



– Müller Tibor javaslatára – megalapította a „Cornides István Tudományos Díj”-at [18] (**8. ábra**), amelyet a következő feltételekkel ítélnek oda: „A díjat a tömegspektrometria területén kiemelkedő eredményt elérő magyar kutató, oktató kaphatja. A kitüntetésre javaslatot az MKE Tömegspektrometriai Társaság vezetőségéhez lehet benyújtani. Az Emlékérmét az MKE Tömegspektrometriai Társaság Vezetősége évente ítéli oda. Az Emlékérméhez bruttó 1000 euró pénzjutalom társul.”

Az **1. táblázat** a Cornides István Tudományos Díjjal 2011 és 2019 között kitüntetetteket mutatja be.

**1. táblázat. A 2011–2019-es időszakban
Cornides István Tudományos Díjjal
kitüntetettek listája**

Név	Odaítélés éve
Újszászy Kálmán	2011
Kéki Sándor	2012
Draho László	2013
Czira Gábor	2014
Schlosser Gitta	2015
Szabó Pál	2016
Riedel Miklós	2017
Háda Viktor	2018
Bohátka Sándor	2019

Cornides István szakmai teljesítményét és szellemi örökségét közleményei, könyvei, egyetemi és főiskolai jegyzetei méltóképpen dokumentálják. Cornides Istvánnak, mint tanárembernek a hitvallását, azonban az 1993-ban vele készített interjú zárómondatai fejezik ki talán a legjobban [1]. Az utolsó kérdésre – „Az sem bántott volna, hogy diákjaid mit gondolnak rólad, ha 1956-ban megfutamodsz, és családdal felülrsz arra a Nyugatra tartó teherautóra?” – azt válaszolta: „Látod, akkor többek között ez volt, ami visszatartott. Nagyon lesújtott volna, ha tanítványaim

csalódottan kérdezik: »Még ez az ember is megszökött? Akkor kibizhatunk?« Egy tanárnak minden körülmények között morális példát kell adnia. Nem cselekedhet másként”.

Cornides István, hosszú, türelemmel viselt betegség után, 1999. november 1-én hunyt el. Tanítványai nevében, Horváth Domokos fizikus e szavakkal búcsúzott el mesterétől: „Életedet a vak boszszú és a megtorlás kettétörte, de jelletedet, szellemedet nem tudták megtörni.”

Köszönetnyilvánítás. Köszönjük özv. Dr. Cornides Istvánnak – Pista bácsi özvegyének –, hogy hűséges kísérője volt férjének Nyitrától Tokióig, és jelenlétével valamennyi Cornides Díj átadását megtisztelte. A szerzők köszönetüket fejezik ki neki a kézirat gondos átolvasásáért, hasznos megjegyzéseiért és tanácsaiért, amelyekkel segítette annak elkészülését. Hasonlóképpen köszönjük Riedel Miklósnak a szakértő és lelkiismeretes segítségét.

IRODALOM

- [*] idézet Cornides Istvántól
- [1] Staar Gyula, Tudóssors Közép-Európában (Beszélgetés Cornides István fizikussal. 2.) Valóság (2007) 11, 93–113. <https://www.termvil.hu/archiv/interjuk/cornides2.html>
 - [2] Barna B. Péter, Cornides István 1920–1999. Fizikai Szemle (2000) 3, 95.
 - [3] <http://5165.partner.net-tech.hu/DOKUMENTUMOK—IRASOK/Cornides-tanar-urra-emlekezve>
 - [4] Cornides, I., Acta. Phys. Hung. (1955) 5, 471–482. <https://doi.org/10.1007/BF03156543>
 - [5] Cornides, I., A Magyar Tudományos Akadémia Központi Fizikai Kutató Intézetének közleményei (1956) 6, 527–532.
 - [6] Csekő, Gy., Cornides, I., Journal of Inorganic and Nuclear Chemistry (1960) 14, 139–141. [https://doi.org/10.1016/0022-1902\(60\)80217-5](https://doi.org/10.1016/0022-1902(60)80217-5)
 - [7] Gál, T., Sidó, Sz., Cornides, I., Rapid Commun. Mass Spectrom. (1996) 10, 465–467. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0231\(19960315\)10:4<465::AID-RCM489>3.0.CO;2-1](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0231(19960315)10:4<465::AID-RCM489>3.0.CO;2-1)
 - [8] Kroto, H. W., Heath, J. R., O'Brien, S. C., Curl, R. E., Smalley, R. E., Nature (1985) 318, 162–163. <https://doi.org/10.1038/318162a0>
 - [9] Kratschmer, W., Lamb, L. D., Fostiropoulos, K., Huffman, D. R., Nature (1990) 347, 354–358. <https://doi.org/10.1038/347354a0>
 - [10] Cornides, I., Morvay, L., Rapid Commun. Mass Spectrom. (1992) 6, 758–759. <https://doi.org/10.1002/rcm.1290061209>
 - [11] Cornides, I., Morvay, L., Int. J. Mass Spectrom. Ion Proc. (1984) 62, 263–268. [https://doi.org/10.1016/0168-1176\(84\)87112-8](https://doi.org/10.1016/0168-1176(84)87112-8)
 - [12] Morvay, L., Cornides, I., Rapid Commun. Mass Spectrom. (1992) 6, 339–340. <https://doi.org/10.1002/rcm.1290060505>
 - [13] Cornides I., Kiss J., Geonómia és Bányászat (1971) 4, 313.
 - [14] Cornides I., Pais I., Fehér D.-né, Kertészeti Egy. Közlem. (1975) 39, 213.
 - [15] Cornides I., Agyagási D., Gyógyfürdőügy (1978) 12, 9.
 - [16] <http://www.nevpont.hu/view/9600>
 - [17] <https://ma7.sk/kozelet/oktatas/bisten-aldja-a-porat-is-cornides-istvannakl>
 - [18] <http://ms.elte.hu/?lap=CornidesDij>

Leonardo színeinek spektruma

Nemrég emlékezett meg a világ Leonardo da Vinci halálának 500. évfordulójáról. A kémikust talán az is érdekli, hogy milyen pigmenteket, festészeti technikákat alkalmazott Leonardo – veti fel Bernard Valeur, a színek szakértője, akinek írására [1] a következőkben támaszkodunk.

Pigmentek

A reneszánsz festők tudták, hogy három alapszínből – kék, vörös és sárga – mindenféle színt kikeverhetnek. A három pigment biztosan szerepelt Leonardo palettáján¹.

A pigmenteket akkoriban a patikus árulta. A kék rendszerint azuriból (bázisos réz-karbonátból) származott. A természetes ultramarint (ez *lapis lazuli*-ből készült) ritkábban használták, mert sokba került, de mélyebb színt adott. A vörös lehetett például vörösocker (vas(III)-oxid vagy hematit), cinóber (higany-szulfid) és kármin (egy bíbortetűből, a *Kermes vermilio*-ból vonták ki). Az okker (vas-oxi-hidroxid vagy goethit) is megjelent a

reneszánsz palettán, de az ólom-ónsárga (Pb₂SnO₄) fényesebb volt (ezt PbO és SnO₂ keverékének hevítésével állították elő). Leonardo kedvelte a szerves (sáfrány, kurkuma) eredetű sárgákat is, mert ezek átlátszók voltak: a lazúrozáshoz használta őket (lásd később), hogy szebbek legyenek a zöldjei. Különösen a rézrozsdázöld (bázisos réz-acetát) játszott kiemelt szerepet a tájképek megfestésében. Sajnos, ez a pigment hajlamos a barnulásra.

A reneszánsz festők gyakran használták az ókor óta ismert ólomfehéret (ólom-karbonátot) – részben az alapréteghez, részben a többi szín világosításához. Az ólomfehér könnyen kimutatható röntgenspektrometriával, mert az ólom erősen abszorbeál a röntgentartományban: az egyenesen világos réteg jó konzerválódásról tanúskodik, míg a sötét foltok a fehér pigment hiányát mutatják, amit változások idézhetnek elő (például sérülések, vagy az idők folyamán magától levált a festék). Így derült ki, hogy a

¹ A pigment szó a latin pigmentumból származik: színezőanyagot jelent. A pigment nem oldódik fel abban a közegben, amelyben dispergálják.



1. ábra. Szűz Mária a gyermekkel és Szent Annával (vagy Szent Anna harmadmagával). Olaj, nyárfa táblán (168 x 130 cm). Leonardo 1501-ben kezdte festeni, és 1519-ben bekövetkezett haláláig nem fejezte be

Mona Lisa jól megőrződött, de a *Szent Annát* (1. ábra) számos változás érte. A fekete szín többnyire a szénfeketétől származott: ezt fa vagy csontok elszénesítésével állították elő. A barna esetében Leonardo „égetett zöld föld”-re utalt, amellyel a bőrre vetülő árnyékokat festhette meg, de ezt a pigmentet nem találták meg a képein.

A festmények pigmentjeinek kimutatásához roncsolásmentes módszert használnak; ma már jól ismert a röntgenfluoreszcencia-spektrometria. Kifejezetten műtárgyak elemzésére épült a Louvre alatt működő AGLAE részecskegyorsító, amelynek ionnyaláb-analitikai eszközeihez külföldi kutatók is hozzájuthatnak. Az ionsugaras vizsgálatok során a mintát gyorsított ionokkal bombázzák, és a kilépő reakciótermékeket elemzik. Ilyen termékek például a bombázás után szóródó ionok, a magreakciók révén keletkező részecskék, a fény-, röntgen-, gamma-fotonok.

Nálunk is vizsgálnak műtárgyakat nagyberendezéssel az Atomkiban és a Budapesti Neutroncentrumban, kisebb eszközökkel néhány múzeumban és kutatóhelyen.

Vázlatok

A festmények infravörös reflektográfiával készült felvételein jól látható az „alárajzolás”, a festék alatti vázlat.

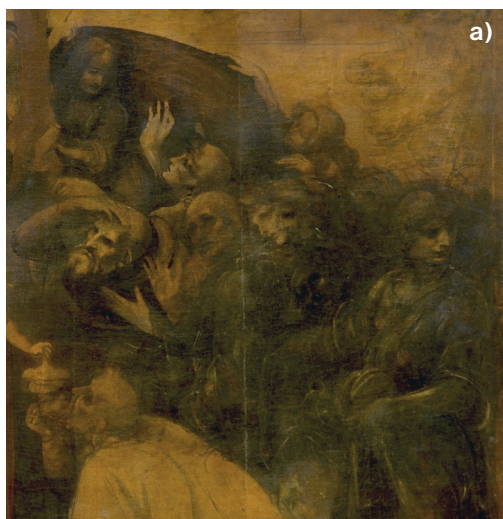
Amikor a reneszánsz festők felvázolták a kép részleteit a fehér alaprétegre, fekete anyagokat használtak: szénfeketét (faszenet) vagy mangánfeketét (mangán-dioxidot). Ezek a vegyületek erősen abszorbeálják az infravörös sugárzást (kb. az 1–2 mikrométeres hullámhossztartományban), míg a festékréteg pigmentjei általában kevés IR-fényt nyelnek el (nyilván a fekete pigmentek kivételével). Tehát a festményt megvilágító IR-fény jelentős része eléri az alapréteget, ahol csak a vázlat fekete pigmentjei nyelik el, és az alapréteg visszaveri. Az infravörös reflektográfia (amely a kép különböző pontjain méri az infravörös reflektanciát) felfedi a rajzot (2. ábra).

Tempera és olaj

Leonardo kizárólag fára festett (pl. dióra, nyárra); vászonra csak vázlatokat készített. A fát előbb gesso (főként kalcium-karbonát és/vagy kalcium-szulfát) alapozóréteggel kenték le, de ő vékony ólomfehér réteget is használt, amely elfedte a gessót.

A Leonardónak tulajdonított festmények közül legelőször valószínűleg az *Angyali üdvözlés*t vizsgálták. Ez nyárfa táblára készült olajfestmény. Miután a flamand festők felgyorsították az olaj száradását, a firenzei festők körében is elterjedt az olajfestés a korábban népszerű temperatechnika mellett (amely a tojáson – lecitinen – alapult). A temperának előnye ugyan, hogy mivel gyorsan szárad, viszonylag rövid idő alatt több réteg kerülhet egymásra, de éppen emiatt nem lehet vele sokáig dolgozni, „nedvesben festeni”. Az olaj száradásakor az oxigén jelenlétében bekövetkező térhálósodás miatt rugalmas film képződik. A flamand festők a lenolajat kedvelték, mert az olajok közül ez szárad a leggyorsabban. Kiderült, hogy még hamarabb megszárad, ha előbb órákon át főzik. Mivel könnyen besárgul, főzés után kitétték a napra fehéredni. Leonardo ólomfehérral fehéritette. Előfordult azonban, hogy temperát és olajat is használt, például a *Madonna szegfűvel* (1474–1476 k.) című képen.

Az olajfestékben döntő szerepet játszik a médium (festőszer): ez nemcsak a festék, a massza állagának beállításához szükséges



2. ábra. a) A Háromkirályok imádása (1481 körül) és b) az infravörös reflektográfiával készült kép részlete



hígítót tartalmazza (ami illékony anyag, gyakran terpentinszesz), hanem gyantákat is, amelyek szilárdságot és különleges optikai tulajdonságokat kölcsönöznek a színes rétegnek. Leonardo számos természetes szerves anyaggal dolgozott: ahogy az eszközöket (lombikokat, retortákat) ábrázoló rajzai mutatják, főzéssel, desztillációval vonhatta ki őket. Arról keveset tudunk, hogy mit kevert a készítményeibe (nem is akarhatta nagydobra verni), de az írásaiban megemlíti, hogy a lenolaj vagy a dióolaj terpentinnel (gyanta) és terpentinszesszel (amely az előbbi gyanta desztillációjából származik) keverve zsíros lakkot ad.

A festéket nyilván ecsettel viszik fel a hordozóra, de Leonardo képein gyakran láthatatlanok az ecsetnyomok. Feltételezik, hogy ezeket az ujjával „maszatoalta el”. A Vatikánban őrzött *Szent Jeromoson* is találtak ujjlenyomatokat.

A sfumato-technika

Leonardo kortársainak többsége kiemelte a megfestett személyek vagy tárgyak kontúrjait. Ő inkább elmosta ezeket a vonalakat, nála lágyabbak a fény és az árnyék közötti átmenetek: emiatt érezzük úgy, mintha fátyolos, füstös lenne a kép: innen ered a *sfumato* elnevezés. A sfumato-technika a flamand festők lazúrozási eljárásán alapszik. Lazúrozáskor egyetlen pigment kis mennyiségét diszpergálják a kötőanyagban (például a lenolajban), és ebből a híg szuszpenzióból vékony rétegeket visznek fel egymás után egy világos alapra. Az egymás fölötti rétegek miatt a szín sötétebb és telítettebb lesz (telítettebb annál, mint amit akkor kapnának, ha ugyanehhez a pigmenthez fekete pigmentet kevernének). Másrészt a világos alaprétgen keletkező diffúz reflexió olyan hatást kelt, mintha a színek a festékrétegek mélyéről merülnének fel. A művészettörténeti hagyomány szerint egy itáliai festő, Antonello de Messine tanulta meg a lazúrozást, amikor Észak-Európában járt, és Itáliába visszatérve ő terjesztette el.

Hogyan mutatható ki a lazúr? A Francia Múzeumok Kutatási és Restaurálási Központjának munkatársai több festményt tanulmányoztak röntgenfluoreszcencia-spektrometriával. A 3. ábrán látható, hogy a *Szent Annán* az arc világos részétől a sötétebb felé haladva egyre több vékony festékréteg helyezkedik el egymáson. A röntgenfluoreszcencia-spektrumok elemzésével meghatározható a festékek anyaga, koncentrációja, a különböző festékrétegek vastagsága, amely gyakran csak 1–2 mikrométer. A

vizsgálat szerint az arcok színét ólomfehér, okker és cinóber keveréke adja. (Bár Leonardo híres a sfumatoról, nem használt mindig lazúrt, előfordult, hogy fekete festékkel érzékeltette az árnyékokat.)

Eredeti színek

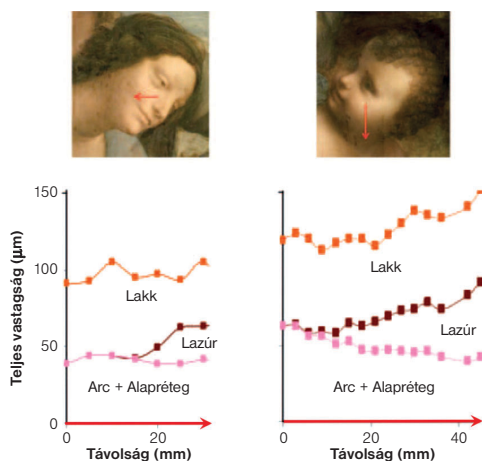
A festményeken megjelenő sárgás, matt felületet a lakk öregedésével magyarázzák. A restaurátorok végtelenül óvatosan tisztítják, vékonyítják a régi lakkréteget, de nem távolítják el egészen, mert a restaurálás aranszabálya szerint sohasem szabad hozzáérni a pigmentekhez. A tisztítás után új lakkréteget visznek fel a képre.

A lakktól azonban virtuálisan is meg lehet szabadulni, ha multispektrumú fotográfiával elemzik a festményt. Ilyenkor a kamera nagy felbontású CCD-érzékelője sok millió pontban detektálja a reflektancia-spektrumokat. A mért spektrumokat referenciá-spektrumokkal hasonlítják össze. A referenciához számos olyan pigment szükséges, amelyet a festmény születésének idején használtak. A referenciá-spektrumokat a tiszta és a mesterségesen öregített lakkal fedett pigmentekről is felveszik. A *Mona Lisa* „igazi” színeit multispektrumú fotográfiával állapították meg (4. ábra).



4. ábra. A Mona Lisa. a) A Louvre-ban látható festmény multispektrumú kamerával felvett képe. b) A virtuális lakkeltávolítás után kapott kép, százmillió reflektancia-spektrum elemzése alapján [3]

3. ábra. A Szent Anna (1. ábra) részlete. Szűz Mária és a gyermek arcát röntgenfluoreszcencia-spektrometriával vizsgálták több pontban, a piros nyilak mentén. Így mutatták ki a lazúrrétegeket a lakk és a festékréteg között [2]



A tökéletesség felé

Leonardo folyamatosan átdolgozta a képeit, amelyek száma húsz körül mozoghat, de néhány ismeretlen helyen „lappang”. Arra is törekedett, hogy a festési technikákat optikai hatások segítségével javítsa. A vékony lazúrrétegek átlátszósága miatt számíthatott a (néha színes) alaprétgről visszaverődő fényre. Talán az átlátszóság fokozása érdekében használt az évek folyamán egyre több üveg szemcsét: a kutatók kis mennyiségű mangánt tartalmazó apró, szintelen nátronüvegdarabkákat azonosítottak a *Szent Annában* és még inkább a *Keresztelő Szent Jánosban*. Ily módon a művészi kifejezés szolgálatába akarta állítani a tudományt – és azt mondják, a leglátványosabban a szín köti össze a tudományt és a művészetet, még inkább a kémiát és a művészetet. **sv**

IRODALOM

- [1] B. Valeur: L'Actualité chimique (2020) 447, 6.
- [2] de Viguier, L. et al.: Angew. Chem. Int. Ed. (2010) 49, 6125.
- [3] Elias M., Cotte P.: Appl. Opt. (2008) 47, 2146.