

ÁSVÁNYI EREDETŰ FESTÉKEK MAGYARORSZÁG TERÜLETÉN

Sajó István

MTA Kémiai Kutatóközpont

E-mail: sajo@chemres.hu

Összefoglaló: Az ásványok világa színes világ. De a sok színes ásvány közül csak néhány igazán alkalmas festéknek. Ezek felhasználásának hazai történetét tekintjük át a XVIII. század végéig.

Abstract: The colorful world of minerals supplied artists of all ages with a variety of pigments. Before 1800 the artist's palette contained about 30 major inorganic pigments, with 20 of them being of mineral origin. In Hungary the first evidence of pigment use is the Lovas ochre mine operated 12,000 years b.p. Later on the people of the late neolithic Lengyel culture used cinnabarite, hematite, ochre and jarosite to paint on ceramic ware. The Roman Empire leaved its mark in Pannonia. A number of wall paintings were unearthed from the 2nd to 4th centuries, showing the high standards of the Roman art. From the Middle Ages on, artists in Europe belonged to an international family, their techniques and supply of materials spread over the borders with little variation from country to country. Genius loci is more evident in small village churches and folk art, where limited budget did not allow the use of expensive materials.

BEVEZETÉS

A festékek két nagy csoportja – a szerves és a szervesetlen – nemcsak eredetében, de felhasználhatóságában is jól elkülönül. A hagyományosan növényi (ritkábban állati) eredetű szerves festékek színét általában a vegyület elektronszerkezete adja. Ez egy-egy különálló molekulára s így oldataikra is jellemző, emiatt pl. textíliák festésére különösen alkalmasak. A szervesetlen festékek színét több okra vezethetjük vissza, de ezek többnyire a kristályszerkezeti tulajdonságokkal függenek össze, a különálló ionokra vagy molekulákra nem jellemzőek. A szervesetlen festékeket tipikusan finom por formában, megfelelő kötőanyaggal keverve használják.

A szervesetlen festékeket, a mesterségesen előállítottakat is, ásványi festékeknek hívják. A szóhasználat nem egységes, pl. Wehlte (1994) magyar fordításában az ásványi eredetű pigmenteket *földfestékek*nek nevezi, a szintetikus szervesetleneket pedig *ásványi festékek*nek. Az ásványi eredetű és a mesterséges szervesetlen festékek közt nincs éles határvonal. Egyrészt az ásványokat is többé-kevésbé föl kell dolgozni, hogy festékként használhassuk. Leggyakoribb a tisztítás és őrlés, ülepítés, iszapolás, de a hőkezelés sem ritka. Másrészt a szervesetlen festékeket is ásványi nyersanyagokból állítják elő és a termék is gyakran a természetben ásványként is előforduló anyag. Pl. a titánfehér, az egyik legnagyobb mennyiségben előállított fehér pigment, mesterséges rutil, illetve anatóz. A mészégetés ősi technológiája mészkőből (kalcit)

indul ki, és a falon a mész végül ismét kalcitá alakul. Ha nincs is éles határ, megpróbálunk azokra az ásványokra korlátozódni, amelyeket pigmentként változatlan ásványi formában használtak. Mellettük a velük gyakran együtt használt, és használatukat kiegészítő szintetikus szerves festékeket az átfogóbb kép fölvezetéséhez meg kell említsük, ha ezeket részletesebben nem is tárgyaljuk.

A pigmentként használt anyagoknak a megfelelő színén kívül számos további tulajdonsággal kell rendelkezni. A jó beszerezhetőség, reprodukálhatóság, fedő-, lazúrozó- és színezőképeség, állandóság (kémiai stabilitás, sav-, lúg-, fény- és lehetőleg hőállóság) és a kötőanyagokkal való kompatibilitás szükséges ahhoz, hogy tartósan helyet kapjanak a művészek palettáján.

A legtöbb pigment értékes kereskedelmi cikk volt, nemritkán a termőhelyüktől több ezer kilométerre kerültek fölhasználásra. De az alkotóművészek és a műalkotások is gyakran vándoroltak országhatárokon át – így szigorú földrajzi behatárolást nem lehet alkalmazni.

Az egyes ásványi eredetű pigmenteket koronként igen változatos neveken említették – ezek ismertetése, földolgozása külön tanulmány témája lehet. Itt az érvényes ásványtani neveket használjuk, a nevezéktan kérdéseibe nem merülünk bele.

A téma iránt mélyebben érdeklődők sok érdekes adatot találhatnak az ásványi pigmentekről Noll (1979) alapos összefoglaló tanulmányában. A festőművészetben alkalmazott pigmentekről Wehlte (1994) kézikönyve az egyetlen magyar nyelvű összefoglaló munka. Az angolul megjelent számos mű közül Gettens & Stout (1966), illetve Harley (1988) kiváló történeti áttekintéseire hívjuk föl a figyelmet.

TÖRTÉNETI ÁTTEKINTÉS

A legkorábbi fönmaradt sziklafestmények a paleolitikum idejéből származnak. A legrégebbi megbízhatóan datált festmény az ausztráliai Carpenter's Gap barlangban található, kora körülbelül 40 000 év (Morwood 2002). A legrégebbi európai barlangfestmények is több mint 30000 éve keletkeztek (pl. a Fumane, Chauvet és Closquer barlangok, Clottes 1998). Ezek a festmények még igen szűk palettával készültek: vörös (hematit), okker (goethit) fekete (korom, illetve növényi szenek, csontszén) és fehér (fehér agyag). A kék és zöld tónusok hiányzanak.

Magyarország területén a tudatos festékhasználat első emléke az újabb radiokarbon datálás szerint mintegy 11–12 000 évvel ezelőtt művelt lovasi festékbánya (Dobosi 2006). Az innen kibányászott több köbméternyi okker fölhasználási módjára csak analógiák alapján lehet következtetni. A következő hazai emlék, a Dunántúlon kialakult és onnan elterjedt lengyeli kultúra, már festett cserépedényeket hagyott hátra. A késő neolit – kora rézkori, mintegy 6–7000 éves leleteken vörös (cinnabarit, hematit), sárga (goethit, jarosit) valamint fehér (kalcit) festett és inkruszált díszítések fordulnak elő, melyeket a már kiégetett kerámiaira utólag vittek föl. A lengyeli kultúrára jellemző polikróm (vörös-sárga-fehér) festett kerámián kívül tisztított hematit és goethit festékrögök is kerültek elő, melyek komoly értéket képviselhetek.

Az ókor magasan fejlett művészetét hazánk területére a Római Birodalom hozta el. Pigmenthasználat szempontjából a falfestészet a legfontosabb, mely a hatalmas területre kiterjedt birodalom távoli pontjain is igen hasonló, standard technikákat használt. A technikákról és a pigmentekről korabeli szerzők (Vitruvius, Plinius) tollából is maradt fenn részletes leírás. A nagy mennyiségben fültárt leletanyagokon végzett korszerű tudományos vizsgálatok segítettek az antik szerzők műveit anyagtudományi ismeretekkel kiegészíteni. A magyarországi leletanyagról Járó (1997) írt alapos összefoglalót.

Ezután hazánk területéről a középkori falfestészet megjelenéséig alig van említésre érdemes adat. A középkor nagy váltást hozott a technikák és a pigmenthasználat terén. A változások ettől fogva többé-kevésbé folytonosak, a reneszánszon át a barokkig. E több évszázadot átölelő időszakban nemcsak a fölhasznált pigmentek száma, hanem a fennmaradt tárgytípusok és a festési technikák változatossága is gyarapodott. A korabeli írott források bőségesek ugyan, de a műtárgyak anyagvizsgálata számos, azokból meg nem tudható ismeret forrása.

A XVIII. század a kémia százada, s ez az egyre nagyobb számban megjelenő új, mesterségesen előállított pigment elterjedésében is észrevehető. Scheele 1778-ban fedezte föl a réz-arsenitet (Scheele-zöld), majd ezután a króm, a kobalt és a cink fölfedezésével egymás után jelennek meg a vegyületeikből előállított új pigmentek. Az 1780-as évektől az új színezékek rohamosan szorítják ki a hagyományosakat, s az ásványi eredetűek jelentősége erősen csökken.

Az 1780 előtti paletta mintegy 30–35 szervesen pigmenttel jól jellemezhető. Ezek közül kb. húsz az ásványi eredetű és jó tucatnyit csak mesterségesen állítottak elő. Az ásványi eredetűek közül is számosat sikerült időközben vegyi úton előállítani, s ezek részben kiszorították a természetes megfelelőiket. Ezeken a gyakoribb festékeken kívül még számos színes anyagot használtak alkalmilag festésre, de előfordulásuk szórványos, jelentőségük csekély. Ezeket indokolt esetben megemlítjük, de kimerítő felsorolásukra nem törekszünk. Az európai kultúrkörben nem használt pigmentekkel (pl. Han-kék, Han-bíbor, maya-kék) nem foglalkozunk.

A következőkben a gyakoribb pigmenteket legfontosabb tulajdonságuk színük szerint csoportosítva tekintjük végig. Azon belül a fölhasználás időrendjét követve próbálunk haladni.

VÖRÖSEK, SÁRGÁK

A legrégebben használt színek, az őskori sziklafestmények jellemző tónusa a vörös okker – narancs. E korai festékek természetes vasoxidok és vasoxid-hidrátok, melyeknek színtartósságáról így több tízezer éves tapasztalat halmozódott föl. Az uralkodó vörös-okker tónus még a középkori falképeken is gyakran visszaköszön, érzékeltetve a megfizethető, jó minőségű kék és zöld pigmentek hiányát. A vasoxid-tartalmú földfestékek mellett már az ókorban megjelennek más, élénkebb színű pirosak (cinóber, minium, realgár). A paletta nem is bővül a barokk végéig, csak a használati szokások, beszerzési források, illetve előállítási módok változnak. A legfontosabb ilyen változás a mesterségesen előállított cinóber, a

vermillion elterjedése a XII–XIV. században, ami valószínűleg a legjelentősebb fejlemény a középkorban az ókor festékhasználatához képest.

A *sárgák* közt az okker mellett a jarositot is használták már az őskorban, de tartósan jelentősszerepre nem tett szert. Az auripigmentet az ókorban kezdték használni és a reneszánszig folyamatosan használatban maradt. Az aranyat is a sárga pigmentek közt említhetjük, bár az aranyzint inkább szimbolikus tartalom jelzésére és nem a sárga megjelenítésére használták. A középkorban az ólomfehér mérsékelt izzításával előállított massicot és a szintén mesterséges ón-ólomsárga szerepelt még a palettán. A massicot használatának súlypontja az 1300–1700-as évek közötti időszakra esett, de semmi olyan kiemelkedő tulajdonsága nincs, ami nélkülözhetetlenné tette volna. A XIII. századtól használt nagyon stabil, erős színű ón-ólomsárga előállítása a XVII. század közepén rejtélyes hirtelenséggel megszűnt és feledésbe merült. A massicot és az auripigment a barokk idejére kopik le a palettáról. Helyettük 1700 körül a nápolyi sárga – szintetikus $Pb_3(SbO_4)_2$ – lép be, így a barokkra ezen kívül már csak az okker és az arany marad. Az igazán szép ragyogó tiszta sárgák megjelenésére a XIX. század elejéig, a kromátfestékek és a kadmiumsárga felfedezéséig kell várni.

Okker

Bár nem ásvány, hanem ásványok elegye, fontossága miatt mégis külön említjük. A mállási folyamatban képződő anyag színét a finom eloszlású vasásványok adják. Ezek mellett főként agyagokat és kvarcot tartalmaz. Színe a vasásványok fajtájától (goethit, lepidokrokit, hematit), mennyiségétől, szemcseméretétől és mangántartalmától függ, sárgától a vörösig, barnáig terjed. A sárgás-narancsos goethittartalmú változatok színe hőkezeléssel könnyen vörössé (hematit) alakítható. A vasásványok növekvő mangántartalmával színe egyre barnásabb, ezeket umbrának nevezik. Gyakori, nagy mennyiségben kitermelt és fölhasznált, olcsó festékanyag. Nevét gyakran színéről (sárga-, illetve vörösföld) vagy a lelőhelyről kapja. Használata az egész tárgyalt időszakot végigkíséri, a római falképektől a barokkig a leggyakoribb sárga – narancs festék.

Az első ismert magyarországi festékbányában, Lovason szintén okkert bányásztak. Erről az anyagról korábban kémiai elemzés készült (Dobosi 2006). Ennek alapján egyértelmű, hogy valamilyen vas-oxid adhatja a lovasi festékföld vörös színét. Újabbán gyűjtött minták röntgendiffrakciós vizsgálata alapján egyértelműen hematit és dolomit keveréke (Szakáll S. 2008, szóbeli közlés). A finom szemcseméretű hematit adja intenzív vörös színét.

Hematit

Színe a szemcsemérettől erősen függ, finom eloszlású (néhány mikrométeres) pora jó színező- és fedőképességű vörös. Lúgállósága miatt freskókban is jól használható, nem költséges, igen stabil pigment. Már a barlang- és sziklafestményeken megtaláljuk, így színtartóságáról több tízezer éves tapasztalat tanúskodik. A természetes, hematitot tartalmazó vörösföldek mellett gyakran goethit égetésével előállított „félszintetikus” változatát használták. A középkortól vasszulfát égetésével is gyakran állították elő (caput mortuum). Már az ókortól gyakran használták a jóval drágább cinóber és minium alá alapozásnak, hogy azok színintenzitását fokozzák.

Cinóber

A természetes cinóber (cinnabarit) a hematitnál élénkebb színű vörös, jó színező- és fedőképességű pigment. Meglehetősen stabil – fénytől védett helyeken az ókor óta őrzi színét, de fény hatására sötétedésre hajlamos: elemi higanyra és kénre bomlik (Keune & Boon 2005). A folyamatot a cinóbert szennyező kloridionok katalizálják. Régebben föltételezték, hogy a cinóber megfeketedése metacinnabarittá alakulás következménye. Ezt az átalakulást nem sikerült kimutatni, de az elképzelés még friss publikációkban is megjelenik. A cinóber jó tulajdonságai miatt méltán kedvelt festék, de mindig drága volt. Mesterséges változatát *vermillionnak* hívják, előállítását Kínában fedezték föl. Európában a XII. század után terjed el, és a XIV. századra használata általánossá válik, visszaszorítja a nehezen beszerezhető természetes ásványt. Falképeken, nagyobb felületeken csak gazdagabb megrendelők engedhették meg maguknak. Bár használata az ókortól napjainkig folytonos – de nem gyakori – inkább apróbb tárgyakon, illuminált kéziratokon találkozunk vele. A szombathelyi Oladi platón 2006-2007-ben végzett ásások a lengyeli kultúrához tartozó késő neolit települést tárták föl (Ilon 2007). A mintegy 6500 éves lelőhelyről előkerült számos festett kerámia között cinóber festéssel díszített is van. Ez nemcsak a legrégebbi ismert magyarországi cinóber-használat, hanem európai viszonylatban is a legkorábbiak közül való. A közelben nem tudunk cinnabarit-lelőhelyről, melyet a neolitikumban művelhettek volna. Az élénk vörös ásvány magas becsét is jelzi, hogy nagy távolságokból kellett ideszállítani. Magyarországi római falképen két helyen találták (az aquincumi helytartói palotában és a balácai villa „lila szobá”-jában). Hazai középkori falképről nem ismerek adatot, a későbbiekben pedig valószínűleg már a szintetikus változatot alkalmazták.

Realgár

Jó fedőképességű és közepes színezőképességű narancsos-vörös pigment, de fény hatására viszonylag könnyen bomlik. Már az ókortól használatos pigmentként, de nagyobb jelentőségre sohasem tett szert. Mesterséges változata már a középkortól ismert, de a természetet nem szorította ki. A középkorban Keleten gyakoribb a használata, a XII–XVI. századi ikonokról ismert. Európába főként velencei kereskedelmi útvonalakon keresztül jutott és az auripigmenttel együtt velencei festők képeiről mutatták ki. A XVIII. század végére teljesen kikopik a használatból. Magyarországi anyagban nem jelentős.

Auripigment

Csillámszerű réteges hasadása miatt gyöngyházfényű, jó fedő- és színezőképességű aransárga festék. Fény hatására szintelen As_2O_3 -dá oxidálódik, de fénytől védett helyen, illetve levegőtől és nedvességtől jól elzárva (olajos kötőanyagban) igen tartós lehet. Használata, tér- és időbeli elterjedése a realgáréhoz nagyon hasonló, de fontosabb és gyakrabban használt pigment. Ez részben előnyösebb tulajdonságainak (jobb fénytűrőképességének), részben a jó sárga festékek hiányának köszönhető. Az ókorban, az egyiptomi Újbirodalom idejétől használatos pigmentként. Mesterséges változata a középkortól ismert, de nem szorítja ki az ásványi eredetűt. A középkorban Keleten gyakoribb a használata, pravoszláv ikonokon a realgárral együtt tűnik föl. Szintén a velencei kereskedelmi útvonalon érte el Európát és a velencei

festők (Tintoretto, Tiziano) képeiről ismert. Illuminált kódexekben, arany-imitációként is használták, miniaturákon is előfordul. Zöld szín előállítására általánosan használták az auripigment-indigó keveréket. A nálunk korábban ritkának tartott pigmentet az utóbbi időben festett népi bútorokon, néprajzi fatárgyakon, templomi famennyezeteken számos esetben sikerült kimutatni. Használata a XIX. század végére megszűnik.

Jarosit

Nem túl jó fedő- és színezőképeségű anyag, melyet a prehistorikus időkben és az ókorban szórványosan használtak. A Dunántúlról elterjedt késő neolitikus lengyeli kultúrával rokon anyagi kultúrájú és egykorú „Mährische Bemalte Keramik“ (MBK) csoport sárga festett (vagy inkrusztált) kerámiáin jarositot mutattak ki (Dražďák 1974). A hazai lengyeli kultúra festett kerámiáin – anyagvizsgálat híján – csak föltelelezhetjük, hogy szintén jarosit a sárga.

KÉKEK

A természet nem kínálja bőkezűen a kék pigmentként használható ásványokat. Az ókorban legjelentősebb az egyiptomi kék, egy mesterséges réz-szilikát, melyet a Kr. e. 3. évezredben fedeztek föl a mezopotámiai régióban. Ez az első mesterségesen előállított pigment. Élénk, intenzív kék, nagyon stabil és szinte minden technikában alkalmazható. Egyiptomban, majd innen továbbterjedve az egész Római Birodalom területén majdnem kizárólagos szerepet töltött be. Az ókor végén használata visszaszorult, Itáliában a IX. századig még előfordul. A középkorban az elérhető áru, jó kék festékek annyira hiányoztak Európában, hogy szegényebb falusi templomok falképein a kéket gyakran feketével (általában venyigefeketével) helyettesítették. A célra nem tökéletesen megfelelő és meglehetősen drága azurit, komoly ellenfél híján, szép karriert futott be. A nagyon drága és ritka lapis lazulit a középkorban és a reneszánszban használták, mígnem a XVIII. században a smalte (kobaltüveg) és az 1704-ben fölfedezett berlini kék ($\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$) mindkettőjüket kiszorította. A lapis lazuli mesterséges előállítását (ultramarin) a XIX. században oldották meg.

Azurit

Gyenge fedőképességű, nem túl erős színezőképeségű ásvány. Kémiai stabilitása rossz. Általában durva szemcsés formában alkalmazták, finomra őrölve gyengén színez és könnyebben átalakul. A durva szemcsés azurittal festett részeket általában könnyű fölismerni a homokszerű felületről és a vastag festékrétegről. Gyakran fekete aláfestés van az azurit réteg alatt (venyigefekete), azurit aláfestés viszont az ultramarin (még drágább pigment) réteg alatt gyakori a középkorban. Sárgákkal (okker vagy ólom-ón sárga) keverve zöld tónusok előállítására is gyakran alkalmazták. Az azurittal festett felületek időnként megzöldültek, ezt malachittá alakulásának tulajdonították. Ezt a vizsgálatok nem támasztják alá, inkább atacamittá alakult formáját sikerült kimutatni. De találkoztam olyan „zöld” pigmenttel is, ami röntgendiffrakciós vizsgálattal azuritnak bizonyult – valószínűleg a kötőanyag sárgult meg az évszázadok alatt.

Legkorábbi alkalmazása Çatal Hüyük késő neolitikus festett szentélyeiből ismert. Egyiptomban is használták, de az egyiptomi kék elterjedésével szinte teljesen kiszorult. Az ókori világ olyan területein játszott fontosabb szerepet, ahol az egyiptomi kék előállítását nem ismerték. A középkorban, az egyiptomi kék gyártásának feledésbe merülésével jelentősége megnőtt – a magas ára miatt ritkán alkalmazott lapis lazuli mellett az egyetlen ásványi kék. A középkori Európában az azuritnak (és a vele együtt bányászott malachitnak) több forrása is volt, de a 16. században legfőbb szállítójuk Magyarország volt, s a magyar kivitelben is jelentős tételt képeztek. Ekkor az azuritot és malachitot számos nyelvben magyar kék, illetve magyar zöld néven is említik. (A nemzetközi forgalomba került anyag feltehetően az akkor virágkorukat élt felvidéki rézércbányákból, pl. Úrvölgyről, Libetbányáról származhat. A kérdéssel foglalkozó a korabeli írott források kutatása izgalmas eredményeket hozhat, érdemes lenne alaposabban foglalkozni velük.) A XVII. század közepére hiány lép föl belőlük, amit egyes szerzők a magyarországi bányák kimerülésének (Harley 1982), mások a török előrenyomulásának (Gettens & Stout 1966) tulajdonítanak. Ezután jelentőségét többé már nem nyeri vissza, mesterségesen előállított kék színezékek (berlini kék, smalte) veszik át a helyét.

Lapis Lazuli

A lazurit nevű ásványból előállított festék természetes ultramarinkék néven szerepelt. Jó színező- és gyöngé fedőképességű, stabil, színtartó pigment. Ára az aranyéval vetekedett. Európában főként az afganisztáni lelőhelyről behozott lapis lazulit használták. Lelőhelyét a kísérő ásványok, illetve a nyomelemtartalom alapján lehet visszakövetkeztetni. Használata a XII. század után vált általánossá, elterjedtségének tetőfokát a XIV–XV. századra érte el. Leggyakoribb az illuminált kéziratokon és itáliai táblaképeken. Magyarországon szinte kizárólag ilyen anyagban fordul elő.

ZÖLDEK

A jó minőségű zöld pigmentekben még a kékeknél is nagyobb volt a hiány. Ásványi eredetűek közül kettő (zöldföldek, malachit) tett szert komolyabb jelentőségre, de a művészek a mesterségesekkel sem voltak elkényeztetve. Az ókorban előállított egyiptomi zöld (v. zöld frit) jelentősége nem mérhető kék párjához. A szintén az ókor óta használt verdigris („Grünspan”, réz-acetát) és a középkorban elterjedt réz-rezinát is viszonylag korlátozottan használhatóak. Emiatt a megfelelő zöld tónust gyakran kék és sárga színek keverésével állították elő. A XVIII. század végén, illetve a XIX. század első felében számos új, mesterséges zöld pigment jelenik meg (Scheele-zöld, kobalt-zöld, smaragd-zöld, krómoxid-zöld, viridián-zöld), melyek megoldást hoznak a több évezredes problémára.

Malachit

Gyenge színező- és fedőképességű, nem túl stabil, de színtartó pigment. Általában az azurittal együtt bányászták, földhasználása is párhuzamosan alakult (lásd ott), bár jelentősége mindig kisebb volt. Az intenzív, ragyogó zöld szín eléréséhez durvára kellett őrölni, finomra őrölve

túl halvány. Használata az ókortól a XVIII. század végéig folyamatos, de a középkortól volt csak jelentősebb.

Zöldföldek

Többnyire Fe^{II} tartalom miatt zöld színű agyagok gyűjtőneve. Színező- és fedőképességük gyenge, stabilitásuk jó, szintartóak. Színük általában világos-fakó zöld. Minden technikával és kötőanyaggal használhatóak. Ásványtanilag leggyakrabban a szeladonit vagy a glaukonit alkotja, de lehet klorit, montmorillonit is. Származási helyük szerint számos néven és változatban kerültek forgalomba. Általában nagy mennyiségben termelhető, olcsón előállítható festékek. Az ókor óta ismertek, a középkori Európában az egyik legfontosabb pigment. Ekkor leggyakrabban a testárnyékok aláfestésére (verdaccio) használták. A reneszánsztól kezdve jelentősége csökken, de máig használatban maradt.

FEKETÉK

Leggyakrabban mesterségesen előállított szénfeketét (venyigefekete, csontfekete, korom) használtak, ezek dominálnak az egész tárgyalt időszakban. Mellettük az ókortól szórványosan megjelenik a mangánoxid-fekete (piroluzit) és a magnetit is. A magnetit szinte kizárólag a kerámiák feketéjét adja, az égetés során a hematit redukciójával hozzák létre. Természetes magnetit pigment felhasználásáról nem tudunk.

FEHÉREK

A neolitik óta ismert égetett mész mellett leggyakrabban fehér agyagok, kréták és római falképeken márványliszt, kagylóőrlemény (aragonit) a természetes eredetű fehér pigmentek. Az ókor óta ismert és előállított ólomfehér (hidrocerusszit) a római festményeken gyakori, de hazai római falképről még nem sikerült kimutatni. A középkorban is az ólomfehér (táblaképek) marad a mész (falképek) mellett a leggyakoribb fehér. Ebben először a XIX. században a cinkfehér megjelenése hoz némi eltolódást, de gyökeres változás csak a XX. században a titánfehérek megjelenésével következik be.

IRODALOM

- Clottes, J. 1998: *The "three C's": fresh avenues towards European paleolithic art.* in: *The Archaeology of Rock Art.* Cambridge University Press.
- Dobosi, V. 2006: Lovas (Hungary) ochre mine reconsidered. In: Körlin, G. Weisgerber, G. eds. *Proceedings of the VIIIth Flint Symposium Der Anschnitt – Zeitschrift für Kunst und Kultur im Bergbau, Bochum, Meiling Druck, Haldensleben, 19, 29–36.*
- Dražďák, K. 1974: Mineralogická analýza červeného a žlutého barviva neolitickej keramiky (MMK) z Těšetic-Kyjovic, okres Znojmo, *Sborník Prací Fil. Fakulty Brněnské Univ.*, **E19**, 69–79.
- Gettens, R. J. & Stout, G. L. 1966: *Painting materials.* 2d ed. New York: Dover Books.
- Harley, R. D. 1982: *Artists' pigments: Ca. 1600–1835.* A Study in English Documentary Sources. 2d ed. New York: Butterworth-Heinemann.

- Ilon, G. 2007: *Százszorszépek. Emberábrázolás az őskori Nyugat-Magyarországon*. Kiállításvezető. Szombathely: Vas Megyei Múzeumok Igazgatósága.
- Járó, M. 1997: *Comparison of the painting materials used for wall painting in four sites of the Roman province Pannonia*. In: Bearat, H., Fuchs, M., Maggetti, M. & Paunier, D. (eds.), *Roman Wall Painting: Materials, Techniques, Analyses and Conservation*. Proceedings of the International Workshop, Fribourg 7 – 9 March 1996, Fribourg, Universitas Friburgiensis Helvetorum.
- Keune, K. & Boon, J. J. 2005: Analytical imaging studies clarifying the process of the darkening of vermilion in paintings. *Anal. Chem.*, **77**, 4742–4750.
- Laurie, A. P. 1926: *The painter's methods & materials*. London: Seeley, Service & Co. Limited.
- Morwood, M. J. 2002: *Visions from the Past. The Archaeology of Australian Aboriginal Art*. Allen and Unwin.
- Noll, W. 1979: Anorganische Pigmente in Vorgeschichte und Antike. *Fortschritte Mineral.*, **57**(2), 203–263.
- Plinius, id. 2001: *Természetráajz (XXXIII–XXXVII.) Az ásványokról és művészetekről*. Budapest: Enciklopédia Kiadó.
- Thompson, D. V. [1936] 1956: *The materials and techniques of medieval painting*. New York: Dover Publications.
- Vitruvius, 1988: *Tíz könyv az építészetéről*. Budapest: Képzőművészeti Kiadó.
- Wehlte, K. 1994: *A festészet nyersanyagai és technikái*. Budapest: Balassi Kiadó és Magyar Képzőművészeti Főiskola.