

A BÖRZSÖNYI GRÁNÁT EREDETE ÉS PETROGENETIKAI
JELENTŐSÉGEBalla Zoltán⁺, Csillagné Teplánszky Erika

Mots-clés BRGM-CNRS tárgyszavak: Petrofabrique, structure-roche-ignée, magma, genèse-roche-ignée, cristallisation, minéraux-accessoires, grenat; Collines-NE-Hongrie /Mont. Börzsöny/

A kb. almandin összetételű börzsönyi gránáttal kapcsolatban az irodalomban különböző állásfoglalások vannak. Elterjedt az az elgondolás, hogy a gránát kontaminációs eredetű. Származtatták a kristályos aljzatról közvetlenül, reliktum-ásványként /SZABÓ J., 1872/, és közvetve, asszimilációs terméként /LENGYEL E., 1954; PANTÓ Gy. 1970/. Az utóbbi lehetőség felmerült az oligocén palás agyagok vonatkozásában is.

Mindezen felfogásokkal szemben állnak az alábbi tények. A gránátnak a kőzettesteken belüli eloszlása egyenletes, nem dúsul sem a xenolitok, sem kontaktusok közelében. Konkrét kőzettípusokhoz nem kötődik, piroklasztikumokban és lávakőzetekben egyaránt előfordul, de hiányozhat is belőlük. Tendenciaszerűen gyakoribb a savanyúbb kőzetfajtákban. Csak a kimondott piroxénandezitekből hiányzik. Megjelenése nem áll kapcsolatban fő komponenseinek

+ Előadta a Magyarhoni Földtani Társulat Általános Földtani Szakosztályának 1979. február 7-i ülésén.

A kézirat beérkezett 1979. február 9-én.

/Al, Fe, Mg/ abszolút vagy relatív mennyiségével az illető, kőzetekben, és jelenléte vagy hiánya nem függ a magma kristályosodási menetét elsősorban befolyásoló összetevők /Na₂O, K₂O, P₂O₅, F/ szerepétől. A gránát összetétele, eloszlása és előfordulásának petrokémiai jellege tehát önmagában véve is arra enged következtetni, hogy ez az ásvány a normális magmás kristályosodási termékek közé tartozik.

NAGY G. /1975/ vizsgálataival arra a következtetésre jutott, hogy a gránát a legutolsó kiválások egyike volt és 530-550 C^o körül kristályosodott. Az a tény, hogy a vizsgált gránát üveges - mikrolitos alapanyagú kőzetekben nagyméretű kristályokat képez, kizárja annak lehetőségét, hogy a legutolsó kiválások közé tartozzék; erre egyébként csak a kapott kőmérséklet-adatokból következtetett NAGY G. Ez csak a gránát reliktum-ásvány jellegének feltételezésével lenne összeegyeztethető, aminek viszont ellentmond egy sor más adat. Ezért úgy véljük, a börzsönyi gránát kiválási hőmérsékletére az 530-550 C^o érték nem fogadható el, a a nagynyomású kísérletek adataiból /2. ábrán/ ítélve legalább 1000 C^o-ot kell várunk.

Vékonycsiszolatokban a gránát többnyire nagyméretű hipidiomorf szemcséket alkot /3. fénykép/, részben /1. fénykép/ vagy egészen /2. fénykép/ korrodált-reszorbeált szegéllyel. Egyidejű kiválásról tanuskodó összenövésekben fordul elő a gránát biotit /4. fénykép/, amfibol /5-6. fénykép/ és plagioklász /7. fénykép/ nagyméretű kristályaival. Ugyanakkor a gránátot erősen korrodálja kisebb méretű kristályokban a plagioklász, egyedül alkotva koszorú szemcséi körül /8-9. fénykép/, vagy biotittal /10. fénykép/, amfibollal-biotittal /11. fénykép/, esetleg biotittal-magnetittal együtt /12. fénykép/; reakciótermékei között a plagioklász van túlsúlyban.

A mikroszkópi vizsgálat szerint tehát a gránát normális kristályosodási termék; az első generációs kristályok közé tartozik, s a második generációs kristályok és az alapanyag kiválásakor már nem volt egyensúlyban az olvadékkal.

Mintegy két évtizede sikerült kísérletileg igazolni azt a jóval korábbi feltevést, hogy nagy nyomáson bázisos magmákból gránát kristályosodik a normatívánál jóval nagyobb mennyiségű kvarc /továbbá piroxén/ társaságában /BOYD, F. R. - ENGLAND, J. L. 1959/. A zóta a nagynyomású kísérleteket kiterjesztették a bazalt - andezit - riolit kőzetsor más tagjaira is, száraz állapotban és különböző víztartalom mellett /GREEN, D. H. - RINGWOOD, A. E. 1968; STERN, C. R. - WILLYE, P. J., 1973/. A sok tényező által befolyásolt kristályosodási sorrend részleteiben még távolról sem tekinthető tisztázottnak, azonban az általános törvényszerűségek lassan kirajzolódnak, Ezek közül az andezito-bazalt-andezit-dácit vonatkozásában az alábbiakat tekintjük figyelemreméltónak:

1. Vizmentes magmák kristályosodása/1. táblázat és 1. ábra/ kb. 50 km mélységnek megfelelő nyomásig nagy vonalakban ugyanolyan ásványokat, u ugyanolyan kiválási sorrendben eredményez, mint a földfelszínen. Kb. 60 km-nek megfelelő nyomáson a plagioklász mellett gránát is van: eleinte a késői, majd a nyomás növekedésével egyre korábbi kiválásként. Kb. 90 km-nek megfelelő nyomáson a gránát már a legelső kiválások között van /monoklin piroxénnel együtt, dácitban kvarc után/, míg a plagioklász hátraszorul/ andezito-bazaltból már hiányzik/. További nyomásnövekedés során a plagioklász a legutolsó kiválások közé kerül, ezzel együtt mennyisége is lecsökken. Kb. 120 km-nek megfelelő nyomáson andezitből alig válik ki plagioklász, dácitból már hiányzik. Így tehát 55-60 km mélységtől kezdve gránát kiválás várható; lefelé a gránát egyre nagyobb szerephez jut, s mintegy 90-120 km körül teljesen kiszorítja a plagioklászt. Ezzel párhuzamosan nő a kvarc mennyisége is, dácitban már 55-60 km-től kezdve első kiválásként. A gránát összetétele eleinte kb. almandinnak megfelelő, a mélység /nyomás/ növekedésével azonban egyre inkább pirophoz közeledik.

2. Víztartalmu magmák kristályosodási sorrendjéről már jóval kevesebb adatunk van, de azért a főbb tendenciák itt is felvázolhatók:

2.1. Andezitmagmából már viszonylag csekély, 2 % körüli víztartalom mellett is 35 km-nek megfelelő nyomáson plagioklász és piroxén után gránát kristályosodik /amfibol társaságában/, vagyis a víztartalom elősegíti a gránát képződését a plagioklász rovására, csökkentve az ehhez szükséges nyomást-mélységet /GREEN, D.H. - RINGWOOD, A.E. 1972; EGGLEER, D.H. 1972/.

2.2. Nagyobb nyomáson, ahol a gránát szerepe száraz magmák kristályosodásánál is jelentős, a víztartalom növelése arra vezet, hogy egyre savanyubb kőzetekből válik ki elsőnek kvarc helyett gránát /2. ábra; STERN, C.R. - WILLYE, P.J. 1973/.

Vizsgáljuk meg, hogy ezek alapján, kb. milyen mélységbe kell tennünk a börszönyi vulkanitokban lévő gránátok kiválását. Láttuk, hogy a gránát az első generációs porfiros elegyrészek paragenézisébe tartozik. E paragenézis összetételének az elemzéséből az alábbi következtetések vonhatók le:

a/. Az esetek túlnyomó részében a porfiros elegyrészek mennyisége csekély, 10-20 %-ra tehető. Így a gránát elég korai ásványnak tekintendő. Ugyanakkor sokkal több a plagioklász, mint gránát, vagyis nem az utóbbi a legelső kiválás. Így tehát a kristályosodás az átmeneti mélységöv /ahol gránát már, van/ felső, de nem a legfelső részében kezdődhetett.

b/. Biotit és amfibol gyakori jelenléte arra mutat, hogy a gránát víztartalma magmából vált ki, piroxén ritkasága pedig arra, hogy e víztartalom meglehetősen nagy volt. Ugyanezzel magyarázható az is, hogy a dácithoz közelítő összetételű kőzetek ritkán tartalmaznak porfiros kvarcot.

Mindennek alapján megkísérelhetjük a kezdeti kristályosodás mélységének pontosítását. Az a/. következtetés száraz andezit-dácit összetételű magma esetén 70 km körüli mélységet jelentene. A b/. következtetés ezt a mélysé-

get kb. 20–30 km-rel csökkentheti, vagyis a keresett mélység 40–50 km-re tehető, összhangban az almandinos összetétellel. Mai vulkánok szeizmológiai vizsgálata nyomán a mélységi magmakamrát 40–60 km mélységben valószínűsítik /GORSHKOV, G. P. 1956/, ami jó egyezést mutat azzal, amit petrográfiai és laboratóriumi kísérleti adatok összevetésével kaptunk.

Jogunk van tehát feltételezni, hogy a porfiros elegyrészek a mélységi magmakamrában váltak ki, vagyis a kristályosodás itt, a földkéreg alatt, a felső-köpeny felső részén kezdődött meg. Az induló kristályosodás, különösen, ha álassan folyik, hatékony /és gyakorlatilag egyetlen jelentős – BELOUSSOV, A. F. 1976/ mechanizmusa lehet az andezitmagma differenciációjának: a nagyfajsúlyú kristályok /gránát és piroxén/ az olvadékban lesüllyedhetnek, s a maradékmagma ezáltal savanyubbá válhat. Ez a folyamat a kőzetek vegyi összetételének ingadozását eredményezheti.

Megválaszolatlan maradt két kérdés:

1. Miért gyakoribb a gránát savanyubb kőzetekben?
2. Miért nincs gránát minden kedvező összetételű kőzetben?

A közvetlen kísérleti adatok száma túl csekély ahhoz, hogy az első kérdésre pontos választ adjunk. A kb. 95 km-nek megfelelő nyomásra megadott diagram /2. ábra/ szerint azonban, gránátkiválásra legkedvezőbb a 60–65 % SiO_2 -tartalmu magma. Ebbe az intervallumba esnek a legsavanyubb és leggyakrabban gránátos börsönyi kőzetek. Feltételezhetjük, hogy egy bizonyos kristályosodottsági foknak /fenokristály-tartalomnak/ megfelelő hőmérsékleten gránát csak a legkedvezőbb összetételű magmából válhat ki. Ha a mélységi magmakamra éppen ebben a szintben van, s a magma továbbemelkedése rendszeresen kb. egyazon hőmérséklet elérésekor következik be, az eredmény az lesz, hogy a gránát főleg a savanyubb kőzetekben jelentkezik. A magmakamra méreteinek és mélységének állandósága mellett a második feltétel teljesüléséhez elegendő,

hogy az újabb magmaadagok többé-kevésbé azonos időközönként, többé-kevésbé azonos mélységben érkezzenek a köpeny mélyebb részeiből, vagyis a kiolvadás és/vagy felemelkedés periodikus jellegű legyen. Szerintünk ez nem túl valószínűtlen.

A második kérdésre kétféle választ látunk lehetségesnek. Egyrészt az említett periodicitás szabálytalanságaiból következően előfordulhatnak olyan esetek, amikor a továbbemelkedés az átlagosnál magasabb hőmérsékleten /korábban/ kezdődik, vagyis amikor a magma még nem hűlt le annyira, hogy a gránátkiválás megindulhasson; ezt nevezhetjük elsődleges hiányt kiváltó oknak. Másrészt a felemelkedő olvadékkal a nyomáscsökkenés miatt a gránát reakcióba lép, s ha a felmelkedés elég lassu, teljesen el is tűnhet; ezt másodlagos hiányt kiváltó oknak tekinthetjük. Az elsődleges és másodlagos hiány relatív szerepéről csak találgathatunk; Mint hogy a rezorpció többnyire gyenge, az átmeneti esetek ritkák az elsődleges okot tartjuk döntőnek.

A börzsönyi gránát petrológiai jelentősége tehát az, hogy a kezdeti kristályosodás mélységét 40-50 km-ben, a felsőköpeny felső részén rögzíti. A magma csak mélyebbről származhatott, tehát egyértelműen köpenybeli eredetű. Mivel a földkéregbe már szolidusz és likvidusz közötti állapotban kerül, amit az első generációs porfiros elegyrészek jelenléte bizonyít, kéreganyaggal való szennyeződése teljesen kizárható.

Kiséreljük meg felbecsülni, milyen lehetett a magma származási mélysége. A börzsönyi és általában véve az idősebb vulkanitok tanulmányozásával erre vonatkozóan három adatscsoport: a mélységi zárványok, az inkoherens elemek /GREEN, D. H. - RINGWOOD, A. E. 1966/ és a Sr-izotópok vizsgálatával kaphatnánk információt.

A börzsönyi kőzetek valószínű mélységi zárványai az eddig "endogén zárvány" elnevezéssel leírt képződmények között keresendők; részletes vizsgálatuk még nem történt meg. Az inkoherens elemek /K, Na, Rb, Cs, Sr, Ba, Th, U, TR/
4711

közül csak néhány lett statisztikus vizsgálathoz elegendő számú /sokszáz/ mintából meghatározva: szilikátelemlések során a K és Na / K_2O és Na_2O alakban/, szinképelemzések során pedig a Sr és Ba. A vulkanitokra vonatkozóan csak a szilikátelemlések képeznek reprezentatív halmazt; A szinképelemzések, nagy számuk ellenére nem jellemzik kellőképpen a vulkáni kőzeteket, mivel túlnyomó részük hidrotermálisan bontott féleségekből készült. Bontatlan kőzeteket csak néhány térképező, elsősorban NAGY B. elemeztetett nagyobb mennyiségben. Véleményünk szerint ezekből az adatokból is levonhatunk előzetes következtetéseket. Sr-izotóp meghatározás börzsönyi kőzetekből tudomásunk szerint nem készült.

A tanulmányozható inkoherens elemek közül a K, Na, Sr és Ba koncentrációit vizsgáltuk meg. JAKES, P. - WHITE, A.J.R. /1972/ összesítése alapján a börzsönyi vulkanitok egyértelműen a mészalkáli sorozatba sorolhatók sorolhatók /2. táblázat/. E sorozat kőzetei a destruktív lemezhatárokra /LE PICHON, X. - FRANCHETEAU, J. - BONNIN, J. 1973/ jellemzőek és Benioff-övekkel kapcsolatosak. E geodinamikai szituációnak /ZONENSHAIN, L.P. - KUZMIN, M.I. - MORALEV, V. M. 1976/ két alaptípusa van: egyik a szigetiv, másik az andesi típusu kontinens-szegély, amelyet talán helyesebb lenne vulkáni-plutóni övnek /USTIEV, E.K. 1963/ neveznünk. Mindkét esetben óceáni litoszféra-lemez húzódik lefelé egy szubdukciós övben, a szigetivekben óceáni, a vulkáni-plutóni övekben kontinentális litoszféra-lemez alá. E két geodinamikai helyzettípusban különböző jellegű mészalkáli vulkanitok képződnek /JAKES, P. - WHITE, A.J.R. 1972/, amelyek közül a börzsönyiek inkább a kontinentális kérgen létrejött vulkáni-plutóni övek kőzeteivel párhuzamosíthatók, különösen, ha figyelembe vesszük az ásványkőzettani paramétereket is /3. táblázat/.

Igy tehát a kőzetek összetétele alapján a Börzsönyi paleovulkánról /BALLA Z., 1978/ feltételezhetjük, hogy szubdukciós öv felett keletkezett; az öv helye bör-

zsönyi keretekben maradványok nem határozható meg. A mészkáli sorozatokat a geodinamikai helyzet típusától gyakorlatilag függetlenül 100-150 km mélységből származtatják /GREEN, D. H. - RINGWOOD, A. E. 1966/; Mai tudásunk szerint ez fogadható el a Börzsönyre vonatkozóan is.

IRODALOM - REFERENCES

1. BALLA Z., 1978 :
A Magas-börzsönyi paleovulkán rekonstrukciója. - Földt. Közl., 108/2.
119-136., Budapest
2. BALOUSSOV, A. F. 1976:
Problemü analiza effuzivnüh formacij. - Nauka, SzO, Novoszibirszk, p. 332.
3. BOYD, F. R. - ENGLAND, J. L. 1959:
Experimentation at high pressures and high temperatures, - Carnegie
Inst. Washington Year Book, 58, 82-89.
4. EGGLER, D. H. 1972:
Water-saturated and undersaturated melting relations in a Parícutin ande-
site and an estimated water content in the natural magma. - Cont. Mineral,
and Petrol., 34/4.
5. GORSHKOV, G. P. 1956:
O glubine magmaticseszkogo ocsaga Kljucsevszkogo vulkana. - Dokl.
AN SzSzSzR, 106/4, 703.
6. GREEN, D. H. - RINGWOOD, A. E. et al. 1966:
Petrology of the Upper Mantle. - Australian National University
Publication No. 444.
7. GREEN, D. H. - RINGWOOD, A. E. 1968:
Crystallization of basalt and andesite under high-pressure hydrous condi-
tions. - Earth Planet. Sci. Lett., 3, 5, 481-489.
8. GREEN, D. H. - RINGWOOD, A. E. 1972:
Crystallization of garnet-bearing rhyodacite under high-pressure hydrous
vonditions. - J. Geol. Soc. Austral., 19/2, 302-212.

9. JAKES, P. - WHITE, A.J.R. 1972:
Major and trace element abundances in volcanic rocks of orogenic areas. - Bull. Geol. Soc. Amer., 83/1, 29-40.
10. LE PICHON, X. - FRANCHETEAU, J. - BONNIN, J. 1973:
Plate tectonics. - Elsevier Scientific Publ. Comp., Amsterdam-London-New York.
11. LENGYEL E., 1954:
A Börzsöny-hegység K-i peremének földtani és kőzettani ismertetése. - MÁFI Évi jel. 1953-ról, I, 267-276, Budapest
12. NAGY G., 1975:
Temperature determination of igneous processes on the basis of the composition of coexistent mineral pairs. - Acta Geol. Acad. Sci. Hung., 19/1-2, Budapest
13. PANTÓ GY., 1970:
A Börzsöny-hegység északi részének harmadidőszaki vulkanizmusa. - In: "KUBOVICS I. - PANTÓ GY.: Vulkanológiai vizsgálatok a Mátrában és a Börzsönyben. Akad. kiadó, Budapest", II. 161-299.
14. STERN, C. R. - WILLYE, P. J. 1973:
Melting relations of basalt-andesite-rhyolite-H₂O and a pelagic red clay at 30 kbar. - Contr. Mineral. and Petrol., 42/4, 313-342.
15. SZABÓ J., 1872:
Jelentés a dunai trachitsoport balparti részére 1871-ben tett kutatásról. - Földt. Közl., 2, 151-157, Bp.
16. USTIEV, E. K. 1963:
Ochotszkij sztrukturnüj pojasz i problemü vulkano-plutonicszeszkih formacij. - In: "Problemü magmü i genezisa izverzsennüh porod. Izd. AN SzSzsR, Moszkva", 161-182.
17. ZONENSHAIN, L. P. - KUZ' MIN, M. I. - MORALEV, V. M. 1976:
Global'naja tektonika, magmatizm i metallogenija. - Nedra, Moszkva, 1-231.

ORIGIN AND PETROGENETIC IMPLICATIONS OF THE GARNETS IN
THE BÖRZSÖNY MOUNTAINS, N-HUNGARY

By

Z. Balla, E. Csillag-Teplánszky

ABSTRACT

The volcanic rocks in the Börzsöny Mts are of Middle Miocene age. Their composition ranges from pyroxenic andesite to andesite-dacite. The almandine type garnets had been considered to be contamination products, relict minerals or crystallized from a magma chemically modified by assimilation.

Having studied the distribution of garnets within the rock bodies as well as the petrochemical conditions of its occurrence resp. absence, the authors concluded that the earlier view does not hold true. The garnet is rather a product of normal magma crystallization; it is one of the first-generation porphyric constituents associated with plagioclase, biotite and hornblende. During the second-generation segregation and the crystallization of the matrix it was no more in equilibrium with the molten phase /liquidus/.

Referring to petrological experiments known from the relevant literature, the depth of garnet formation in this case is established as 40-60 kms. There, in the upper mantle, might have been located the magma chamber in which the first-generation garnets crystallized from a magma of fairly high water content. Accordingly, this magma must have originated from greater depths, beyond doubt from the upper mantle.

As to the incoherent elements K, Na, Ba and Sr, analyses were at the disposal of the authors. According to these data, the Börzsöny volcanites belong to the calc-alkali series, more exactly to the type that originates on a continental crust /on an Andine type continental margin/. Thus they may derive from a depth of 100 to 150 kms, in connection with a subduction zone the exact location of which is beyond the scope of the present study.

Происхождение и петрогенетическое значение гранатов
Бёржёнских гор (Северная Венгрия)

БАЛЛА Волтан - Чиллагне Теплански Эрика

Резюме

Вулканиты Бёржёнских гор (левобережье р. Дунай севернее г. Будапешт) являются продуктами деятельности сложного центрального вулкана среднемиоценового возраста. Их состав колеблется в пределах от пироксеновых андезитов до андезито-дацитов. Из числа инкогерентных элементов определялись К, Na, Ba и Sr, на этом основании вулканиты могут быть отнесены к известково-щелочной серии, точнее, к её типу, возникающей на континентальной коре (на окраинах андийского типа). В соответствии с этим они выплавились на глубинах порядка 100-150 км в связи с зоной субдукции, положение которой не может быть уточнено только по данным изучения Бёржёнских гор.

Анализируя распределение граната альмандинового состава в геологических телах, петрохимические условия его появления--отсутствия и его минералого-петрографические особенности, авторы пришли к выводу, что гранат в качестве продукта нормальной магматической кристаллизации входит в ассоциацию порфировых выделений первой генерации наряду с плагиоклазом, биотитом и роговой обманкой, в то время как при выделении кристаллов второй генерации и кристаллизации основной массы его равновесие с расплавом уже было нарушено. По данным петрологических экспериментов опубликованным в литературе, глубина выделения гранатов авторами оценивалась в 40-50 км, что попадает ниже подошвы земной коры, уже в верхнюю мантию. Вероятно; там находился тот глубинный магматический очаг, в котором выделялись кристаллы первой генерации из магмы, содержащий довольно много воды. Преж-

ние взгляды, согласно которым гранаты представляют собой продукты контаминации (в виде реликтовых минералов или же минералов, выделившихся из магмы, изменившей свой состав вследствие ассимиляции), авторы считают несостоятельными. Температуру в 530-550 °С, указываемую Г.НАДЬ (1975) для момента выделения гранатов, считаем неправдоподобно низкой.

Manuscript received: February 9, 1979

Address of the authors:

Dr. Balla Zoltán

MÁELGI /Hungarian Institute of Geophysics/

Budapest XIV

Columbus u. 17-23

H-1145

Csillagné Teplánszky Erika

MÁFI /Hungarian Geological Institute/

Budapest XIV

Népszabadság ut 14

H-1442


ANDEZIT ÉS DÁCIT ÖSSZETÉTELŰ VIZMENTES OLVADÉKOK KRISTÁLYOSODÁSI MENETE

GREEN, D.H.-RINGWOOD, A.E. 1968. KISÉRLETI EREDMÉNYEI

Crystallization Succession of Non-hydrous Melts of Andesite and
Dacite Composition (experimental results by D.H.Green & A.E. Ring-
wood 1968)

P, kbar	Andezito - bazalt	Andezit	Dácit	H, km
9	Pl } 1240 Px } sol 1120	Pl 1220 Px 1170 Q 1110 sol 1080	Pl 1245 Px 1170 Q 1140 sol 1100	34
13,5		Pl 1240 Px 1220 Q 1130 sol 1120		48
18	Px 1300 Gr } 1250 Pl } Q 1220 sol 1210		Q 1300 Pl } 1275 Px } Gr 1220 sol 1160	62
27	Gr } 1380 CPx } Q 1310 sol 1300	Gr 1355 CPx 1320 Pl } 1275 Q } sol 1240	Q 1370 CPx 1340 Gr 1335 Pl 1260 sol 1230	88
36	Gr } 1475 CPx } Q 1385 sol 1380	Gr 1490 CPx 1470 Q 1450 Pl 1410 sol 1390	Q 1455 Gr 1440 CPx 1420 sol 1340	114

Pl plagioklász - plagioclase
 Px piroxén - pyroxene
 CPx klinopiroxén - clinopyroxene
 Q kvarc - quartz
 Gr gránát - garnet
 sol olvadék - solution (melt)

 Plagioklászos, plagioklász-gránátos és gránátos fáciesek határa
 Boundary of the plagioclase, plagioclase-garnet and
 garnet facies

A BÖRZSÖNYI VULKANITOK SZERIÁLIS PARAMÉTEREI JAKES, P. - WHITE, A.J.R. 1972. ADATAIVAL ÖSSZEVEETVE

The Serial Parameters of the Börzsöny Volcanites compared with the Data
published by P. Jakes and A.J.R.White /1972/

Rock group Közet csoport	K ₂ O %	$\frac{Na_2O}{K_2O}$	Rb ppm	Sr ppm	Ba ppm	$\frac{K}{Rb}$	$\frac{Rb}{Sr}$	Metallógénia Metallogeny
toleites	0,1 - 0,5	5 - 15	1 - 6	90 - 220	15 - 100	850 - 1200	0,01 - 0,03	Cu
mészalkáli /calc./ bimodális	1,0 - 2,5	2 - 3	10 - 45	330 - 510	115 - 520	340 - 800	0,02 - 0,10	Mo, Cu, Pb , Zn, Au
alkálibazalt	1,4 - 4,5	0,9 - 2,3	20 - 50	600 - 1400	55 - 500	300 - 500	0,05 - 0,10	Sr, W, Be
alkáli	1,2 - 2,7	0,9 - 2,2	30 - 120	600 - 850	500 - 1000	200 - 400	0,05 - 0,14	—
	1,6 - 8,0	0,8 - 2,8	120 - 250	240 - 2150	1000 - 1700	140 - 270	0,07 - 1,8	Ta, Nb, Zr, TR, Y
Börzsönyi vulkanitok	2,35 ± 0,2	1,15 ± 0,1	?	490 ± 1,8	510 ± 1,8	?	?	Cu, Pb, Zn

Table 2. sz. táblázat

A BÖRZSÖNYI VULKANITOK TÍPUSMINŐSÍTÉSI PARAMÉTEREI JAKÉŠ, P. – WHITE, A. J. R. 1972. ADATAIVAL ÖSSZEVEETVE

The Type Qualification Parameters of the Börzsöny Volcanites compared with the

Data published by P. Jakeš and A. J. R. White /1972/

Kőzet csoport Rock group	SiO ₂ %	FeO+0,9 Fe ₂ O ₃ MgO	Na ₂ O K ₂ O	Rb	Sr	Ba	K Rb	Kőzetalkotó ásványok									
								CPx	OPx	Amf	Bi	Q	Gr	Cord			
+ mészalkáli széria																	
Szigetivek Island arcs Vulkan-plutóni övek Volc.-plutonic arcs	50-66 56-75	≤ 2,0 ≥ 2,0	1,25 0,9-1,7	a m	a m	a m	m a	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
Börzsönyi vulkanitok	52-64	2,5 ± 0,5	1,15 ± 0,1	?	m	m	?	+	+	+	+						?

+ calc-alkali series

a - diacsony, m - magas (a mészalkáli szériára jellemző intervallumon belül)
low high /within the calc-alkali range/

+ van; ritka; - nincs

present rare not present

CPx - klinopiroxén; OPx - ortopiroxén; Amf - amfibol; Bi - biotit

Q - kvarc; Gr - gránit; Cord - kordierit
quartz garnet cordierite

Table 3.sz. táblázat

ANDEZIT ÉS DÁCIT ÖSSZETÉTELŰ VÍZMENTES OLVADEKOK KRISZTÁLYOSODÁSI MENETE HŐMÉRSÉKLET ÉS NYOMÁS FÜGGVÉNYÉBEN

GREEN, D.H.-RINGWOOD, A.E. 1968. KISÉRLETI EREDMÉNYEIBŐL

The Succession of Crystallization of Non-hydrated Melts of Andesite and Dacite Composition as a Function of Temperature and Pressure
/According to the experimental results of D.H.Green and A.E.Ringwood, 1968/

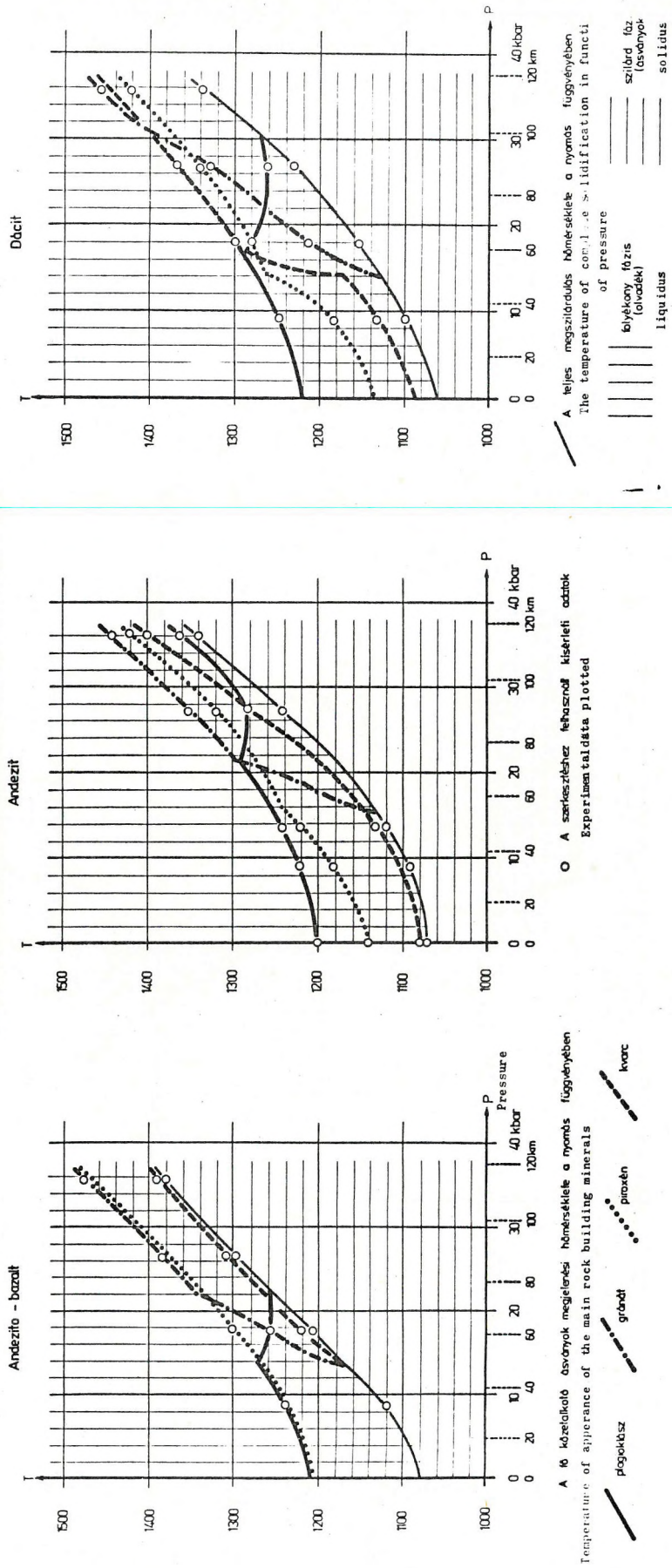


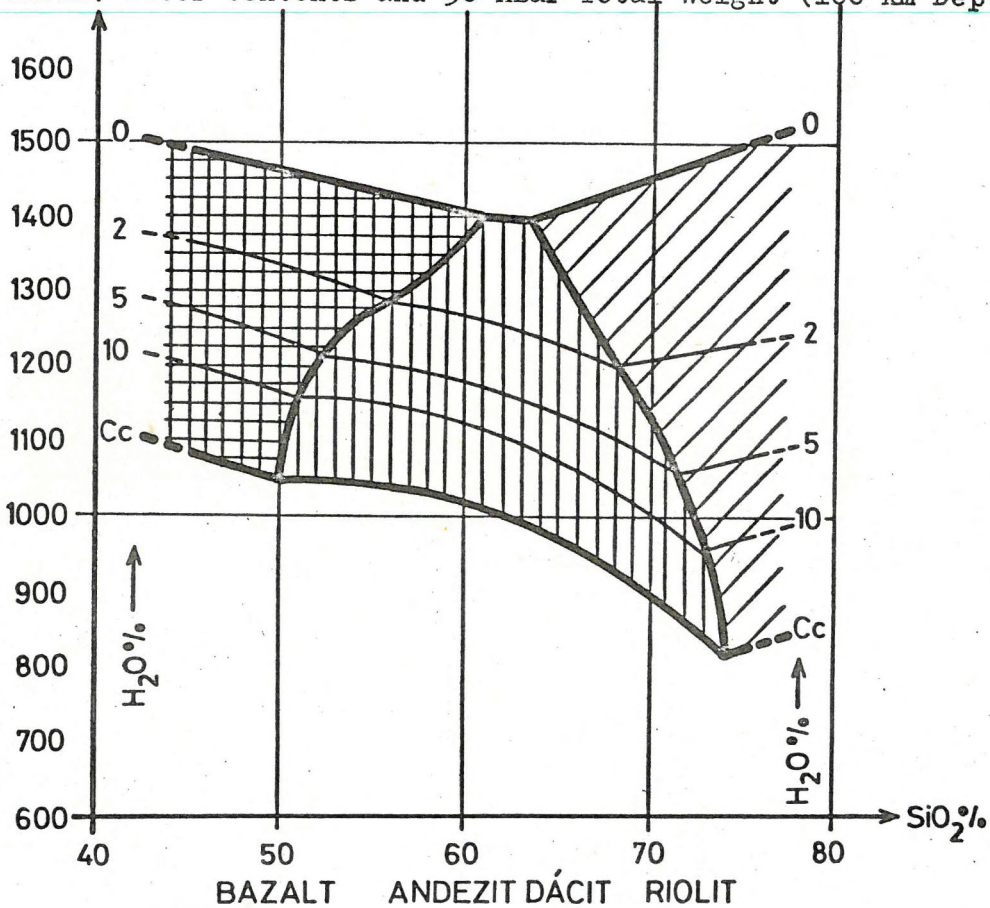
Fig. 1. sz. ábra

1


A BAZALT-RIOLIT ÖSSZETÉTELŰ OLVADEKOK
LEHŰLÉSE SORÁN MEGJELENŐ ELSŐ KRISTÁLYOK
ÖSSZETÉTELE ÉS KIVÁLÁSI HŐMÉRSÉKLETE
AZ OLVADEK KÜLÖNBÖZŐ VÍZTARTARTALMA ESETÉBEN
KB. 100 KM MÉLYSÉGNEK MEGFELELŐ 30 KBAR ÖSSZNYOMÁSON

STERN C.P.-WYLLIE P.J., 1973. NYOMÁN

Composition and Segregation Temperature of the First Crystals
Appearing during the Cooling of Basaltic-Rhyolitic Melts at
Various Water Contents and 30 KBar Total Weight (100 km Depth)



The minerals which crystallize first
Az első kristályok ásványai

 kvarc
Quartz

 gránát
Garnet

 klinopiroxén
Clinopyroxene

Fig. 2.sz. ábra

FELIRATOK A FÉNYKÉPTÁBLÁKHOZ

I. tábla

1. Részben hipidiomorf, részben korrodált gránátszemcse, nagyítás: 200x; a/. egy nikollal, b/. két nikollal. Márianosztra-10 furás, 48-58 m; gyűjtő: dr. NAGY B.
2. Korrodált és reszorbeált gránátszemcse, nagyítás: 200x; a/. egy nikollal, b/. két nikollal. Börzsöny-52 térképlap, 13. észl. pont; gyűjtő: dr. NAGY B.

II. tábla

3. Nagy hipidiomorf gránátszemcse, nagyítás: 200x; egy nikollal. Börzsöny-53 térképlap, 110. észl. pont; gyűjtő: dr. NAGY G.
4. Gránátszemcse és nagyméretű biotitpikkely összenövése, nagyítás: 810x; egy nikollal. Márianosztra-3 furás, 34 m; gyűjtő: dr. HÁMOR G. - dr. NAGY B.
5. Gránátszemcse és nagy amfibolkristály összenövése, nagyítás: 325x; egy nikollal. Börzsöny-52 térképlap, 383. észl. pont; gyűjtő: dr. NAGY B.
6. Nagy gránátszemcsészerűanövő amfibolkristály, nagyítás: 200x; egy nikollal. Börzsöny-53 térképlap, 110. észl. pont; gyűjtő: dr. NAGY G.

III. tábla

7. Hipidiomorf gránátszemcse nagy plagioklász-kristályban, nagyítás: 810x; a/. egy nikollal, b/. két nikollal. Börzsöny-43 térképlap, 329. észl. pont; gyűjtő: dr. GYARMATI P.
8. Gránátszemcse maradványa II. generációs plagioklász-koszoruban, nagyítás: 200 x; a/. egy nikollal, b/. két nikollal. Börzsöny-52 térképlap, 4. észl. pont; gyűjtő: dr. NAGY B.

IV. tábla

9. Gránátszemcse szegélye fésűs plagioklással, nagyítás: 325x; a/. egy nikollal, b/. két nikollal. Nagyörzsöny-3 furás, 650 m; gyűjtő: dr. NAGY B. - dr. NAGY G.
10. Hipidiomorf gránátszemcse korróziós plagioklászszegéllyel biotitburokban, nagyítás: 325x; a/. egy nikollal, b/. két nikollal. Márianosztra-8 furás, 44-47 m; gyűjtő: dr. NAGY B.

V. tábla

11. Gránátszemcse maradványa II. generációs plagioklászkozoruban, amelynek külső szegélyén biotit, amfibol és piroxén van, magjában pedig amfibol és piroxén, nagyítás: 325x; a/. egy nikollal, b/. két nikollal. Börzsöny-53 térképlap, 128. észl. pont; gyűjtő: dr. NAGY G.
12. Gránátszemcse maradványa kloritosodott biotit és magnetit koszorújában, szegélyén II. generációs plagioklással, nagyítás: 215x; egy nikollal. Kóspallag térképlap, 85. észl. pont; gyűjtő: CSILLAGNÉ TEPLÁSNKY E.

CAPTIONS OF PLATES

Plate I.

1. Partly hypidiomorphic, partly corroded garnet, 200x; a/ parallel nicols, b/ crossed nicols. - Borehole Márianosztra-10, interval 48-51 m. Coll. by B. NAGY.
2. Corroded and resorbed garnet, 100x. a/ parallel nicols, b/ crossed nicols. - Börzsöny, map quadrangle 52, observation point 13. Coll. by B. NAGY

Plate II.

3. Big, hypidiomorphic garnet, 200 x, parallel nicols. Börzsöny, map quadrangle 53, observation point 110. Coll. by B. NAGY
4. Garnet and a big biotite scale grown together, 810x, parallel nicols. Borehole Márianosztra-3, 34 m. Coll. by G. HÁMOR and B. NAGY.
5. Garnet and a big amphibole crystal grown together, 325 x, parallel nicols. - Börzsöny, map quadrangle 53, observation point 382. Coll. by B. NAGY
6. Amphibole crystal growing onto a big garnet; 200 x, parallel nicols. Börzsöny, map quadrangle 53, observation point 110. Coll. by G. NAGY

Plate III.

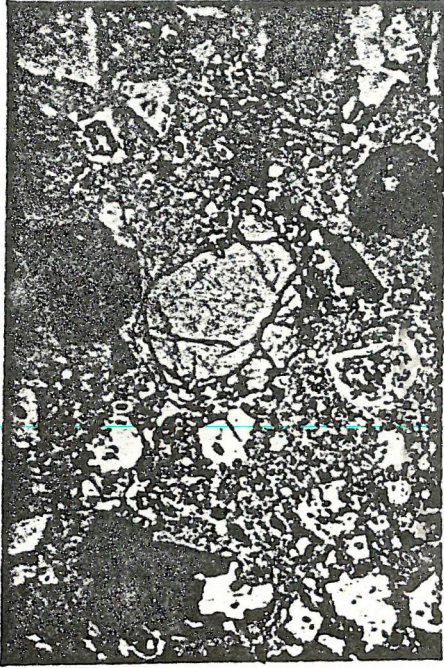
7. Hypidiomorphic garnet in a big plagioclase crystal, 810 x; a/ parallel nicols, b/ crossed nicols. - Börzsöny, map quadrangle 43, observation point 329. Coll. by P. GYARMATI
8. Relic of a garnet grain surrounded by second-generation plagioclase, 200 x; a/ parallel nicols, b/ crossed nicols. - Börzsöny, map quadrangle 52, observation point 4, Coll. B. NAGY

Plate IV.

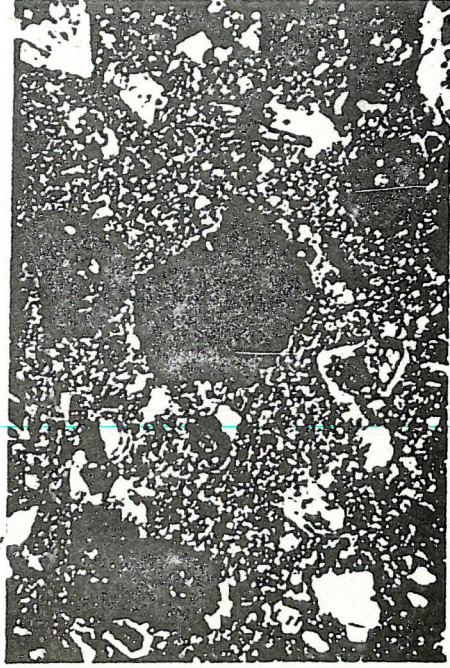
9. Rim of a garnet grain with "comb-like" plagioclase. 325 x; a/ parallel nicols, b/ crossed nicols. - Borehole Nagyörzsöny-3, 650 m. Coll by G. NAGY and B. NAGY
10. Hypidiomorphic garnet grain with a corrosion plagioclase rim surrounded by bitotite. 325 x; a/ parallel nicols, b/ crossed nicols. - Borehole Márianosztra-8, interval of 44-47 m. Coll. by B. NAGY

Plate V.

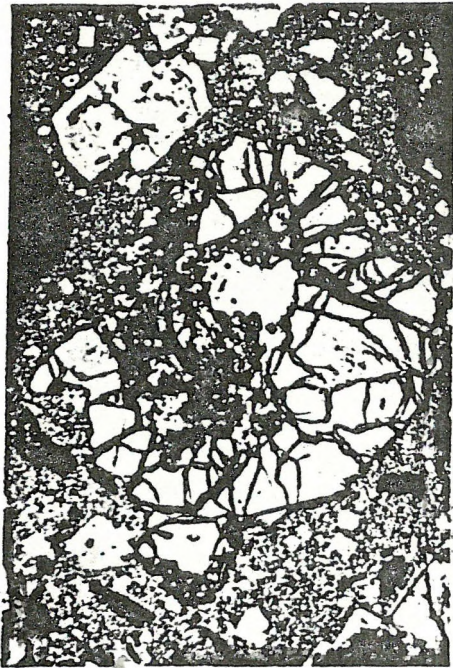
11. Relic of a garnet grain surrounded by second generation plagioclase, at the outer rim of which there are biotite, amphibole and pyroxene, in the core of it amphibole and pyroxene. 325 x. /a parallel nicols, b/ crossed nicols. - Börzsöny, map quadrangle 53, observation point 128. Coll. by G. NAGY
12. Rest of a garnet grain surrounded by chloritized bitotite and magnetite, with second-generation plagioclase at the rim. 325 x; parallel nicols. Kóspallag map quadrangle, observation point 85. Coll. by E. CSILLAG-TEPLÁNSZKY



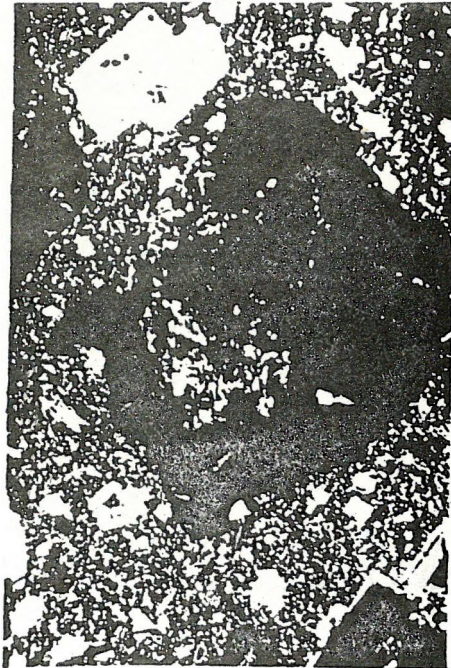
1 a



1b

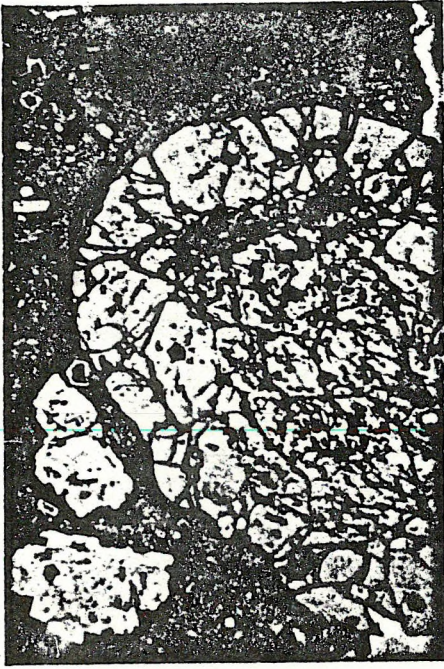


2a



2b

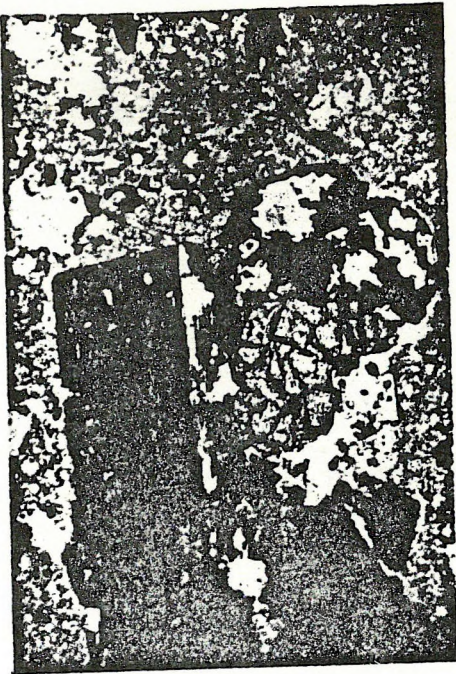
Plate II. tábla



3



4

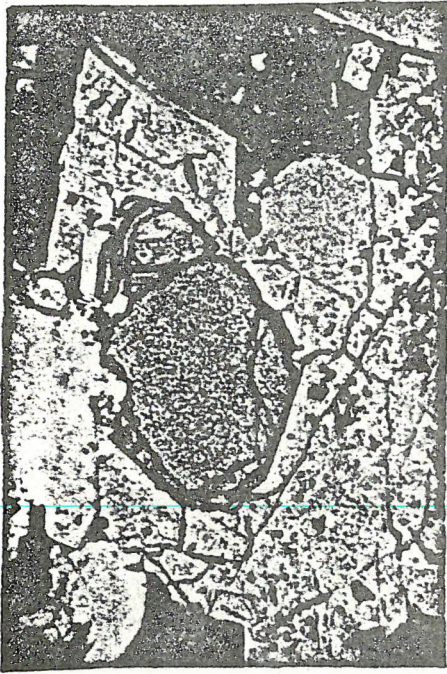


5

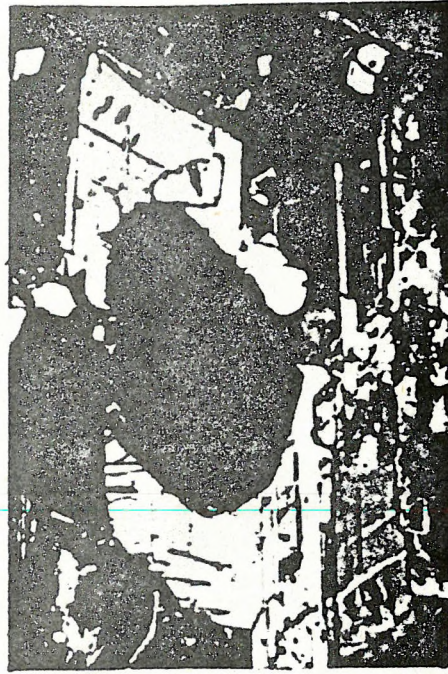


6

Plate II. tábla



7a



7b

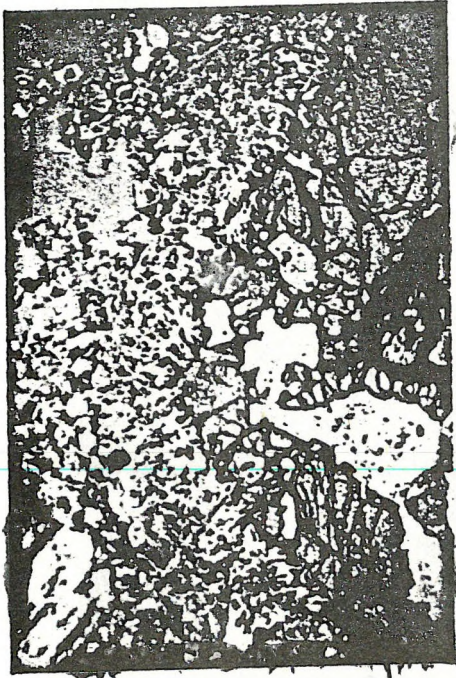


8a

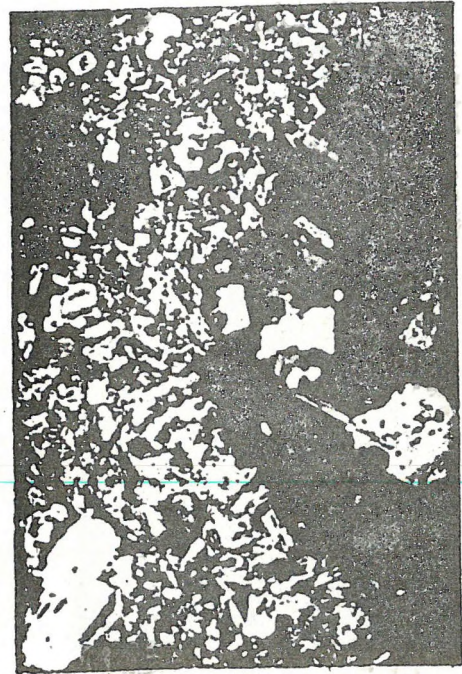


8b

Plate III. tábla



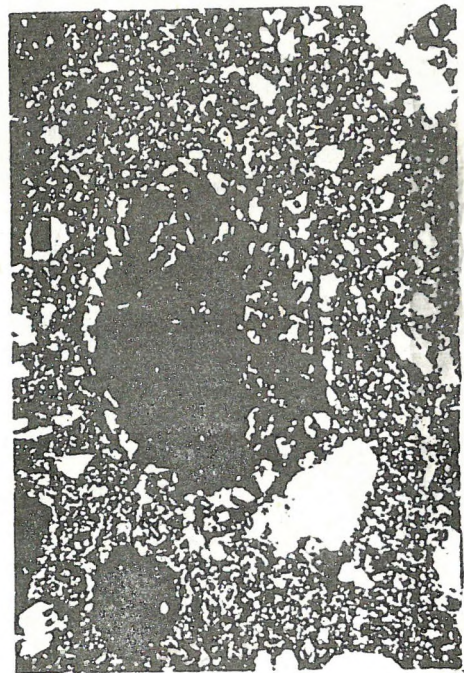
9a



9b

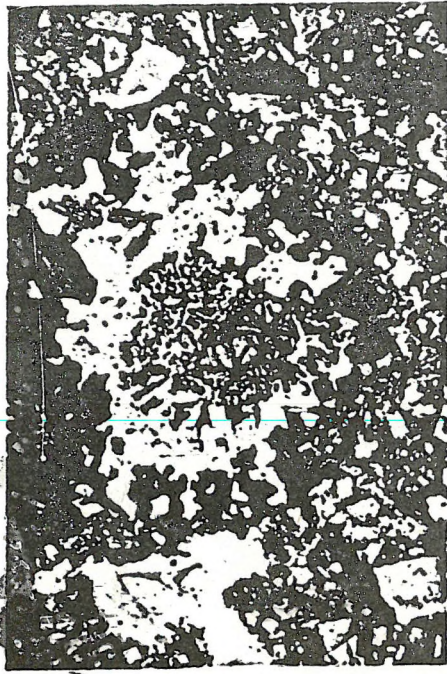


10a

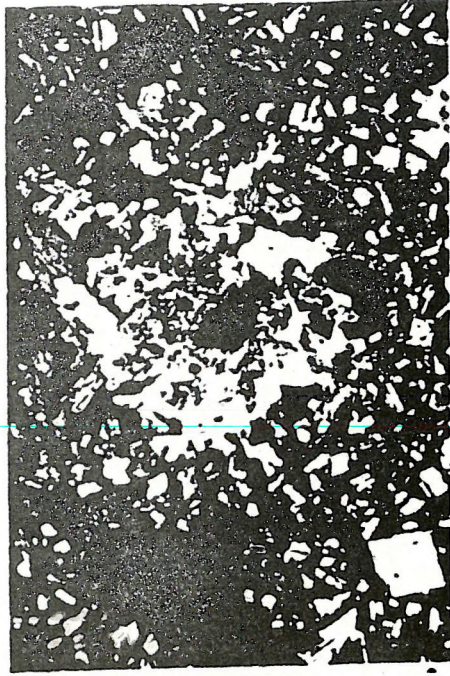


10b

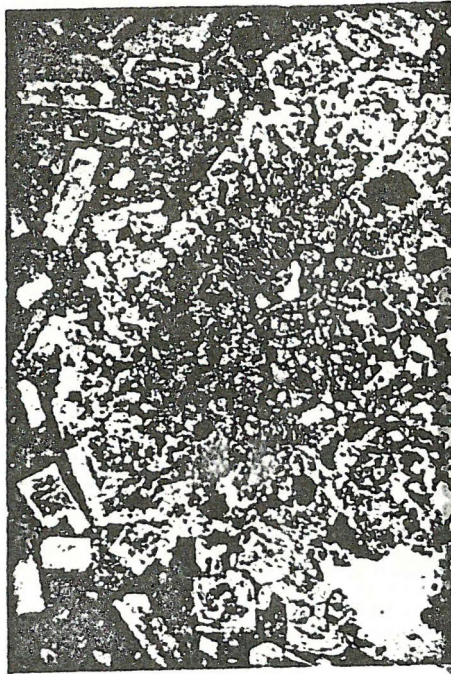
Plate IV. tábla



11a



11b



12

Plate V. tábla