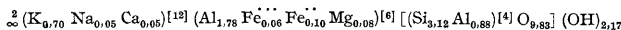


A NAGYBÖRZSÖNYI AGYAGÁSVÁNY ÉS AZ ÉRCESEDÉS NÉHÁNY ÚJABB KÍSÉRŐÁSVÁNYA

ERDÉLYI JÁNOS — KOBLIENCZ VERA — TOLNAY VERA

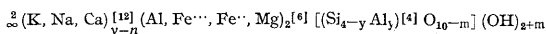
Összefoglalás: Szerzők foglalkoznak a nagybörzsönyi ércteléreket kísérő agyagásvány részletes genetikai, kémiai, kristálykémiai, DTA- és röntgenográfiai vizsgálatával. A vizsgálatok eredményeképpen megállapíthatók a következők:

1. A nagybörzsönyi agyagásvány a muszkovitához közelálló hidromuszkovit, melynek pontos kristálykémiai képlete az I. elemzés adatai alapján:



2. E hidromuszkovit s az általa kísért érces telér mezotermális képződmény. A nagybörzsönyi hidromuszkovit közelebb áll a muszkovitához, mint a közismert ogoftauai előfordulás, mely epitermális képződmény [16].

3. A hidromuszkovitban a HO-főleg a tetraéderréteg O-jei helyére lép, ennek következtében a lekötött alkáli fémionok száma csökken. A tetraéder/éteg oxigénjeinek száma annyival csökken, mint ahány egyenértékkel növekszik a hidroxilionok száma. Így a hidromuszkovit általános szerkezeti képlete:



További vizsgálatokkal, pontos elemzésekkel tisztázandó volna, hogy nem áll-e fenn a következő összefüggés: $n = m$, ami a fenestrellai hidrocillámmal világosan kimutatható.

4. Saját vizsgálati adataink, valamint más szerzők vizsgálati adatainak egybevetése alapján megállapítható egy új csillámásvány, a hidroparagonit létezése.

5. A brammalit néven leírt ásvány nem tekinthető nátronillitnek, hanem szintén hidroparagonit. Kétségtelenül megállapítható, hogy a nagybörzsönyi érctelődés mezotermális eredetű s az ásványképző oldatok 3 0°-tól lefelé működtek, először mezotermális érceket, majd a lehűlő oldatok az érc üregeiben szóróvatosan epitermális ásványokat is taktak le és különböző utólagos átalakulásokat idéztek elő. A kérdést eldöntötte a nagybörzsönyi ércteléreket kísérő hatalmas hidromuszkovitudvar. A szerzők részletesen kifejtették, hogy a hidromuszkovit csak 400° alatt képződhet, de hidrotermális agyagásvány olyan hatalmas tömegben, mint ami Nagybörzsönyben látható, csak mezotermálisan fordulhat elő. Az epitermális agyagásványképződés általában kis terjedelmű. A pirrotin kétségtelenül mezotermális, mert a pirrotinos telérdarabokon rajta van a hidromuszkovittérteg, ami a hidromuszkovittal egyidejű képződésre utal. Ugyanis, az agyagásványképződés az ércteléreket képződésének kísérő s vele szorosan összefüggő jelensége. Ha feltételeznénk, hogy a pirrotin magasabb hőmérsékleten képződött mint a hidromuszkovit, majd a kikristályosodott pirrotint utólag alacsonyabb hőmérsékletű mezotermális folyamat vette körül hidromuszkovit-udvarral, akkor a pirrotin nem maradhatott volna változatlan friss állapotban, hanem természetének megfelelően paramorf átalakulást szenvedett volna. Az altaróból kikerült hidromuszkovitos pirrotin-darabok azonban teljesen friss megtartásúak, míg átalakult, pirrotin utáni paramorfizáció a bánya felsőbb szintjeiből kerültek elő. Az altaró tehát a mezotermális övezetet tárta fel. Jellegzetesen epitermális ásványokat nagy tömegben nem, csak szóróvatosan az érc üregeiben találunk. Ilyenek az epitermális baritkristályok, kronstedtit, sztilpnomelán. A nagy mennyiségben előforduló markazit és melnikovit az elsőleges pirrotinból másodlagosan nemcsak egész alacsony hőmérsékletű hidrotermák, hanem deszcendens oldatok hatására is keletkezhetett. Erre utal tömeges előfordulásuk a felsőbb szinteken. A nagy tömegben előforduló jellegzetes epitermális ásványok (amilyen pl. az epitermális barit és kaolin) teljesen hiányoznak. Ércfelhalmozódás csak az oxidációs övezetben (Rózsabánya) fordult elő. Nyitott kérdés marad, hogy nagyobb mélységben, a hipotermális szinten fordul-e elő komolyabb ércmennyiség?

* E dolgozat eredeti kézirat mérési adataival s a vizsgálati anyaggal együtt 1956 októberében a Magyar Nemzeti Múzeum Ásványtárának égisékor megemmisült. Ujmegegrását lehetővé tette az a körülmény, hogy a vizsgálatok jelentős része a M. Állami Földtani Intézet kémiai laboratóriumában készült, s így a vizsgálati adatokhoz munkatársaim szívesége folytán ismét hozzájuthattam. Munkatársaimnak segítségüket ezúton is köszönetet mondok. Sajnos a megemmisült adatok egy részét, tekintve, hogy a vizsgálati anyag is elvegett, pótolni nem tudom s így ez ásványok ismertetésénél nagyrészt csakis emlékezetemre vagyok utalva.

Erdélyi J.

Irodalmi áttekintés

A nagybörzsönyi ércesedés ásványaival ezideig nem sokan foglalkoztak. A bányászati történelmi múltját Pantó G. [1] ismertette. „A nagybörzsönyi érc kutatás közzétett vizsgálata”-t Kisvarsányi G. és Herrmann M. [2] készítette el. Szerintük az altáró biotitamfiboldacitot és gránátos amfibolandezitet tár fel. Dolgozatukban a kőzetek részletes vizsgálatán kívül röviden az ércesedéssel is foglalkoztak.

Sztróka y K. a nagybörzsönyi wehrlit-kérdést vizsgálta. Megállapította, hogy a wehrlit nem önálló homogén ásvány [3]. Papp F. [4] a Börzsönyi-hegység ércelőfordulásairól adott rövid összefoglalást. Pantó G. két dolgozatában [1, 5] a nagybörzsönyi érc képződés bányászati, geológiai és ércmikroszkópi vizsgálatával nagy jelentőségű adatokat szolgáltatott annak ismeretéhez. Végül Koch S. és Grasselly Gy. [6] dolgozatukban a nagybörzsönyi szulfidos érctelep ásványainak részletes összefoglalása mellett több új ásványt írtak le. Legutóbb Göbel E. is foglalkozott a nagybörzsönyi érc kutatással, dolgozata azonban ezideig nyomtatásban nem jelent meg. A kutatók véleménye — Sztróka y K.-t kivéve, aki dolgozatában a nagybörzsönyi agyagásvánnyal nem foglalkozott — megegyezik abban, hogy az általában kicsiny méretű telérek erősen „kaolinosodott” biotitamfiboldacitban s annak agglomerátumában, valamint propilitesedett biotitos amfibolandezitben alakultak ki. Az érc törésvonalak mentén nyomult fel és Pantó G. szerint az ércesedés magán viseli két egymásba tolt, illetőleg egymásnak helyet adó, különböző hőmérsékletű ásványtársulás jellegzetességeit. Szerinte a kifejezetten nagyhőmérsékletű és magma közelségére utaló érc képződést, melynek főterméke pirrhotin volt és amelyet kalkopirit, szfalerit, pirit, galenit stb. kísért, később egy epitermális arany-ezüst érchozó fázis követte, melynek során a már kialakult ércásványok nagyrészt átalakultak. Főleg a pirrothin rovására képződött a pirit és markazit, melyek megőrizték a pirrhotin eredeti alakját és lemezes felépítését.

I. Az agyagásvány

A kutatók az ércteléreket kísérő fehér színű agyagásványt kaolinként említik, de az u. n. „kaolinosodás”-ból nem vonnak le genetikai következtetéseket. Ez agyagásvány közelebbi vizsgálatánál azonban kitűnt, hogy nem kaolin.

Az ásvány erősebb (legalább 50-szeres) nagyítással első megtekintésre, valamint optikai viselkedése alapján is, pirofillitre, illetőleg szericitre emlékeztet. Nagyító alatt fehér vagy sárgás színű, selymes fényű, lágy, talkszerű tapintatú csillámpikkelyekből álló tömeg, melyben helyenkint zöldes színű, csillagszerűen elhelyezkedő pikkelyekből álló csomókat láthatunk. Emiatt az ásványt pirofillitnek tekintettük mindaddig, míg a részletes vizsgálat ezt a feltevést meg nem döntötte. Kiderült, hogy jellegzetes hidromuszkovittal van dolgunk.

a) Genetikai viszonyok

Ha vizsgálat alá vesszük a hidromuszkovit képződési körülményeit, akkor meg kell állapítanunk, hogy a nagybörzsönyi ércbánya genetikai viszonyaira vonatkozó ismereteink átértékelésére van szükség. Ismeretes, hogy hidrotermális folyamatok által létrehozott agyagásványok gyakran kísérik az ércteléreket [7]. Bateman [8] kimutatta, hogy epitermális teléreknél az elváltozott övezet keskeny és az elváltozás alig észrevehető, míg mezotermális teléreknél az elváltozás udvara nagy és erőteljes. Hipotermális telérekkel kapcsolatos elváltozási termékek általában nem agyagszerűek és az érctelepnek más

típusai közelében található másodlagos ásványok között csak igen kevés, vagy többnyire semmiféle agyagásványt sem találunk.

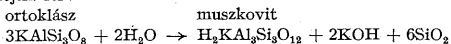
Kevés kivétellel az összes agyagásványok képződhetnek hidrotermális folyamatok útján.

Az elváltozási udvarokban előforduló fehér színű, csillámszerű ásványt rendszerint szericit néven írják le anélkül, hogy mibenléte pontosan körvonalazva volna. Szericit névvel szokás jelölni első sorban a finomszemű muszkovitot, a nátronmuszkovitot s a hidrocillámok nagy részét akkor, ha azokról közelebbi adatok nem állnak rendelkezésre. Szemnagyságuk miatt aránylag legkönnyebb megkülönböztetni a hidromuszkovitot és illetet, mert köztük kb. 50-szeres nagyítással a különbség szembevetendő. Bannister szerint [9] a szericit név használatos minden finom szemű csillámra, amelyről pontos optikai és röntgenográfiai adatok nincsenek és amely kémiai összetétele alapján muszkovit, paragonit, hidromuszkovit vagy illet (nátronillit — brammalit is) lehet. Közelebbi adatok birtokában azonban a szericit név többé nem használható.

Meg kell jegyeznünk, hogy sok esetben a képződött hidrotermális udvar lényegében csak egy agyagásványból áll. Nagybörzsönyben a hidromuszkovit-tömeget helyenként börtartalmú ásvány — Koch S. professzor levélbeni közlése szerint turmalin — továbbá apatit és rutil finom szálai szövik át.

Sales és Meyer szerint [10] szericitesezés és agyagosodás egyidejű folyamat. A káliumtartalom az egész elváltozott udvarban csaknem teljesen állandó. A kálicsillámpát a szericitözvetben eltűnik s így az ortoklász elbomlása és a szericitképződés közti kapcsolat nyilvánvaló. A kálicsillámpának a telér közelében végbemenő hidrotermális bomlása folytán szabadabbá váló alkáliák szükségesek a szericit képződéséhez. A telértől távolabb szericit nem képződik, mert a földpátok stabilitása folytán a szükséges alkáliák hiányoznak.

Csillámképződésre általában lúgos közegre van szükség, de Gruner kimutatta [11], hogy csillám képződhet savanyú oldatban is 350°C körül kálium-főlöleség esetén. A hidrocillámképződés folyamatát a szabadabbá váló kovasavtól származó kovasodás fejezi be, miként azt Nagybörzsönyben is tapasztalhatjuk. A folyamatot ismert egyenlet alakjában írhatjuk fel:



A szabadabbá váló káliumhidroxid a plagioklászokat is megtámadja és további szericitesezést idéz elő. A metasomatózis egyúttal kalcitot, dolomitot és szideritet rakhatal. Tehát ezek az ásványok Nagybörzsönyben a szericittel egyidejűleg képződött hidrotermális termékek. A képződési hőmérséklet határait 500° és 225° között állapították meg hidrotermális szintézisekben [12]. Kisebb hőmérsékleten a szericitesezés kaolinosodásnak és propilitesezésnek ad helyet.

Az agyagásványok hidrotermális képződésének feltételeit szintetikus úton Noll W. derítette fel [13]. Kísérletei szerint képződésük függ az oldat alkálifém-tartalmától, p_{H} értékétől és a hőmérséklettől. Kiindulási anyagok Al_2O_3 - és SiO_2 -gél. Noll vizsgálatai megállapították a következőket:

Kaolin: keletkezik semleges alkálimentes vagy savanyú, alkáli-tartalmú oldatokból 400° alatt;*

Montmorillonit: keletkezik alkálitartalmú lúgos oldatokból ugyanezen a hőmérsékleten. Igen nagy alkáli-tartalom (Na) esetén zeolit (főleg analcim) képződik.

Szericit a zeolitok képződéséhez szükségesnél kisebb, de a montmorillonitéhoz szükségesnél nagyobb alkálifém-tartalmú, gyengén lúgos oldatokból képződik hasonló hőmérsékleten.

* Legkisebb a képződési hőmérséklete a kaolinásványok közül a kaolinitnek, közepes hőmérsékleten képződik a dickit, és a legnagyobb képződési hőmérsékletű a nakrit. (Lásd: Klockmann — Ramdohr: Lehrbuch der Mineralogie. 1954.)

Pirofillit kovasavban gazdag rendszerből képződik hasonló feltételek között, mint a kaolin, de 400°-tól felfelé.

A geológiai tapasztalat is megerősíti, hogy a pirofillit nagy hőmérsékletű hidrotermális képződmény. 400°-on alul tehát az alkáli koncentrációtól függ, hogy zeolit, szericit, montmorillonit vagy kaolin képződik-e.

Legutóbb F o l k, R. L. [14] foglalkozott a földpátok hidrotermális átalakulásával s a laboratóriumi vizsgálatok eredményét diagramokban ábrázolta. Egyik diagramján koordinátákként a lúgosságot, illetőleg a savanyúságot és a hőmérsékletet, másikon az alkálitartalmat és a hőmérsékletet tüntette fel. Így a diagramokban mezők adódtak, melyeken belül a földpátok, a kaolinásványok, pirofillit, muszkovit-szericit, illetőleg leucit a stabilis ásványok. Munkájának összefoglalása értelmében: kaolin képződik savanyú oldatokban 350°-ig, ha az Al-tartalom nagy és a K-tartalom kicsiny; muszkovit képződik 200°-nál kisebb hőmérséklettől egész 525°-ig gyengén lúgos és kissé savas oldatokban, ha a K- és Al-tartalom nagy; pirofillit keletkezik 300°-tól 550°-ig, ha az Al- és K-tartalom kicsiny. Így tehát az Al : Si viszony és a K-tartalom döntik el, hogy melyik ásvány képződik szintetikususan, ha a hőmérséklet és a savasság foka megfelelő.

Az érceléreket kísérő hidrotermális átalakulás feltételei mellett rendszerint szericit képződik, mert az oldatok lúgosak. Kaolin inkább a felszín közelében savas vizek hatására keletkezik és a szericitet helyettesítheti, ha azt karbonátos vagy szulfátos vizek lúgozzák át. Pirofillit a természetben ritka, mert valószínűleg nagy az oldatok Al-tartalma.

Mint látható, N o l l és F o l k megállapításai nagy vonalakban megegyeznek. Hiányossága azonban N o l l és F o l k vizsgálatainak, hogy a szericit-ásványok között egyikük sem tesz különbséget. Ma 5 szericit-ásványt ismerünk, ezek: a finom szemű muszkovit, a hidromuszkovit, az illit, a paragonit és a nátronillit (brammallit). Vizsgálatainkból azonban mint a későbbiekben látni fogjuk, még egy szericitásvány létezése derült ki, amely azonban eddig határozottan leírva nincsen, B a r s h a d [29] paragonit-vizsgálata alapján azonban fel kell tételeznünk létezését. Ez a nátronhidromuszkovit vagy hidroparagonit.

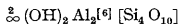
Minthogy Nagybörzsönyben az u. n. szericitedés jelentős és a hidrotermális folyamat propilitedéssel, valamint kovásodással fejeződött be, fel kell tételeznünk, hogy azt közepes hőmérsékletű hidrotermák idézték elő, melyek a mezotermális metasomatózis hőmérsékletének felső határától (300°-tól) lefelé működnek. Ki kell emelnünk azt a körülményt is, hogy a hidromuszkovittömegben köröskörül jól fejlett pirit- és arzenopirit-kristályokat találunk behintve, jelölve annak, hogy a hidromuszkovittal egyidejűleg képződtek, a pirrhotinos telérdarabokat pedig hidromuszkovitba beágyazva vagy hidromuszkovittal bekérgezve találjuk. Mint ismeretes a pirrhotin általában nagyobb hőfokon, ritkábban azonban a közepes és kis hőmérsékleten is képződhet, sőt képződési lehetősége megfelelő körülmények között egész 80°-ig terjedhet [15]. B r a m m a l l A. és munkatársai [16] az angliai Carmarthenshireből, Ogofauról írtak le hidromuszkovitot, amely azonban itt epitermális eredetű. A kísérő ásványok pirit, arzenopirit és aranytartalmú vas-szulfidok. A hidromuszkovit-köpeny igen vékony.

Az arzenopirit, pirit, galenit, kalkopirit, szfalerit, magnetit a hidrotermális metasomatózis minden szakaszában képződhet [17], vagyis „átfutó” ásványok.

b) Kristálykémiaili összefoglalás

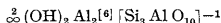
Minden csillámásvány SiO_2 -tetraéderek két dimenziós végtelen rétegeit tartalmazza alapépítőanyagként. A SiO_4 tetraéderek hatos gyűrűkké fűződnek. Két tetraéder-réteg csúcsaival egymás felé fordulva kapcsolódik. Minden SiO_4 tetraédergyűrű hat csúcsoxi-génje által alkotott hatszög közepén OH-ionok foglalnak helyet. Két ilyen tetraéder-

csúcsaival egymás felé fordult anionréteg kationok (első sorban Al^{III}) beépítődésével telítetté válik. A beépítődés a hézagokba oktaéderez [6] koordinációban történik. Ez oktaéderek csúcsain helyezkednek el a hidroxilok is. Így jön létre a hét atomszintből álló réteggöszlet, melyet a következő képlettel írhatunk fel:

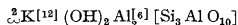


Ez a pirofillit, mely elektrosztatikusan teljesen telített két dimenziós végtelen molekula. A rétegeket csak a Van der Waals-erők tartják össze s így az ásvány könnyen deformálódik.

Ha a tetraéderrácsban minden negyedik Si^{IV} ion helyére Al^{III} ion lép, akkor a pozitív töltés csökkenése folytán egyértékű két dimenziós végtelen réteges anionok képződnek:



E töltéskülönbség azáltal nyer kiegyenlítődedést, hogy a rétegek közé alkáli-ionok (első sorban K^+) oly módon épülnek be, hogy az alsó és felső réteg hat-hat O^- ionja közé helyezkednek. Így jön létre a muszkovit, melynek szerkezeti képlete tehát:



A nátronmuszkovit vagy paragonit olyan muszkovit, melyben a káliumot bőségesen helyettesíti nátrium. Mindig igen finomszemű és tömött, szericit külsejű. A szericit néven összefoglalható ásványok zsiros tapintatúak és könnyen összetéveszthetők talkkal s ez utóbbihoz igen hasonlít a pirofillit. A hidromuszkovit vízben gazdagabb, mint a muszkovit, viszont káliumtartalma kisebb.

B r a m m a l l és munkatársai [16] az angliai Ogofauból leírt hidromuszkovitot a következőképp jellemzik: lágy, fehér, csillámszerű anyag. Elemzési adatai — mint erre rövidesen rátérünk — a nagybörzsőnyi hidromuszkovitéhoz közel állnak. **B r a m m a l l** szerint az elemzési, fajsúly és cella adatainak kiszámításából kimutatható, hogy az O, OH és F atomok száma a muszkovitokban független a HO-gyökök számától és összege kerekén 48, állandó érték, mely jellemző a muszkovitra. Ha F nincs jelen, akkor csak az O és OH változhatnak kölcsönösen. Ezekből következik — **B r a m m a l l** szerint —, hogy 105 °C felett távozó vizet az ásvány sem mechanikusan kötve, sem a kristályfelülethez adszorbeálva nem tartalmazhat.

B r a m m a l l és munkatársai szerint [16] a muszkovittól a hidromuszkovit a következőkben különbözik:

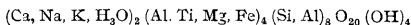
- az OH csoportokra eső rész nagy,
- a K_4 helyett szereplő alkáli fémek összege kicsiny,
- az Al_8 helyett fellépő atomegyüttes szintén kicsiny.

A hidrocillám kifejezés precíz definiálása céljából **B r a m m a l l** [16] az $(OH)_8 K_4 Al_8$ csoport alakulását következőképp írta fel: $(OH)_8 K_4 Al_8 \rightarrow (OH)_{8+m} K_{4-n} Al_{8-p}$.

B e t e c h t i n [18] a hidromuszkovit képletét a következőképp adja meg: $K_{<4} Al_2 [(Si, Al)_4 O_{10}] [OH]_2 \cdot n H_2 O$. Szerinte hidromuszkovit legtöbb esetben a muszkovit részleges hidrolízise útján keletkezik, szerkezete a muszkovitétól csak kevésben különbözik és átmenet a montmorillonit szerkezetéhez. A kristályrácsban muszkovitos szerkezetű rétegek kaolinit és montmorillonit rétegekkel váltakoznak. Törésmutatójuk az összetételtől függően 1,55—1,58 között változik.

G a n g u l y [19] (1951-ben), valamint **B r o w n** és **N o r r i s h** [20] (1952-ben) egyidejűleg, de egymástól függetlenül a nagy víz és kis K-tartalmat $H_3 O^+$ -ionok fel-

vételével igyekeznek megmagyarázni a hidromuszkovitra a következő képletet írják fel:



Hendricks és Alexander [21] 1939-ben felállított $\text{KAl}_2 (\text{AlSi}_3) \text{O}_{10} (\text{OH})_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ képleténél még a Betchtin által megadott is pontosabb.

Említettük, hogy az illit is a hidromuszkovit-csoportba tartozik, de a hidromuszkovittól már első megtekintésre megkülönböztethető szemnagysága miatt, mely mindig kolloidális határok között marad. Kémiailag a pirofillithez közelebb áll, mint a hidromuszkovit és feltehető, hogy az utóbbin keresztül a valódi csillámokig minden átmenet megvan [22].

Régebben pirofillit- és szericit-elemzések alkalmazásával mindazokat a csillámásványokat, melyek pontos vizsgálatuk alapján a hidromuszkovitok közé tartoznának, túlnyomórészt pirofillitként határozták meg. Ha mai vizsgálati módszereinkkel új vizsgálatnak vetnénk alá a régebben pirofillitnek leírt ásványokat, e meghatározások eredménye meggőződésünk szerint, az esetek nagy részében hidromuszkovit volna.

c) Kémiai elemzések

A nagybörzsőnyi agyagásványból három különböző helyről vettünk mintát, mégpedig az 1533, 1589 és 1620 számú telérvágatokból, s e három minta kézi nagyítóval megtekintve, külsőleg is különbözött:

I. minta: sárgásfehér, igen finom szemű, kaolinra emlékeztető anyag, melyben mikroszkópi méretű kalcitkristálykák vannak beleszórva s azoktól erősebb nagyítással sem lehet különválasztani, mert az agyagásvány pikkelykéi erősen tapadnak a kristályokhoz és elfedik azokat. Ugyanez áll a másik két mintára is.

II. minta szemcse nagysága jóval nagyobb. Kézi nagyítóval selymes fényű, finom szemű csillámhalmazt látunk, melyben parányi pirit- és arsenopiritkristályok vannak behintve.

III. minta szabad szemmel nézve is pelyhes. Selymes fényű pikkelykékből álló tömeg, mely tökéletesen szericit külsejű és erős nagyítással kalcit- és piritkristályokat látunk beleszórva.

E három mintából Tolnay V. készített elemzést. Az elemzés adatai a következők:

	I.	II.	III.
SiO ₂	44,90%	42,39%	42,12%
TiO ₂	1,21%	1,28%	0,84%
Al ₂ O ₃	32,46%	30,02%	29,27%
Fe ₂ O ₃	1,12%	5,52%	1,88%
FeO	1,68%	1,06%	0,67%
MnO	0,05%	0,04%	0,10%
CaO	2,65%	2,42%	6,72%
MgO	0,83%	1,10%	0,72%
K ₂ O	7,88%	7,35%	7,15%
Na ₂ O	0,36%	0,46%	0,22%
-H ₂ O	0,52%	0,25%	0,45%
+H ₂ O	4,70%	4,88%	4,60%
CO ₂	1,81%	0,97%	4,56%
P ₂ O ₅	0,22%	0,35%	0,38%
S	—	3,89%	—
-O	—	1,95%	—
	100,39%	100,12%	99,68%

A spektroszkópos vizsgálat eredménye :

Co, Ni, Cr egyikben sincs. Kimutatható volt :

I.-ben *Pb* erős nyom, *B, Ba, V* nyom, *Cu* és *Sn* sincs.

II.-ben *As* erős (tized%-os mennyiség), *B* erős nyom, *V, Cu, Sn* nyom, *Pb* gyenge nyom, *Ba* sincs.

III.-ban *As* erős, *B, Sn* nyom, *V, Cu* gyenge nyom, *Pb, Ba* sincs.

Mind a három mintát az említett bór-tartalmú ásvány finom selymes fényű szálakból álló kristályai szennyezik, ami a minták minimális bórtartalmában is megmutatkozik.

Mindegyik minta tartalmaz elég jelentékeny mennyiségű kalcitot, finom szálakban kevés apatitot s a II. minta piritet mikroszkópikus kristálykák alakjában. Ugyancsak a II. minta tartalmaz szennyezésként arzenopirit-kristályokat is. Arzenopiritet a III. minta is tartalmaz, ami a kevés *As* tartalomban is jelentkezik. A TiO_2 tartalom minden valószínűség szerint itt is, miként azt az ogofaui hidromuskovitinál megállapították [16] rutilzárványoktól származik, s a hidromuskovitot helyenként átszövő finom szálak egy része rutilzárványnak tekintendő. Így tehát az elemzés adataiból le kell vonnunk a TiO_2 -ot, a P_2O_5 -ot a megfelelő CaO -dal apatitként, a CO_2 -ot a megfelelő CaO -dal kalcitnak számítva, a II. mintából a *S-t* és a Fe_2O_3 egy részét pirit alakjában, végül mindhárom elemzésből elhagyjuk a tapadó vizet s az így lecsökkentett %-számokat ismét úgy keressük fel, hogy összegük az eredeti %-összeg legyen.*

E levonások után a három elemzés végleges alakja a következő lesz :

	I.	II.	III.
SiO_2	47,62%	47,66%	47,34%
Al_2O_3	34,43%	33,76%	32,90%
Fe_2O_3	1,19%	0,78%	2,11%
FeO	1,78%	1,19%	0,75%
MnO	0,05%	0,05%	0,11%
CaO	0,71%	1,18%	2,20%
MgO	0,88%	1,24%	0,81%
K_2O	8,36%	8,26%	8,04%
Na_2O	0,38%	0,52%	0,25%
H_2O	4,99%	5,48%	5,17%
	100,39%	100,12%	99,68%

A három elemzés összehasonlításából megállapítható, hogy a három minta eltérő külseje ellenére is, ugyanannak az ásványnak három különböző változatával van dolgunk. Az elemzés pontossága miatt az I. elemzést vettük további számításaink alapjául. A kristály-kémiai adatokat az I. és II. minta alapján számítottuk. A III. minta elemzéséből hiányzik a kén-tartalom, mert a vizsgálati anyag az elemzéshez kevésnek bizonyult és nem volt pótolható. Emiatt a III. elemzést további számításainknál mellőztük.

* Az I. mintánál 1 82% CO_2 -nek megfelel 1,69% CaO és 0,22% P_2O_5 -nek apatitra számítva megfelel 0,29% CaO . Összesen tehát levonandó 1,98% CaO .

A II. mintánál 0,97% CO_2 -nek megfelel 0,91% CaO és 0,35% P_2O_5 -nek megfelel 0,46% CaO , összesen 1,37% CaO .

3 89% piritkénnek megfelel 4,36% FeO s tekintve, hogy a pirit vastartalma az elemzésben Fe_2O_3 alakban nyer kifejezést, e FeO -nak megfelel 4,83% Fe_2O_3 .

Hasonlóképp járunk el a III. minta kén után, s kiszáftartalmával is, ahol 4,56% CO_2 -nek megfelel 4,26% CaO és 0,38% P_2O_5 -nek megfelel 0,50% CaO , összesen tehát levonandó 4,76% CaO .

Az I. és II. elemzés adatait atomos bontásban írva fel, az atomhányadosok felhasználásával kiszámítottuk az ionszámokat, számításainknál az A hrens, illetőleg O- és OH-nál a G o l d s c h m i d t-féle ionsugarakat vettük alapul.

I. elemzés:

	Ionsugár	Atomhányados	Ionszám		Ionszám (O+OH=12)	
Si	22,25%	0,42	0,7929	792,9	3,12	} 4,00
Al	18,23%	0,51	0,6759	675,9	2,66 { 0,88 1,78	
Fe ⁺⁺⁺	0,83%	0,64	0,0149	14,9	0,06	} 2,02
Fe ⁺⁺	1,38%	0,74	0,0249	24,9	0,10	
Mg	0,53%	0,66	0,0218	21,8	0,08	} 0,80
Mn	0,04%	0,80	0,0007	0,7	0,00	
Ca	0,51%	0,99	0,0127	12,7	0,05	} 0,80
Na	0,28%	0,97	0,0122	12,2	0,05	
K	6,94%	1,33	0,1775	177,5	0,70	} 12,00
OH	9,42%	1,32	0,5539	553,9	2,17	
O	39,98%	1,32	2,4987	2498,7	3052,6 { 2,17 9,83	

II. elemzés:

Si	22,26%	0,42	0,7935	793,5	3,11	} 4,00
Al	17,87%	0,51	0,6626	662,6	2,60 { 0,89 1,71	
Fe ⁺⁺⁺	0,55%	0,64	0,0098	9,8	0,04	} 1,94
Fe ⁺⁺	0,93%	0,74	0,0167	16,7	0,07	
Mg	0,75%	0,66	0,0308	30,8	0,12	} 0,83
Mn	0,03%	0,80	0,0006	0,6	0,00	
Ca	0,84%	0,99	0,0210	21,0	0,08	} 0,83
Na	0,39%	0,97	0,0168	16,8	0,06	
K	6,86%	1,33	0,1754	175,4	0,69	} 12,00
OH	10,35%	1,32	0,6092	609,2	2,38	
O	39,29%	1,32	2,4556	2455,6	3064,8 { 2,38 9,62	

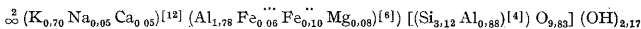
Pontossága miatt, ami a vizsgálati anyag tisztaságának következménye, az I. elemzés eredményét kell jobbnak tekintenünk, de látható, hogy az I. és II. elemzés eredménye a kísérleti hibákból és az 5 számjegyű logaritmus használatából adódó eltéréseken belül tökéletesen egyezik. Nagyobb eltérést csupán az OH értékeinél észlelhetünk, ami onnan ered, hogy a víz meghatározására igen kevés anyag jutott s emiatt a mérési hiba 0,2—0,3% lehet. Ez azonban a meghatározás kísérleti hibájának felel meg. Az elemi cella négy molekulás lévén, az ionszámokat négygyel kell szoroznunk.

Összehasonlítás céljából felírjuk az ideális muszkovit, az ogofauai A és B jelzésű, valamint a nagybörzsönyi I. és II. minta elemzési adataiból nyert ionszámokat az elemi cellára számítva.

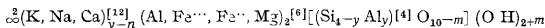
Ideális muszkovit	Hidromuszkovitok			
	Ogofau A	Ogofau B	Nagybörzsöny I	Nagybörzsöny II
Si Tetraéder réteg $\left\{ \begin{array}{l} 12 \\ 4 \end{array} \right\}$	$\left. \begin{array}{l} 12 \\ 4 \end{array} \right\} 16$	$\left. \begin{array}{l} 12,48 \\ 3,52 \end{array} \right\} 16$	$\left. \begin{array}{l} 12,48 \\ 3,52 \end{array} \right\} 16$	$\left. \begin{array}{l} 12,44 \\ 3,56 \end{array} \right\} 16$
Al Fe ⁺⁺⁺ Fe ⁺⁺ Mg Mn Ca	$\left. \begin{array}{l} 7,6 \\ 0,14 \\ 0,08 \\ 0,20 \\ 0,04 \end{array} \right\} 7,52$	$\left. \begin{array}{l} 7,02 \\ 0,22 \\ 0,08 \\ 0,16 \\ 0,06 \end{array} \right\} 7,54$	$\left. \begin{array}{l} 7,12 \\ 0,24 \\ 0,40 \\ 0,32 \\ 0,20 \end{array} \right\} 8,08$	$\left. \begin{array}{l} 6,84 \\ 0,16 \\ 0,28 \\ 0,48 \\ 0,32 \end{array} \right\} 7,76$
Na K	$\left. \begin{array}{l} 0,22 \\ 2,66 \end{array} \right\} 2,88$	$\left. \begin{array}{l} 0,10 \\ 2,58 \end{array} \right\} 2,68$	$\left. \begin{array}{l} 0,20 \\ 2,80 \end{array} \right\} 3,20$	$\left. \begin{array}{l} 0,24 \\ 2,76 \end{array} \right\} 3,32$
OH F O	$\left. \begin{array}{l} 8 \\ 40 \end{array} \right\}$	$\left. \begin{array}{l} 10,86 \\ 0,02 \\ 37,12 \end{array} \right\} 48$	$\left. \begin{array}{l} 10,44 \\ 0,04 \\ 37,52 \end{array} \right\} 48$	$\left. \begin{array}{l} 8,68 \\ 0,04 \\ 39,32 \end{array} \right\} 48$
			$\left. \begin{array}{l} 39,32 \\ 38,48 \end{array} \right\} 48$	$\left. \begin{array}{l} 9,52 \\ 38,48 \end{array} \right\} 48$

Az ogofai hidromuszkovit talkhoz hasonló vagy viasz-szerű anyag, melyhez minden valószínűség szerint más agyagásványok is keveredtek, emiatt az oktaéderréteg ionjainak száma, még a Ca-mal együtt is jelentékenyen kisebb, mint 2 (ill. 8), míg a nagybörzsönyi agyagásványnál az oktaéderréteg ionjainak száma a kísérleti hibák határán belül megfelel az ideális muszkoviténak (2, ill. 8).

Az adatokból kitűnik, hogy a nagybörzsönyi hidromuszkovit tetraédes kötésben a 3:1-nél nagyobb Si:Al aránnyal, valamint oktaédes kötésben az Al-ot helyettesítő Fe és meglehetősen nagy Mg tartalmánál fogva, valamint a K-ot helyettesítő Na tartalmával is már inkább a fengitek néven ismert muszkovit-változat csoportjába sorozható. Fentiek alapján kristálykémiailag így írható fel:

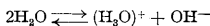


Az eddig elmondottak tekintetbe vételével a hidromuszkovit általános képletét következőképp írhatjuk fel:



Ha $y = 1$ és $n = m = 0$, akkor a muszkovit szerkezeti képletét kapjuk.

Az említett definíciókkal részben megegyezésben, részben azokkal szemben a hidromuszkovit általános képletéül a fenti képletet kell elfogadnunk. Nem vitás, hogy az O-ek és HO-k összege a muszkovitok szerkezeti képletében mindig 12. Az oxoniumcsoportok képződését említett szerzők [19, 20] kémiailag megfelelőképpen nem indokolják. Az oxonium-csoportok e speciális esete, melyet helyesebben hidrónium vagy hidroxonium ionnak nevezhetünk: $(H_3O)^+$ nem egyéb, mint hidratizált hidrogénion, amely gyakorlatilag csak savak vizes oldatában van meg, de röntgenográfiai úton a perklórsav szilárd hidrátjában is kimutatták. Mai felfogás szerint a hidrogénion, a proton vizes oldatban magában nem, csak hidrátja a hidroxonium ion alakjában létezik. Így tehát a víz diszociációja, ha a hidrogéniont vizes oldatban hidrátnek tekintjük, a következő egyenlettel fejezhető ki:



Ez az egyenlet azonban, mint említettük, csak savanyú vagy legfeljebb semleges oldatra érvényes, lúgos oldatban az egyensúly balfelé tolódik. Tekintetbe véve, hogy a hidrotérális oldatok a szericit képződésekor lúgosak, ilyen értelmű hidrátképződés gyakorlatilag nem jöhet létre, szilárd sója pedig az említett perklorátion kívül nem ismeretes. Következésképp a lúgos oldatban képződő hidromuszkovit rácsában sem szerepelhet.

Tetraéderez kötésben a Si-ok és Al-ok számának összege mindig 4. Azonkívül, ha szemügyre vesszük a nagybörzsönyi hidromuszkovit ionszámaait, látható, hogy a Si-ot 0,88 Al helyettesíti, viszont az ennek megfelelően lekötött 0,88 egyenérték K (Na, Ca) helyett csak 0,80 K-ot találunk.

Roy, R. és Osborn, E. F. az $Al_2O_3-SiO_2-H_2O$ rendszerrel végzett szintetikus vizsgálataik folyamán [23] az általuk hidralsitnak nevezett szilikátkészítmény szerkezetének megmagyarázására felteszik, hogy mikor a szilikát-tetraéderekben a Si helyére Al lép, a töltés kiegyenlítődség HO-ionoknak az O-ionok helyére lépése által következik be. Ehhez hasonlóan kell a hidromuszkovit szerkezetét is felfognunk, azaz mikor a hidromuszkovit szilikátvázában a Si-ok egy részét Al helyettesíti, a töltés kiegyenlítődség azáltal következik be, hogy a szilikátvázban az O-ek egy részének helyére HO-ek lépnek. Így a negatív vegyértékek csökkenésével párhuzamosan a lekötött alkáli fémionok száma is csökken. Azonban a HO-k száma még mindig több, mint az alkáli ionok számának csökkenése. Az I. elemzés esetében $0,88-0,80=0,08$ egyenérték HO helyett van $0,17$ egyenérték HO, míg a II. elemzésben $0,89-0,83=0,06$ egyenérték helyett $0,38$ egyenérték HO-fölösleg jelentkezik. Ez utóbbi a tetraéderréteg elektrosztatikus kötőerőinek csökkenésében nyilvánul meg, amit az ásvány kohéziós erőinek csökkenésében azaz mechanikai deformálhatóságának megnövekedésében észlelünk. Így tehát a muszkovitával szemben a hidromuszkovit keménysége csökken, lágy, talkszerű tapintatú lesz.

A hidromuszkovit-hoz hasonlóan az illitnél és montmorillonitnál is fel kell tételeznünk, hogy rácsukban az oktaéderez kötésű $2OH$ -n felül HO-k a tetraéderrétegben is vannak. Montmorillonitnál a feltevés nem új keletű. A montmorillonit szerkezetével kapcsolatban legelőször Edelman és Favjee vetették fel [24]. Ezt tükrözi vissza D. McCConnell-nek a montmorillonit kristálykémiájáról írt dolgozata is [25]. Fenti szerzők feltevésüket a montmorillonit differenciál termikus elemzésének két nagy hőmérsékletű endoterm pontjára alapítják. Az említett szerzők, valamint Grim és Bradley szerint [26] először az alacsonyabb endoterm ponton az oktaéderrétegből távozik a víz, azonban rehidrációval az eredeti állapot részben még helyreállítható, a második magas hőmérsékletű endoterm ponton a szilikátrétegből távozik a víz s az utána nyomban következő exoterm pont a szerkezet átrendeződését jelzi. Az említett ásványoknál a szerkezeti víz távozásának két endoterm pontja azt bizonyítja, hogy a HO-k két-féle energiájú kötésben (oktaéderez és tetraéderez koordinációban) vannak a rácsban. Természetesen a hidromuszkovitoknál a két negatív töltést képviselő O-ionok HO-lal helyettesítésekor a megköthető alkálifém-egyenértékek száma is csökken. Egyúttal, mint az előbbieken kifejtettük az elektrosztatikus kötések csökkenése a kohéziós erők csökkenését vonja maga után.

Ha a vízfölösleg a felülethez adszorbeálva vagy a rács hézagaiban foglalna helyet, annak 300° alatt feltétlenül távoznia kellene. Teljesen valószínűtlen azonban az a feltevés, hogy a víz oktaéderez kötésből kétrészletben két különböző hőmérsékleten távozzék. Így tehát mind a hidromuszkovitban, mind a montmorillonitban kétféle szerkezeti vizet kell feltételeznünk, oktaéderez és tetraéderez koordinációban. Ez az oka annak, hogy DTA vizsgálat alkalmával a szerkezeti víz mind a montmorillonitból, mind a hidromuszkovitból két különböző hőmérsékleten távozik s a második endoterm csúcs után jelentkező exoterm pontok a szerkezeti víz elvesztése után az ásvány szerkezetében végbenemő mélyreható változást jelzik.

Röntgenvizsgálat

A nagybörzsőnyi agyagásvány röntgenvizsgálata a Földtani Intézet röntgenlaboratóriumában készült. Az ásvány Debye—Scherrer-féle röntgen-diagramját a felvétel kimérését Nagy K. és Melle s M. készítették el. A táblázatban közölt adatokért és önzetlen segítségükért mindkettőjüknek ezúton is őszinteköszönetet mondok.

Felvételt az I. és II. mintából készítettek. A két röntgenkép teljesen azonos. A felvételek CuK α sugárral Ni szűrővel készültek. A CuK α vonal hullámhosszát L o n s-

d a l e K. adatai alapján számítottuk.* ($\bar{a} = \frac{2a_1 + a_2}{3} = 1,54145$). A vonalak inten-

zítése szemmel becsült.

A felvétel adatai :

2θ	$d_{hkl}(\text{Å})$	I	Indexek
8,94	9,91	e	002
17,88	4,96	k	004
19,89	4,46	ie	110
22,84	3,89	gy	113
24,08	3,70	gy	023
25,45	3,50	k	114
26,84	3,32	k	006, 024
31,50	2,84	gy	115
33,33	2,688	gy	—
34,99	2,564	ie	202
36,59	2,456	gy	133
37,90	2,374	gy	133
40,26	2,240	igy	221
40,99	2,202	igy	223
42,46	2,130	k	043
44,90	2,018	igy	0.0.10
46,10	1,969	igy	206
46,10	1,969	igy	206
47,77	1,904	gy	046
52,08	1,757	gy	138
53,93	1,700	igy	208
55,73	1,649	igy	1.3.10
56,47	1,630	gy	312
57,78	1,596	igy	313
61,87	1,500	e	060
69,48	1,353	gyd	335
73,02	1,296	k	400
76,61	1,244	gy	0.0.16

* L.: Acta Cryst. 3.400. (1950).

Intenzitás (I): ie = igen erős, e = erős, k = közepes, gy = gyenge, igr = igen gyenge, d = diffúz.

A táblázat adataiból kiszámítottuk a nagybörzsőnyi hidromuskovit rácscsillandóit és összehasonlítás céljából azokat táblázatba foglaltuk az ideális muszkovit (27), az ogofai hidromuskovit (16), a kaolinit, montmorillonit, pirofillit (27) és illit (9) megfelelő adataival. A rácscsillandókat a 006, 202, 060 és 400 indexű hálózati síkok adataiból számítottuk.

	a ₀	b ₀	c ₀	c ₀ sin β	β
Muskovit	5,18	9,02	20,04	—	95°30'
Ogofai hidromuskovit	5,185	9,025	—	20,20	—
Nagybörzsőnyi hidromuskovit	5,20	9,00	20,00	19,92	95° 3'
Illit	5,20	9,00	—	19,90	—
Kaolinit	5,14	8,90	7,37	—	91° 8'
Montmorillonit	5,10	8,83	15,20	—	90°
Pirofillit	5,14	8,90	18,55	—	99°55'

A táblázatból látható, hogy itt a muszkovithoz igen közel álló hidrocscillammal (hidromuskovit vagy illit) van dolgunk. A reflexek között jellegzetes illit-vonalak is vannak.

A molekulásúly és elemi cella adataiból ismert összefüggés alapján számítottuk a nagybörzsőnyi agyagásvány sűrűségét (D), melyet összehasonlításul a muszkovit és az ogofai hidromuskovit sűrűségének adataival együtt közlünk.

	D (számítva)	D (közvetlen méréssel)
Muskovit	2,78—2,88	—
Ogofai hidromuskovit	2,70	2,65 ± 0,02
Nagybörzsőnyi hidromuskovit	2,81	—

Az ogofai hidromuskovit sűrűségének közvetlen mérésrel nyert adatát az ásvány ismertetőinek munkájából vettük [16], a számított értéket a rácscsillandókból és a molekulásúlyból nyertük.

Differenciális termikus elemzés

Azt a feltevést, mely a röntgen-vizsgálatból adódott, hogy a nagybörzsőnyi agyagásvány illit is lehet, megdöntötte az ásvány DTA vizsgálata, melyet Koblencz V. készített el.

Mint ismeretes, az agyagásványok víztartalmukat, mely az egyes agyagásványokban változó mennyiségben és változó kötési energiával van jelen, a differenciális termikus elemzés folyamán különböző hőmérsékleten vesztik el. A 300° alatti vízvesztés nem jár együtt a szilikátváz átalakulásával, míg 500° felett a vízleadás egyúttal többnyire a víz mélyreható változását vonja maga után. A vízleadást a DTA görbe jellemző minimumpontjai, az „endoterm” pontok jelzik. A szerkezeti víz távozását jelző endoterm csúcsok az egyes agyagásványokra jellemzők, a minimumok pontos helyzete azonban nagy mértékben függ a kísérleti körülményektől (pl. szemmagyság) és a kísérő ásványoktól, valamint a rácscsillandó helyet foglaló kationoktól és i. t. Így az illitnek és montmorillonitnak két jellemző endoterm pontja van, az első mindkettőjükénél 100°—250° között,

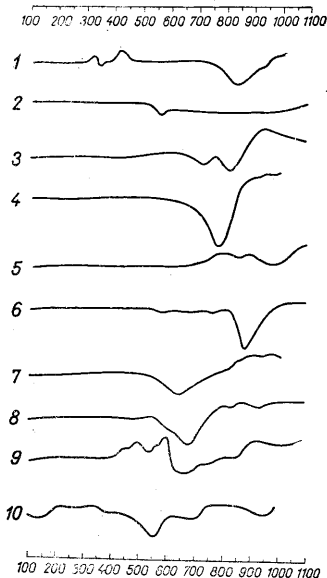
a második a montmorillonitnál 700° körül, míg az illitnél 500° és 600° között jelentkezik. Azonkívül többnyire mindkettőjüknel van 900° körül egy jellemző endoterm-exoterm páros csúcs, ami az összes víz elvesztése nyomán bekövetkező szerkezeti átalakulást jelzi. A normálmuskovitnál 1000° alatt endoterm pontot vagy egyáltalán nem észlelünk, vagy esetleg csak 700° felett, míg a pirofillitnél 800° körül jelentkeznek.

Összehasonlítás kedvéért a vizsgálatokkal kapcsolatban szereplő fontosabb ásványok DTA görbéjét az 1. ábrán közöljük.

Az ogofauhi hidromuskovitról az ásvány ismertetői [16] DTA vizsgálatot nem közöltek.

Látható, hogy az ismert naurodi szericit nem ad endoterm pontot, jelétül annak, hogy csak finom szemű muskovit. Az 575°-nál észlelhető csúcs a szericitet kísérő β -kvarcnak α -kvarccá alakulását jelzi. A pirofillit, muskovit és damourit (muskovit-féleség) görbéivel a nagybörzsőnyi hidromuskovit görbéi nem azonosíthatók. A sárospataki illitnél 100° és 200° között van az első endoterm csúcs, a második 500° és 600° között jelentkezik. A nagybörzsőnyi hidromuskovit endoterm csúcsa 600° és 700° között van. Ha a II. mintának a szennyező pirit és arsenopirit elégségből származó két exoterm csúcsát figyelmen kívül hagyjuk, akkor a görbékét Barshad paragonitgörbéjével állíthatjuk párhuzamba. A nagybörzsőnyi hidromuskovit mindkét mintájánál, épp úgy, mint a sárospataki illitnél is, észlelhető 900°-nál a harmadik endoterm pont is. A görbék összehasonlításából nyilvánvaló, hogy a nagybörzsőnyi agyagásvány nem illit és nem muskovit.

Végezetül összehasonlítva a muskovit [30], az ogofauhi [16] és nagybörzsőnyi hidromuskovitok törésmutatóit, valamint az illit törésmutatóiról Nagelschmidt [31] adatait, látható, hogy itt valóban hidromuskovittal, nem muskovittal és nem illittel van dolgunk (jóllehet a rácsállandók egyezése feltűnő).



1. ábra 1. Muskovit (Grim—Rowland), [28] 2. Szericit, Naurod-Taunus. (Koblenz V.). 3. Pirofillit, Berezovszk (Koblenz V.). 4. Pirofillit, North Carolina (Grim—Rowland) (28). 5. Damourit, Stoncham, Maine (Koblenz V.). 6. Paragonit, Faido, Tessin (Koblenz V.). 7. Paragonit, Fenestrella, Borgofranco, (Barshad „C”), [29]. 8. Hidromuskovit, Nagybörzsöny I. (Koblenz V.). 9. Hidromuskovit, Nagybörzsöny II. (Koblenz V.). 10. Illit, Sárospatak. [7]

	α	β	γ
Muskovit [30]	1,552	1,582	1,588
S. Walesi illit [31]	1,572	1,587	1,600
Ogofauhi hidromuskovit [16]	—	1,575	1,580
Nagybörzsőnyi hidromuskovit	—	1,575	1,583

Kutatásaink folyamán bebizonyosodott, hogy az új csillámásvány, a hidroparagonit valóban létezik. A reá vonatkozó adatokat több helyről szedtük össze. Kiindulási pontul B a r s h a d paragonit-vizsgálatai szolgáltak [29]. Elkészítette két ismert lelőhelyről származó „paragonit” DTA vizsgálatát. Dolgozatában, mint az előbbieknél láttuk, a C-vel jelzett görbe közel megegyezik a nagybörzsőnyi I. hidromuszkovit DTA-görbéjével: az endoterm pont 700° körül van. B a r s h a d E-vel jelzett paragonit-görbéjén az endoterm pontot 800° -nál látjuk. Dolgozatában S c h a l l e r és S t e v e n s dolgozatára hivatkozik [32], akik a két paragonit elemzését elkészítették. S c h a l l e r és S t e v e n s két elemzést nem közölték, helyette D a n a „System of Mineralogy” (6 Ed.) című munkájának 623. oldalán közölt elemzésekre utalnak. Ezek szerint a C-vel jelzett „paragonit” (var. *cossait*) lelőhelye Fenestrella, Borgofranco m., Valle del Chisone, Piemont, Olaszország. Leírásuk szerint az ásvány finom szemű, szericit külsejű és elemzési adatai megegyeznek a D a n a könyvében közölt 5. számú elemzés adataival. Az E-vel jelzett „paragonit” lelőhelye: Mte Campione, Faido, Tessin, Svájc. Elemzési adatai megfelelnek D a n a könyvében az 1. számú elemzés adatainak.

A Faido, Tessin lelőhelyű paragonitról K o b l e n c z V. is készített DTA-görbét. Ez az előbbieknél ismertetett 6. számú görbe. Mint láttuk az endoterm pont 800° és 900° között van, míg B a r s h a d vizsgálatánál az endoterm pont 800° körül jelentkezik. A két vizsgálat jól egyezik. A C-vel jelzett görbe azonban ezektől lényeges eltérést mutat. Tekintettel arra, hogy ez utóbbi a nagybörzsőnyi hidromuszkovit görbéjével egyezik, nyomban felmerült a gondolat, hogy a fenestrellai ún. „paragonit” szintén hidrocillám.

D a n a könyvében közölt elemzési adatok alapján kiszámítottuk mindkét ásvány ionszámait. Az elemzési adatai a következők:

I. Fenestrella, Borgofranco:

SiO ₂	46,67%
Al ₂ O ₃	39,02%
Fe ₂ O ₃	2,01%
K ₂ O	1,36%
Na ₂ O	6,37%
H ₂ O	4,91%
	100,34%

II. Monte Campione, Faido, Tessin

SiO ₂	46,81%
Al ₂ O ₃	40,06%
Fe ₂ O ₃	ny.
MgO	0,65%
CaO	1,26%
K ₂ O	ny.
Na ₂ O	6,40%
H ₂ O	4,82%
	100,00%

A számítás eredménye:

	Ionsugár	Atomhányados	Ionszám		Ionszám (O + OH = 12)	
I. Fenestrella:						
Si	21,81%	0,42	0,7771	777,1	2,98 } 1,02 } 1,92 } 4	
Al	20,66%	0,51	0,7659	765,9		2,94 } 0,09 } 2,01
Fe ⁺⁺⁺	1,41%	0,64	0,0252	25,2		
Na	4,73%	0,97	0,2057	205,7	0,79 } 0,11 } 0,9	
K	1,13%	1,33	0,0289	28,9		
OH	9,28%	1,32	0,5453	545,3	2,09 } 9,91 } 12	
O	41,32%	1,32	2,5825	2582,5		

II. Mte Campione :		Ionsugár	Atomhányados	Ionszám		Ionszám (O + OH = 12)
Si	21,87%	0,42	0,7794	779,4		2,97
Al	21,21%	0,51	0,7863	786,3	3,00	1,03
Mg	0,39%	0,66	0,1612	16,1		0,06
Ca	0,90%	0,99	0,0225	22,5		0,09
Na	4,75%	0,97	0,2065	206,5		0,79
OH	9,10%	1,32	0,5351	535,1		2,04
O	41,78%	1,32	2,6112	2611,2	3146	9,96

Az ionszámok adataiból látható, hogy a fenestrellai ásvány valóban hidrocillám, mert HO-tartalma kb. 0,1 egyenértékkel nagyobb, mint a normál paragonit, ugyanakkor a Mte Campione-i csillámnál a HO-fölösleg a kísérleti hibák hatásán belül marad. Ez tehát nem hidrocillám, hanem valóban paragonit. Mindkettőnél 0,1 egyenértékkel kisebb a Na helyett szereplő atomegyüttes összege. Azonkívül a fenestrellai hidrocillámnál a 0,1 egyenérték HO-fölöslegnek pontosan megfelel az alkáliák csökkenésének mértéke, ami itt szintén 0,1 egyenérték. Itt tehát $n = m$. (Lásd a hidromuszkovit általános szerkezeti képletét.)

Így válik érthetővé, hogy a fenestrellai csillám DTA görbéjén miért kapjuk az endoterm pontot 700° körül, míg a Monte Campione-i csillámásványnál az endoterm pont $800-900^\circ$ körül jelentkezik. Ugyanis a hidroparagonit szerkezetileg megegyezik a hidromuszkovittal, míg a paragonit szerkezete a muszkoviténak felel meg és ennek megfelelően megy végbe hőbomlásuk.

Meg kell emlékeznünk a Bannister, F. A. által brammallitnak elnevezett [9] csillámásványról is. Idézett szerző az ásvány teljes elemzését nem közli, csupán a K és Na adatait. Ezek, valamint a törésmutatók és a röntgenvizsgálat alapján az ásvány nátronillitnek tekinti. Az adatokat azonban közelebről szemügyre véve kiténik, hogy az ásvány nem tekinthető illit-féleségnek, mert: 1. szemnagysága nem kolloidális méretű, hanem 1/2 mm-es is lehet, 2. az ásványt 700° -ig hevítve a röntgenadatok nem változnak. Bannister ebből azt a következtetést vonja le, hogy a bázistávolság a montmorillonit-hoz hasonlóan, vízleadással nem csökkent. Mint az előbbieken említettük, mind a montmorillonit, mind a hidromuszkovit DTA-vizsgálat alkalmával 700° körül vesztek el szerkezeti vizük túlnyomó részét, míg az illiteknél a szerkezeti vízleadás már $500-600^\circ$ között bekövetkezik. Így tehát a brammallit nem sorolható az illitek közé, hanem K : Na viszonya, szemnagysága és hevítéskor tanúsított magatartása alapján szintén hidroparagonitnak tekintendő. A rácsállandóknak az illitével egyezése, mint a nagybörzsönyi hidromuszkovitnál láttuk, nem döntő bizonyíték.

Ezután hasonlítsuk össze a Bannister dolgozatában közölt rácsállandókat és a törésmutatókat a nagybörzsönyi hidromuszkovit megfelelő adataival:

	a_0	b_0	$c_0 \sin \beta$	α	β	γ
Paragonit [9]	5,12	8,87	18,95	—	—	1,605
Brammallit [9]	5,2	9,00	19,2	1,561	—	1,579
Illit [9]	5,2	9,00	19,9	1,572	1,587	1,600
Hidromuszkovit (Nagybörzsöny)	5,2	9,00	19,92	—	1,575	1,583
Hidromuszkovit (Ogofau) [16]	5,19	9,03	20,02	—	1,575	1,580
Muszkovit [9]	5,18	9,02	19,95	1,5628	—	1,5988

A paragonitra vonatkozó adatok a Mte. Campione-i paragonit adatai, mely valóban paragonit és nem hidroparagonit. Sajnálatos, hogy a fenestrellai hidroparagonit

megfelelő adatai nem ismeretesek, azonban az eddigiek is elegendő bizonyítékát szolgáltatják a hidroparagonyt létezésének, míg a nátronillit létezése a brammallitnak elnevezett csillámásvány adatai alapján nem látszik bizonyítottnak.

II. Újabb ásványelőfordulások

Mint az előbbieken kifejtettük a nagybörzsönyi telérek mezotermális eredetűek. Az érchozó oldatok azonban lehűlés közben az érc üregeiben epitermális ásványokat is raktak le és különböző utólagos átalakulásokat idéztek elő, míg a telérek legfelső szintjén az oxidációs övezet ásványai kerültek napvilágra a Rózsabányából. A mezotermálisan képződött pirrotint helyenkint a lehűlésben levő oldatok a kéntartalom növekedése folytán nyomban megtámadták és paramorf módon átalakították. A kalkopirit, pirit, arzenopirit, szfalerit, galenit a hidrotermális folyamat minden hőmérsékletű szakaszában képződhet, a pirrotinnal egyidejű mezotermális képződmények. A markazit nemcsak kis hőmérsékletű felszálló, hanem leszivárgó oldatokból is keletkezik. Az ismert ásványok Koch—Grassellly [6] szerint: apatit, kvarc, pirit, galenit, pirrotin, vallerit, szfalerit, kalkopirit, arzenopirit, tetraedrit, bizmutin, arany, cosalit, jamesonit, semseyit, tetradimit (csiklovaít, hessit, petzit, argentit, proustit, molibdenit) barit, dolomit, kalcit, melnikovit-pirit, markazit, sziderit, magnetit, cronstedtit, kalkozin, covellin, goethit, limonit, arzenolit. A zárójelbe tett ásványokat Koch és Grassellly írták le innen először, a cronstedtitre a dolgozat szerzője hívta fel a figyelmet. A felsoroltakon kívül az altároló fejtésekor a következő újabb ásványok kerültek elő: löllingit, sztípnomelán, cronstedtit, meneghinit (?), ametiszt, fluorit, gipsz, vivianit (?) melanterit, pisanit, kröhnkit (?), s egy bőrtartalmu szilikátásvány.

Ez utóbbi nagytű alatt finom selymes fényű, hajlékony szálabból álló, vattára emlékeztető tömeg, mely nehezen választható külön a kísérő ásványoktól. Kísérő ásványok főleg kvarc, kalcit, pirit, arzenopirit, galenit, szfalerit. Sajnos az elemzés céljára tisztán kiproparált anyag nem volt elegendő teljes elemzéshez.

Az ásvány pontos vizsgálatát Koch S. (Szeged) készítette el. Levélbeni közlése szerint az ásvány turmalin, egyike a ritka hidrotermális turmalinoknak. Részletes vizsgálata ezideig nyomtatásban nem jelent meg.

Az eddigiek alapján tehát finom, fehér, selymes fényű tükkből álló ásványok Nagybörzsönyből a következők ismeretesek: apatit, rutil, turmalin. Ezekon kívül még egy, mikroszkópi finomságú tük halmazából álló ásvány került elő, mely bórsavat és Ti-t nem tartalmaz, amely azonban az Ásványtár égésekor megsemmisült és pótlása ezideig nem sikerült.

A turmalin megjelenésére vonatkozólag meg kell jegyeznünk, hogy többnyire az érc üregeiben fennöve, vattaszerű csomókban képződött. Finom szálai azonban megtalálhatók a hidromuskovit pikkelyei között, az ércásványokban és kvarckristályokban zárványként vagy üregekben finom selymes fényű tükkből álló kitöltés alakjában is. Mindez arra utal, hogy az érccel és a hidromuskovittal egyidejűleg képződött mezotermális ásvány.

A többi új ásványelőfordulás ismertetése inkább csak emlékeztetőből történhet, mert a mérési adatok a vizsgálati anyaggal együtt megsemmisültek.

Koch—Grassellly [6] dolgozata szerzőre való hivatkozással közelebbi adatok nélkül említi a cronstedtitet.

Cronstedtit Nagybörzsönyben főleg a Rózsabánya ércének üregeiben, rendszerint piritre ránöve jól fejlett parányi (0,1—1 mm-es) kristályokban fordul elő. E kristályok háromszögös piramisokra emlékeztetnek, melyek csúcsukkal nőttek az üreg falára s a 3. véglap tetőzi őket. Mint ismeretes, a cronstedtit monoklin csillámásvány, szerkezete és képződési körülményei a kaolinéhoz hasonlóak. Kristályai néha ikrek, ilyenkor a 3. vég-

lapnak hatágú csillag alakja van. A látszólagos piramislapok rovátkoltsága a csillámásványokra jellemző. Színe sötétzöld, csaknem fekete, vékony pikkelykéje sötétzöld színnel áttetsző, a kristályka élei és csúcsa azonban rendszerint vörösbarna. Törésmutatói a metilénjodidénál nagyobbak ($n > 1,74$). Leggyakoribb kialakulásmódjától eltérően a nagybörzsönyi érc üregeiben nem alkot vesés halmazokat. Könnyen olvad fekete salakká. Benne a vastartalom könnyen kimutatható.

A cronstedtithez teljesen hasonló körülmények között keletkezett Nagybörzsönyben a sztilpnomelán. Rendszerint finom szálás sugaras pamatokban vagy kéveszerű csomókban, gyakran azonban vesés, félgömbös bekéregzésekben vagy sündisznóra emlékeztető tüskés csomókban jelenik meg. E látszólagos tűk erősebb nagyítással többnyire lándzsa alakú pikkelyek. Mikroszkópban a tűk párhuzamos kioltásúak. Hosszantiányuk: a . Pontosabb optikai adataira vonatkozó feljegyzések megsemmisültek. Színe sötétbarna. Élénk gyöngyházszerű fénye van. Könnyen olvad. Zárt üvegcsőben vizet veszít. Belőle a vas bórxagyönggyel kimutatható.

Az ércásványok közül újdonságnak tekintendő Nagybörzsönyben a löllingit és a meneghinit (?).

A löllingit a nagybörzsönyi altáróból került elő. Prizmás, túszerű kristályai ezüstsziürke színűek, fémfényűek és a hidromuszkovittömegbe ágyazottak. Tehát a löllingit itt mezotermális ásvány. A kristályok alakját megszabja a megnyúlt prizma $m \{110\}$ és tetőzi az $e \{101\}$. Néha megjelenik a kristályon a $b \{010\}$ lap is. Szőgei a löllingit szögadataival egyeznek, ami jól megkülönbözteti az arsenopirittől. A mérési feljegyzések a Múzeum égésekor megsemmisültek. Forrasztócsővel hevítve mágneses tömeggé olvad. Zárt üvegcsőben fekete arzéntükör képződik az arsenopiritre jellemző sárga verődék nélkül. Mindössze 3-szor került elő.

A meneghinit-et (?) egyszer találtuk elkovasodott kőzetdarab üregeiben fennőve. Vékony, fémes fényű, fekete, antimonitra emlékeztető túszerű, rideg, kis keménységű kristályok. Belőle ezüstlemezén ként, szénen verődék alakjában ólmot és antimont lehetett kimutatni. Közlelbbi vizsgálatára az anyag elpusztulása miatt nem kerülhetett sor. Emiatt az előfordulás bizonytalanak tekintendő.

Másodlagosan képződött újabb kiserőásványok: gipsz, vivianit, melanterit, pisanit, króhnik (?).

A gipsz az altáróból került ki apró 0,1—2 mm-es fennőtt kristálykák alakjában. Rendszerint pirit és arsenopirit-tartalmú darabokon jelenik meg, jelöl annak, hogy ezek oxidációjából származik. A kristályokon észlelhető alakok: $b \{010\}$, $m \{110\}$, $l \{111\}$ és $n \{111\}$. A kristályok $b (110)$ szerint táblásak vagy $m (110)$ szerint prizmás természetűek. Néhány esetben az $l (111)$ az uralkodó alak. Néha láthatók (100) szerinti ikrek is. A szög-mérés adatai a vizsgálati anyaggal együtt megsemmisültek. Rendszerint b -lapjával nőtt az anyaközethez vagy az érces üreg falához, néha azonban tüskés csomókban jelenik meg. Optikai adatai tökéletesen egyeznek a gipsz adataival.

A vivianit (?) egyszer került elő 1 mm hosszú, lágy, kissé meggömbült, világoskék színű túszerű kristály alakjában. E kristályka külsőleg teljesen a gipszre emlékeztetett. közlelbbi vizsgálatára nem kerülhetett sor, mert megsemmisült. Így bizonytalanak tekintendő.

Melanterit az altáró anyagából került elő zömök prizmás kristályok, gyakrabban haj- és fonatszerű képződmények és bekegézések alakjában. Kagyósan törik. Üveg-fényű, világos sárgászöld színű, áttetsző. Kitűnően oldódik vízben. Oldata NH_4SCN -től élénk vörös színű lesz. $BaCl_2$ -dal fehér csapadékot ad. A Cu-ra jellemző zöld-kék lángszíne-zése nincsen. Ez különönbözteti meg a pisanittól, mely Nagybörzsönyben kékeszöld színű bekéregzések és fonatok alakjában található. A pisanit élénk Cu-lángszínezést ad. Mindkét ásvány optikai adataira vonatkozó feljegyzések megsemmisültek.

A kröhnkit (?) egyetlen példánya a Rózsabányából került ki. A kröhnkit $\text{Na}_2\text{Cu}(\text{SO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ lévén, lágba tartva előbb erőteljes Na-szint, majd Cu-lángszínezést ad. Halvány azurkék színű, prizmás, parányi monoklin kristálykák. Szőgei mikroszkópban mérve jól egyeztek a kröhnkit ismert szögadataival, törésmutatói azonban már nem a kröhnkit törésmutatóinak feleltek meg, hanem annál jóval kisebbek voltak a kalcantit törésmutatóihoz álltak közel. Emiatt szükséges lett volna további vizsgálatuk. Sajnos az egyetlen darab és a mérési eredmények is megsemmisültek. Az adatok hiányossága miatt az előfordulás bizonytalannak tekintendő.

Még két ásványletről kell megemlékeznünk, melyekből egy-egy parányi szemcse került elő. Az ametiszt egyetlen halvány ibolya színű kristálykáját a piritben bennőve találtuk. A fluorit néhány tized mm átmérőjű halvány zöld és ibolya színű gömböcskék alakjában szintén egyszer fordult elő. Pontosabb meghatározására már nem kerülhetett sor.

IRODALOM — REFERENCES

- Pantó G.: Jelentés az 1946. évi nagybörzsőnyi bányageológiai felvételtől. M. Áll. Földt. Int. 1945—47. évi jelentése II. k. 163—171. o. 1951. — 2. Kisvársányi G.—Herrmann M.: A nagybörzsőnyi érckutatás kőzettani vizsgálata. M. Áll. Földt. Int. Évi Jelentése. 1953. I. r. 141—173. o. — 3. Sztróka K.: Über den Wehrlit (Pilsenit). Annales Mus. Nat. Hung. Vol. XXXIX. 1946. 4. p. 75—103. — 4. Papp F.: Ércvizsgálatok hazai előfordulásokon. Földt. Közl. LXIII. k. 8. o. 1933. — 5. Pantó G.: A nagybörzsőnyi érceelőfordulás. Földt. Közl. LXXIX. k. 421. o. 1949. — 6. Koch S.—Grasselly Gy.: The minerals of the sulphid ore deposits of Nagybörzsöny. Acta Min. Petr. Inst. Min. et Petr. Univ. Szegediensis. Tom. VI. 1—21. 1952. — 7. Grim, R. E.: Clay Mineralogy. McGraw Hill. p. 323.: Clay minerals of hydrothermal origin. — 8. Bateman, A. M.: Economic mineral deposits. Wiley, New York, 1942. — 9. Bannister, F. A.: Brammallite (sodiumillite) a new mineral from Llandebie, South-Wales. Min. Mag. 26. 304—307. 1943. — 10. Sales, R.—Meyer, C.: Wall rock alteration of Butte, Montana. Am. Inst. Mining. Met. Engrs. Tech. Pub. 2400. 1948. — 11. Gruner, J. W.: Formation and stability of muscovite in acid solutions at elevated temperatures. Amer. Mineral. 24. 624—628. 1939. — 12. Barth, F. W.—Correns, W.—Eckola, P.: Die Entstehung der Gesteine. Berlin, 1939. S. 389. — 13. Noll, W.: Mineralbindung im System Al_2O_3 — SiO_2 — H_2O . N. Jb. Beil. Bd. 70. A. 65—115. 1936. — 14. Folk, R. L.: The alteration of feldspar and its products as studied in the laboratory. Amer. Journ. of Science Vol. 425. No. 6. pp. 388—394. 1947. — 15. Allen, E. T.—Grenshaw, J. L.—Johnston, L.—Larsen, E. S.: Die mineralischen Eisensulfide. Zeitschr. f. anorg. Chem. 76. 201—273. 1912. — 16. Brammall, A.—Leech, J. G. C.—Bannister, F. A.: The paragenesis of cookeite and hydromuscovite associated with gold at Ogofau, Carmarthenshire. Min. Mag. Vol. XXIV. No. 157. pp. 507—520. — 17. Ramdohr, P.: Die Erzminerale und ihre Verwachsungen. Berlin, 1955. — 18. Betschkin, A. G.: Lehrbuch der Mineralogie. Moskwa, 1951. Berlin, 1953. S. 537. — 19. Ganguly, A. K.: Hydration of exchangeable cations in silicatic minerals. Soil Sci. 71. pp. 239—244. 1951. — 20. Brown, G.—Norris, K.: Hydrous micas. Min. Mag. 29. pp. 929—932. 1952. — 21. Hendricks, S. B.—Alexander, L. T.: Minerals present in soil colloids: I. Description and methods for identification. Soil Sci. 48. pp. 257—268. 1939. — 22. Jasmund, K.: Die silicatischen Tonminerale. Weinheim, Brgrstr. 1951. S. 149, 159. — 23. Roy, R.—Osborn, E. F.: The system Al_2O_3 — SiO_2 — H_2O . Amer. Mineral. 39. pp. 853—885. 1954. — 24. Edelmann, C. H.—Favejee, J. C. L.: On the crystal structure of montmorillonite and halloysite. Zeitschr. f. Krist. 102. A. 417—431. 1940. — 25. McConeil, D.: The crystal chemistry of montmorillonite. Amer. Mineral. 35. 169—172. 1950. — 26. Grim, R. E.—Bradley, W. F.: Rehydration and dehydration of the clay minerals. Amer. Mineral. 33. 55—90. 1948. — 27. Machatschki, P.: Spezielle Mineralogie. Wien, 1953. 336. — 28. Grim, R. E. and Rowland, R. A.: Differential thermal analysis of clay minerals and other hydrous materials. Part. 2. Amer. Mineral. 27. 801—818. 1942. — 29. Barsh, A. J.: The Effect of the interlayer cations on the expansion of the mica type of crystal lattice. Amer. Mineral. 35. 225—238. 1950. — 30. Schüller, A.: Die Eigenschaften der Minerale II. Akademie Verlag, Berlin, 1954. S. 74. — 31. Nagelschmidt, G.—Hicks, D.: The mica of certain coal-measure shales in South Wales. Min. Mag. 26. 297—303. 1943. — Hintze, C.—Chudoba, K. F.: Handbuch der Mineralogie. Ergänzungsband II. Lieferung 3. S. 175. 1954. 32. Schaller, W. T.—Stevens, R. E.: The validity of paragonite as a mineral species. Amer. Mineral. 26. 541—545. 1941. — 33.

Megjegyzés.

E dolgozat nyomása közben érkezett Budapestre Strunz, H. Mineralogische Tabellen című munkájának 3. kiadása Strunz, H. e munkájában (307—309. old.) a brammallitot Bannistertől idezett dolgozatára hivatkozva a hidroparagonit név alá sorozza, jóllehet Bannistertől a hidroparagonit elnevezés nem szerepel. Megállapítása szerint az illit nevet az agyagásvány szeménységű hidromuskovitra szokás utabban használni. A két ásvány között csupán annyi különbséget tesz, hogy az illetnek 1 Md szerkezete van. Szerinte a brammallit nátrium-illetnek felel meg. A hidroparagonit és hidromuskovit nevet gyűjtőnévként kezeli. A hidromuskovit rászállandóit közelítő pontossággal a következőképp adja meg: $a_0 \approx 5,2$ $b_0 \approx 9,0$ $c_0 \approx 2,10$ $\beta \approx 95^\circ$ Erdélyi J. számítása szerint a hidromuskovit rászállandói:

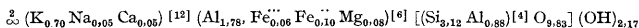
$$[a_0 = 5,2 \quad b_0 = 9,0 \quad c_0 = 20 \quad \alpha = 95^\circ]$$

Strunz, H. munkájának 3. kiadása 1957. aug. 1-i dátummal jelent meg, míg Erdélyi J. dolgozatát 1957. május 6-án mutatta be a M. Tud. Akadémia Geoémiai Főbizottságának ülésén.

The clay mineral accompanying the Nagybörzsöny ore and some new mineral occurrences at Nagybörzsöny

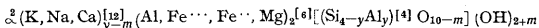
by J. ERDÉLYI—V. KOBLENCZ—V. TOINAY

The authors have investigated problems connected with the genetics of the clay mineral accompanying the Nagybörzsöny ore with detailed chemical, crystallographical DTA and X-ray methods. The following results were obtained: 1. The Nagybörzsöny clay mineral is a hydromuscovite closely related to muscovite, its crystal chemical formula being, in the basis of the Data of Analysis 1.



2. This hydromuscovite and the ore vein accompanied by it are of mesothermal origin. The Nagybörzsöny muscovite is more closely related to muscovite than the well-known formation at Ogofau, the latter being of epithermal origin [16].

3. In Hydromuscovite the excess OH occupies the positions of the O-s of the tetrahedral layer, so that the number of alkali metal ions to be bound decreases. The number of the oxygens of the tetrahedral layers decreases with the same amount as the number of equivalences of hydroxyl ions increases. So the general structural formula of hydromuscovite becomes.



It will have to be verified with further investigations and precis analyses whether the relation $n=m$ holds true, which appears to be the case with the Fenestrella hydromica.

4. On the basis of comparison of investigation data of the authors of this paper and several others, the existence of a new mineral, hydroparagonite could be doubtlessly established.

5. The mineral described under the name brammallite cannot be considered as a sodium illite; on the contrary, it is also a kind of hydroparagonite.

It could be doubtlessly established that the Nagybörzsöny ore locality is of mesothermal origin and that the mineralizing solutions have acted at a temperature of 300° Celsius and below. The cooling solutions have also deposited a random scatter of epithermal minerals in the cavities of mesothermal ore. They have also induced several secondary transformation. These problems were cleared by the huge aureole of hydromuscovite the veins at Nagybörzsöny are accompanied with. The authors have discussed in detail that it is impossible for hydromuscovite to have been formed above 400 degrees Celsius; however, such a large amount of clay mineral as found at Nagybörzsöny cannot be cooler than mesothermal. Epithermal clay mineral formation is generally of small extension. Pyrrhotite is mesothermal without doubt, as the vein fragments containing pyrrhotite are encased by hydromuscovite, indicating a contemporaneous origin. Because, as it was stated in the paper, the formation of hydromuscovite is a process closely connected to and accompanying ore formation. Supposing that pyrrhotite was formed at a higher temperature than hydromuscovite and that pyrrhotite was then encrusted by hydromuscovite as a result of a lower-temperature process, the pyrrhotite could not have retained its freshness of appearance, but would have suffered a paramorphic decomposition. However, the pyrrhotitic fragments from the Nagybörzsöny gallery are entirely fresh, while paramorphoses after pyrrhotite were found at the top horizons of the mine. Thus the gallery has explored the mesothermal region. Characteristic epithermal minerals are restricted to some smaller cavities in the mesothermal mineral association, such as cronstedtite, epithermal baryte, chalcodite. Abundant marcasite and melanikovite could have formed out of primary pyrrhotite not only by very low-temperature hydrothermal solutions but also by descendent ones. This assumption seems to be corroborated by their abundance at the upper horizons. The characteristic epithermal minerals occurring mostly in great masses are entirely lacking. The accumulation of ore was restricted to the zone of oxidation (Rózsabánya mine). It remains an open question whether there is a greater amount of ore at the lower, hypothermal level.