

1. Bevezető:

Az erdélyi medence keleti részén, Hargita megyében, Korond község területén található kalcium-karbonát üledékek színezettségének vizsgálata a dolgozatom témája.

A gazdag színvilággal rendelkező korondi kalciumkarbonátok színei túlnyomó részt fehérek, de lehet zöldes, barnás, rozsdás színű, de még a fekete szín sem ritka. A mai ismereteink szerint ezt az elszíneződést okozhatja agyag bemosódás, nagy szerves anyag tartalom, különböző fluid zárványok, vagy Fe^{2+} , Fe^{3+} , Mn^{2+} illetve más színező ionok jelenléte.

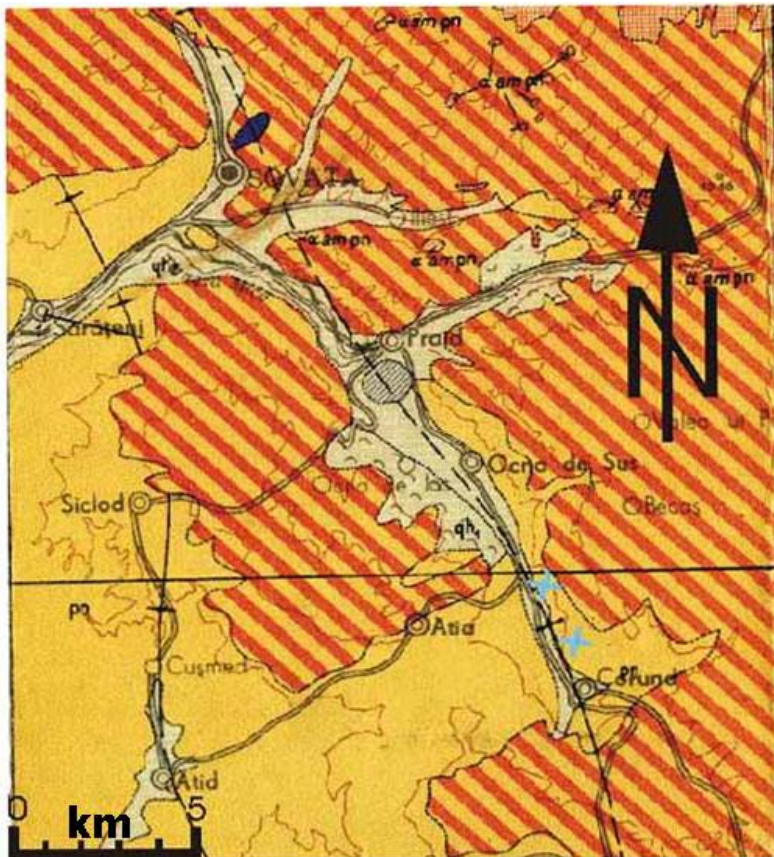
Nagy reakciókészségének köszönhetően a kalcium csak vegyületei formájában fordul elő a természetben. Minden természetes vegyületében Ca^{+2} kation formában van jelen. A földkéreg igen nagy részét alkotják a kalcium-tartalmú ásványok és kőzetek. A kalcium leggyakoribb kőzete a mészkő (főként kalcium-karbonát, CaCO_3 különböző formákban), melyet kalcit és aragonit (kémiaiilag azonos anyagok) ásványok alkotnak főleg. A mészkő legértékesebb származéka a márvány vagy travertin, melyet elsősorban dekorációs célokra használnak. A travertin megnevezés a *travertino* olasz szóból ered, amely általános megnevezése a márványnak. Ezért megkülönböztetünk édesvízi illetve sósvízi kivállásokat, az édesvíziek inkább a forrás mészkővekre jellemzők, a sósvíziek pedig tengeri kicsapódásokra vonatkoznak. A kőzetalkotó karbonát ásványok a következők lehetnek: a kalcit-, az aragonit sor ásványai, vaterit, dolomit. Édesvízi mészkővek kalcium-bikarbonátban gazdag meleg, illetve hideg vizes forrásokból képződhetnek.

A források karbonáttartalma általában a mezozoós, vagy egyéb karbonátkőzeteken való áthaladás közben történő oldódási folyamatok eredménye. Az esetlegesen jelenlévő karbonátos kőzetek oldódása növeli a víz kalcium-bikarbonát telítettségét. White (1978) szerint a CaCO_3 oldódás döntő hányada a talajba történő beszivárgás első métereiben megy végbe. Az esővíz már tartalmaz az atmoszférából oldott CO_2 -t, és a talajba beszivárogva további szerves eredetű CO_2 -vel gyarapszik. A vízben oldódó CO_2 hatására csökken a pH és ez által a víz fokozottan agresszív válik, az az savassá válik, tehát megnő a karbonát oldó képessége. A CO_2 oldhatósága a vízben nő a gáz parciális nyomásának növekedésével, de ugyanakkor csökken a hőmérséklet emelkedésével.

A karbonátos kőzetek további oldódása a mélyből származó CO_2 -nek köszönhető, mely az oldódásával még agresszívabbá teszi a vizet. Az „oldat” felszínre jutása vetők, törések mentén történik. Az oldott karbonáttartalommal rendelkező forrásvíz felszínre érve a CO_2 csökkenő parciális nyomása miatt fennálló CO_2 vesztes következtében (azaz a pH növekedésével) a karbonátra nézve túltelítetté válik, ezért a forrás közelében lerakja a karbonátot. A travertínó kiválása nagymértékben függ az eltávozó CO_2 arányától, megjelenése gyakoribb a vízesések és nagysebességű patakok közelében (ahol a víz kigázosodása nagyobb).

2. A terület földrajzi és földtani bemutatása:

A kalcium-karbonátok forráskúp szerű előfordulásai Korond községtől és a községet átszelő A13-as országúttól északra találhatóak, 540 m-es tenger szintű magasságban. Mintegy 1,5 km-es területen található a három forráskúp. A Korond patak hidrológiai szempontból a Kis-Küküllő vízgyűjtő területéhez tartozik.



1. ábra. Akörnyék geológiai térképe. Piros sávozott– neogén piroklasztit. Sárga: pannon agyagok és márgák. Szürke: negyedidőszaki üledékek. Kék kereszt: lelőhelyek



2. ábra. A csigadomb nevű forráskúp

A forráskúpok és a tellérek a Korond patak völgyére és a só tektonikai vonalára merőlegesen, függőleges helyzetben jelennek meg, amelyeket travertin sapka takar, ahol kiömlik a meszes oldat (x. Ábra). A környék geológiai formációit nagy részt neogén korú, a Görgényi hegység működéséből származó vulkanoklasztitok (andezites agglomerátumok és lávafolyások) mellett Pannon korú üledékes kőzetek (sós, karbonátos agyagok és márgák), valamint a Parajd és Szováta környéki Miocén korú sódiapírok alkotják (x. Ábra).

A környék geológiájával több geológus is foglalkozott, kisebb-nagyobb sikerrel. Az első említés Koch Antal (1885) dolgozatában lelhető fel, majd 1908. nyarán Knöp Vencel tesz egy tanulmány utat Korondon aki konstatálja, hogy a helyiek mészkő tufát és aragonit aspektusú karbonátokat használnak elsődleges kemencékben készített oltott mésznek. Majd 1910-ben kér engedélyt a környék karbonát telepeinek kitermelésére, melyek első tömbjei a Zalatna-i művészeti műhely által lettek feldolgozva. 1916-ban a kitermelés növekedésével egy ennek megfelelő műhelyt építenek Korond területére, a tömbök feldolgozására.



3. ábra. Karbonát telérek.

A karbonát tömbök kitermelése és feldolgozásának legaktívabb ideje 1931 és 1939, majd a világháború kitörésével megáll, a háború után még időszakosan beindul a kitermelés, de a telérek robbantása lehetetlenné tette a további bányászatot.

A helyi jelenség keletkezésével több mint száz éve foglalkozik a szakirodalom, de egy tény mindig vita tárgyát képezte, hogy aragonit-e valójában vagy csak kalcit.

Vendl Miklós (1929) és Vendel Mauritz (1942) aragonit jelenlétét állítják, de N. Metta (1928) egy kémiai elemzés során kijelenti, hogy kalcitról van szó és nem aragonitról. S.Gliszczyński és E.Stoicovici (1937) megerősíti, hogy ezek a típusú kőzetek szálaskalcitok aragonit beütéssel.

A repedések mentén megjelenő szulfidok nem voltak idegenek a korondi karbonát üledékekben, de ezek csak néhány helyen jelennek meg és tömegesen. Megfigyeléseink arra utalnak, hogy a gazdag színvilág első sorban a leállási felületeken megjelenő szulfidok oxidációs állapotának tekinthető. Ugyanakkor észrevehető, hogy a karbonát képződés újra aktiválódásával ezek a szulfid lerakódások bemosódtak a leállási felületekről a további képződésbe. A vas szulfidok ki kristályosodása során pirit és markazit képződött, illetve ezek mállásából vas szulfátok, vas oxi-hidroxidok és kalcium szulfátok (Tóth A., 2002) keletkeztek.

A terepen való megfigyelésemkor a jelenleg is képződő kalciumkarbonáttal egyszerre felszínre jövő víz sós, kőolaj ízű, kén szagú.

3. Alkalmazott analitikai módszerek rövid bemutatása

A makroszkópos leíráshoz 10x-es nagyítású lupé mellett Nikon SMZ 800 típusú sztereómikroszkópot használtam, amely során mind a kőzetmintákat, mind a vékonycsiszolatokat vizsgáltam.

A mikroszkópos részletes szöveti elemzéseket az Eötvös Loránd Tudományegyetem Közöttani és Geokémiai Tanszékén működő Litoszféra Fluidum Kutató Laboratóriumában végeztem. Ehhez Nikon ECLIPSE LV100 POL polarizációs mikroszkópot használtam, áteső és ráeső fényben, a szöveti fényképek Nikon DS-Fi 1 digitális kamerával készültek.

A petrográfiai vizsgálatok alapján kiválasztott xenolitokon a finom részletek megfigyelésére és az ásványok azonosítására az Eötvös Loránd Természettudományi Egyetem, Kőzettani és Geokémiai Tanszékén működő EDAX PV 9800 energiadiszperziós röntgen-spektrométerrel (EDS) felszerelt AMRAY 1830 I/T6 típusú pásztázó elektronmikroszkópot használtam Benkő Zsolt segítségével (20 keV gyorsító-feszültséggel, 1-2 nA mintaáram mellett).

A röntgen-pordiffrakciós vizsgálatok az ELTE Ásványtani Tanszéken, szcintillációs detektorral felszerelt Siemens D5000 röntgen-pordiffrakciós berendezés segítségével, theta-theta üzemmódban, Cu K α gerjesztő sugárzás mellett készültek.

4. Petrográfia

4.1 A minták általános petrográfiai bélyegei:

Munkámban a hangsúlyt a leállási felületeken található bokor vagy shrub szerkezetekre fektetem. Ilyen szerkezeteket említenek a külföldi, ma is képződő travertin lerakódásokból, amelyek lehetnek baktérium, kristály és sugár-kristály bokor szerkezetek. A saját mintáimra a bakterium illetve kristály bokor megjelenések hasonlítanak.

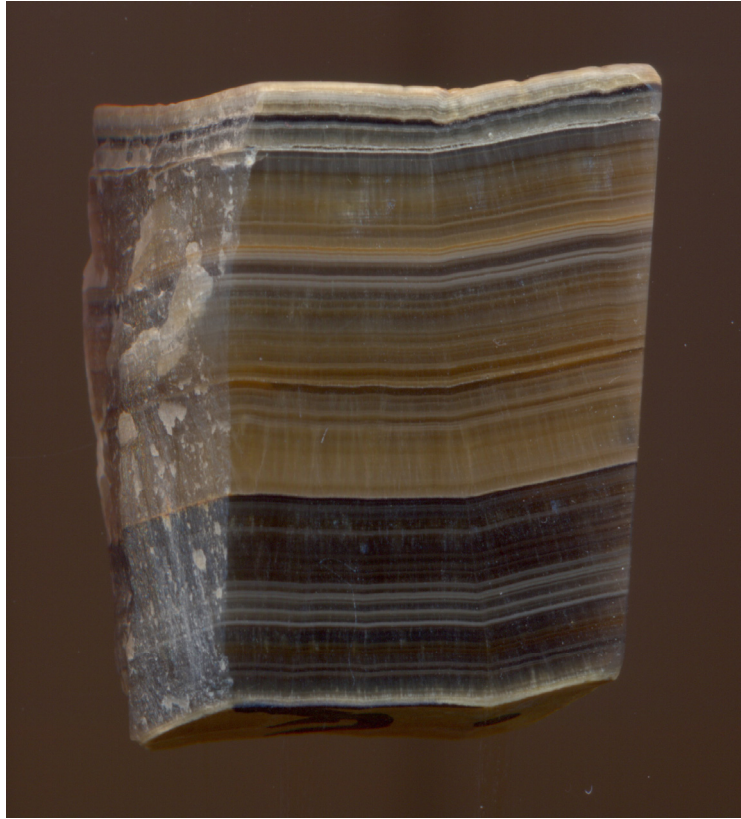
A mintákra általánosan jellemző a különböző színű sávozottság vagy rubanáltság, egyaránt tartalmaznak mikrites, pátitos, mikropátos felületeket, hullámosan rubanált részeket, visszaoldódási felületeket, több kristályosodási centrumot..

A terepen begyűjtött több minta közül szemléltetőnek hat darabot választottam ki, abból a megfontolásból, hogy ezek a minták mutatják leginkább a változatosságot.

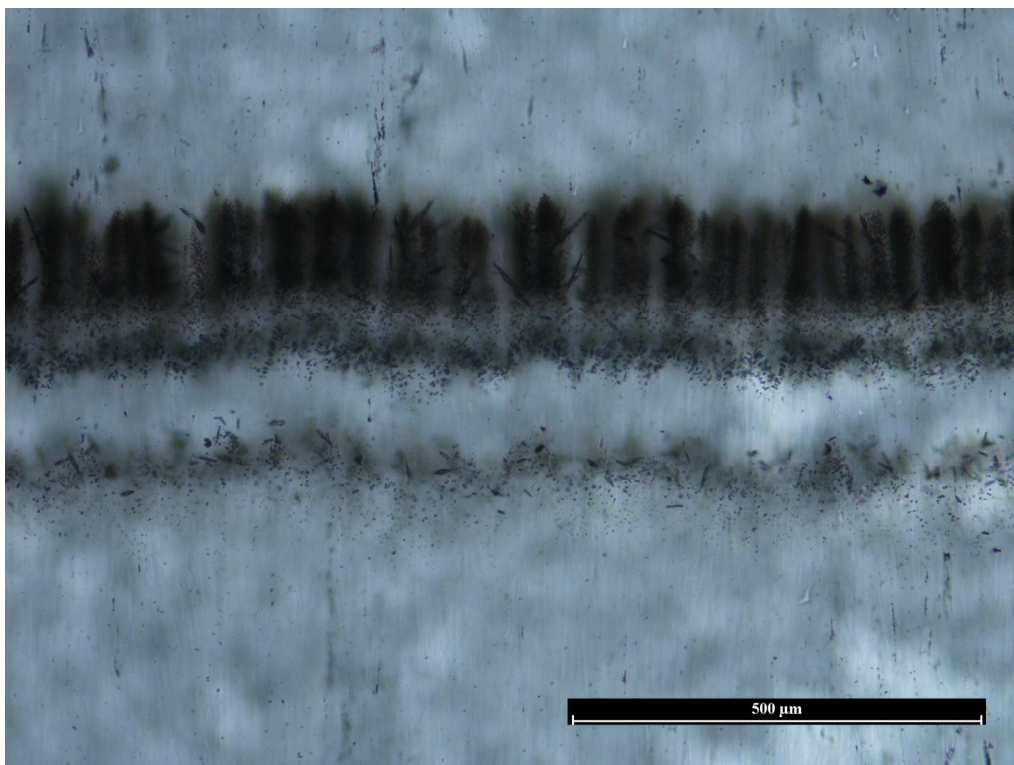
K3. minta

A felületet több, világosabb-sötétebb sáv váltakozása alkotja, különböző távolságra egymástól. A mintára jellemzőek a hosszú, nyúlt kalcit kristályok, melyek leállási felületén figyelhető meg a szennyeződés. A sötétebb sávoknál a növekedési iránnyal párhuzamosan bokor szerű illetve elszíneződött kristálytűhöz hasonló szerkezetek figyelhetők meg. Ezek a tűk lehetnek elágazóak is, helyenként 120° szöget

bezárva egymással. Ezekben a szerkezetekben fluidum gazdag zárványos részek is megfigyelhetők.



4.ábra. K3. minta kézi példánya



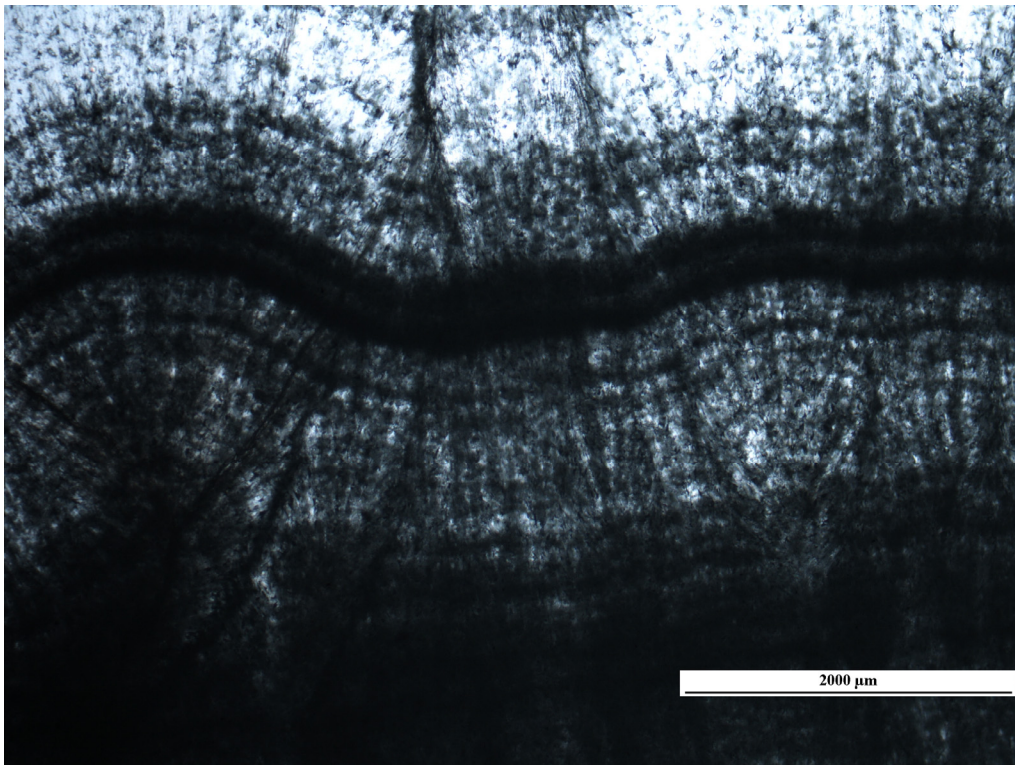
5.ábra. K3. minta polarizált mikroszkópi képe

K16. minta

Nyúlt, tűs kristályokból álló, a mikrites szövet fokozatosan átmegy pátos részbe, a növekedés irányába, mely jól látszik. A kristály tűk sugarasan helyezkednek el, mind a pátos, mind a mikrites színű sávokban. Így több leállási felület figyelhető meg, akárcsak az előző mintán is, de ezek felületén nem észlelhető zárványosság, sem az előző mintánál látható szerkezetek.



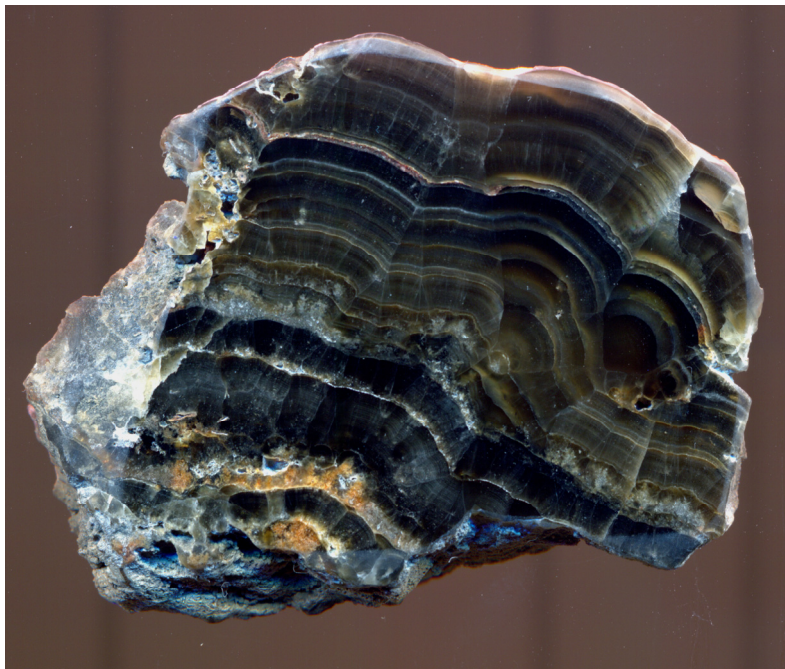
6.ábra. K16. minta kézi példánya.



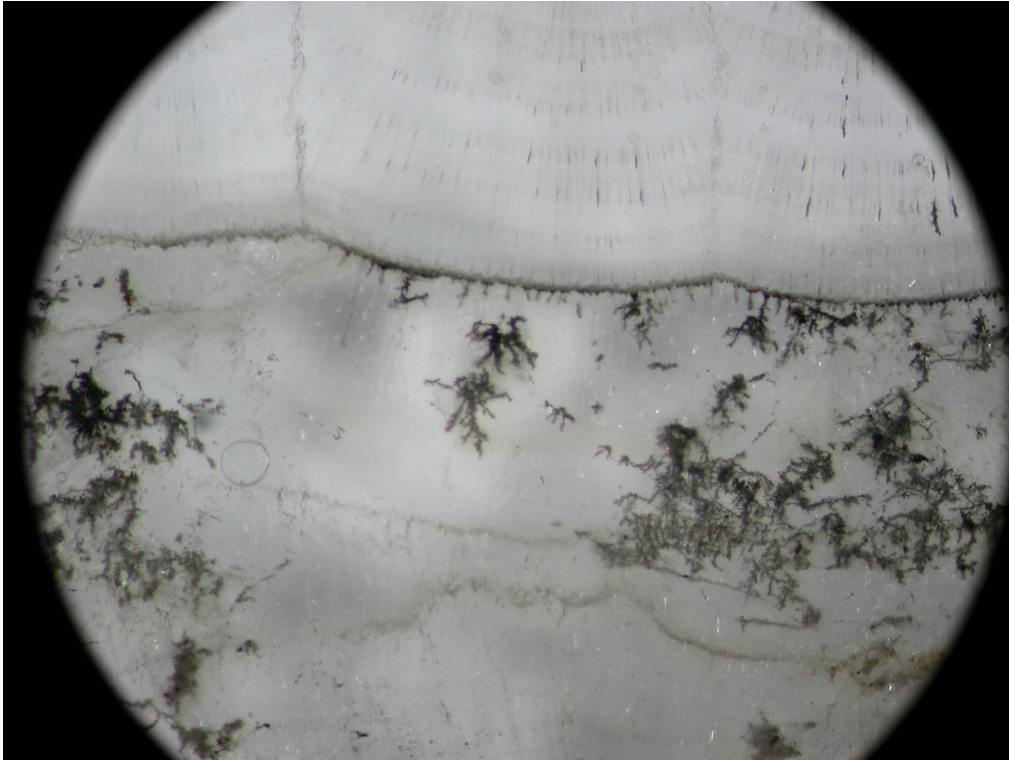
7.ábra. K16. minta polarizált mikroszkópi képe.

K17. minta

Hullámos sávozottság figyelhető meg, mely arra enged következtetni, hogy a kristályképződés nem egyenletes, a lamináltság szintén a leállási felületen jelenik meg, ahol észlelhetők a bokor és tús szerkezetek. Megjelennek a kioldódási felületek is, de ugyanakkor megfigyelhetők a kristályosodási központok, a lyukacsos zónák, a nyúlt, tús kristályokból álló pátos, mikrites, sugaras kioltású szövet. Bizonyos sávok mentén vöröses, rozsdás színű elszíneződés látszik, ami a vas szulfidok oxidálódásának következménye.



8. ábra. K17. minta kézi példánya.

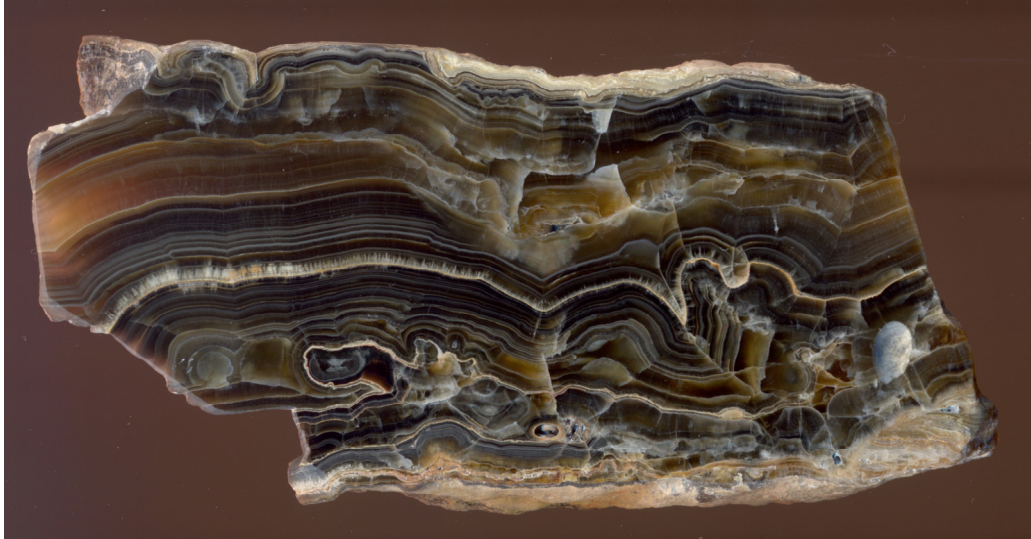


9.ábra. K17.minta sztereomikroszkópi képe.

K18. minta

Ebben a mintában is fellelhetők a shrub szerű szerkezetek, amelyekben szintén zárványok figyelhetők meg, ám kis méretűek illetve a hosszúkás gumók belsejébe zárvány szerű képződmények láthatók. Ugyanakkor a nyúlt alakok körüli térben láthatók az apró, gumó szerű szerkezetek, melyek arra utalnak, hogy később össze nőnek és bokor szerkezeteket alkotnak. Tehát ezen érdekes szerkezetek felépítése hasonló, méretben és alakban különböznek egymástól. A gumók helyzete bizonyos esetekben azt a látszatot adják, hogy szabályszerűen, lineárisan rendeződve egyenest alkotnak. Felfedezhetők pirit szemcsék is, amelyek a vas szulfidok kikristályosodásának eredménye.

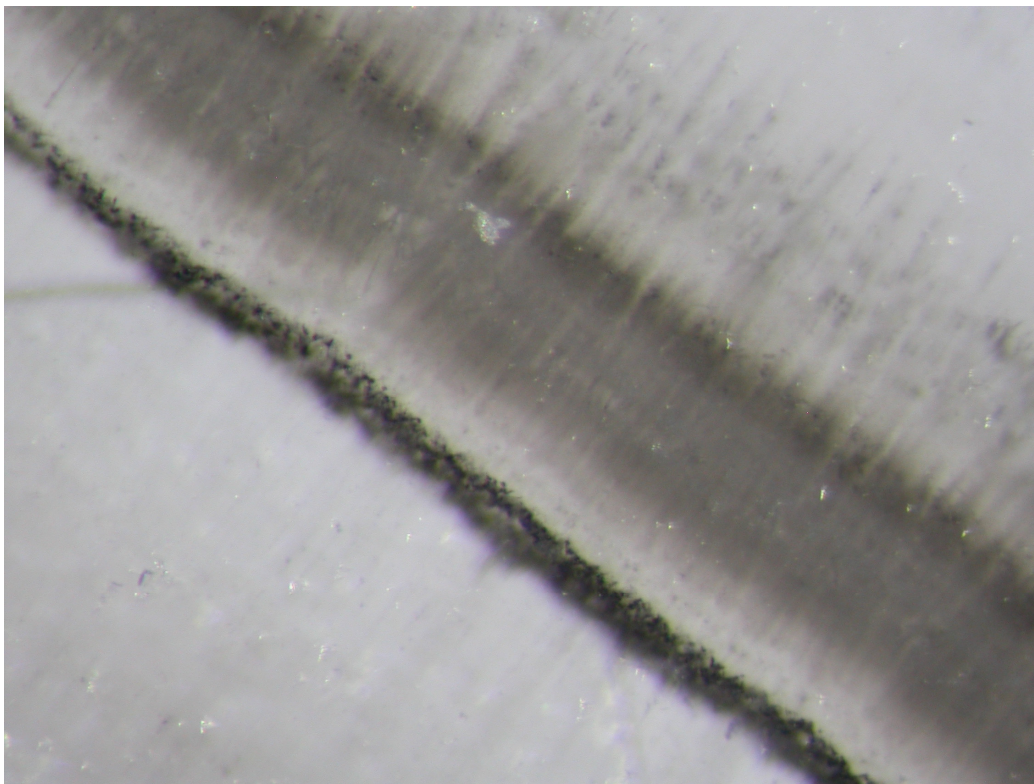
Ezek a szerkezetek és szemcsék szintén a leállási felületeken észlelhetők és a mikrites, pátos sávok határán.



10.ábra. K18.minta kézi példánya.



11.ábra. K18.minta polarizált mikroszkópi képe.



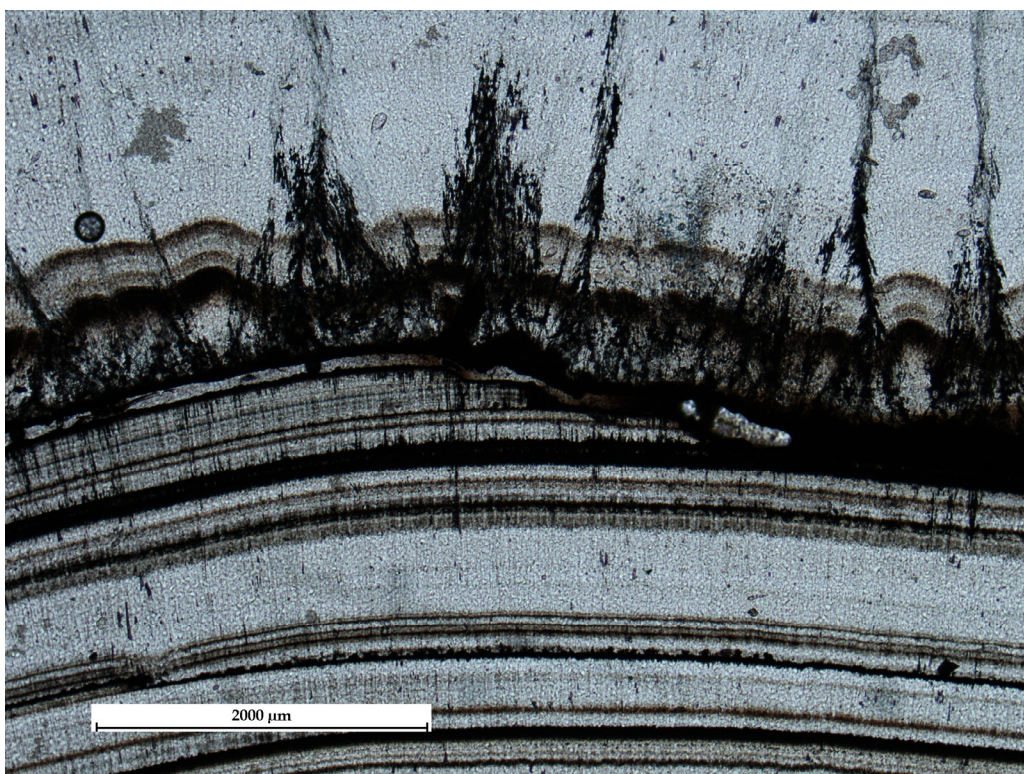
12.ábra. Leállási felület, fekete szemcse szerű, sávosságot

K19. minta

A csiszolatban szintén sávosság látható, a növekedési iránnyal megegyezően a felső része sűrűn laminált. Ugyanakkor tús kristályokból álló, zónás, pátos, mikrites kristályos szövetű, illetve finomszemcsés sávok figyelhetők meg. A leállási felületek mentén fekete foltok jelennek meg, melyek átválnak rozsdás színű foltokra.

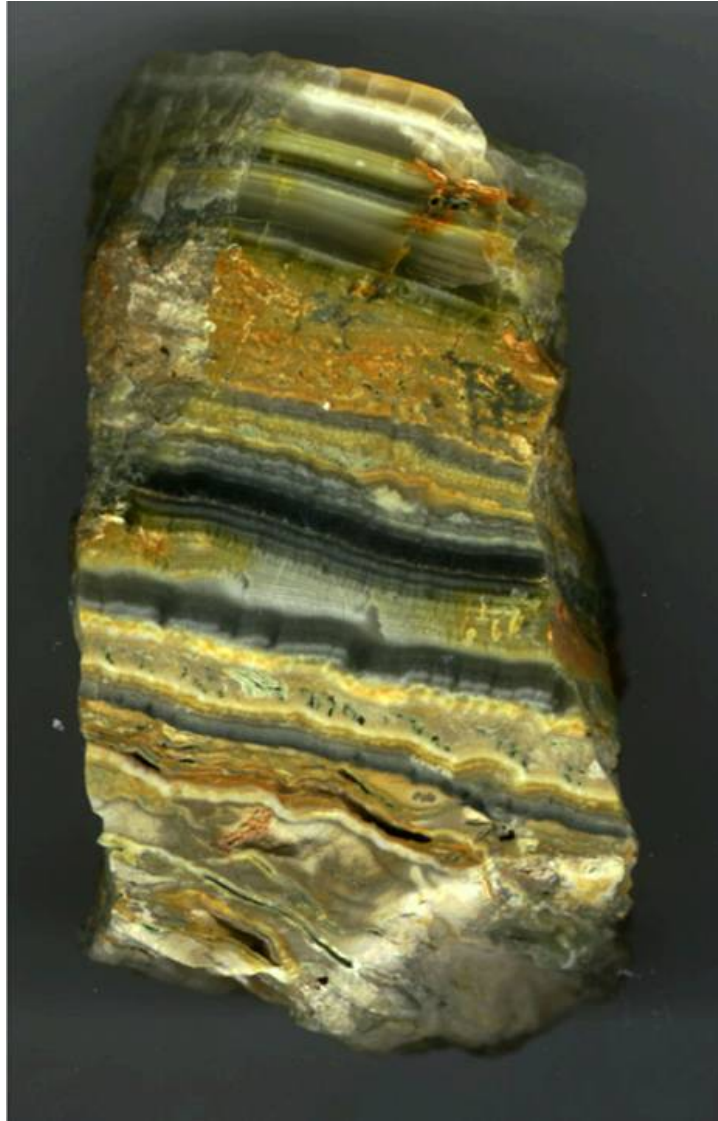


13.ábra. K19.minta kézi példánya.



14.ábra. K19. minta polarizált mikroszkópi képe.

K 20 minta



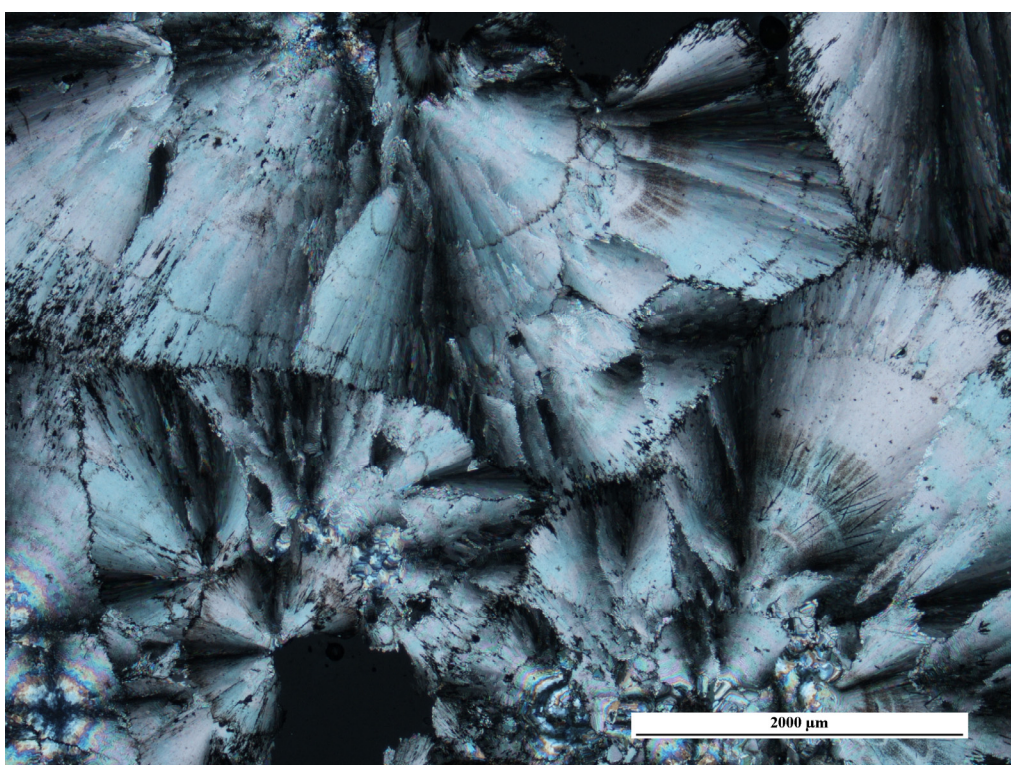
15.ábra. K20. minta kézi példánya.

K102. minta

Szintén jól látszik a növekedési felület, fibroradiális szerkezetek figyelhetők meg. A növekedési iránnyal párhuzamosan, és a sávjára merőlegesen szintén megjelennek a bokor szerkezetek. Megjelennek a koncentrikus kristályosodási centrumok lyukacsos zónákkal.



16.ábra. K102. minta kézi példánya.

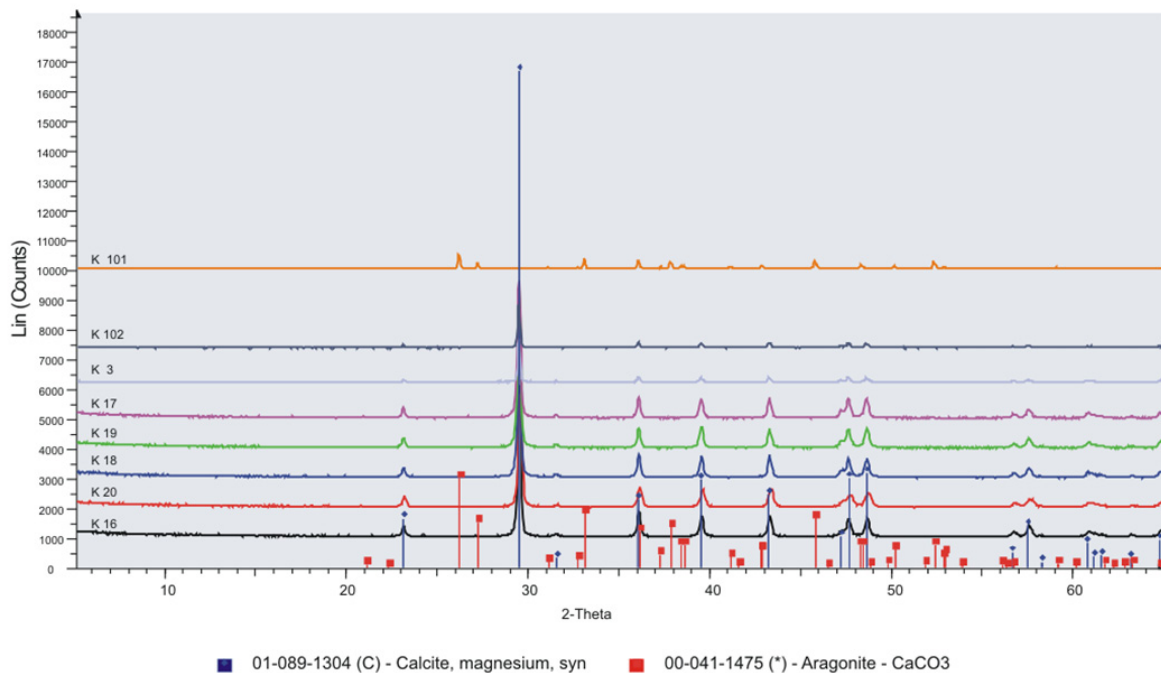


17.ábra. K102. minta polarizált mikroszkópi képe, +N.

5. Diszkusszió

5.1 Röntgenpordiffrakciós eredmények

A röntgen diffraktogramokon megfigyelhetjük, hogy az összes a petrográfiában részletesen bemutatott minta kalcitos összetételű (X. Ábra). Összehasonlítás képpen feltettem egy reprezentatív aragonit diffraktogramjat is korondról (K. 101 minta).



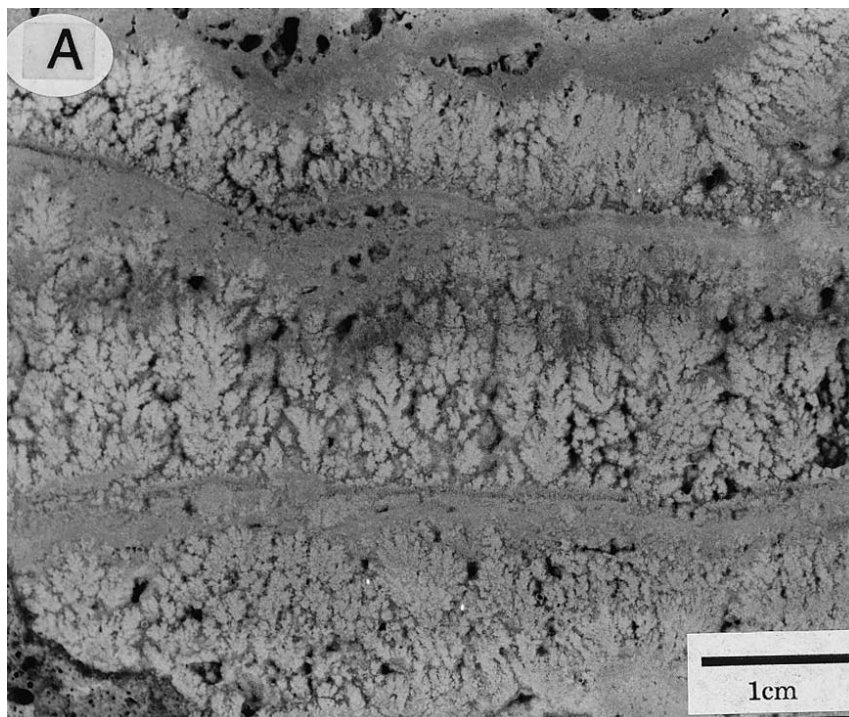
18.ábra. A minták röntgenpordiffrakciós ábrája

5.2 Szöveti bélyegek

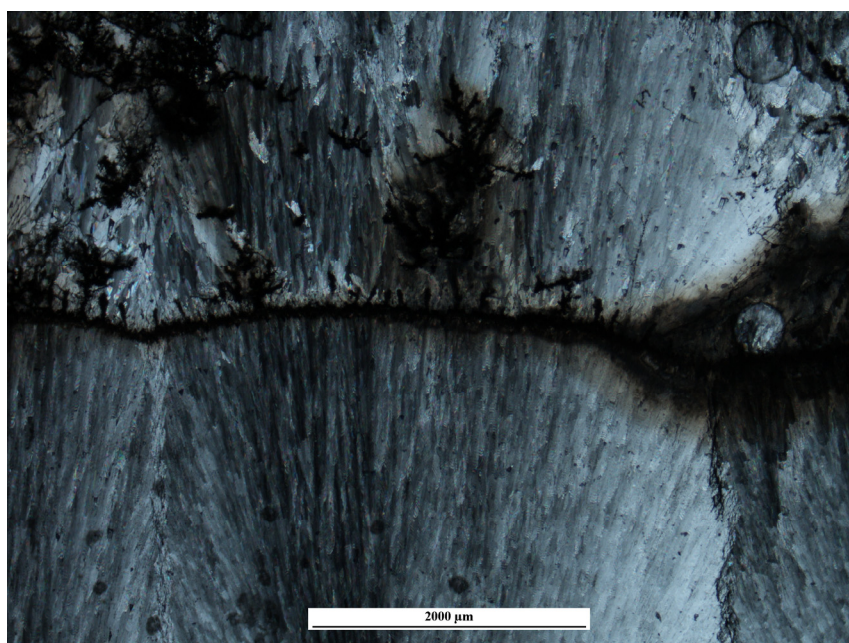
A mikroszkópi megfigyelések és Henry et al. (1999) munkája alapján a továbbiakban párhuzamot vonhatunk le a hasonló szöveti sajátosságok között.

5.2.1 Bakteriális Shrub szerkezetek

A bokorszerűen megjelenő formák, amelyeket esetenként mikrites cement anyaggal vannak körülvéve baktérium telepekről beszélhetünk.



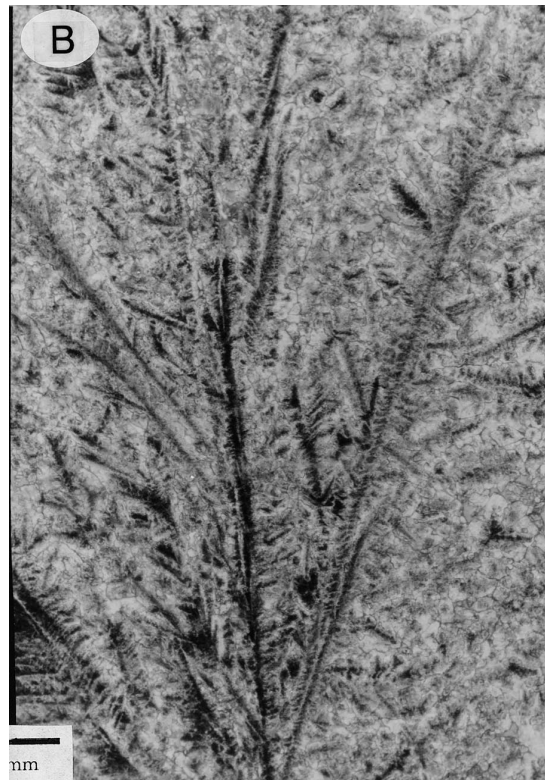
19.ábra. Példa a bakteriális shrub szerkezetre Henry et al. (1999).



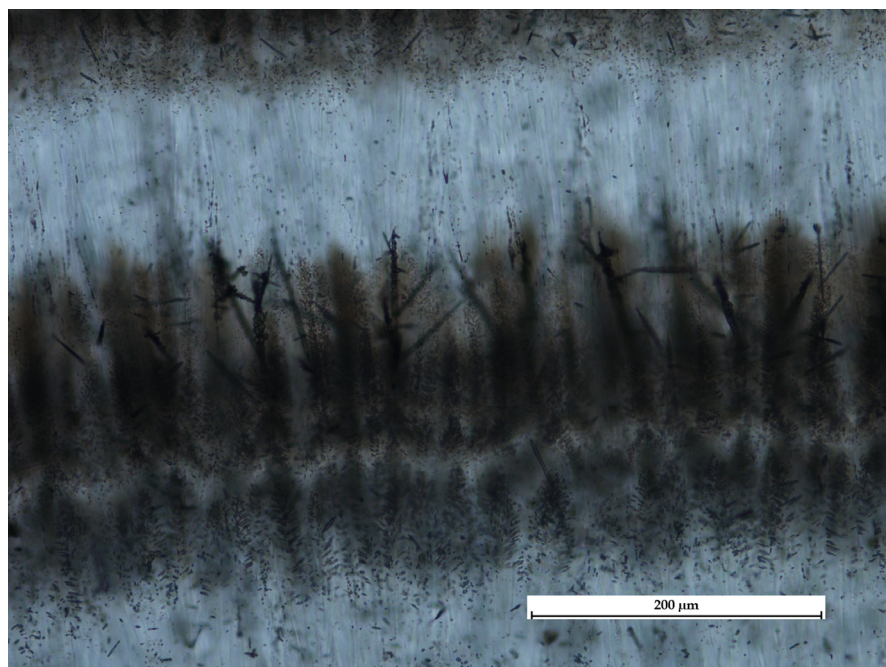
20.ábra. Saját felvétel a bakteriális shrub szerkezetről.

5.2.2 Kristály shrub szerkezetek

A fenyőfára emlékeztető tűs összenövésekről amelyek a leállási felületeken jelennek meg minden esetben, kijelenthetjük, hogy kristály shrub szerkezetek



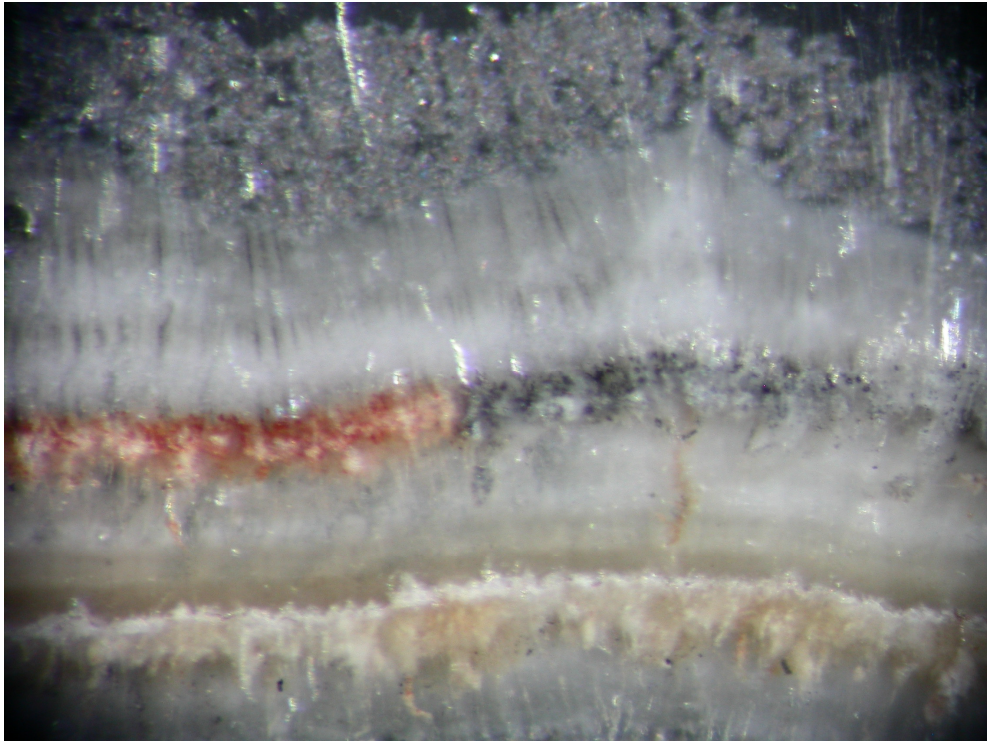
21.ábra. Példa a kristály shrub szerkezetre Henry et al., 1999.



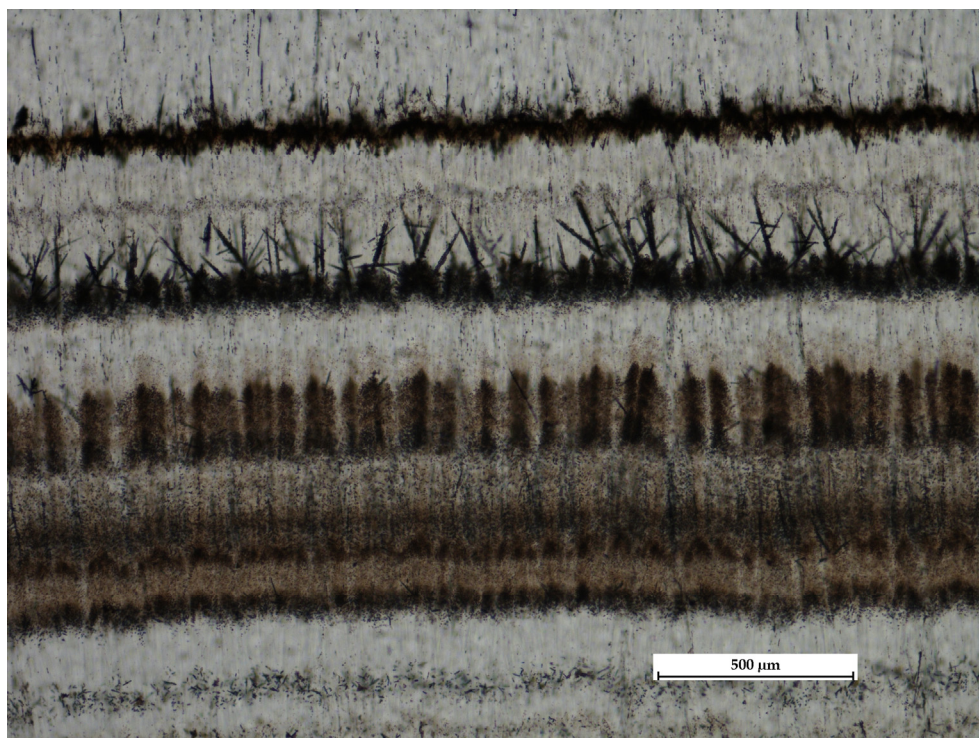
22.ábra. Saját felvétel a kristály shrub szerkezetről.

5.3 A karbonátok színezetsége

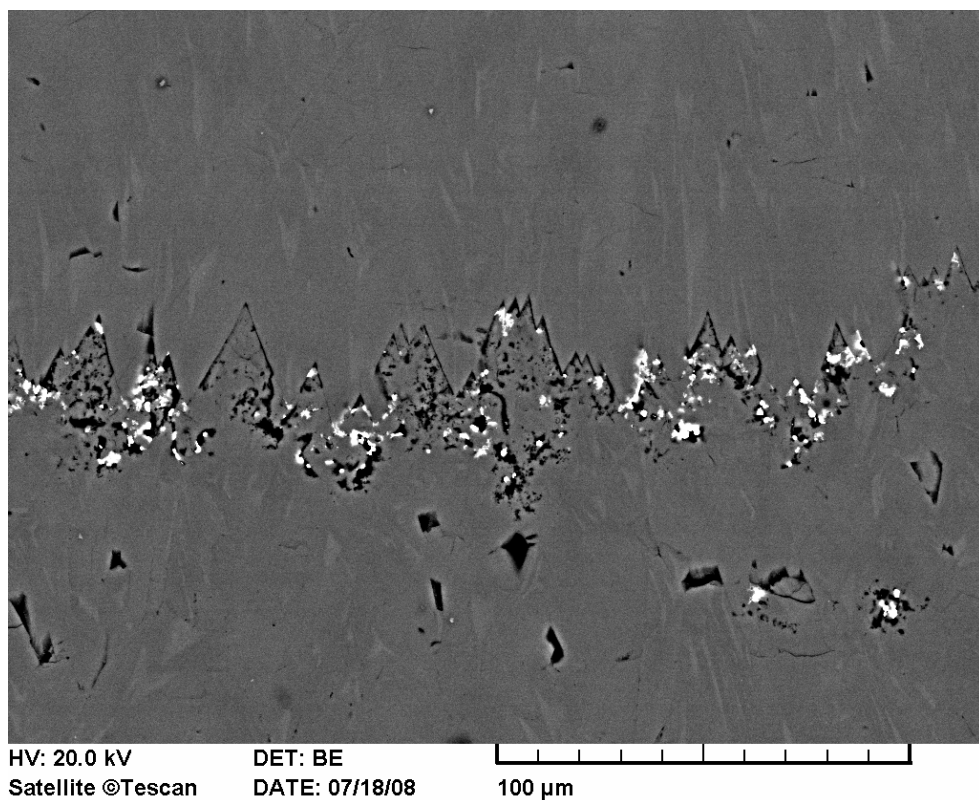
Elsősorban a leállási felületekhez kapcsolódó szennyeződések/színeződések, amelyek rendszerint feketék, minden esetben vagy bakteriális vagy kristály szerkezetekkel párosul. A szennyeződésekről készült EDS spektrumok alapján kiderül, hogy ezek szulfidok. Azokban a zónákban ahol a pirit feloxidálódik és az $\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$ alakul át, ott a leállási felületek színe feketéről rozsdaszínűvé válik. A piritek feloxidálódása jól nyomon követhető az EDS spektrumokon is.



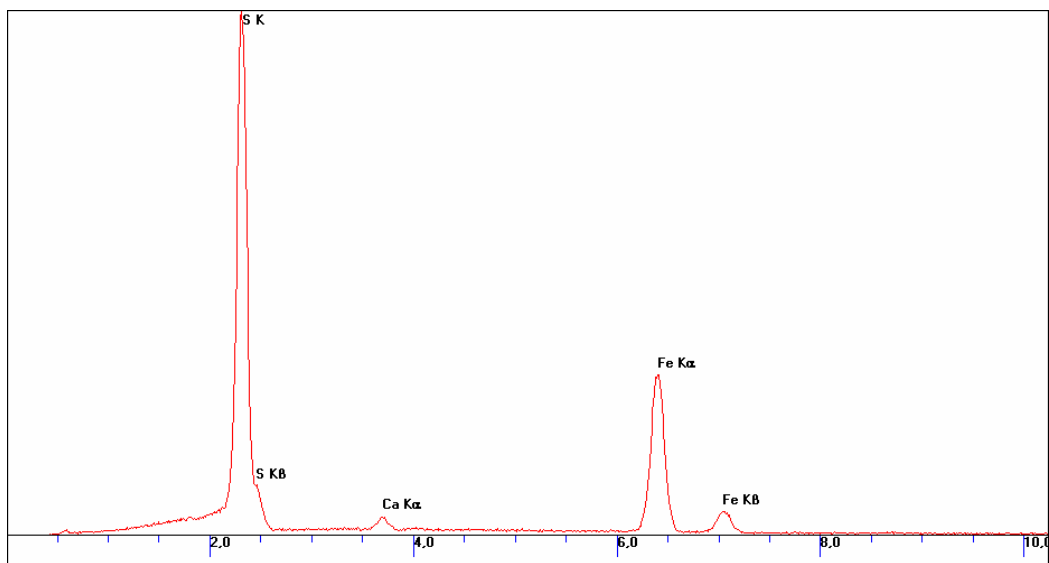
23.ábra. Oxidatív és még redukzív zóna a leállási felületen.



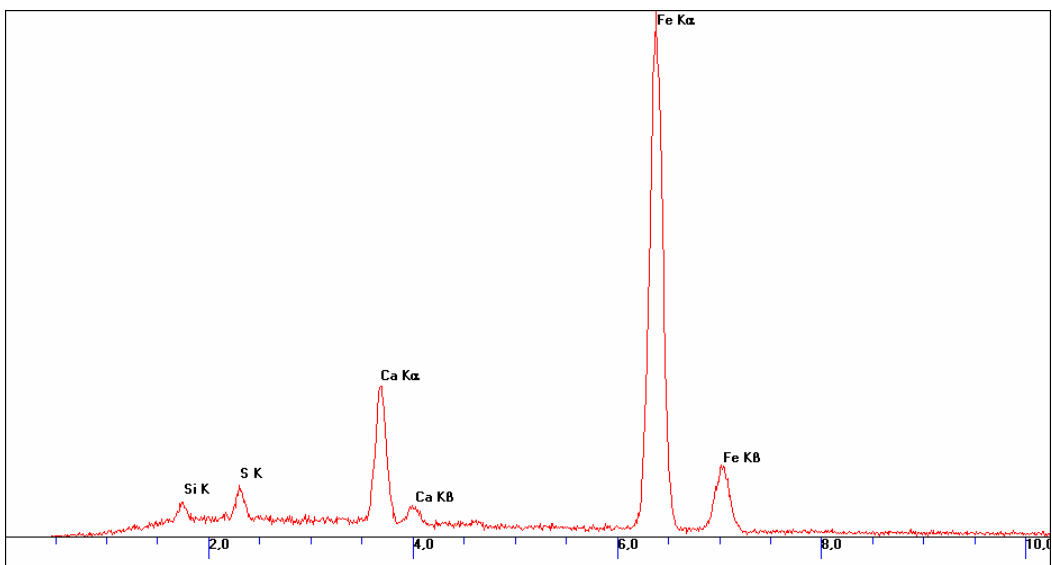
24.ábra. Kristály shrub szerkezet.



25.ábra. Szulfidok megjelenése a leállási felületeken.



26.ábra. Szulfid (pirit) EDS spektruma



27.ábra. Feloxidálódott szulfid EDS spektruma

5.4 Bakteriális tevékenység nyomai

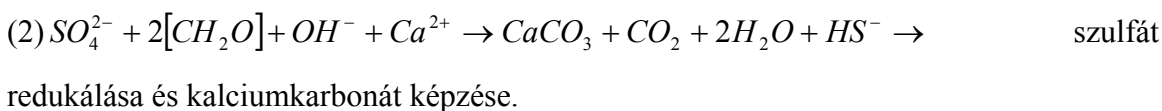
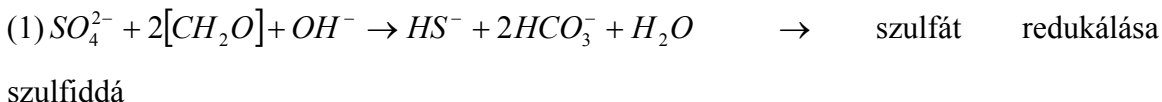
5.4.1 Bakteriális tevékenységről a szakirodalomban

A fejlett kutatási eszközök és módszerek az utóbbi két évtizedbe kimutatták, hogy az ásvány képződésben óriási szerepet játszhatnak a mikroorganizmusok beavatkozása. Általában a redukáló baktériumok játszanak fontosabb szerepet, bonyolultabbá téve a természet alkotta jelenségeket, és nehezebbé azok megértését.

A nemzetközi szakirodalomban, a forráskarbonátok elszíneződését mikrobiális (bakteriális) tevékenységhez is kötik, melyek hasonlatosak az én esetemhez is.

A szakirodalom szintén sokat foglalkozik a különböző kalcium-karbonát képződés bakteriális beavatkozásáról is. Ezen beavatkozások hatása a különböző módozatok szerint elszíneződés okozása, azáltal, hogy színező ionok kerülnek be az ásványt alkotó fő vegyületbe, más önálló vegyületek szétválasztásából. De a cyano- és a szulfát redukáló-baktériumok együttes jelenléte, élettevékenysége biztosíthatja a HS és a karbonát kicsapódását.

A kalcium karbonát képződésben nagy szerepet kapnak a szulfát redukáló baktériumok, mivel aerob környezetben is tudnak élni (forrásvizekben is), akár Ca-ot lekötve, ez által jobban stabilizálják a képződő karbonátot, ami alkáli jelleget kapva semlegessé válik, és ha az oldatban van vas, akkor könnyen képződhet pirit:

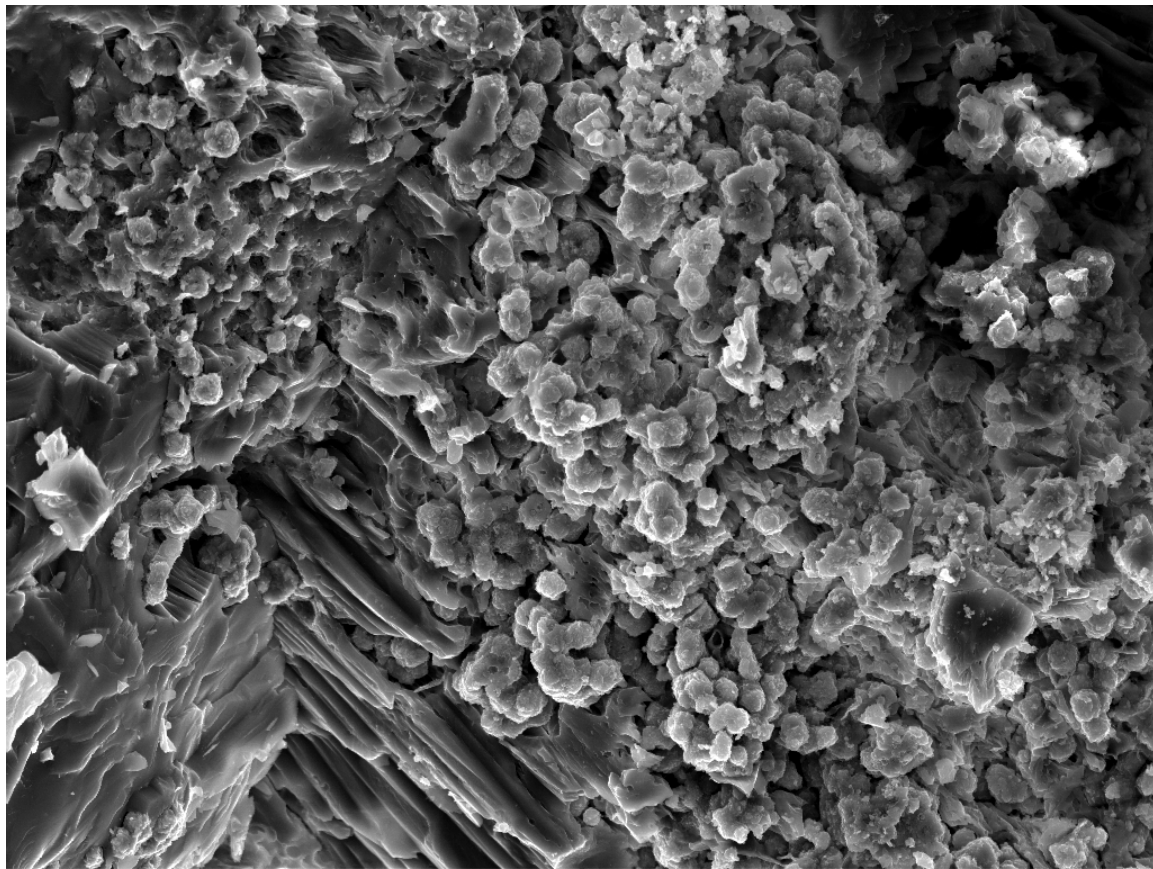


A szervetlen anyagokat oxidáló autotróf baktériumok előállította szén-, kén- és salétromsav főként a karbonátközeteket oldja. A savak a víz pH-jának csökkentésével befolyásolják a mállási és kicsapódási folyamatokat. Igen fontos H_2S , a terméskén, a pirit s a CaCO_3 képződésében részt vevő szulfátredukáló baktériumok szerepe, amelyek a saját anyaguk elégetéséhez szükséges oxigént a szulfátgyök elbontásából fedezik. A gipsz és anhidrit bakteriális redukciója sós tavakban, plazákon vagy sótelepek fedőközetében terméskén kiválást eredményezhet. Tavakban, sekély és mély tengerekben a baktériumok a szulfátokat fekete, finomszemű vasmonoszulfidokká redukálják, amely a víz/ üledék

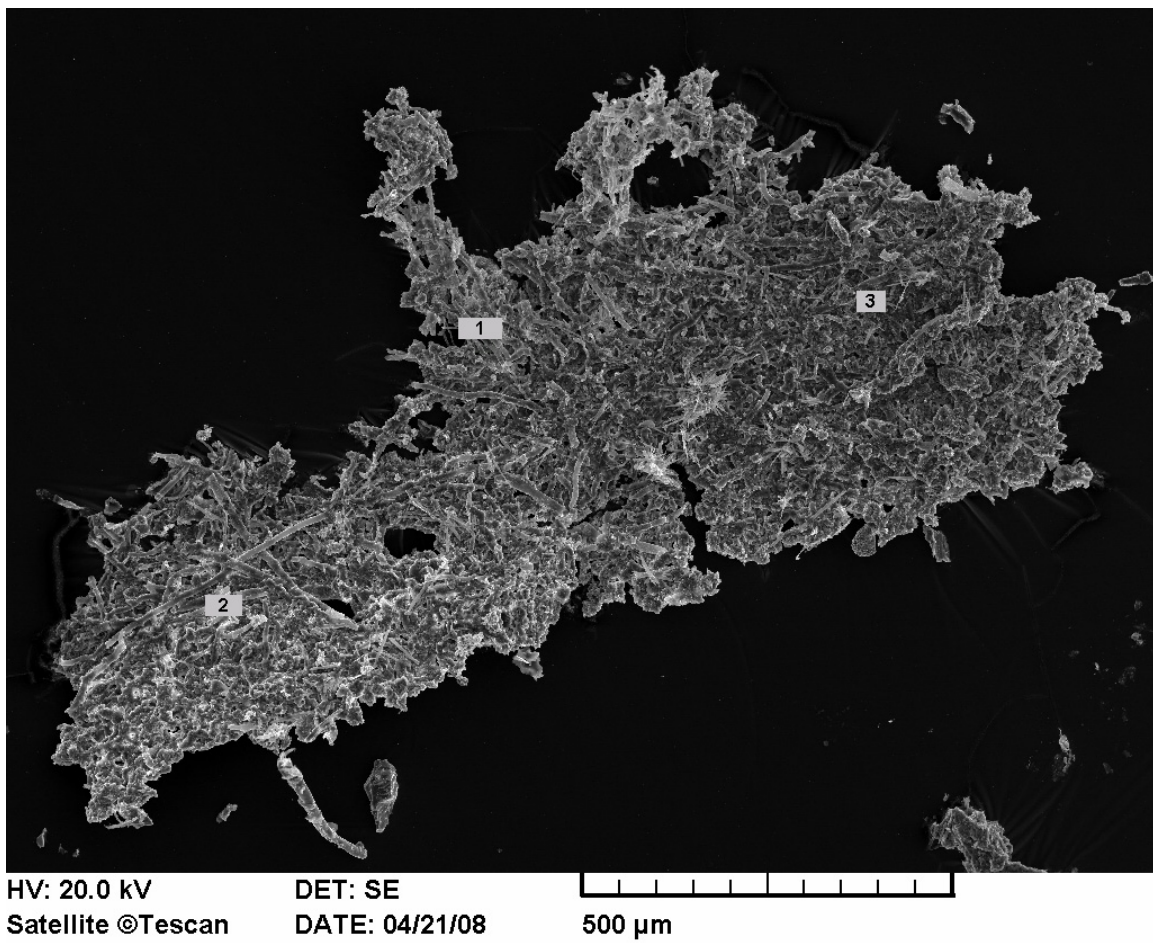
határ alatt később piritté (FeS_2) alakul át. Tisztán fizikokémiai reakciók tehát inkább a már betemetődött üledékek részecskéinek és a pórusvíznek a kölcsönhatását jellemzik, ahol a baktériumok mennyisége lecsökken. Mégis minden olyan esetben, ahol a pH-változásnak valami szerepe van, az alsórendű szervezetek működésével számolnunk kell.

5.4.2. Elektron mikroszkópos megfigyelések

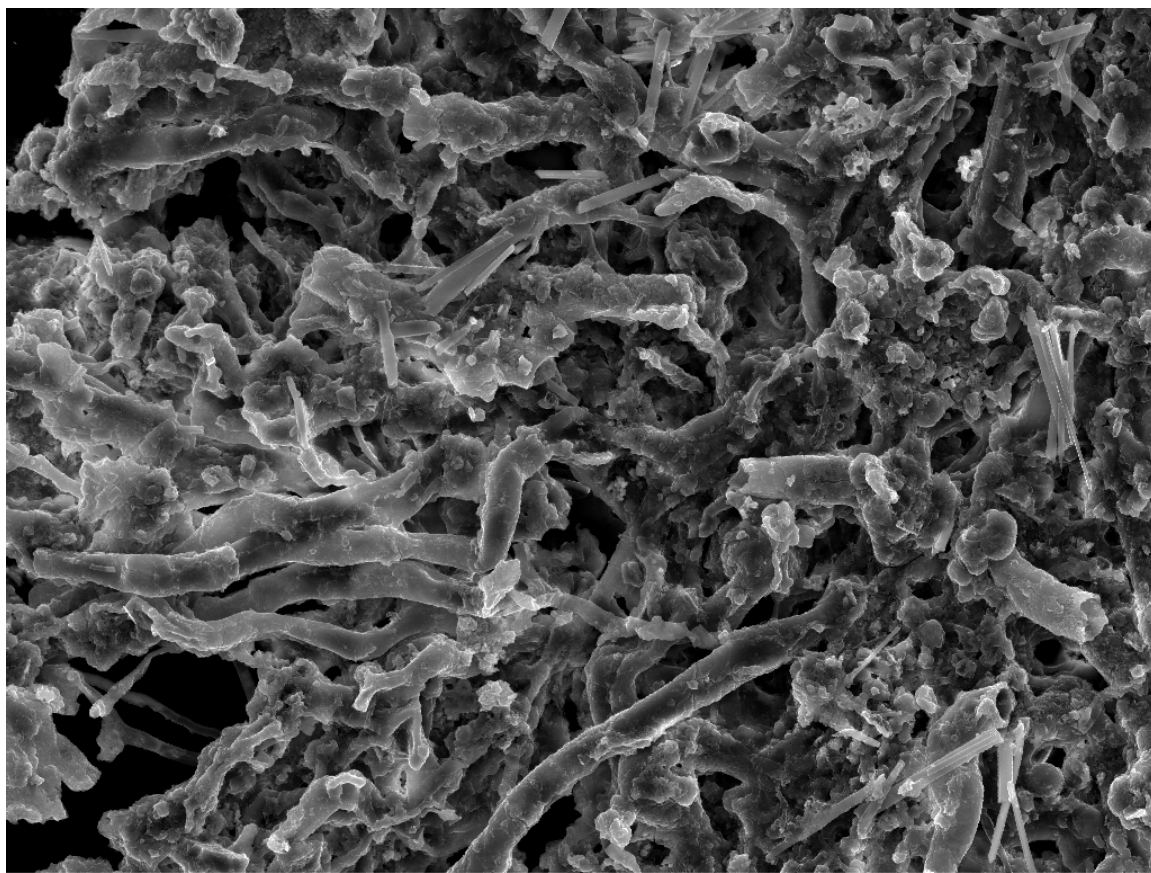
A szeparált szemcséket és HCl-ban kioldott színes sávokat alkalmaztunk a baktérium telepek vizsgálatára. A megfigyelések alapján elmondhatjuk, hogy három féle megjelenési formában találtunk baktériumokat: gömbös, levél- és fonalszerű baktérium telepek. Ezek a megjelenési formák hasonlóak Henry et al. (1999) által leírtakkal.



28.ábra. Gömbös megjelenésű baktérium telepek



29.ábra. Levélre emlékeztető baktérium telepek



HV: 20.0 kV
Satellite ©Tescan

DET: SE
DATE: 04/21/08

100 μ m

30.ábra. Fonalszerű baktérium telepek

6. Következtetések

Munkám során sikerült részleteiben bemutatni a „korondi aragonitok” szöveti jellegzetességeit (shrub szerkezetek), olyan új megvilágításban amelyeket meg nem említettek a korábbi kutatók a területről.

Sikerült megerősítenem a korábbi irodalmakhoz hasonlóan, hogy a karbonát telepek kalcitból és aragonitból állnak.

A részletes elektronmikroszkópi vizsgálatokkal sikerült rámutatni, hogy a karbonátok színezetisége a vasszulfidok jelenlétének tulajdonítható be, illetve a vas oxidációs állapotának.

Bizonyítást nyertünk, hogy a leállási felületeken megjelenő szulfidok képződésében a bakteriális tevékenységnek igen fontos szerep jutott.

Bibliográfia

- Balogh, K., Bércz, I., Haas J. és Jámbo, Á. (1991): *Szedimentológia.*, I, 45-47, 49-50, 436-437, 500-505.
- Dupraz, C., Visscher, P. T., Baumgartner, L. K. és Reid R. P. (2004): Microbe–mineral interactions: early carbonate precipitation in a hypersaline lake (Eleuthera Island, Bahamas). *Sedimentology*, 51, 745–765.
- Gheorghiu, C., Peltz, S., Peltz, M. és Mareş, I. M. (1962): Acumulările de carbonați de la Corund. *Societatea de Stiinte Naturale si Geografiedin R.P.R., Comunicări de Geologie*, vol.III, 123-146.
- Loisy, C., Verrecchia, E.P. és Dufour, P. (1999): Microbial origin for pedogenic micrite associated with a carbonate paleosol (Champagne, France). *Sedimentary Geology*, 126, 193–204.
- Chen, Duo. F., Huang, Y. Y., Yuan, X. L. és Cathles, L. M. (2005): Seep carbonates and preserved methane oxidizing archaea and sulfate reducing bacteria fossils suggest recent gas venting on the seafloor in the Northeastern South China Sea. *Marine and Petroleum Geology*, 22, 613–621.
- Henry, S., Chafetz, S. és Guidry, A. (1999): Bacterial shrubs, crystal shrubs, and ray-crystal shrubs: bacterial vs. abiotic precipitation. *Sedimentary Geology*, 126, 57–74.
- Peckmann, J., Paul, J. és Thiel, V. (1999): Bacterially mediated formation of diagenetic aragonite and native sulfur in Zechstein carbonates (Upper Permian, Central Germany). *Sedimentary Geology*, 126, 205–222.
- Rivadeneira, K.M. M. Delgado, A., Párraga, J., Ramos-Cormenzana, A. és Delgado, G. (2006): Precipitation of minerals by 22 species of moderately halophilic bacteria in artificial marine salts media: influence of salt concentration. *Folia Microbiol.*, 51(5), 445-453.
- Baumgartner, L.K., Reid, R.P., Dupraz, C., Decho, A.W., Buckley, D.H., Spear, J.R., Przekop, P. és Visscher, J. (2006): Sulfate reducing bacteria in microbial mats: Changing paradigms, new discoveries. *Sedimentary Geology*, 185, 131–145.
- Pieter T. Visscher, John F. Stolz (2005): Microbial mats as bioreactors: populations, processes, and products. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 219, 87–100.
- Castanier, S., Metayer-Levrel, G. L. és Perthuisot, J. (1999): Ca-carbonates precipitation and limestone genesis - the microbiogeologist point of view. *Sedimentary Geology*, 126, 9–23.
- Cavagna, S., Clari, P. és Martire, L. (1999): The role of bacteria in the formation of cold seep carbonates: geological evidence from Monferrato (Tertiary, NW Italy). *Sedimentary Geology*, 126, 253–270.
- Baskar, S., Baskar, R., Mauclaire, L. és McKenzie J. A. (2006): Microbially induced calcite precipitation in culture experiments: Possible origin for stalactites in Sahastradhara caves, Dehradun, India. *Current Science*, vol.90, no.1, 48-64.
- Tóth, A. (2002): Contributions on the mineralogy of the Corund carbonate deposits. *Studia Universitatis Babeş-Bolyai, Geologia*, XLVII, 1, 149-159.

Ábrajegyzék

1. ábra. A környék geológiai térképe.	3
2. ábra. A Csigadomb nevű forráskúp.	3
3. ábra. Karbonát telérek.	4
4. ábra. K3. minta kézi példánya.	7
5. ábra. K3. minta polarizált mikroszkópi képe.	8
6. ábra. K16. minta kézi példánya.	9
7. ábra. K16. minta polarizált mikroszkópi képe.	9
8. ábra. K17. minta kézi példánya.	10
9. ábra. K17. minta sztereo mikroszkópi képe.	11
10. ábra. K18. minta kézi példánya.	12
11. ábra. K18. minta polarizált mikroszkópi képe.	12
12. ábra. K18. minta polarizált mikroszkópi képe.	13
13. ábra. K19. minta kézi példánya.	14
14. ábra. K19. minta polarizált mikroszkópi képe.	14
15. ábra. K20. minta kézi példánya.	15
16. ábra. K102. minta kézi példánya.	16
17. ábra. K102. minta polarizált mikroszkópi képe	16
18. ábra. A minták röntgenpordifrakciós ábrája.	17
19. ábra. Példa a bakteriális shrub szerkezetre	18
20. ábra. Saját felvétel a bakteriális bokor szerkezetéről.	18
21. ábra. Példa a kristály shrub szerkezetre.	19
22. ábra. Saját felvétel a kristály shrub szerkezetéről	19
23. ábra. Oxidált és még redukív felület a leállási felületen.	20
24. ábra. Kristály shrub szerkezet	21
25. ábra. Szulfidok megjelenése a leállási felületeken	21
26. ábra. Szulfid (pirit) EDS spektruma	22
27. ábra. Feloxidálódott szulfid EDS spektruma	22
28. ábra. Gömbös megjelenésű baktérium telepek	24
29. ábra. Levélre emlékeztető baktérium telepek	25
30. ábra. Fonalszerű baktérium telepek	26

Tartalomjegyzék

1. Bevezető	1
2. A terület földrajzi és földtani bemutatása	2
3. Alkalmazott analitikai módszerek rövid bemutatása	5
4. Petrográfia	6
4.1 A minták általános petrográfiai bélyegei	6
5. Diszkusszió	17
5.1 Röntgenpordiffrakciós eredmények	17
5.2 Szöveti bélyegek	17
5.2.1 Bakteriális Shrub szerkezetek	17
5.2.2 Kristály shrub szerkezetek	19
5.3 A karbonátok színezetsége	20
5.4 Bakteriális tevékenység nyomai	23
5.4.1 Bakteriális tevékenységről a szakirodalomban	23
5.4.2. Elektron mikroszkópos megfigyelések	24
6. Következtetések	27
Bibliográfia	28
Ábrajegyzék	29

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretném megköszönni, szakmai konzulensemnek, Tóth Attilának, -aki nélkül ez a dolgozat nem született volna meg- az önzetlen szakmai, lelki, anyagi segítségét és támogatását, valamint türelmét, oktatását és nélkülözhetetlen segítségét.

Köszönetet szeretnék mondani Dr. Szabó Csabának, akinek beleegyezésével az Eötvös Lóránd Tudomány Egyetem Közöttani és Geokémiai Tanszékén működő Litoszféra Fluidum Kutató Laboratóriumban végezhettem megfigyeléseimet és vizsgálataimat.

Köszönöm a Litoszféra Fluidum Kutató Laboratórium munkatársainak a szakmai és gyakorlati tanácsokat és, hogy biztosították munkámhoz a nyugodt környezetet.

Bendő Zsoltnak az elektronmikroszkópos vizsgálatokban nyújtott segítségéért.

Weiszbürg Tamásnak és Kristály Ferencnek a röntgenpordiffrakciós elemzésekért.

Továbbá köszönettel tartozom Szabó Ábelnek a társaságért és együtt működésért, Németh Biancának a szakmai és gyakorlati tanácsokért, Márton Istvánnak anyagi, szakmai segítségéért, Svella Erzsébet megértéséért, biztatásáért és segítségéért.

Családomnak anyagi, erkölcsi támogatását és biztatását, valamint nem utolsó sorban tanárainak, barátainak támogatását, biztatását.