

## ADATOK A DÉLAUSZTRÁLIAI ATAKAMIT KRISTÁLYTANI ISMERETÉHEZ.

Irták: LIFFA AURÉL dr. és TOKODY LÁSZLÓ dr.\*

— Az 1. ábrával. —

Az atakamitnak Dél-Ausztráliában való előfordulása több helyről ismeretes, hol is rézérczek kíséretében lelhető. SCHRAUF közléseiből tudjuk, hogy 1845-ben nyitották meg az Adelaidetől É-ra fekvő Burra-Burra rézbányákat; 1859-ben pedig a Yorke félszigeten fedezték fel azt a gazdag rézérc-előfordulást, amelynek kiaknázása csakhamar a Wallaroo és Kadina nevű városok és azok közelében a bányák egész sorának a keletkezését vonta maga után. Ez utóbbiak közül mint legnevezetesebbek Wallaroo, Moonta és New Cornwall bányái említhetők.

A Magyar Nemzeti Múzeum ásványtárának gyűjteménye is igen szép délausztráliai atakamit-stufáknak jutott a birtokába, amelyek közül egyet alkalmunk volt kristálytani szempontból megvizsgálni, amiért ZIMÁNYI KÁROLY DR. igazgató úrnak e helyen is köszönetet mondunk. A megvizsgált stufa lelőhelye: So. Australia, Nr. Kadina, Old Cornwall mine.

SCHRAUF szerint az atakamit úgy a fennebb említett bányákban, mint ez utóbbi helyen is a nagy konyhasó-tartalmú bányavizek hatásának kitett rézérczek átalakulási terméke gyanánt lép fel. A különböző helyekről, de különösen Wallaroo és Burra-Burra bányáiból származó atakamit-stufák európai gyűjteményekbe jutván, kristályaik vizsgálatával KLEIN<sup>1</sup>, SCHRAUF<sup>2</sup>, ZEPHAROVICH<sup>3</sup>, TSCHERMAK<sup>4</sup>, DANA<sup>5</sup>, GROTH<sup>6</sup>, UNGEMACH<sup>7</sup> foglalkoztak.

\* Előadatott: a Mhoni Földtani Társulat 1926. évi december hó 1-i szakülésén.

<sup>1</sup> C. KLEIN: Über Atakamit aus Australien. (Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie u. Palaeontologie. Stuttgart. 1869. p. 347.)

Mineralogische Mitteilungen I. Atakamit aus Süd-Australien. (Neues Jahrb. für Miner. etc. Stuttgart. 1871. p. 495.)

<sup>2</sup> A. SCHRAUF: Kupfer von Wallaroo. (Tschermak's Min. Mitteilungen Wien. 1872. p. 53.) Atlas der Krystall-Formen des Mineralreiches. Wien, 1877. Taf. 24.

<sup>3</sup> V. v. ZEPHAROVICH: Die Atakamit-Krystalle aus Süd-Australien. (Sitzungsberichte der kaiser. Akademie der Wissenschaften. Bd. LXIII. Wien. 1871. p. 6.)

Die Atakamit-Krystalle aus Süd-Australien. (Ibid. Bd. LXVIII. Jahrg. 1873. p. 120.)

<sup>4</sup> G. TSCHERMAK: Ueber Atakamit. (Tschermak's Min. u. petr. Mitteil. Wien. 1873. p. 39.)

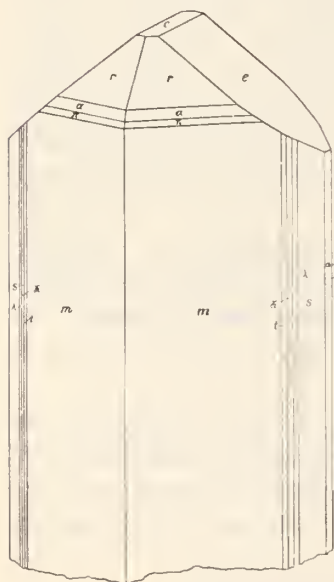
<sup>5</sup> E. S. DANA: Morphologische Studien über Atakamit. (Tschermak's Mineralog. u. petrograph. Mitteilungen. Wien, 1874. p. 103.)

<sup>6</sup> P. GROTH: Die Mineraliensammlung der Kaiser Wilhelm Universität Strassburg. Strassburg. 1878. p. 118.

<sup>7</sup> M. H. UNGEMACH: L'atacamite. (Bulletin de la Société Française de Minéralogie. Tome 34. Paris. 1911. p. 148—216.)

Az általunk tanulmányozott *atakamit* egy sárgás színű agyagos telérkitöltésnek a druzadarabját képezi, amelyen az egyik végükkel fennőtt kristályok 5—6 mm hosszú s 2—3 mm széles egyénektől kezdve, a hajszálvékonyoságig különböző dimenziókban találhatók. Ebből az anyagból, — mivel kristályai kézi nagyítóval vizsgálva se forma, se lapok bősége tekintetében észrevehető különbséget nem mutattak — közelebbről négy kristályt vizsgáltunk meg, amelyen következő 11 formát sikerült megállapítanunk:

$c \{ 001 \}$	$z \{ 790 \}$	$r \{ 111 \}$
$a \{ 010 \}$	$t \{ 560 \}$	* $\alpha \{ 552 \}$
$s \{ 120 \}$	$m \{ 110 \}$	* $\pi \{ 441 \}$
* $\lambda \{ 7.13.0 \}$	$e \{ 011 \}$	



1. ábra.

Ezek közül a csillaggal jelöltek az atakamitra nézve általában új formáknak bizonyultak. A  $\pi \{ 441 \}$  bipiramis azonban — mint később látni fogjuk — kevésbé biztos. UNGEMACH az atakamitról szóló monografikus munkájában az eddig megfigyelt formák számát 93-ban állapítja meg, amelyekből 65 formát a biztosak, 12 formát a bizonytalanok és 16 formát a valószínűtlenek közé sorol. A fennebbi új formák hozzáadásával UNGEMACH emez adatai következőkép módosulnak:

$$67 + 13 + 16 = 96.$$

Fennebbi szerző szerint csupán ausztráliai atakamiton eddig 34 forma ismeretes; közülök 26 biztos, 8 valószínűtlen. Ezek összege a fennebbi új alakok hozzáadása után:

$$28 + 9 = 37.$$

Az általunk megfigyelt 11 alak a négy kristályon a következő kombinációkban jelent meg:

1. kristály:  $a \{ 010 \}$ ,  $c \{ 001 \}$ ,  $s \{ 120 \}$ ,  $m \{ 110 \}$ ,  $e \{ 011 \}$ ,  $r \{ 111 \}$ .
2. „ :  $a \{ 010 \}$ ,  $c \{ 001 \}$ ,  $s \{ 120 \}$ ,  $z \{ 790 \}$ ,  $t \{ 560 \}$ ,  $m \{ 110 \}$ ,  $e \{ 011 \}$ ,  $r \{ 111 \}$ .
3. „ :  $a \{ 010 \}$ ,  $c \{ 001 \}$ ,  $s \{ 120 \}$ ,  $m \{ 110 \}$ ,  $e \{ 011 \}$ ,  $r \{ 111 \}$ ,  $\alpha \{ 552 \}$ ,  $\pi \{ 441 \}$ ,
4. „ :  $a \{ 010 \}$ ,  $c \{ 001 \}$ ,  $s \{ 120 \}$ ,  $\lambda \{ 7.13.0 \}$ ,  $m \{ 110 \}$ ,  $e \{ 011 \}$ ,  $r \{ 111 \}$ .

Az egyes formák kifejlődési módjáról a következőket említhetjük:

Az  $a \{ 010 \} = 0\infty$  minden kristályon megvan keskeny, csicalakú lapokkal. Alárendeltebb kifejlődésük miatt reflexük többnyire gyenge, de a forma biztos megállapítását mindenkor lehetővé teszi.

A  $c\{001\} = 0$  megjelenése ugyancsak minden kristályon kimutatható. Lapjai mindig egyenetlen felületűek, hajlottak, minek következtében reflexük is gyenge. E formának ez a görbült kifejlődése, amilyenek KLEIN, ZEPHAROVICH és UNGEMACH is találták, épúgy mint ZEPHAROVICH-tól észlelt ama sajátága is, hogy csak oly kristályokon lép fel, amelyekben az  $a\{010\}$  is ki van fejlődve, — ami e kristályokon szintén beigazolást nyer — úgy látszik a dél-ausztráliai atakamitok egyik jellemző morfológiai tulajdonsága.

Az  $s\{120\} = \infty 2$  harmadik fajta prizma valamennyi mért kristályon megvan, változó nagyságú lapokkal. Legtöbbszörre nem érnek el nagyobb terjedelmet és az  $m\{110\}$  forma lapjainál mindig kisebbek. Felületük síma, reflexük igen jó.

A  $\lambda\{7.13.0\} = \infty \frac{13}{7}$  formát csak egy kristályon volt alkalmunk kimutatni, amikor is két parallel lappal jelent meg. Mindkét lapja csak keskeny csík, amelyek azonban jó reflexeket szolgáltattak és a forma biztos megállapítását lehetővé tették. Ennek, az atakamitra nézve új prizmának mért szögértékei a számítottakkal egybevetve a következők:

	$\varphi$		$\pm \Delta$	$\varphi$		$\pm \Delta$
	mért	számít.		mért	számít.	
$\lambda\{7.13.0\}$	39°08'	39°13'	0°05'	90°—	90°—	—

Amint a fenti adatokból kitűnik, a mért és számított értékek közötti különbség oly csekély, hogy e formát az atakamitnak biztosan megállapított formái közé lehet sorolnunk.

Ehhez igen közel álló formát  $\{7.12.0\}$  talált UNGEMACH a chilei, illetőleg atakamai anyag három kristályán, amelyet azonban a bizonytalanok közé vett fel.

Szóba jöhetne ezen kívül, hogy vajjon nem lenne-e azonosítható az  $s\{120\}$  formával? Az alábbiakból azonban látható:

	$\varphi$	$\pm \Delta$	$\varphi$	$\pm \Delta$
$\{7.12.0\}$	41°28'	2°15'	90°—	—
$\{7.13.0\}$	39°13'	—	90°—	—
$\{120\}$	37°09'	2°04'	90°—	—

hogy a  $\pm \Delta$  rovatban foglalt nagy különbségek alapján szóban lévő formánkat e két alak egyikével sem lehet azonosítani.

A  $x\{790\} = \infty \frac{9}{7}$  prizma a vizsgált anyagnak csupán egy kristályán volt egyetlen vékony csík alakú lappal kifejlődve. Ezt UNGEMACH figyelte meg először egy Moonta-bányából való szép kristályon, valamint burra-burrai, illetőleg moontai atakamiton is (amely utóbbiaknak lelőhelye úgy látszik nem egészen biztos). De idézi mint kétséges formát egy Kaliforniából (Le Boleo)

származó kristályon is. Az ausztráliai atakamit egy jellemző gyakori formájának tartja (négy kristályon észlelte), amelynek kalkulált szögértéke:

$$\begin{aligned} \text{UNGEMACH adataiból: } \varphi &= 49^{\circ}37' \\ \text{a mi adatainkból: } \varphi &= 49^{\circ}41' \quad \pm \Delta = 0^{\circ}04' \end{aligned}$$

Ha tekintetbe vesszük, hogy UNGEMACH mért  $\varphi$  értékei  $49^{\circ}25' - 49^{\circ}53'$  között ingadoznak, a mi megfigyeléseink szerint pedig  $\varphi = 49^{\circ}58'$ , látható, hogy itt is a négy mérése közül valószínűbb magasabb határértékhez mért különbség csak  $0^{\circ}05'$ -t tesz ki.

A  $t \{ 560 \} = \infty \frac{6}{5}$  csak egy kristályon keskeny csik alakú, gyenge reflexet szolgáltató lappal fordul elő. Mint kevésbé közönséges formát UNGEMACH is idézi a biztos alakjai között, amelyet azonban nem az ausztráliai, hanem a chilei Antofagasta és Sierra Gorda lelőhelyek atakamitján figyelt meg. Dél- ausztráliai anyagon (Wakaroo, Cornwall mine) ZEPHAROVICH észlelte.

Az  $m \{ 110 \} = \infty$  minden kristályon fellépett. Lapjai a vertikális tengely zónáját uralják. Olykor tökéletesen síma, máskor többé-kevésbé megtámadott és a  $c$  tengely irányában finoman rostozott lapokkal volt megfigyelhető. Ama ZEPHAROVICH-tól jellemzőnek talált tulajdonsága, hogy lapjai tautozonalitás tekintetében úgy maguk között, mint az  $a \{ 010 \}$ -val szemben zavarokat mutatnak és amelynek okait DES CLOIZEAUX<sup>8</sup> és E. S. DANA<sup>9</sup> fejtegetik, az általunk vizsgált anyagon szintén konstatálható.

Az első fajta prizmák sorából csak az  $e \{ 011 \} = 01$  jelenléte volt megállapítható. Ennek a minden kristályon állandó formának a lapjai nagyra fejlődöttek, tökéletesen síma felületűek és így reflexük minden esetben kitűnő.

A bipiramisok közül az  $r \{ 111 \}$  alappiramison kívül, a főradiális zónába eső  $\alpha \{ 552 \}$  és  $\pi \{ 441 \}$  bipiramisokat figyelhettük meg. E két utóbbi az atakamitra általában új formának bizonyult.

Az  $r \{ 111 \} = 1$  a kristálynak csak egy végén kialakult lapjai közül az egyik mindig erőteljesebb kifejlődésben jelent meg a többi háromhoz képest. A lapok mindig símák és kitűnő reflexeket szolgáltatnak. Kristályainknak ZEPHAROVICH és E. S. DANA megfigyeléseivel ellentétben mindig állandó alakja.

Az  $\alpha \{ 552 \} = \frac{5}{2}$  forma csak egy kristályon lépett fel egy keskeny, de kielégítő jóságú signált reflektáló lapocskával. Mért és számított értékei a következők:

Forma	$\varphi$		$\pm \Delta$	$\epsilon$		$\pm \Delta$
	mért	számít.		mért	számít.	
$\alpha \{ 552 \}$	$56^{\circ}25'$	$56^{\circ}35'$	$0^{\circ}10'$	$73^{\circ}43'$	$73^{\circ}44'$	$0^{\circ}01'$

<sup>8</sup> DES CLOIZEAUX: Nouvelles recherches sur les propriétés optiques des cristaux. (Recueil des Savants étrangers T. XVIII. 1868. p. 530.)

<sup>9</sup> E. S. DANA: Morphologische Studien über Atakamit. (Tschermak's Mineralog. u. petrogr. Mitteilungen. Wien. 1874. p. 104—108.)

Ezekből látható, hogy a  $\varphi$  mért és számított értékeinek az eltérése a  $\varrho$  értékeinek a különbségeinél jelentékenyen nagyobb. Tekintve azonban, hogy a  $p=q$  szimbolumának számított értékei  $\pm d = 0.008$ -al térnek el a grafikusán meghatározottól, továbbá hogy az indexből visszaszámított szögérték csak  $0.2$ -el tér el a mért értéktől, mindezek alapján ezt az új formát az atakamitnak biztosan megállapított formái közé sorolhatjuk.

A  $\pi \{ 441 \} = 4$  ugyanazon a kristályon fordult elő, amelyen az  $\alpha \{ 552 \}$  is megjelent. Csak keskeny sáv alakú lappal volt kifejlődve s ezért gyöngye elmosódott jelet reflektált. Szögértékei:

	$\varphi$		$\pm \Delta$	$\varrho$		$\pm \Delta$
	mért	számít.		mért	számít.	
$\pi \{ 441 \}$	$56^{\circ}25'$	$56^{\circ}35'$	$0^{\circ}10'$	$79^{\circ}04'$	$79^{\circ}40'$	$0^{\circ}36'$

A  $\varphi$  és  $\varrho$  szögek mért és számított értékeinek a  $\pm \Delta$  rovatban foglalt nagy eltérései e forma biztosságát nagyon kétségessé teszik. Igen közel áll a már ismert  $w \{ 992 \}$  formához, amelyre vonatkozó adatok GOLDSCHMIDT szerint:<sup>10</sup>

$$w \{ 992 \} = \begin{matrix} \varphi & \varrho \\ 56^{\circ}31' & 80^{\circ}44' \end{matrix}$$

Összehasonlítva ezekkel kérdéses formánk mért értékeit,  $\varphi$  részére  $6'$ ,  $\varrho$  részére pedig  $1^{\circ}40'$  különbséget kapunk, ami e két alak azonosságát kizárja.

Az általunk megfigyelt formák mért szögértékeinek középértékeit az e lelőhely kristályaira külön megállapított elemekből levezetett értékekkel egybeállítva, a következő táblázatban foglaltuk össze:

	$\varphi$		$\pm \Delta$	$\varrho$		$\pm \Delta$
	mért	számít.		mért	számít.	
$c \{ 001 \}$	$0^{\circ}00'$	$0^{\circ}00'$	—	$0^{\circ}00'$	$0^{\circ}00'$	$0^{\circ}00'$
$\alpha \{ 010 \}$	$0^{\circ}16'$	"	$0^{\circ}16'$	$89^{\circ}59'$	$90^{\circ}00'$	$0^{\circ}01'$
$s \{ 120 \}$	$37^{\circ}34'$	$37^{\circ}09'$	$0^{\circ}25'$	$89^{\circ}59'$	"	"
$\lambda \{ 7.13.0 \}$	$39^{\circ}08'$	$39^{\circ}13'$	$0^{\circ}05'$	$90^{\circ}00'$	"	$0^{\circ}00'$
$x \{ 790 \}$	$49^{\circ}58'$	$49^{\circ}41'$	$0^{\circ}17'$	"	"	"
$t \{ 560 \}$	$51^{\circ}39'$	$51^{\circ}38'$	$0^{\circ}01'$	$89^{\circ}36'$	"	$0^{\circ}24'$
$m \{ 110 \}$	$55^{\circ}57'$	$56^{\circ}35'$	$0^{\circ}22'$	$89^{\circ}45'$	"	$0^{\circ}15'$
$e \{ 011 \}$	$0^{\circ}21'$	$0^{\circ}00'$	$0^{\circ}21'$	$37^{\circ}00'$	$37^{\circ}03'$	$0^{\circ}03'$
$r \{ 111 \}$	$56^{\circ}36'$	$56^{\circ}35'$	$0^{\circ}01'$	$53^{\circ}52'$	$53^{\circ}53'$	$0^{\circ}01'$
$\alpha \{ 552 \}$	$56^{\circ}25'$	"	$0^{\circ}10'$	$73^{\circ}43'$	$73^{\circ}44'$	$0^{\circ}01'$
$\pi \{ 441 \}$	$56^{\circ}25'$	"	$0^{\circ}10'$	$79^{\circ}04'$	$79^{\circ}40'$	$0^{\circ}36'$

<sup>10</sup> V. GOLDSCHMIDT, Krystallographische Winkeltabellen. Berlin, 1897. p. 56.

Az elemek kiszámításánál csak a kitünő értékeket vettük tekintetbe s így a  $p_0$  részére 11, a  $q_0$  részére 18 kitünő adat alapján a következő eredményeket nyertük:

$$p_0 = 1.1441, \quad q_0 = 0.7549$$

Az ezekből kiszámított tengelyarány:

$$a : b : c = 0.6598 : 1 : 0.7549.$$

Összehasonlítva ez eredményeinket más szerzők adatainak a kristályok ugyanezen felállítására levezetett értékeivel:

$p_0$	$q_0$	$\pm \Delta$		Szerzők	$a : b : c$	$\pm \delta$	
		$p_0$	$q_0$			$a$	$c$
1.1441	0.7549	—	—	LIFFA—TOKODY ... ..	0.6598 : 1 : 0.7549	—	—
1.1411	0.7546	0.0030	0.0003	SCHRAUF <sup>11</sup> ... ..	0.6613 : 1 : 0.7546	0.0015	0.0003
1.1409	0.7545	0.0032	0.0004	DES CLOIZEAUX <sup>12</sup> ... ..	0.6613 : 1 : 0.7545	0.0015	0.0004
1.1388	0.7535	0.0053	0.0014	UNGEMACH <sup>13</sup> ... ..	0.6616 : 1 : 0.7535	0.0018	0.0014
1.1384	0.7528	0.0057	0.0021	SMITH <sup>14</sup> ... ..	0.6613 : 1 : 0.7528	0.0015	0.0021
1.1378	0.7530	0.0063	0.0019	BRÖGGER <sup>15</sup> ... ..	0.6618 : 1 : 0.7530	0.0020	0.0019
1.1373	0.7535	0.0068	0.0014	KLEIN—BRÖGGER <sup>16</sup> ...	0.6625 : 1 : 0.7535	0.0027	0.0014
1.1364	0.7515	0.0077	0.0034	GOLDSCHMIDT <sup>17</sup> ... ..	0.6613 : 1 : 0.7515	0.0015	0.0034
1.1360	0.7531	0.0081	0.0018	VON RATH <sup>18</sup> ... ..	0.6629 : 1 : 0.7531	0.0031	0.0018

A  $\pm \Delta$  és  $\pm \delta$  rovatokban foglalt különbségek tanúsága szerint leginkább SCHRAUF, DES CLOIZEAUX és UNGEMACH értékeit közelítik meg, amennyiben eltérések a  $p_0$ -nál a harmadik tizedesben 3—5 egység között, a  $q_0$ -nál a negyedik tizedes 3 egysége s a harmadik tizedes 1 egysége között ingadoznak. Még kisebbek az eltérések a tengelyarányúál, mivel ezek az  $a$  tengelynél a harmadik tizedesben 1 egységet, a  $c$  tengelynél pedig a  $q_0 \pm \Delta$ -jának megfelelő értékeket tesznek ki.

<sup>11</sup> A. SCHRAUF: Atlas der Krystall-Formen des Mineralreiches. Wien 1877. Taf. XXIV.

<sup>12</sup> DES CLOIZEAUX: Idézi: W. C. Brögger: Atakamit von Chili. (Zeitschrift f. Krystallogr. etc. III. köt. Leipzig 1879, pag. 489.)

<sup>13</sup> M. H. UNGEMACH: l. c. pag. 155.

<sup>14</sup> G. F. HERBERT SMITH: Atakamit von Sierra Gorda in Chile. (Min. Magaz. and Journal of the Min. Soc. London No. 54. XII., pag. 15—25. Zeitschr. f. Kryst. etc. 32. köt. Leipzig 1900, pag. 269—271.)

<sup>15</sup> W. C. BRÖGGER: Atakamit von Chili. (Zeitschr. f. Kryst. stb. III. köt. Leipzig 1879, pag. 489.)

<sup>16</sup> C. KLEIN: Idézi Brögger l. c. pag. 489.

<sup>17</sup> V. GOLDSCHMIDT: l. c. pag. 56.

<sup>18</sup> G. VOM RATH: Mineralien von Copiapo Chili. (Zeitschr. f. Kryst. etc. V. köt. Leipzig 1881, pag. 257.)

Az általunk levezetett elemeket és a belőlük kiszámított pozíciós szögeket a következő táblázatban foglaltuk egybe:

$a = 0.6598$	$lga = 9.81942$	$lga_0 = 9.94153$	$lgp_0 = 0.05847$	$a_0 = 0.8740$	$p_0 = 1.1441$
$c = 0.7549$	$lgc = 9.87789$	$lgb_0 = 0.12211$	$lgq_0 = 9.87789$	$b_0 = 1.3246$	$q_0 = 0.7549$

Szám	Betű	Szimb.	Miller	$\varphi$	$\varrho$	$\xi_0$	$\eta_0$	$\xi$	$\eta$	$\frac{x}{y}$ (Prizmák) x : y	y	d = tg $\varrho$
1.	c	0	001	0°00'	0°00'	0°00'	0°00'	0°00'	0°00'	0	0	0
2.	a	$0^\infty$	010	"	90°00'	"	90°00'	"	90°00'	"	$\infty$	$\infty$
3.	s	$\infty 2$	120	37°09'	"	90°00'	"	37°09'	52°51'	0.7578	"	"
4.	λ	$\infty \frac{13}{7}$	7.13.0	39°13'	"	"	"	39°13'	50°47'	0.8161	"	"
5.	∞	$\infty \frac{9}{7}$	790	49°41'	"	"	"	49°41'	40°19'	1.1787	"	"
6.	t	$\infty \frac{6}{5}$	560	51°38'	"	"	"	51°38'	38°22'	1.2630	"	"
7.	m	$\infty$	110	56°35'	"	"	"	56°35'	33°25'	1.5155	"	"
8.	e	01	011	0°00'	37°03'	0°00'	37°03'	0°00'	37°03'	0	0.7549	0.7549
9.	r	1	111	56°35'	53°53'	48°51'	"	42°24'	26°25'	1.1441	"	1.3707
10.	"	$\frac{5}{2}$	552	"	73°44'	70°44'	62°05'	53°15'	31°55'	2.8602	1.8872	3.4269
11.	π	4	441	"	79°40'	77°40'	71°41'	55°12'	32°48'	4.5764	3.0196	5.4830

Iker kristályokat a vizsgált anyagon nem találtunk.

Készült a Kir. József Műegyetem ásvány-földtani intézetében.