

molluszkum fauna — származás szempontjából —, annál több oldalról észrevehető reagensei a topográfiai viszonyoknak, a fizikai változásoknak; annál pontosabban árulják el a környezetet, amivel ok és okozati összefüggésben állanak. *A baltavári molluszkum fauna más-más természetű nemzetségeinek fejlődésmenete fokról-fokra követte területünkön a felső-pannontól az alsó-levantei emelet idejéig beállott változásokat. Nem úgynevezett „vezérkövületeire“, hanem az egészre, mint „vezérfaunára“ támaszkodva, bezáró rétegei képződési idejét olyan száraz, sivatagi periódusba kell helyezni, ami a terület viszonyainak megfelelően, csak az alsó-levantei emelet lehet.*

Általánosságban nem lehet ugyan kimondani, hogy az emlősfaua rovására a molluszkum fauna a jobb korhatározó, de a jelen szerencsésebb esetben igen. Mire a miocén jellegű, valószínűleg már az alsó szarmatában bevándorolt emlősfaua az egységesen kialakult levantei klímaterületre átkerült, az általában szűk elhatároltság körében élt fajok fejlődési folyamata közben többször megváltozott környezet, szenilis formákat hozott létre. Ebben az időben már predestinálva voltak a kihalásra s szenilis jellegük is a kormegállapításnál zavart okozhat. Föltételezhető, hogy genetikai sorrendjük ebben a szakaszában már nem tudtak lépést tartani a külső behatásokkal könnyebben megalkuvó akkori molluszkum faunákkal s talán ez a körülmény oka annak, hogy a két állattörzset sztratigráfiai elbírálásnál nem lehet egymással párhuzamba állítani.

Szeged, 1923 december 15.

ÉTETÉSI VIZSGÁLATOK A BOTESI CHALKOPIRITEN.

(A 9—11. ábrával.)

Írta: TOKODY LASZLÓ DR.*

A chalkopirit étetésével TOBORFFY Z. és A. HIMMELBAUER foglalkoztak.

TOBORFFY a pulacayoi chalkopiritet étette HNO_3 és H_2SO_4 -gyel.¹ HIMMELBAUER² étetőszerül különböző arányban hígított királyvizet és conc. NaOH-oldatot használt. H_2SO_4 , HNO_3 és HCl nem volt megfelelő, sem a megömlesztett NaOH. Sugárképet (Lichtbild) nem figyelt meg. Általános tételként említi, hogy a savakkal való étetés után a + szfenoidlapok fénytelenek és korrodáltak, rajtuk étetési dombok vannak; a — szfenoidlapok fényesek és étetési idomok borítják őket.

* Előadta a Magyarhoni Földtani Társulat 1922 nov. 8-i szakülésén.

¹ Math. és Term.-tud. Ért. 1903. p. 380.

² Tschermak's Min. u. petr. Mitt. 1908. p. 327—352.

NaOH-t használva, a jelenség megfordított. A II. r. bipiramisokon aszimmetrikus idomokat figyelt meg. Savakkal való étetésnél az étetési zóna (111) : (001), (111) : (100) és (111) : (010), alkali-hidroxidok hatására: (100) : (111), (010) : (111) és (001) : (111). A BECKENKAMP-tól leírt rombos szimmetriájú chalkopiritek alacsonyabb szimmetriájának okát az anyalúg koncentrációjának megváltozásában látja.

Az általam megvizsgált kristályok Botesről származnak s azokat MAURITZ B. egyet. tanár úr írta le részletesen.³

Vizsgálataimnál a következő oldószereket használtam. *HCl* conc. étetési idő 15—25 perc. *H₂SO₄* conc. étetési idő 1·25—2·5 perc, hígítva nem eredményez idomokat. *HNO₃* conc. 40 mp — 2 perc, hígítva nem alkalmas. *Királyvíz* conc. és hígítva, étetési idő 0·5—5 perc. *NaOH* conc. oldata, étetési idő 6—12 óra. *C₆H₂(NO₂)₃ONa* (nátriumpikrát)⁴, étetési idő 1·5—3 óra. — *HNO₃* és királyvízzel való étetés után kiválóként *CS₂*-vel távolítottam el.

Az étetési alakok vizsgálata teljesen ugyanazon módszer szerint történt, melyet már a pirit étetési viszonyait tárgyaló munkámban részletesen leírtam.⁵

Vizsgálataim során 109 kristályt étettem meg.

ÉTETÉS SAVAKKAL.

1. Kénsavas étetés.

A kénsavat a chalkopirit étetésére először TOBORFFY használta; HIMMELBAUER nem ért vele eredményt. A kénsavat addig kell melegítenünk, míg forni kezd és a kéntrioxid fehér gőz alakjában elszáll, ekkor a megéteendő kristályt belebocsájtjuk. *Ilyen eljárás mellett igen szép idomokat nyerünk.*

A kristályt 1·5 percig étetve, igen szép idomokat kapunk a negatív szfenoidlapokon. Az idomok egyenlőszárú háromszögek, melyek a magasságuk irányában néha megnyúltak (9. ábra c).

A másodrendű bipiramis lapjain kevés számú, különálló, aszimmetrikus idomok jelentkeznek. Ezek nem oly nagy számúak, mint a negatív szfenoidlap idomai. Alakjuk megnyúlt általános háromszög; leghosszabb oldaluk megduzzadtnak látszik (9. ábra c). Nagyságuk a magasság irányában mérve 3—4 μ .

Oly ikerknél, melyeknél az ikerlap egy alapszfenoidlap s a két egyén pozitív és negatív szfenoidlapjai egy síkba jutnak, az étetett

³ Math. és Term.-tud. Ért. 1918. XXXVI. 539—547.

⁴ 100 cm³ 25%-os NaOH-oldatba 2 g pikrinsavat adtam s azután vízfürdőn félóránig melegítettem.

⁵ Földtani Közlöny. 1921—22. LI—LII. 52—66.

kristályon az ikerképződés feltűnik. Ugyanis míg a negatív szfenoid lapját étetési idomok borítják, addig a pozitív szfenoidon étetési dombok helyezkednek el. Az étetési dombok és idomok között igen éles határ húzódik.

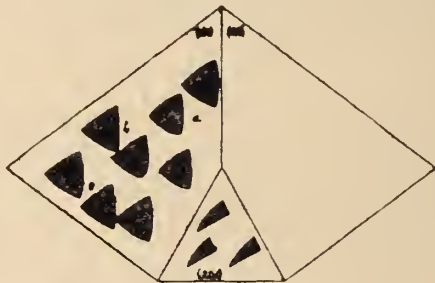
A negatív szfenoidlapokon észlelt idomokat általában jellemzi, hogy oldallapjaik megduzzadtak. Nagyságuk meglehetősen állandó, a magasság irányában mérve: 6—7 μ .

A lapok étetés után rozsdabarnára színeződnek és fényüket a negatív szfenoidlapok kivételével elvesztik. Sugárképet nem tudtam megfigyelni.

Két percnyi étetés után a negatív szfenoidlapon igen kevés idom jelentkezik, ezek már nagyon közel állnak az egyenlő oldalú háromszögekhez. A negatív szfenoidlap most is megtartja fényét. Sugárképet nem lehetett észlelni.

Ha a kristályt 2·25 percig étetjük, a pozitív szfenoidlapon sűrűn egymáshoz csatlakozó étetési dombokat figyelhetünk meg. A dombok vetülete egyenlőszárú háromszög, de már megközelíti az egyenlőoldalú háromszöget (10. ábra). Az étetési dombok nagysága: 4—5 μ .

A negatív szfenoidlapon egyenlőszárú háromszögalakú idomok jelentkeznek. Ezek az idomok teljesen olyanok, mint a 1·5 percnyi éte-



9. ábra.

tés után megfigyelhetők, csak hogy sokkal sűrűbben lépnek fel. A kristálylap szélén, az élekhez közelálló idomok rendkívül szépen fejlődöttek, önálló határozott alakjuk van. A belső étetési lapok jól észrevehetőek s a belső étetési lapok alapján két típusba oszthatók: *a*) a belső étetési lapokat egy másik, a szfenoidlappal párhuzamos lap zárja le, *b*) típusnál az utóbbi lap hiányzik (9. ábra). Az *a*) típus a gyakoribb. Elég gyakran figyelhetők meg egymásba tokozott idomok; ez a jelenség csakis az *a*) típusnál észlelhető. Az idomok nagysága: 4—10 μ . A kristálylapok, a negatív szfenoidlap kivételével elvesztik fényüket. A sugárképeknek csak igen halvány nyomait láthatjuk.

2·5 percnyi étetés után a kénsav szétmarja a kristályt. Hígított kénsavval eredményre nem jutottam.

2. *Étetés királyvízzel.*

A királyvízzel való étetést először HIMMELBAUER alkalmazta. Az 1 : 1 arányban vízzel hígított királyvízzel a következő eredményeket kaptam.

A kristály 40 másodpernyi étetése után a negatív szfenoidlapot nem nagy számmal borítják az igen apró idomok, melyek egyenlőszárú háromszögek. Belső étetési lapok nem voltak megfigyelhetők. A pozitív szfenoidlapon étetési dombok jelentkeztek.

50 másodpernyi étetés után a rendkívül apró étetési idomok a lapot nagy számmal lepték el. A pozitív szfenoidon sűrűn vannak étetési dombok. A (201) lapját aszimmetrikus idomok fedték. A lapok, a negatív szfenoid kivételével fényüket elvesztették.

0.5 perc után a negatív szfenoidlapon elszórtan megjelennek a nagyon apró étetési idomok, alakjuk egyenlőszárú háromszög, ez azonban igen közel áll az egyenlőoldalú háromszöghöz. Belső étetési lapok nem vehetők észre. Az idom étetési lapjainak éle párhuzamos a megétetett kristálylap élével, tehát az étetési lapok az $(1\bar{1}1) : (001)$, $(1\bar{1}1) : (100)$ és $(1\bar{1}1) : (01|0)$ zónákban fekszenek, mint azt már HIMMELBAUER is megállapította.

Az idomok nagysága alig éri el az egy mikront. A }201{ túszerű aszimmetrikus idomokat mutatott, melyek általános háromszögek. Orientációjukat HIMMELBAUER megállapította már, t. i. a hosszabb magasságuk merőleges az $(111) : (201)$ élre és csúcsuk ettől elfordult. Az idomok nagysága a hosszabb magasság irányában mérve: 2—3 μ .

A pozitív szfenoidlapon étetési dombok lépnek fel. A lapok fényüket elvesztik, a negatív szfenoidlapok kivételével. Sugárkép nem mutatkozott.

A kristálylapok $\frac{3}{4}$ pernyi étetés után szép étetési alakokat tüntettek fel. Az idomok rendkívül nagy számmal borítják a negatív szfenoidlapot. Egyedül álló idomok rendkívül ritkák, ezeknek az alakja egyenlőszárú háromszög, amely nem sokban tér el az egyenlőoldalú háromszögtől. A belső étetési lapokat nem minden esetben ismerhetni fel; ha észrevehetőek, akkor az idomokat az *a*) típusba kell sorolnunk. Az idomok alig érik el az egy mikron nagyságot.

A pozitív szfenoid lapját sűrűn borítják a rendkívül apró étetési dombok, melyeknek alakját közelebbről meghatározni nem volt lehető.

A }201{ túszerű aszimmetrikus idomokat mutatott. Belső étetési lapokat felismerni nem lehetett. Kisebb mennyiségben borítják a lapot, mint a szfenoidlapok étetési alakjai, de nagyobb számmal jelentkeznek azon kristályok bipiramisainak idomainál, melyek rövidebb ideig

voltak az oldószer hatásának kitéve. Méretük egy mikron, néha nagyobbak is.

A kristálylapok étetés után fényüket teljesen elvesztik; kivéve a negatív szfenoid lapjait.

Úgy a pozitív, mint a negatív szfenoidlapokon — a $\frac{3}{4}$ percnyi étetés után — alkalmam volt *sugárképet* megfigyelni. A negatív szfenoid lapján a sugárkép sokkal nagyobb intenzitású, mint a pozitív szfenoidon, mert ez utóbbinál a lapnak rostozottsága a sugárkép megjelenését befolyásolja.

A negatív szfenoidlapon megjelenő sugárképnél szembeűnik az erősfényű középponti mag, melyből két sugár indul ki. A sugarak közül az egyik pontosan vertikális irányú, az (1 $\bar{1}$ 1): (001) övbe esik, míg a másik vele 20° 30'-nyi szöget képez.

A sugarak intenzitása a centrális mag intenzitásánál kisebb.

A pozitív szfenoidlapon megfigyelhető sugárkép erősfényű centrális magból áll, melyből egyetlen sugár indul ki s ez a mellék szimmetriás irányába esik. Az egész kép fényerőssége jóval kisebb, mint a negatív szfenoidlap sugárkép intenzitása.

A másodrendű bipiramison néha lehetséges volt a sugárképnek halavány alakját észlelni, de pontosabb meghatározása nem volt lehetséges.

Ha az oldószert 1 királyvíz : 2H₂O arányban alkalmazzuk, kielégítő eredményt érünk el. Ekkor hosszabb idő szükséges az étetéshez. A kristályt 5 percig étetve, a negatív és pozitív szfenoidlapokon, valamint a II. r. bipiramison az étetésnek csak halavány nyomai vehetők észre.

5-5 percnyi étetés után jól fejlett idomok nagy számban fedik az {201} lapjait, melyek egyenlőszárú, majdnem egyenlőoldalú háromszögek. Belső étetési lapokat nem minden esetben figyelhetni meg; az idomok valószínűleg az *a*) típust követik. Méretük alig egy mikron.

A pozitív szfenoidon sűrűn elhelyezkedő étetési dombok figyelhetők meg. A különböző indexű másodrendű bipiramisokon apró, tűalakú étetési idomok léptek fel, melyek a lapokat nem nagy számmal borították. Az idomok hosszabb magassága merőleges a pozitív szfenoid élére.

A lapok fényüket, a negatív szfenoidlapok kivételével elvesztik. Sugárkép nem volt megfigyelhető.

3. Étetés salétromsavval.

A salétromsavat a chalkopirit étetésére először TOBORFFY alkalmazta.⁶

⁶ L. c.

Egy pernyi étetés után egy lapon sem észlelhető jól kialakult étetési alak.

1.5 perc után az étetési alakok mindig csak a *negatív szfenoid* lapján jelentkeznek; a többi lapot az oldószer teljesen elmarja. Az idomok elszórtan fekszenek; alakjuk egyenlőszárú háromszög, belső étetési lapjaik alapján a *b*) típusba tartoznak. Nagyságuk: 1.5 μ . A lap fényes.

Két percig étetve a kristályt, a negatív szfenoidon idomok állapíthatók meg, melyek rendkívül sűrűen helyezkednek egymás mellé; az idomok háromszögek. Nagyságuk nem éri el az egy mikron nagyságot. A lap fényét megőrzi.

2.5 pernyi maratás után a negatív szfenoid kivételével az összes lapok szétroncsolódtak. A lap fénye erősen csökkent.

5 percig étetve a kristályokat, csak a maratás erőteljes nyomait állapíthatjuk meg.

4. *Étetés sósavval.*

Sósavval nem kapunk kielégítő eredményt. A lapokon az étetés nyomai kétségtelenül megállapíthatók, de a fellépő étetési formák már nem határozhatók meg. Sósavat csak koncentrált állapotban alkalmazhatjuk, hígítottan nem támadja meg a kristályt. 25 perenél több idő múlva az összes vas mint oxid válik ki, s ez a további vizsgálatokat lehetetlenné teszi. A lapok fényüket elvesztik, csak a negatív szfenoid lapja őrzi meg, de erősen csökkentett intenzitással. Sugárképnek nyomait sem lehet észlelni.

Étetés nátriumhidroxiddal.

A NaOH-t koncentrált oldat alakjában először HIMMELBAUER alkalmazta. Megömlesztett anyaggal célt nem érhetünk, mert benne a kristályok teljesen szétpattogzanak.

A nátriumhidroxiddal eszközölt étetések után *a negatív és pozitív szfenoid lapjai teljesen ellenkezően viselkednek, mint viselkedtek volt a savas étetésekkel szemben.*

A legjobb eredményt 6 órai étetés után értem el. Jó idomok jelennek meg a rostozott vagy befuttatott, pozitívnak tekintett szfenoidlapon. Az idomok a lapokat egyenletesen borítják. Ahol a lap erősebben rostozott, ott idomok nem figyelhetők meg. Az idomok többnyire különálló, egyenlőszárú háromszögek, melyek kis mértékben térnek el az egyenlőoldalú háromszögektől, alakilag tökéletesen megegyeznek a 10. ábrán feltüntetett étetési dombokkal. Nagyságuk: 5—6 μ .

A negatív szfenoidlapon igen apró étetési dombok figyelhetők meg nagy számmal.

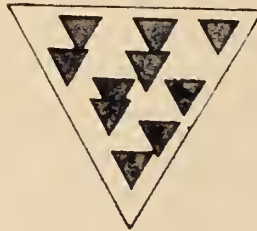
A $\{201\}$ másodrendű bipiramison az idomok teljesen megegyeznek a savas étetések után a másodrendű bipiramisokon fellépő idomokkal; aszimmetrikusak, általános háromszögalakúak, de hosszabb magasságuk a $(201) : (001)$ zónába esik.

A kristálylapok fényüket elvesztik.

Sugárképet nem tudtam megfigyelni.

Étetés nátriumpikráttal.

Az oldószert forrón alkalmaztam. A legjobb eredményt 2 óra hosszúig tartó étetés után kaptam. *A nátriumpikráttal szemben a kristályok úgy viselkednek, mint a savakkal szemben:* a negatív szfenoidlapon tűntek fel az étetési idomok, míg a pozitív szfenoidlapon étetési dombok.



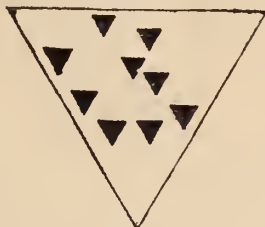
10. ábra.

A negatív szfenoidlapon jól kialakult idomok figyelhetők meg. Az idomok alakja egyenlőszárú háromszög, amely csak nagyon kevéssé tér el az egyenlőoldalú háromszögtől. Az idomok a belső étetési lapok alapján a *b)* típusba sorolhatók. Az idomok határvonala mindig rendkívül éles. Az idomok mérete: 1μ . Az idomok többnyire magábanállók; a csoportos megjelenés nem gyakori. Az idomok különállósága és az állandó méret jellemzi a nátriumpikrátos étetést. A negatív szfenoidlapok az étetés után fényüket megtartják. Kétórás étetés után jelentkező idomok alakját és eloszlását a 11. ábra mutatja.

A kristályokat 1,5 óráig étetve, a negatív szfenoidlapon az előbbiekkal teljesen megegyező idomok jelentkeznek, egyenlőszárú háromszögek, melyek kevéssé térnek el az egyenlőoldalútól. A belső étetési lapok alapján az idomok az *a)* típusba tartoznak. Némely esetben az idomok a *b)* típusba tartoznak. A jó kifejlődésű idomok inkább a lapok széle felé találhatók, egyenként helyezkednek el, csoportokat sohasem alkotnak. A pozitív szfenoidlapon az étetés igen erőteljes nyomokat hagyott; valószínűleg étetési dombok fedik, azonban mivelük pontosan meg nem állapítható. A lap chagrines felületűnek látszik. A másodrendű bipiramisokon néha idomok jelentkeztek, de oly aprók, hogy pontos alakjuk meg nem határozható.

A lapok fényüket a negatív szfenoidlapok kivételével elvesztették.

Az egy és fél órás étetés után *a negatív szfenoidlapon rendkívül éles sugárkép jelentkezett.* A sugárkép áll egy középponti magból és belőle kiinduló két sugárból; a középponti magot csillogó mező veszi körül. A centrális mag és a sugarak intenzitása megegyező. Az egyik sugár függőleges helyzetű, az $(\bar{1}\bar{1}1) : (001)$ zónában fekszik; a második sugár az előbbivel $21^{\circ}40'$ -nyi szöveget zár be.



11. ábra.

Fél óráig tartó étetés után a pozitív szfenoid lapján étetési dombok vehetők észre, ugyanekkor a negatív szfenoidon az étetésnek csak halvány nyomai észlelhetők.

Összefoglalás.

Az idomok eloszlása a lapokon az összes alkalmazott oldószerek használata után egyenletes.

Az idomok legnagyobb részben különállók.

Az idomok alakjában nagy a megegyezés a legkülönbélebb oldószerek alkalmazása mellett is. *A szfenoidlapokon mindig egyenlőszárú háromszögek jelentkeznek, melyek csak kevésbé térnek el az egyenlőoldalú háromszögektől.*

A másodrendű bipiramisokon általános háromszögalakú idomok lépnek fel.

A chalkopirit étetésénél is feltűnik az a szabályszerűség, melyre már a pirit étetési viszonyait tárgyaló munkámban rámutattam, hogy t. i. *a nagyobb viszkozitású oldószerek eredményezik a legjobban kialakult idomokat.* A chalkopiritet étetve a legjobb idomokat kapjuk a kénsav alkalmazásakor, míg a legkevésbé jól kialakult idomok a sósavval való étetés után jelentkeznek.

Az idomok orientációja: a savakkal és nátriumpikráttal végzett étetések után a szfenoidlapokon jelentkező idomok az $(\bar{1}\bar{1}1) : (001)$, $(111) : (100)$ és $(\bar{1}\bar{1}1) : (010)$ zónákban fekszenek. A nátriumhidroxidos étetés után fellépő idomok az $(100) : (111)$, $(010) : (111)$ és $(001) : (\bar{1}\bar{1}1)$ zónákba esnek. A $\{201\}$ másodrendű bipiramison megfigyelt étetési idomok a savas és nátriumpikrátos étetések után közeli-

tőleg az $(\bar{1}\bar{1}1) : (100)$ és $(201) : (\bar{1}10)$ zónák metszéspontjában fekszenek, tehát a $(3\bar{1}1)$ indexű lapnak felelnek meg; a nátriumhidroxidos étetésnél az étetési zónák $(001) : (100)$, illetve $(001) : (010)$.

Az idomok méreténél az egyes oldószerek alkalmazásán belül és általában sem észlelhető nagyobb ingadozás. A negatív szfenoid lapjain fellépő idomok mérete egy és hét mikron között van és pedig a legkisebb (1μ) idomok a királyvíz, salétromsav és nátriumpikrát alkalmazása után jelentkeznek; míg a legnagyobb ($6-7 \mu$) idomokat a kénsavas étetés után nyerjük. A másodrendű bipiramisokon az idomok mérete $1-4 \mu$ és pedig legkisebb (1μ) a nátriumpikráttal való étetés után, legnagyobb idom (4μ) pedig kénsavas maratás után keletkezik.

Az étetési idő a savakkal eszközölt étetéseknel általában rövid, míg a nátriumpikrát és nátriumhidroxid esetében hosszabb. Savak alkalmazásakor a legrövidebb étetési idő 40 másodperc volt a királyvíz és salétromsav használatakor. Leghosszabb idő 25 perc sósavnál. Általában pedig $1.5-2$ percig állottak a kristályok a savtermészetű oldószerek hatása alatt. Nátriumpikráttal és nátriumhidroxiddal végzett étetéseknel az étetési idő két, illetve hat óra volt.

A legnagyobb oldódási ellentállást, vagyis a legkisebb oldódási sebességet a negatív szfenoid lapjai tanúsítják, majd ezeket követik sorrendben a bipiramislapok.

Sugárkép csak a királyvízzel és a nátriumpikráttal végzett étetések után jelentkezett; nyomokban mutatkozott a kénsavas és nátriumhidroxidos étetés után. A negatív szfenoidlapon fellépő sugárkép úgy a királyvízzel, mint a nátriumpikráttal eszközölt étetések után teljes megegyezést mutatott. A pozitív szfenoidlapon sugárkép csak a királyvízes étetés után tűnt fel, intenzitása sokkal gyengébb, mint a negatív szfenoidlapon. A másodrendű bipiramison csak a nátriumpikrátos étetés után volt sugárkép.

A kristálylapok fényüket az étetés után elvesztik, kivételt csak a negatív szfenoidlap képez. Az étetés után a negatív és pozitív szfenoidlapok egymástól jól elkülöníthetők, amennyiben a negatív szfenoidlapok, melyek étetés előtt fényesek és símák voltak, étetés után is megtartják fényüket, míg a pozitív szfenoidok fénytelenek lesznek.

A fentebbi vizsgálatokból az tűnik ki, hogy a chalkopirit a négyzetes rendszer szkalenoederes hemiédriájának szimmetriáját követi.

Munkámat befejezve, kedves kötelességet teljesítek, midőn DR. MAURITZ BÉLA tud.-egyet. ny. r. tanár úrnak őszinte hálás köszönetet mondok értékes tanácsaiért, melyekkel munkám egész folyamán támogatni szives volt.

Budapest, 1919 június 1-én.

(Készült a budapesti tudományegyetem ásvány-kőzettani intézetében.)