

– 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 Emlékéremet az MKE Tömegspektrometriai Társaság Vezetősége évente ítéli oda. Az Emlékéremhez bruttó 1000 euró pénzjutalom társul.”

Az 1. táblázat a Cornides István Tudományos Díjjal 2011 és 2019 között kitüntetettek listáját mutatja be.

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

Név	Odaítélés éve
Újszászy Kálmán	2011
Kéki Sándor	2012
Drahos 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 zárómunkái fejezik ki talán a legjobban [1]. Az utolsó kérdésre – „Az sem bántott volna, hogy diákjaid mit gondolnak rólad, ha 1956-ban megfutamodsz, és családdal felülsz 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 jellemedet, szellemedet nem tudták megtörni.”

Köszönetnyilvánítás. Köszönjük öv. Dr. Cornides Istvánnak – Pista bácsi özvegyének –, hogy hűségese kísérője volt férjének Nyitratól Tokióig, és jelenlétével valamennyi Cornides Díj átadását megtisztelte. A szerzők köszönetüket fejezik ki neki a kézirat gondos átolvasásáért, hasznos megjegyzéseikért 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.nepont.hu/view/9600>
 - [17] <https://ma7.sk/kozelet/oktatas/bisten-aldja-a-porat-is-cornides-istvannak>
 - [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 – kékből, vörösből és sárgából – mindenféle színt kikeverhetnek. A három pigment biztosan szerepelt Leonardo palettáján!

A pigmenteket akkoriban a patikus árulta. A kék rendszerint azuritból (bázisos réz-karbonáttól) 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 kármín (egy bífortetűből, a *Kermes vermili*-ből 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 rézrozsdazöld (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 egyenletesen világos réteg jó konzerválódásról tanúskodik, míg a sötét foltok a fehér pigment hiányát mutatják, amit változások idézhetek 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 elszenesítésével állították elő. A barna esetében Leonardo „égetett zöld föld”-re utalt, amellyel a bőrre vetülő árnyékok 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 ionyaláb-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 vizsgálunk műtárgyakat nagyberendezéssel az Atomkiban és a Budapesti Neutroncentrumban, kisebb eszközökkel néhány múzeumban és kutatóhelyen.

Vázlatok

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

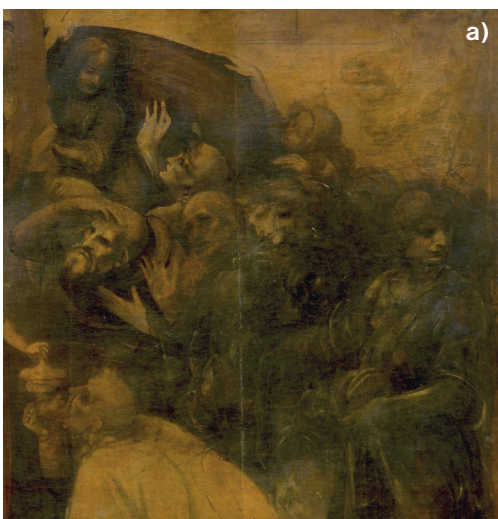
Amikor a reneszánsz festők felvázolták a kép részleteit a fehér alaprétegre, fekete anyagokat használtak: szénfeketét (faszenet) vagy mangánfeketét (mangán-dioxidot). Ezek a vegyületek erősen abszorbeálják az infravörös sugárzást (kb. az 1–2 mikrométeres hullámhossztartományban), míg a festékréteg pigmentjei 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*et 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 tojás – 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 ólomfehérrel fehéřítette. 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 massa 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 rétegeknek. 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 írásában megemlíti, hogy a lenolaj vagy a dióolaj terpentinnel (gyanta) és terpentinszeszsel (amely az előbbi gyanta desztillációjából származik) keverve zsíros lakkot ad.

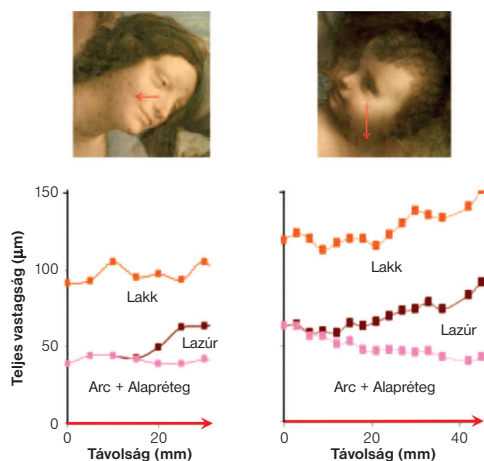
A festéket nyilván ecsettel viszik fel a hordozóra, de Leonardo képein gyakran láthatatlanok az ecsetnyomok. Feltételezik, hogy ezeket az ujjával „maszatoalta el”. A Vatikánban őrzött *Szent Jeromoson* is találtak ujjenyomatokat.

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 alaprétegen keletkező diffúz reflexió olyan hatást kelt, mintha a színek a festékrétegek mélyéről mérülnének 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

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]



vizsgálat szerint az arcok színét ólomfehér, okker és cinóber keveréke adja. (Bár Leonardo híres a sfumatoról, nem használt mindig lazúrt, előfordult, hogy fekete festékekkel 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 arany szabálya szerint sohasem szabad hozzáérni a pigmentekhez. A tisztítás után új lakkréteget visznek fel a képre.

A laktól 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 referencia-spektrumokkal hasonlítják össze. A referenciához számos olyan pigment szükséges, amelyet a festmény születésének idején használtak. A referencia-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 lakktávolítás után kapott kép, százmillió reflektancia-spektrum elemzése alapján [3]

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) alaprétegről visszaverődő fényre. Talán az átlátszóság fokozása érdekében használt az évek folyamán egyre több üvegszemcsét: a kutatók kis mennyiségű mangánt tartalmazó apró, színtelen 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 Viguerie, L. et al.: *Angew. Chem. Int. Ed.* (2010) 49, 6125.
- [3] Elias M., Cotte P.: *Appl. Opt.* (2008) 47, 2146.