

A POLGÁRDI SZÁR-HEGY WOLLASTONITOS SZKARNJA: A SZKARN ÁLTALÁNOS JELLEMZÉSE ÉS A BENNE LÉVŐ APOFILLIT ÁSVÁNYTANI VIZSGÁLATA

Fehér Béla

muzeológus

Herman Ottó Múzeum, Ásványtár (Miskolc)

BEVEZETÉS

A Polgárdi, Szabadbattyán és Kőszárhegy között elhelyezkedő Szár-hegy már a múlt század elején magára vonta a geológusok figyelmét, mivel földtanilag elszigetelt helyzetű, feltehetően középső-devon korú mészkőösszlet felszíni kibúvása alkotja (Polgárdi Mészkő Formáció). Ebbe a képződménybe magmás kőzettestek nyomultak be, melyeket kőzettanilag két típusba lehet sorolni. Az első típusba az ún. gránitporfir-telérek tartoznak, melyek kora karbon [1], vagy alsó-perm [2]. Ezekhez a kőzettestekhez kontakt metamorf jelenségek nem kapcsolódnak. A magmás intrúziók másik csoportját azok az andezittelérek alkotják, amelyek a mészkőben helyenként jelentős szkarnosodást okoztak. Ezen andezittelérek kora erősen vitatott; radiometrikus kormeghatározás alapján Horváth & Ódor [2] a triászba teszi, de Fülöp [3] paleocénnek, míg Lelkesné Felvári [1] eocénnek tartja.

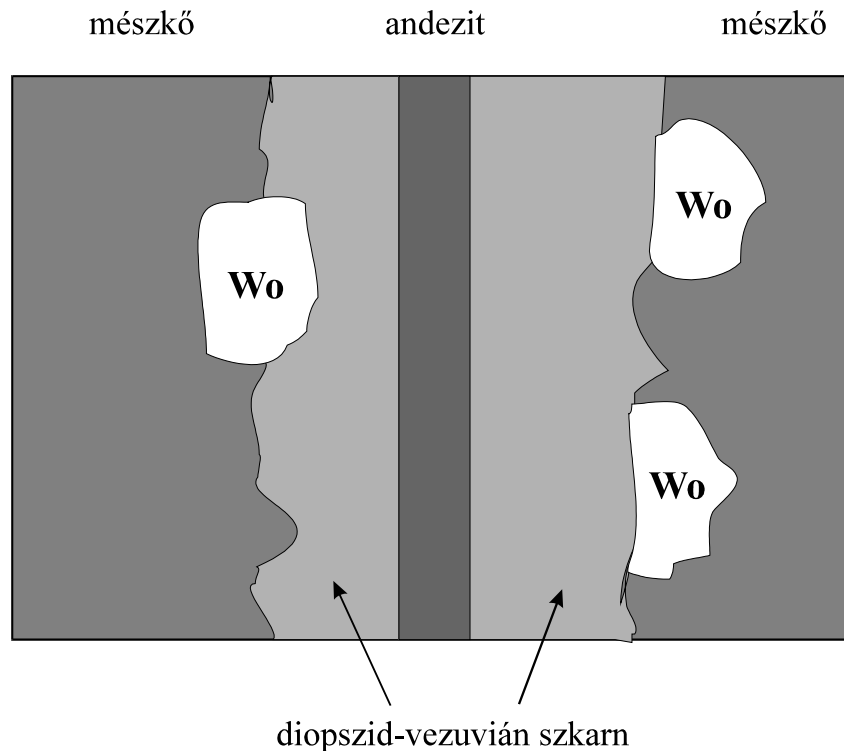
Az andezittelérekhez kapcsolódó szkarnosodás korábban csak fúrásokból volt ismert, később azonban ezeket a képződményeket a bányászat feltárta, s így a felszínen is tanulmányozhatókká váltak. Az andezit és a mészkő között két, egymástól markánsan elkülönülő szkarnos zóna különböztethető meg: az andezittelérekhez közelebb fejlődött ki a diopszidos-vezuviános zóna, melynek egy részét Horváth & Ódor [2] az andezit endoszkarnjának tartja, míg távolabb egy wollastonitos szkarnöv figyelhető meg, általában csak törmelékben.

Jelen tanulmány a wollastonitos zóna általános jellemzésével, ill. a szkarnban található másodlagos, hidratált kalcium-szilikátok leggyakoribbikának, az apofillitnek az ásványtani vizsgálatával foglalkozik. Fontosnak tartjuk megemlíteni azt, hogy az 1950-es évektől kezdődően világszerte megindult a wollastonit ipari célú felhasználása (festékipar, kerámiaipar, műanyagipar, autóipar, építőipar stb.) és így kutatása is. Mivel ipari méretű wollastonittelepek csak kontakt metamorfózis útján jöhetnek létre, ezen földtani képződmények képezik a kutatás tárgyát. Sajnos a hazai gyakorlatban az ipari hasznosítás lehetősége fel sem merült, így a Szár-hegy wollastonitos szkarnjának megkutatására sem fordítottak figyelmet. A mészkőbányászat során a wollastonit meddő terméknek minősül, pedig – ha elegendő mennyiségben van jelen – jó minősége révén járulékos nyersanyag (melléktermék) is válhatna belőle.

A WOLLASTONITOS SZKARN JELLEMZÉSE

A polgárdi Szár-hegyen a wollastonitos szkarn a metasztatikus hatást nem mutató mészkő, ill. a kontakt aureola belső zónáját alkotó diopszidos-vezuviános szkarn között helyezkedik el. Kiterjedésére csak a törmelékben gyűjtött anyagból

következtethetünk, mivel ezt a kőzettestet szálban nem sikerült megfigyelni. Eszerint a wollastonitos szkarn zónája több 10 cm-es vastagságú lehet, helyenként talán az 1 m-es szélességet is meghaladja, de nem alkot folyamatosan követhető zónát az aureolában, inkább csak kisebb szegregációk formájában fordulhat elő (1. ábra).

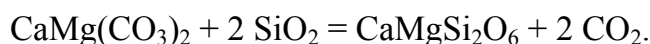


1. ábra

A szkarnos zónák erősen leegyszerűsített, elvi vázlata.

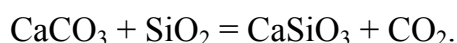
Wo= wollastonitos szkarn.

A wollastonitos szkarn fő tömege monomineralikusnak tekinthető, mivel egyetlen kőzetalkotó ásványa maga a wollastonit. Ezt támasztja alá a kőzetről készült nedves kémiai elemzés is (1. táblázat). Az elemzésre vett mintát gondosan úgy választottuk, hogy abban ne legyenek másodlagos ásványokkal kitöltött erek. A kapott eredmény majdhogynem megfelel magának a wollastonit ásvány összetételének. Az elemzésből az is jól látható, hogy az elsődleges kalcit mennyisége elenyésző, még akkor is, ha az 1,04%-os izzítási veszteséget teljes egészében a karbonát-tartalomnak tudjuk be. Mikroszkópi megfigyelések alapján a wollastonitos szkarnban előforduló progresszív metamorf ásványok: uralkodóan wollastonit, alárendelten kalcit, diopszid és zevulian. Ezek a megfigyelések a szkarn azon részeire érvényesek, ahol a protolit mészkö volt; ez teszi ki egyébként ennek a szkarnos zónának a legnagyobb részét. Egyes helyeken azonban az figyelhető meg, hogy a wollastonitos rétegek diopszidos sávokkal váltakoznak. Ezekben az esetekben a protolit mészkö és dolomit váltakozásából állt, s az eredeti rétegződés a metasomatózis után is megmaradt, ui. a kalcit wollastonittá, míg a dolomit diopsziddá alakult át. Ez utóbbi átalakulás a következő reakció szerint ment végbe:



A wollastonitos szkarn szövetét egyedül a wollastonitkristályok alakja, mérete és elhelyezkedése szabja meg. Eszerint a szár-hegyi kőzet szövege Spry [4] terminológiáját használva keresztvező-granoblasztos. A wollastonitkristályok mérete általában mm-es, melyek hipidioblasztos, ritkábban idioblasztos, zömök oszlopos kristályokat alkotnak. Ezek a kristályok orientáció nélkül, tulajdonképpen keresztül-kasul (egymást keresztelve) helyezkednek el a kőzetben.

A wollastonit képződése a metamorf kőzettanban klasszikusnak számító reakcióegyenlet szerint zajlott le:



A fenti reakció azonban kétféle módon mehet végbe, attól függően, hogy az egyenlet bal oldalán szereplő reagensek közül a SiO_2 mit takar (a CaCO_3 a kalcitot jelöli). A SiO_2 jelenthet kvarcot, ebben az esetben a kalcit és a kvarc reakciójából jön létre a wollastonit. E két ásvány csak akkor lép reakcióba egymással, amikor vagy a CO_2 -gazdag fluidumfázist a H_2O jelenléte erősen felhígítja, vagy amikor a CO_2 -gazdag fluidum nyomása lecsökken. Ez legtöbbször sekély szintű kontakt metamorfózis esetében valósul meg [5].

1. táblázat

A wollastonitos szkarn kémiai összetétele (1), összehasonlítva a wollastonit ideális összetételének (CaSiO_3) megfelelő, számított elemzési eredménnyel (2) [tömeg%-ban].

Elemző: Fehérvári István (Miskolci Egyetem).

	(1)	(2)
SiO_2	52,90	51,73
Al_2O_3	0,50	
FeO_t	0,57	
MnO	0,00	
MgO	1,77	
CaO	43,40	48,27
Na_2O	0,00	
K_2O	0,00	
izz. veszt.	1,04	
összesen	100,18	100,00

A wollastonit képződésének második esetében a fenti egyenletben szereplő SiO_2 nem kvarcot, hanem a kontakt metasomatózis során infiltrálódó fluidumfázisban oldott kovasavat jelöl. Ebben az esetben tehát a fluidumfázis nemcsak katalizátora a $\text{CaCO}_3 + \text{SiO}_2$ reakciónak, hanem egyik komponense is.

A kérdés tehát az, hogy a polgárdi Szár-hegyen a fent vázolt két mechanizmus közül melyik játszódott le, azaz a SiO_2 miként vett részt a reakcióban. Két bizonyíték is azt támasztja alá, hogy a SiO_2 infiltrációs metasomatózis útján került a

rendszerbe. Az első bizonyíték a wollastonitos szkarn rendkívüli tisztasága. Fluidum-infiltráció nélkül ui. a mészkőből képződő wollastonit mennyiségét a kvarctartalom határoolja be, s így kalcit-wollastonit márványok jönnek létre, általában alacsony wollastonit-tartalommal. A majdnem tiszta wollastonit-szkarn képződése azonban azt követeli meg, hogy a protolitban a kalcit és a kvarc moláris részaránya kb. 1:1 legyen. Ha ez nem így van, akkor a SiO_2 -komponensnek metasztatikusán kellett beáramolnia a szkarnba. A Szár-hegyi wollastonitos szkarn tisztasága és az elsődleges kalcit általános hiánya arra utal, hogy a kalcit a metasztatikusán beáramlott SiO_2 -vel lépett reakcióba, melynek eredményeként wollastonit képződött. Az infiltrációs eredet másik bizonyítéka az, hogy a Szár-hegy metasztatózist nem szenvedett mészkőve nem tartalmaz jelentős mennyiségben kvarcot.

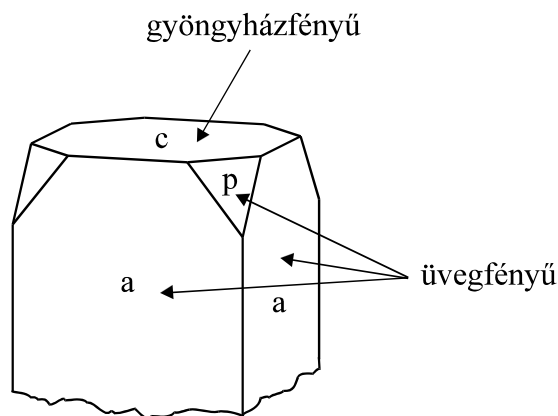
A WOLLASTONITOS SZKARN MÁSODLAGOS ÁSVÁNYAI

A Szár-hegy wollastonitos szkarnjában Magyarországon egyedülállónak mondható, másodlagos kalcium-szilikátokból (apofillit, taumazit, okenit, nekoit) és karbonátokból (kalcit, aragonit) álló ásványegyüttes található. Ez a paragenézis a kontakt metasztatózis hőmérsékleti csúcsán képződő wollastonit után jött létre, tulajdonképpen retrográd fluidumáramlás hatására, melynek következtében a wollastonitos szkarnban hidratációs és karbonizációs folyamatok indultak be. Ezen folyamatok eredményeképp a wollastonit a szkarn repedései mentén, a retrográd, alacsony hőmérsékletű és nagy víztartalmú fluidumáramlás útvonalán erősen hidratálódott, s így jöttek létre az olyan nagy víztartalmú kalcium-szilikátok, mint az apofillit, taumazit, okenit és nekoit [6].

A retrográd fluidumáramlás karbonizációs folyamatokkal is járt. Ennek köszönhetően a wollastonitos szkarnt keresztül-kasul járják át a mm-es vastagságú, tömör kalciterek, ill. a szélesebb repedések falán a romboéderes kalcitkristályokból álló bekérgezések. Ezek a kalciterek a legtöbb esetben monomineralikusak, de sokszor találhatóak bennük a fentebb említett kalcium-szilikátokból is. Az ilyen esetekben mindig a kalcit az első kiválás, s a kalcitkérgre települnek a különböző Ca-szilikátok. A másik Ca-karbonát, az aragonit elterjedtsége a kalciténál jóval kisebb, tulajdonképpen csak egy példányon sikerült megfigyelni.

AZ APOFILLIT ÁSVÁNYTANI VIZSGÁLATA

A wollastonitos szkarn repedéseiben az apofillit színtelen, zömök oszlopos vagy álhexaéderes (kocka alakú) kristályokból álló kérget alkot. Kristályai formákban szegények, sokszor csak az $\{100\}$ prizma és a $\{001\}$ bázislap fejlődött ki; ezen formákon kívül még az $\{111\}$ dipiramis figyelhető meg (2. ábra). Az apofillit a bázislap szerint, azaz a $\{001\}$ -el párhuzamosan tökéletesen hasad (ez rétegszilikát szerkezetéből következik). Karcának színe fehér; a prizmalapok és a dipiramisok fénye üveg, míg a bázislap gyöngyházfényű, így erre az apofillitre is nagyon találó a régebbi szakirodalomban használt „halszemkő” elnevezés.



2. ábra

Apofillitkristály a polgárdi Szár-hegyről: $c\{001\}$ bázis, $a\{100\}$ tetragonális prizma és $p\{111\}$ tetragonális dipiramis.

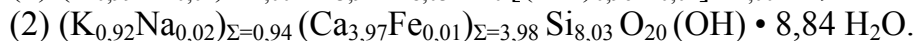
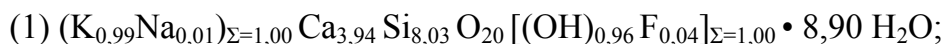
Az apofillit név az 1978-ban bevezetett nevezéktan szerint [7] nem ásványfajt, hanem ásványcsoportot jelöl. Az apofillit-csoportra a következő általános képlet írható fel: $(K, Na)Ca_4Si_8O_{20}(F, OH) \cdot 8 H_2O$. Ennek alapján a csoport négy szélső tagját különböztethetjük meg, melyeket a 2. táblázatban tüntettük fel. Mivel az apofillit-csoport tagjainak kristálytani, fizikai és optikai tulajdonságai nagyon hasonlóak és a röntgen-pordiffrakciós felvételeikben is igen kicsik a különbségek, ezért elkülönítésük csak precíz, mennyiségi kémiai elemzéssel hajtható végre.

2. táblázat

Az apofillit-csoport tagjai a gyakoriság csökkenő sorrendjében.

Összetétel	Pontcsoport	Név
$KCa_4Si_8O_{20}F \cdot 8 H_2O$	4/mmm	fluorapofillit
$KCa_4Si_8O_{20}(OH) \cdot 8 H_2O$	4/mmm	hidroxiafopillit
$NaCa_4Si_8O_{20}F \cdot 8 H_2O$	mmm vagy mm2	nátroapofillit
$NaCa_4Si_8O_{20}(OH) \cdot 8 H_2O$?	nem ismert a természetben

A polgárdi apofillitről számos kémiai elemzés készült, melyek azonban alig mutattak eltérést, így csak két elemzést közlünk a 3. táblázatban. A 3. táblázat elemzése alapján a szár-hegyi apofillitre a következő kristálykémiai képletek írhatók fel:



A számításához szükséges víztartalmat az elemzések végösszegének a 100%-hoz való különbözetéből vettük. A képlet felírásánál azt feltételeztük, hogy $OH + F = 1$ apke (apke = atom per képletegység). Az elemzések azt mutatják, hogy a szár-hegyi apofillitben $K \gg Na$ és $OH \gg F$, így ásványunk a hidroxiafopillit fajt képviseli, mégpedig az ideális, tiszta szélső taghoz nagyon közelálló összetétellel.

A szár-hegyi apofillitről röntgen-pordiffrakciós felvételt is készítettünk, melynek eredményeit helyhiány miatt most nem közöljük. Az eredmények jó egyezést mutatnak a hidroxiafopillitre megadott standard röntgen-adatokkal (ICDD 29-994,

ICDD 30-920). Felvételünket az ICDD 29-994 röntgenkártya alapján indexeltük le, melyből a UnitCell program segítségével [8] kiszámítottuk az apofillit rácsállandóit és elemi cellájának térfogatát: $a = 8,949 \text{ \AA}$; $c = 15,830 \text{ \AA}$; $V = 1267,6 \text{ \AA}^3$.

3. táblázat

Elektron-mikroszondás elemzések a polgárdi apofillitről, tömeg%-ban.
Elemző: Giovanna Vezzalini (Modenai Egyetem).

	(1)	(2)
SiO ₂	52,49	52,54
TiO ₂	0,02	0,02
Al ₂ O ₃	0,00	0,01
FeO	0,01	0,05
MgO	0,00	0,01
CaO	24,00	24,22
SrO	0,00	0,01
BaO	0,00	0,01
Na ₂ O	0,03	0,07
K ₂ O	5,06	4,73
F	0,09	0,00
összesen	81,70	81,67

Végezetül az elemi cella térfogatából és a 3. táblázat 1. oszlopában közölt elemzési eredményből kiszámítottuk a polgárdi apofillit sűrűségét, amely 2,41 g/cm³-nek adódott.

IRODALOM

- [1] Lelkesné Felvári Gy. (1998): A Dunántúli-középhegység metamorf képződményeinek rétegtana. In: Bérczi I. & Jámbor Á. (szerk.): *Magyarország geológiai képződményeinek rétegtana*. MOL Rt. és MÁFI kiadása, Budapest. 73–86.
- [2] Horváth I. & Ódor L. (1989): A Polgárdi Mészke Formáció kontakt metamorf és metasomatikus jelenségei. *MÁFI Évi Jelentése az 1987. évről*, 137–143.
- [3] Fülöp J. (1990): *Magyarország geológiája. Paleozoikum I.* Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest.
- [4] Spry, A. (1969): *Metamorphic textures*. Pergamon Press, Oxford, London, Edinburgh, New York, Toronto, Sydney, Paris, Braunschweig.
- [5] Winkler, H. G. F. (1976): *Petrogenesis of metamorphic rocks*. 4th Edition. Springer Verlag, New York, Heidelberg, Berlin.
- [6] Fehér, B. & Sajó, I. E. (2000): Okenite and nekoite from the Szár Hill, Polgárdi, Hungary. *Acta Mineralogica-Petrographica (Szeged)*, **41**, Suppl., p. 40.
- [7] Dunn, P. J., Rouse, R. C. & Norberg, J. A. (1978): Hydroxyapophyllite, a new mineral, and a redefinition of the apophyllite group. I. Description, occurrences, and nomenclature. *American Mineralogist*, **63**, 196–199.
- [8] Holland, T. J. B. & Redfern, S. A. T. (1997): Unit cell refinement from powder diffraction data: the use of regression diagnostics. *Mineral. Mag.*, **61**, 65–77.