karrer Nobel-díjas kutató intézetében. Zürichben kezdett el hegedűleceket venni egy olyan hegedűn, ami valaha Albert Einstein tulajdonát képezte. 1963-ban Nagyváry egyéves posztdoktori időszakot töltött Lord Alexander Todd angol Nobel-díjas laboratóriumában, majd 1964-ben kivándorolt az Egyesült Államokba és a texasi A&M Egyetem biokémia- és biofizikaprofesszora lett. Ezt a pozíciót 2003-ig, nyugdíjazásáig töltötte be. [17] Számos közleménye jelent meg a Stradivari-hegedűk kémiájáról, és e témáról több mint 255 előadást tartott szerte a világon, így ő volt a fő előadója Tokióban, a fizika évében megrendezett Einstein-centenáriumnak. Ezen az eseményen mutatták be és értékelték Mariko Senju hegedűvirtuóz játékát egy Nagyváry által készített hegedűn. Ebből az alkalomból Nagyváry professzor megkapta a Japán Fizikai Társaság aranymedálját a régi olasz hegedűk mikro- és nanokompozitok összetételével kapcsolatos felfedezéseiért.

Az A&M Egyetemen a Nagyváry által vezetett kutatócsoport magmágneses rezonanciával (NMR), infravörös (FTIR), energiadiszperzív spektroszkópiával (EDS) és ¹³C-szilárdtest-magmágneses rezonanciával (NMR) vizsgálta régi és mai hangszerek faanyagának kémiai összetételét. A modern hegedűkből vett faforgácsokat összehasonlították több, 1770-es évekből származó hegedű javításakor, illetve restaurálásakor keletkezett faforgáccsal. Ugyancsak elemezték a forgácsok elégetésekor keletkezett hamu összetételét és a mintákban mikro- és nanokompozit összetételeket azonosítottak. Említésre érdemes, hogy amikor az eredmé-



nyeit leíró cikket Nagyváry 1987-ben publikálásra küldte a *Nature* című folyóirathoz, a közlést a bírálók visszautasították. Ezért eredményei csak két évvel később láthattak napvilágot a *Chemical and Engineering News* című folyóiratban [18] és 1996-ban a *The Chemical Intelligencer* című, időközben megszűnt folyóiratban. [19]

Végül 2006-ban a *Nature* [20] is már hajlandónak mutatkozott publikálni Nagyváry eredményeit (**6. ábra**). A közleményekben megerősödött az a meggyőződés, hogy a Stradivari-hegedűk egyedi hangzási minőségét a felhasznált faanyagok, a kémiai ke-



6. ábra. Antik hegedűk ^{13}C -szilárdtest-NMR- és FTIR-spektruma. [20] Fekete: mai kezeletlen boszniai juharfa; zöld: Stradivari-hegedű, piros: Guarneri del Gesù-hegedű

zelések döntően befolyásolták, ugyanis olyan vegyületek, mint például BaSO_4 , CaF_2 és ZrSiO_4 nem képezték részét a faanyagok eredeti összetételének. Tudomásunk szerinti utolsó, 2009. évi közleményében [21] Nagyváry kifejtette, hogy eredményei megmagyarázzák, miért fulladtak eleinte kudarcba mindazok a próbálkozások, amelyek a Stradivariusok minőségével vetekedő modern hegedűk építését célozták. Valószínűleg itthon még az is érdeklődésre számíthat, hogy 1988-ban Texas állam törvénykezése 275 000 dollárt bocsátott Nagyváry rendelkezésére egy új üzleti tevékenységhez, azzal a céllal, hogy Texast – a 16. századi Cremonához hasonlóan – a 20. század hegedűkészítő fővárosává tegye. [22]

A klasszikus és modern hegedűk hangzásához, akusztikai tulajdonságaihoz kémiai szempontból jelentős módon hozzájáruló tényezők között feltétlenül említést érdemelnek a lakkozáshoz használt anyagok összetételei és tulajdonságai. Egyesek Stradivari lakkjainak csaknem természetfölötti jelentőséget tulajdonítottak, hiszen a korabeli készítmények mindig családi titoknak számítottak. Ezért sokan a lakkokat, illetve a lakkozást tekintették egy Stradivari igazi titkának. Az összetétel felderítésére tett 1902-es erőfeszítéseket egy könyvben [23] is leírták. Ebben három olyan tényezőt azonosítottak, amely a hegedű hangminőségét jellemzi, ezek a felhasznált faanyagok, a méretezés és a lakkok. Jelentős terjedelemben ismertették, hogy a lakk volt a legfontosabb, és a faanyag minősége a legkevésbé fontos tényező. Mai szakértők túlzottnak tartják a lakk minőségének szerepét, mivel minden lakkozás súlynövekedéssel és az ezt kísérő rezgéscsillapítással jár. Ez lehet az oka annak, hogy középkori lantkészítők csak részlegesen lakkolták hangszereiket, és ezért ajánlják, hogy különösen a hegedűk felső lapját a lehető legvékonyabban lakkozzák. Ugyanakkor a lakkozásnak van értelme. A sima fényes lakkréteg egyrészt véd a szennyezések ellen, másrészt lehetővé teszi a karbantartás során keletkezett, szabad

szemmel is látható repedések feltöltését. Végül a lakkozás vonzóbbá teszi a hegedűt azáltal, hogy a tiszta, fényes lakk kiemeli a faerezését.

Egy nagyon alapos vizsgálat során a párizsi zenetudományi múzeum Stradivari-gyűjteményéből származó tucatnyi Amati-, Guarneri- és Stradivari-hegedűben is keresték a Stradivari-hegedűk titkát. Öt Stradivari-lakk közül négy magas ólomtartalommal rendelkezett. Ez az olajkence vitathatatlan jelenlétét mutatta, mivel a lenmag- és dióolaj-alapú kencéknek hosszú a száradási ideje, amit egy szárító vegyület hozzáadásával csökkenteni lehet. A leggyakoribb szárító az ólom-oxid (PbO), mert szárító jellege mellett gyakran pigmentsként is használják. A leírt nagyon nagy számú lakkösszetétel gyaníthatóvá teszi, hogy Stradivari egy lakkforgalmazótól rendelte meg kencéit és csak a megrendelő kívánságától függő színárnyalatot jelezte. Feltételezzük, hogy a felhasznált kencék összetétele nem különbözött jelentősen a ma használt kencéktől. [24]

A korszerű műszerek felhasználására vonatkozóan még érdemes megemlíteni, hogy Franco Zanini olasz fizikus és a műkedvelő hegedűs, a trieszti Elettra szinkrotron-laboratóriumban szinkrotron-felvételekkel kísérte meg, hogy betekintsen a klasszikus hegedűk lakkrétegei mögé. Véleménye szerint a hangszerek kiváló akusztikai kvalitásai a felület mikrorepedéseinek és tökéletlenségeinek tulajdoníthatók.

Az előbbieken már említésre került a Stradivari- és más klasszikus hegedűk építéséhez használt fafajták jelentősége, és felsoroltuk azokat a fafajtákat, amelyeket maga Stradivari használt. Ott is említettük azt a feltételezést, amely szerint az azokból a fafajtákból készült hegedűk azért számítanak a legjobbnak, mert Stradivari az 1645 és 1715 között nőtt fákat használta. Akkoriban hűvösekek voltak a nyarak és hosszúak a telek, ami jelentősen használt a fák anyagának. Mint már leírtuk, az alacsony fajsúly, a nagy sebességű hangáthaladás és a nagy rugalmassági együttható képezik a hegedűépítéshez ideális faanyag legszükségesebb tulajdonságait.

A Stradivari-mítoszok és -titkok megfektetésének területén talán az egyik legérdekesebb és legutolsó eredmény a biotechnológiá-

7. ábra. *Physisporinus vitreus* (bal) és *Xylaria longipes* (jobb) gombafajták





hoz kötődik. Egy speciális biotechnológiai eljárásnak köszönhetően ugyanis úgy tudják kezelni a fát, hogy ugyanolyan vagy jobb hangzási minőségű hegedűt készítenek belőle, mint egy legjobbnak tartott Stradivari. A svájci St. Gallen Szövetségi Anyagvizsgálati és Kutatólaboratóriumok (EMPA) Favédelmi és Biotechnológiai Osztálya kutatói által felfedezett gombák úgy alakítják át a velük kezelt faanyagok akusztikáját, mintha azok Stradivari korában nőttek volna, azaz a fa szerkezetét ritkítják, fajsúlyát csökkentik, a hangok fán belüli terjedési sebességét pedig növelik. Az elsőre az eddigi gombák is képesek, azonban a fajsúlycsökkentésével lelassítják a hangok terjedését, ami kifejezetten előnytelen egy hegedű esetében.



8. ábra. Mycowood (gombával kezelt fából készült) hegedűk – a humor oldaláról [28]

A svájci kutatók [26] két olyan gombafajtát találtak, a *Physisporinus vitreus* és a *Xylaria longipes* (7. ábra, lásd az előző oldalon), amelyekkel a norvég lucfenyőt és a nyugati platánt kezelve a faanyagok a fenti követelményeknek messzemenően eleget tesznek. Ezeket a gombákat *mycowood* névvel is illetik. A kezelt faanyagokból készült hegedűket a már szintén említett hegedűvirtuózokkal elvégzett hangzás-vaktesztnek vetették alá. Az eredmények azt mutatták, hogy a gombakezelt faminákból készült hegedűt nem lehetett megkülönböztetni egy klasszikus Stradivaritól. Ezeket a svájci eredményeket világszerte annyira eredetiek-

nek és sikeresnek tekintették, hogy humoros illusztrálásukra karikatúra is született (8. ábra). [28]

Zárszó

Mint láttuk, a Stradivari- és más klasszikus, valamint új hegedűk hangzásáról, építéséről, akusztikájáról, kémijáról és biotechnológiájáról rendkívül érdekes, alapos és hasznos eredményt tud felmutatni a tudományos kutatás. Ha ezek után feltesszük a kérdést, hogy ezek mítoszt romboltak-e, vagy fennmaradtak-e, élnek-e ma is a Stradivari-mítoszok, akkor a válasz csak egy lehet: igen, élnek. Az ehhez a megállapításhoz tartozó érvekkel Dunát lehetne rekeszteni, de a lényeg röviden kifejezhető. A hegedűk akusztikai hangszerek, és azok hangzását szubjektív tényezők alapján értékelik. És az emberi hangészlelés, annak egzakt mérési és összehasonlítási lehetőségeinek korlátozottsága miatt ma még lehetetlen, s az objektív összehasonlítás valószínűleg lehetetlen is marad az emberi sznobizmus folytán addig, míg ember él ezen a sárteken.



IRODALOM

- [1] Szántó György, *Stradivari*, Mundus, Budapest, 2006.
- [2] <http://moly.hu/konyvek/szanto-gyorgy-stradivari>
- [3] W. H. Hill, A. F. Hill, A. E. Hill, *Antonio Stradivari, His life and work*, Dover Publications, New York, 1902.
- [4] Bakos Ferenc, *Idegen szavak és kifejezések szótára*, Akadémiai Kiadó, 2005.
- [5] Prof. Dr. Karl Fuhr, *Die akustischen Rätsel der Geige*, Carl Merseburger, Leipzig, 1926. <http://mek.oszk.hu/06900/06954/html/>
- [6] C. Saitis, C. Fritz, C. Gustavino, B. L. Giordano, G. P. Scavone, Investigating consistency in verbal descriptions of violin preference by experienced players, *Proc. Int. Conf. on Music Perception*, July 23–28, 2012, Thessaloniki, Greece, 875.

- [7] C. Fritz, J. Curtin, J. Poitevineo, P. Morrel-Sammels, Fan-Chia Tao, Player preferences among new and old violins, *PNAS* (2012) 109, 760.
- [8] G. Weinreich, What science knows about violins, and what it does not know, *Am. J. Phys.* (1993) 61, 1067.
- [9] <http://abcviolins.com.au/blind-listening-tests>
- [10] L. Burckle, H. D. Grissino-Mayer, Stradivari, violins, tree rings, and the Maundes Minimum: a hypothesis, *Dendrochronologia* (2003) 21, 41.
- [11] <http://blogs.discovermagazine.com/notrocketscience/2012/01/02/violinists-cant-tell-the-difference-between-stradivarius-violins-and-new-ones/#.URixXx12QnE>
- [12] http://www.chemistryviews.org/details/ezine/2067505/Chemical_Secrets_of_the_Violin_Virtuosi_Part_2.html
- [13] B. C. Stoel, T. M. Borman, A comparison of wood density between classical Cremonese and modern violins, *PLoS One* (2008), 3 July, doi: 10.1371/journal.pone.0002554
- [14] V. Bucur, *Acoustics of wood*, CRC Press, Boca Raton, 2006.
- [15] K. Erikson, R. A. Blanchette, P. Ander, *Microbial and enzymatic degradation of wood and wood components*, Springer, New York, 1990.
- [16] <http://waddleviolins.com/index.php?contentID=86> [17] <http://www.nagyvaryviolins.com/bio.html>
- [18] J. Nagyvary, The chemistry of Stradivari, *Chem. Eng. News* (1988) May 23.
- [19] J. Nagyvary, Modern science and the classical violin. A view from Academia, *The Chemical Intelligencer* (1996) January.
- [20] J. Nagyvary, J. A. DiVerdi, N. L. Owen, H. D. Tolley, Wood used by Stradivari and Guarneri. The material used by the old masters to make exquisite violins may have been chemically manipulated, *Nature* (2006) 444, 565.
- [21] J. Nagyvary, R. M. Guilmet, C. H. Spiegelman, Mineral preservatives in the wood of Stradivari and Guarneri, *PLoS One* (2009) 4, 1.
- [22] http://flatrock.org.nz/topics/society_culture/fiddling_around_the_lab.htm
- [23] http://www.chemistryviews.org/details/ezine/2058533/Chemical_Secrets_of_the_Violin_Virtuosi_Part_1.html
- [24] <http://www.telegraph.co.uk/science/science-news/9716271/The-secret-behind-a-Stradivari-imperfection.html>
- [25] <http://www.sciencedaily.com/releases/2012/09/120908081611.htm>
- [26] E.W.M.R. Scharze, M. Spycher, S. Fink, Superior wood for violins. Food decay fungi as a substitute for cold climate, *New Phytologist* (2006) 179, 1095.
- [27] <http://www.dailymail.co.uk/news/article-2200666/Treating-modern-violins-fungi-makes-sound-like-rare-Stradivarius.html>
- [28] <http://www.economist.com/node/21563276/print>

PÁLYÁZATI FELHÍVÁS

A Magyar Tudományos Akadémia Kémiai Tudományok Osztálya **Varga József** akadémikus, egyetemi tanár, intézeti igazgató, a magyar műszaki kémiai kutatás, fejlesztés, oktatás, iparszervezés kiemelkedő személyisége emlékének méltó megtisztelésére **Varga József Díjat** alapított. 2013-ban egy Varga József Műszaki Alkotói Díj adományozható.

Varga József Műszaki Alkotói Díj adományozható azoknak, akik új technológiai megoldások kidolgozásában, új vegyipari eljárások alapjainak kidolgozásában, fejlesztésében és megvalósításában, a kémiai technológiai folyamatok, vegyipari műveletek, vegyipari gépészet elméleti alapjainak kimunkálásában, az ipari katalízisben, a kémiai technológiai oktatás és felsőoktatás terén, a műszaki kultúra javításában kimagasló eredményt értek el, illetve érdemet szereztek.

A Varga József Műszaki Alkotói Díj adományozását kezdeményezhetik a díj Tudományos Tanácsának tagjai, tudományos és szakmai szervezetek, vállalatok és alapítványok, egyéni pályázók.

A kezdeményezéseket, pályázatokat a Tudományos Tanács titkárához (Mándy Tamás) címezve, a MTA Természettudományok Osztálya Titkárságára kell benyújtani, részletes indoklással, irodalomjegyzékkel, a kezdeményezést alátámasztó egyéb dokumentumokkal, **2013. szeptember 15-ig**. A javaslatokat a Díj Tudományos Tanácsa értékeli, dönt a díjak odaítéléséről, a döntést a Kémiai Tudományok Osztálya erősíti meg.