

MÚZEUMI FÜZETEK

AZ ERDÉLYI NEMZETI MÚZEUM ÁSVÁNYTÁRÁNAK ÉRTESÍTŐJE.

SZERKESZTI: DR. SZÁDECZKY K. GYULA.

III. kötet.

1916.

2. szám.

Cuprit, azurit és malachit Bélavárról Torda-A.-megyében.

Írta: DR. SZENTPÉTERY ZSIGMOND.

Az 1913. év nyarán Alsószolcsva vidékén tett egyik kirándulásomon eljutottam Bélavár község határába is, ahol a falutól Ny-ra a Valea Ursulujban, a Gyalu Mik alján réztartalmú ásványok fordulnak elő. Miután a kellemetlen esős idő ellenére is meglehetősen anyagot gyűjtöttem, ezt az irodalomban eddigelé nem szereplő előfordulást röviden a következőkben ismertetem.

Az előfordulás kristályos palában van, amely éppen az előfordulási helyen rendkívül erősen össze-vissza van szakadozva és anynyira elváltozott, hogy eredeti mivoltát főleg csak a laboratóriumban végzett vizsgálatok alapján dönthetjük el. Ezek alapján itt uralkodólag graphitos palák: graphitpala, graphitos muskovitesillámpala, graphitos muskovitquarcit vannak, de előfordul a tiszta muskovitcsillámpala és quarcit is. Az előfordulási hely közelében quarcitot és kristályos mészkövet gyűjtöttem, amelyek igen meredeken: 50°—80° alatt dőlnek átlagosan ÉNy felé. TELEGDI RÓTH LAJOS 1899. évi jelentésében¹ e vidékről NyÉNy felé 75° alatt dülő „grafitos és csillámos quarcit“-ot, „szericites palá“-t, „gránáttartalmú csikos gneisz“-t említ, a közeli Valea Szegásban pedig „szericites gránátcsillámpalá“-t és „amfiboltartalmú csillámgneisz“-t ír le.

A gyűjtött kőzetpéldányokon a nagy mennyiségű limoniton kívül a malachit a legtöbb, az azurit már jóval kevesebb, a cuprit meg éppen csak szorgos vizsgálat mellett fedezhető fel szabad szemmel.

¹ A M. Kir. Földtani Intézet Évi Jelentése 1899-ről. 61—62. lap.

A cuprit legnagyobb része átalakult karbonátokká úgy, hogy főleg egyes vékony, meg-megszakadó erecskék alakjában látható a malachit-halmazokban vagy -rétegekben. Kiképződése igen finom szemcsés vagy vaskos. Főleg a felülete változott el, ami különösen jól látható egyes fürtös kiképződésű malachit-halmazokban, amelyeknek legfelső részeit letördelve, a legtöbbször azonnal előtűnik a cupritnak erős fémes vörös színe. Tehát a cuprit eredetileg ilyen fürtös-, vagy virágalakban (rézvirág) is kiképződött. Előfordul az az eset is, amidőn a cuprit azurit-halmazba van beágyazva. Egy igen érdekes kis fészek belsejében még felismerhető a parányi cuprit-mag, ezt azurit veszi körül, ezt viszont malachit és az egészet limonit burkolja be. A legtöbb esetben azonban a cuprittal a malachit érintkezik.

Mikroszkop alatt a szeszélyes alakú élénk kárminpiros, vagy rézvörös cupritos részletekben elég sok chalkopyritet is találunk, apró, igen erős fémténnyel bíró, veresessárga szemekben. A cuprit szemcsés volta így mikroszkop alatt csak kevés helyütt észlelhető, legtöbbször összefolyó ágas-bogas képződménynek látszik. A nagyobb helyen összefüggő cuprit likaicsaiban azurit-kristályok is vannak, a legtöbb helyütt azonban malachit tölti ki ezeket a lika-csokat, valamint ez övezi a cupritos részleteket. Figyelemre méltó, hogy a cuprit gyakran magnetittel is társul részben úgy, hogy helyenként a magnetit az uralkodó mennyiségű és a cuprit benne csak szórványos szemek alakjában látható, részben megfordítva. Ez utóbbi a gyakoribb eset. A cuprit- és a benne levő magnetit-szem között néha vékony malachit-hártya is van. Még gyakrabban találjuk a cupritot limonittal nagyon benső összeköttetésben (*téglaécre*).

Ahol nagyobb mennyiségű a cuprit, ott magába zárja a kristályos pala alkotórészeit is.

Az azurit a legtöbb esetben az e kőzetekben igen gyakori üregekben képződött ki, azoknak falára nőtt és vagy részben, vagy egészben kitölti ezeket a geodákat. Előfordulására nézve az a fontos, hogy kevés kivétellel mindig kristályokban lép föl, melyeknek nagysága azonban rendszeren csak mikroszkoppal mérhető, az 1 mm.-t csak ritkán éri el. A kristályok, különösen az apróbbak oly végtelen sűrűn vannak egymás mellett, hogy az egyes egyének szabad szemmel nem vehetők ki. A nagyobbak erősen csillogók, egymással sokszorosan összenöttek, olykor fürtös halmazokká, amelyek kiemelkednek a kb. egyforma kristályokból álló üregbevonatból. Igen érdekesek az azurit-halmazokon fennülő apró malachit-gömböcskék, amelyek helyenként annyira felszaporodnak a felületen, hogy az azu-

ritot el is takarják. Előfordul az azurit a szivacsos sejtes kiképződésű limonitban is, ahol főleg izolált, mintegy bennőtt kristályhalmazok vannak, melyek gyakran könnyűszerrel szabaddá is tehetők. Ilyen helyeken találjuk a legjobban kifejlett és optikailag is leginkább tanulmányozható kristálykákat.

A drúzás előjvetelen kívül előfordul az azurit még sok más módon; így egy muskovitquarcit példán keresztül-kasul menő vékony erekben; helyenként csak az erecskék legbelsejében látható, míg az erek külső része malachitból áll, olykor pedig majdnem az egész, vagy az egész értöltelék malachittá változott. Ilyen helyeken a legapróbb szemű az azurit. Érdekes egy helyütt a magnetithez való viszonya, amellyel valósággal összenőtt úgy, hogy kb. 0,2–0,6 mm.-es helyeken együtt sötétedő azurit kristályoknak csak igen apró részletekét láthatjuk a nagyjában összefüggő likaesos magnetitben. Mellettük pedig *téglaérc*-féle cuprit maradványok vannak. Másutt az azurit az uralkodó, a magnetit pedig igen kis szemcsékben nagyon sűrűn van benne, kevés *téglaérc* itt sem hiányzik. Egyik kőzetdarabban a kőzet összetöredezett ásványai között az azurit a kötőanyag; ugyanitt cuprittal körülvett chalkopyrit-szemek is előfordulnak.

Az azurit szabad szemmel sötétkék vagy feketés-kék, különösen ott, ahol igen apró kristályokból áll az üregbevonat; ahol pedig valamivel nagyobbak a kristályok, ott világosabb kék és áttetsző. Mikroszkop alatt igen élénk és erős kék színű, csak ott halványabb, ahol malachitosodni kezd, itt zöldeskék színt is ölt. Kiképződése olyan, hogy kristályai inkább szélesebb lemezek, vagy az isometriushoz közeledő szemcsék, főleg ahol limonitba beágyazva fordulnak elő. Ahol geodákban képződött ki, ott vékonyabb lemezei nagyjában sugarasan veszik körül az üreget. A kicsiny geodák kitöltésénél előfordul az az eset is, hogy a radiális elhelyezkedésű lemezek által körülvett üreg ki van töltve és pedig egy vagy több kristállyal, a sugaras lemezek végződési formáján azonban látszik, hogy eredetileg üreg volt a közepén. Néhol igen vékony, túformájú rostos szálas alakokban is megjelenik az azurit s ezek a rendszeren parányi kristálykák egymással összeszővődve nagyon változatos, olykor szabálytalan sphaerolithos halmazokat alkotnak. Végül nagyon szórva nyosan végtelen parányi szemcsés, valósággal földes megjelenésű.

Az utóbb felsorolt esetekben mindenütt elváltozásnak indult az azurit és valószínű, hogy szétesése vékony százlakká, rostokká, apró szemcsékké éppen a malachitosodással van összefüggésben, így pl. helyenként jól látszik, hogy a nagyobb azurit-szemese a szélein elrostozódva megy át rostos malachitba.

Mindezen előfordulásoknál az azurit alakja még a legjobban kifejtett kristályoknál sem idiomorph, a drúzáknaál az üregekbe benyúló végük még meglehetősen jól körülhatárolt, de máshol mindenütt a sokszoros összenövés miatt is szabálytalan alakú. Még leginkább közeledik az idiomorph alakhoz az olyan szórványos helyeken, ahol az említett drúzás kiképződésben a sugarasan elhelyezett lemezek által körülvett üregben egyetlen kristály képződött ki. Az ilyen kristályok zömök oszloposak néha betetőző lapokkal. A sokszoros összeszövődésben semmi szabályosság nem vehető ki, összenövési felületük a legtöbb esetben girbe-görbe, elhajolt, csak szórványosan egyenes; ez az egyenes összenövési vonal pár meghatározható esetben az n_m irányával párhuzamos. A pleochroismus megiehető erős: n_g = ibolyáskék, n_m = világoskék, n_p = sötétebb kék. Kettősfénytörési színe igen magas, a normális 30 μ -os vékonycsiszolatokban az n_g -re merőleges metszeteknél II. r. zöldig megy fel (0.025 körül), n_p -re merőlegesen pedig III. zöldekékig (0.040—0.045 körül). A legmagasabb kettőtörési szín a IV. r. színek fölött van, közelebről nem volt meghatározható.

A malachit ellentétben az azurittal legtöbbnyire kryptokristályos szerkezetű, szabad szemmel látható nagyobb kristályokban egyáltalában nem található. Mennyisége a gyűjtött darabokban a cupritét és azuritét sokszorosán felülmulja. Rendes megjelenési formája az, hogy a cupritot és azuritot bekérgezi, azok felületén vagy igen finom bevonatot alkot, vagy azokra különböző utánzó alakokban: szálas, ágas-bogas, veséded vagy gömbös formákban ránótt. Sokszor különálló rétegecskében is megjelenik az anyagőzet rétegzettségével egy irányban, még gyakrabban különböző irányú erekben, amelyeknek találkozási helyein nagyobb halmazokban is összegyűl.

Mikroskopi képe nagyon változatos. A leggyakrabban végtelen sűrű tömött szövetű, közelebbi szemésés vagy szálas voltát a legnagyobb nagyítással is csak helyenként lehet kivenni. Sokszor keveredik ilyenkor limonittal és szürke agyagos termékekkel. Gyakori megjelenési forma az is, melyben határozottan szálas kifejlődésű. Ebben az esetben részint szabálytalan szálas vagy éppen túalakú kötegeket, kéveszerű halmazokat alkot, részint sugaras, gyakran gömbös-héjjas még egyes vékony értőtelékeknel is. Olykor szabályos fekete keresztel sötétednek az egyes sphaerolithok és a magas kettősfénytörési szín miatt egyes esetekben, különösen alsó beállításnál a fekete kereszt körül teljesen szabályos, az egyoptikai tengelyű ásványok tengelyképéhez tökéletesen hasonló színes gyűrűrendszert is láthatunk. Ennek oka a kettős szerkezet: a concentricus héjjas és

radiális sugaras lehet. Minél nagyobb a héjjak száma, annál több a színes gyűrűk száma. A színsorozat, mely teljesen megegyezik a NEWTON-féle sorral, a legjobban kifejtett ilyen héjjas-sugaras sphaerolithnál egészen a IV. rendű színekig jól lehet követni.¹

Csak igen ritkán, főleg az egyes üregek falára rakódva fordul elő a malachit kristályokban. Ilyeket a készített összes vékonycsiszolatokban alig egy párat találtam, ezek közül a legnagyobb 0,3 mm. hosszú volt 60 μ vastagság mellett. Közelebbi optikai sajátságai közül a következőket állapíthattam meg: az n_p a megnyúlás irányával 12° -ú szöget alkotott; pleochroismusa: harántul = zöld, hosszában = igen halvány zöldessárga.

Ami már most eme réztartalmú ásványok successióját illeti, az elmondottak alapján is nyilvánvaló, hogy az eredeti sulfidéből részben cuprit, részben valamely vasérc származott. A vasérc minőségének meghatározásánál tekintetbe kell azt vennünk, hogy bár a limonit a legtöbb s a legtöbb helyütt ez érintkezik különösen a malachittal, de a szintén meglehetősen, sőt helyenként igen nagy mennyiségű magnetit szintén nagyon közeli viszonyban van úgy a cuprittal, mint különösen az azurittal. A cupritből a további elváltozás folyamán azurit és malachit lett. A malachit egy része tehát az azurittal egyidejű képződmény, de származott malachit magából az azuritből is, amire úgy szabad szemmel, mint a vékonycsiszolatokban igen szép példákat láthatunk. Hogy az eredeti rézsulfidből közvetlenül származott volna rézkarbonát, azt ezekből a külső felületről való kőzetpéldányokból kimutatni nem lehetett. Lehetséges azonban, hogy azok az azurit-halmazok, amelyek limonitba vannak beágyazva, vagy magnetittel vannak összenöve, egyenesen rézsulfidből származnak.

A leírt ásványokra vonatkozó irodalomból azt látjuk, hogy az összes leírók nagyjában megegyeznek abban, hogy a rézkarbonátok a mélységben rendszeren rézsulfidokkal vannak összefüggésben. A rézsulfidokból (chalkopyrit, bornit stb.) képződik a cuprit, szénsav jelenlétében az azurit és malachit. Az elváltozást mindig limonit kíséri. De már az azurit és malachit successióját illetőleg nagyon eltérők a vélemények. Így, hogy pár példát említsek, Dr. F. WIBEL 1873-ban² közli, hogy kísérletei folyamán egy elzárt üvegcsőben levő malachi-

¹ Hasonló jelenséget említ egész röviden DR. HANS WESTPHAL az otjozonjati „rézérc-pegmatitok”-ból. (Z. f. prakt. Geol. XXII. 409.)

² N. Jb. 1873. p. 242.

ton, amelyet apró márványdarabkák és kénsavas réz egymásra hatásánál nyert nagy hő alatt, a kihülés után pár hó múlva sötétkék kristályok képződtek, melyeket ő, bár közelebből meg nem vizsgálhatott, azuritnak vett. E véleményét, hogy „az azurit a malachitból képződik szénsav felvétellel és vízvesztéssel rendes hőmérsékletnél”, elméletileg is kitéjtette s a legfontosabb rézkarbonát előfordulásokon (Szibéria, Chessy, Saalfeld stb.) a malachitot tartja az azurit eredeti ásványának. L. BUCHRUCKER¹ a leogangi ércfekvőhely leírásában is határozottan állítja, hogy az azurit a malachitból képződött, hiszen a kicsiny azurit kristálycsoportok olykor kéregalakban is a malachittelepeken ülnek. HILLS² ezt a tényt, hogy az azurit a malachiton sokszor kérget alkot, úgy magyarázza, hogy az eredeti azurit átváltozása a kristályoknak és csoportoknak az anyagközzel való érintkezési helyein kezdődik s innen terjed radiálisan a felület felé. A felület gyakran még változatlanul megmarad s így az ilyen helyeken a malachit a belső mag, az azurit pedig a külső kéreg. Ezt az elváltozási formát magam is tapasztaltam a bélavári rézkarbonát drúzákban, ahol a fennőtt azurit kristálycsoportoknak az üregbe benyúló része még változatlan, az anyagközet felőli rész azonban már átalakulóban van, vagy már át is alakult malachittá. Épen ilyen képet kapunk az említett vékony repedéstöltelekeknél is. DÖLL a chessyi rézcarbonátoknál³ meglehetősen bonyolult paragenesist állapít meg: 1. az azurit a repedésekben és drúzákban kikristályosodik, 2. átváltozik sugaras malachittá, 3. a malachit a felületről kiindulva részben azurittá lett, 4. a második generatiobeli azurit rostos malachittá változik át. Azonban ez a bonyolult successio a HILLS-féle elmélet segítségével sokkal egyszerűbben is megmagyarázható. Megjegyzendő, hogy DÖLL a vizsgált darabon cuprit nyomokat is említ.

E viszonyokra nézve legfontosabb F. MILLOSEVICH megfigyelése és kísérleti eredménye.⁴ Kimutatta, hogy a sardiniai rézérc elő-

¹ Z. Kr. XIX. 152. és 166. l.

² Proc. Colorado Sci. Soc. 1890, 3. Ref.: Z. Kr. XXII. 311. l.

³ Verhandl. d. k. k. geol. Reichsanst. 1899. p. 88.

⁴ A. Reale Accad. dei Lincei. Roma. 2. 1906. Ref. Z. Kr. XLIV. 638—N. Jb. 1908. II. 16. MILLOSEVICH egy üvegesőbe rézchloridot ($\text{CuCl}_2, 2\text{H}_2\text{O}$), erre 1 cm-es kaolin-réteget, erre viszont natriumkarbonátot ($\text{Na}_2\text{CO}_3, 10\text{H}_2\text{O}$) tett, az üvegesövet beolvasztotta és hevítette. A melegítés által képződött oldatok közül a rézoldat gyorsabban diffundált a kaolinrétegen át. A natriumkarbonát és a kaolin határán 70°-ig való hevítésnél malachit képződik, ha pedig a hőfok 75°-on felül emelkedik, azonnal azurit keletkezett a rézoldatból a natriumkarbonát felől. Ha már most a hőmérséklet leszál, a malachit képződése folytatódik, az azurit ellenben nemcsak hogy megszűnik, hanem maga az azurit is fokozatosan malachittá alakul.

fordulások malachitjának egy része az azurittal egyidős, attól függetlenül képződött rézsulfidokból, más része azonban az azuritból származott, úgy hogy e két bázisos rézkarbonát csak részben egyidős egymással. Azt a tényt, hogy a rézlelőhelyeken a malachit általában sokkal gyakoribb ásvány az azuritnál, abból magyarázza, hogy sokkal állandóbb és hogy nagyon könnyen származik azuritból. Egész sorozat kísérlettel bebizonyította, hogy a rézvegyületek bomlásakor szénsav jelenlétében azurit csak magas (75° – 85°) hőfokon képződik, míg a rendes hőmérsékleten malachit származik és az azurit is azzá alakul. Megfigyeléseivel és kísérleteivel azután végleg megdöntötte WIBELnek fentemlített nézetét, bár ő sem zárja ki teljesen, hogy bizonyos körülmények között azurit is ne képződhessen malachitból, bár ez a természetben különösen ritka jelenség. MILLOSEVICH később¹ normális hőmérséklet mellett is előállította az azuritot márványpor, szénsavas víz és rézsulfát egymásra hatásából, még pedig az azuritot kb. kétszeres higabb rézsulfátoldatból, mint a malachitot, és arra az eredményre jutott, hogy az azurit előállításához nagyobb CaCO_3 fölösleg kell.

Ezen és más kísérletek és megfigyelések alapján HIMMELBAUER² megállapította azt a tényt, hogy „az azurit a malachittal szemben normális viszonyok mellett nem állandó” és hogy az azuritnak a malachitból való képződéséhez „sok kétség fér”.

¹ Atti R. Accad. dei Lincei. Rom. 17 (80) 1908.

² C. Dölter: Handbuch d. Mineralchemie Bd. I. p. 467. Dresden, 1911–2.