

A földtanban a jelen kulcs a földtörténeti múlthoz, mert a földtanban a folyamatok végeredményéből kell a múltban lejátszódó folyamatokra következtetni. Ezt segít, ha a mai környezeteket tanulmányozva párhuzamot vonunk a múltban lejátszódó folyamatokkal.

A dolomitképződés mesterségesen 100°C alatt nem állítható elő. A természetben és többek között a Duna—Tisza közti sekély szikes tavakban, ahol az eddigi ismeretek szerint a nyári vízhőmérséklet maximum 35°C körüli, dolomit is képződik. A dolomitképződés nemzetközileg is sok kutatót foglalkoztat, mert a szénhidrogének jelentős részét is ilyen kőzetek tartalmazzák, **keletkezésük**, diagenézisük (pórusképződésük) megismerése fontos kutatási feladat. Jelen munkánkkal a dolomitképződés vízi hátterének tisztázásához kívántunk hozzájárulni. Mivel a vizsgált területen szikes vizek találhatóak és ezek a talajok szikesedésével is kapcsolatba kerülnek, ilyen irányú megfigyeléseket teszünk. A kutatásra kiválasztott terület jelentős része a Kiskunsági Nemzeti Parkra esik, így annak speciális állapotfelmérését is végezzük.

A nemzetközi irodalom szerint a természetben a dolomit-képződést a következők határozzák meg. (Morow, D.W. 1982).

1. A dolomitok termodinamikailag a legtöbb természetes oldatban stabilak, termodinamikai átalakulásuk a kalciton és az aragoniton át tart a dolomitig.

2. A kristályrács nagyfokú rendezettsége a $\text{Ca}^{2+}\text{Mg}^{2+}$ és a CO_3^{2-} ionok hidratációs viselkedése miatt, a dolomit kiválását termodinamikailag akadályozhatja

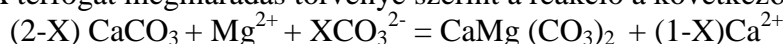
3. Három paraméter összjátéka határozza meg, hogy ezek a tényezők milyen mértékben gátolják vagy segítik a dolomitképződést.

a/ A kristályosodás sebessége a kicsapódó Ca—Mg karbonát kristálytani rendezettségét határozza meg. A telített oldatok hígulása redukálja a kristályosodási arányt.

b/ Az oldatok Mg/Ca aránya meghatározza, hogy a Ca—Mg karbonáton belül a karbonátba mennyi Mg^{2+} épül be. Ez az arány a gipsz és az anhidrit kicsapódásakor gyakran emelkedik, mert ezek a vízből a kalciumot felhasználják és ez a dolomitosodásra kedvezően hat. (Ilyen hely pl. a Perzsa öböl árapály feletti öve)

c/ Ha az oldatok CO_3/Ca aránya nagyobb mint egy, úgy az a dolomit kicsapódását elősegíti. (Ez az arány a talajvizekben emelkedhet, ha magmás kőzetek mállása, vagy szulfát anaerob bakteriális redukció játszódik le.)

4. A térfogat megmaradás törvénye szerint a reakció a következő:



ahol a X = az aragonit dolomitosodásakor 0,11-el, a kalcit dolomitosodásakor pedig 0,25-el.

A dolomit-képződésnél a dolomitot alkotó három ionnak (Ca^{2+} , Mg^{2+} , CO_3^{2-} -nak), az oldatnak és szilárd fázisnak a folyadék mozgása közbeni változása jelentős tényező.

A karbonátok diagenetikus folyamatait fizikai és kémiai tényezők határozzák meg mint pl. az üledék természete. Ilyen tényezők a törmelékszemcsék összetétele és a pórusvíz minősége, beleértve az összetételét, valamint a folyadék tartalmát és a folyadék mozgásának sebességét a pórusrendszerben.

Müller, G. et al. (1972) azt is megadták, hogy a tavi vizek oldatában milyen Mg/Ca arány mellett, milyen karbonátok válnak ki. Az arid Anatóliai síkság és a humid Nyugat Európa közötti 25 különböző vízkémiajú és sótartalmú tóvíz vizsgálata alapján két tótípust különítettek el. Az első csoportba azokat a tavakat sorolták, amelyekben a Mg/Ca arány „állandónak” mutatkozott, a másik csoportba pedig a „dinamikusan” változókat, amelyeknél a kémiai változások évszakonként szélsőséges értékek között ingadoznak. Az első csoportnál, ha a víz Mg/Ca aránya 2-nélkisebb, úgy a vízből kis magnézium tartalmú kalcit válik ki. A 2—7 közötti Mg/Ca aránynál nagy magnézium tartalmú kalcit csapódik ki, de diagenetikus átalakulás nem történik. A 7—12 közötti Mg/Ca aránynál ugyancsak nagy magnézium tartalmú kalcit válik ki., de itt a kalcium rovására koradiagenetikus úton dolomit keletkezik,

mert a kalcit rácsszerkezetébe magnézium épül be. A 12-nél nagyobb Mg/Ca arány felett aragonit csapódhat ki. A „dinamikusan „ változó tavaknál amennyiben a Mg/Ca arány 12-nél nagyobb, úgy víztartalmú magnézium-karbonátok (hidromagnezit, nesquehonit) és magnezit kialakulása várhatók.

A fentiek szerint amennyiben a karbonát, azon belül a dolomitképződéssel kívánunk foglalkozni a kérdést két irányból közelíthetjük meg. Egyrészt a víz, másrészt a kialakuló karbonátok felől. Mivel a Duna—Tisza karbonátok korábbi kutatási eredményeinkből többé-kevésbé már ismertek, most elsősorban a víz oldaláról foglalkozunk a kérdéssel, mert ez kevésbé feltárt.

A vizek kutatásához jellegzetes és főleg a Kiskunsági Nemzeti Parkhoz (a továbbiakban KNP) tartozó területeket jelöltünk ki. E területek kutatása a KNP részének állapotfelmérését is jelenti. Másrészt olyan helyeket vizsgáltunk, ahol a környezetet gazdaságilag hasznosítják, így az előzőekhez képest ez egyben kontroll területet is jelent. A kiválasztott területek a következők:

a/ A KNP hez tartozó Kelemenszék tó, b/ Szappanosszék tó ahol két vízmegfigyelő kutat képeztünk ki (Ny-i és K-i), c/ A Bugactól É-ra 5 km-re lévő kiszáradása után legeltetésre használt Ródliszék tó, ahol ugyancsak két kút kiképzésre került sor(Ny-i, és K-i), d/ A KNP védett területéhez közeli csólyospálosi vízmegfigyelő kút és a mellette lévő korábban öntözésre készült gödör (Csólyospálos 3), e/ A Csólyospálostól D-re lévő út melletti gödör (Csólyospálos 1) és f/ a hozzá közeli gödör (Csólyospálos 1/1). A talajvízmegfigyelő kutak kiépítését a MÁFI Agrogeológiai Osztály munkatársai végezték. A kutak rétegorait szedeimentológiailag részletesen feldolgoztuk.(makroszkópos leírás, szemcse-összetélteli elemzés, karbonát-tartalom meghatározás, földtani szelvények szerkesztése.) Azokban aprószemű futóhomok, finomhomokos lösz és karbonát uralkodott. A ródliszékiekben pedig még nagy ásványtartalmú tőzeg is megjelent. A kutakban és a többi megfigyelőhelyen, tehát kilenc helyen három és fél éven át havonta vízmintát gyűjtöttünk. A fentiekén kívül összehasonlítási célból a Dunából, Tiszából, Duna—Tisza közti rétegvizekből és felszíni víz előfordulásokból, a Balatonból, valamint Anatóliából, Tuniszból és Svájcából végeztünk vizsgálatokat. A helyszínen a vizek hidrodinamikai állapotát, vagyis a víztükör mindenkori helyzetét, a vizek hőmérsékletét és a léghőmérsékletet mértük. A vízmintáknak laboratóriumban a pH, redoxpotenciál és az összesó-tartalmát elemeztük. A további víz-geokémiai vizsgálatokra a KieLi Egyetem Földtani és Őslénytani Intézet Hidrogeológiai Laboratóriumában, valamint a Hannover melletti Sehnde-i Geokémiai Analitikai Kutató Vállaltnál került sor. Ugyancsak az utóbbi helyeken vizsgáltuk a karbonátok, szíksók és vizek stabil-izotóp, röntgen, szervesanyag és szerves szén tartalmát.

A kutatás során megállapítást nyert, hogy a vizsgált területen belül a talajvizek viszonylag magasan helyezkednek el. A több éves kutatás alapján az is megállapítható volt, hogy a terület talajvíz-süllyedési tendenciája megfordult és évente ugyan kisebb mértékben de emelkedik, ami a vízben szegény Duna—Tisza közti vízellátás (csókútak) és a mezőgazdaság számára jelentős változás.

A Duna—Tisza közti hátsági talajvizek kémiai összetevői igen változatosak, nagyságrendileg is nagyok a különbségek és **éves geokémiai változásaik** is igen jelentősek.

- A hátsági felszíni nyílt vizekben ezek a változások még jelentősebbek.

-A talajvizeknél a változásokat a kapilláris vízemelkedés okozta párolgás hozza létre.

- A felszíni vizeknél a nyári és a téli geokémiai összetételbeli különbségeket az erős evaporáció idézi elő. Ezt jól bizonyítja pl. a Kelemenszék tó tavszí és őszi vízének stabilizotóp érték különbsége. Az őszi értékek kevésbé negatívak mint a tavasziak.

A vizek pH, redoxpotenciál értéke és összesó-tartalma mind a talaj-mind pedig a felszíni vizeknél területenként igen jelentős különbségeket mutat és szélső értékben a pH 6,7 és közel 10,0, az összesó-tartalom pedig 500— 5000, illetve a sertés hígtrágyával trágyázott

Ródliszéknél 14 000 mg/l közötti., amely a helyi, többek között a morfológiai különbségek okozta vízszivárgásokra is visszavezethető.

- A szélső értékek, az általunk arid területekről Tuniszból és Anatóliából gyűjtött és a világ legsósabb tavi vizekhez hasonlóak, de lényegesen kisebbek a ugyancsak gyűjtött svájci humid éghajlatú tavi vizek..

A pH érték általában az év közepén, az összesó-tartalom és azon belül a nátrium az év végén éri el maximumát. A többi vizsgált kémiai alkotó a kálium, a magnézium, a kalcium, a stroncium, a bárium, a mangán, a vas, az alumínium, a szilícium, a klorid, a szulfát, nitrát és a hidrokarbonát megjelenése igen változatos, azok vagy az összesó-tartalommal párhuzamosan, vagy attól eltérően változnak. Van olyan víz amelynél az egyik, vagy a másik elő sem fordul.

A részterületek szikesedését a rétegekből kioldott jelentős mennyiségű kémiai alkotók, a vizek szivárgása, a magas talajvízállás okozza.

A mészképződéshez a lehetőségek minden esetben adottak, mert a vizek kalciumot is tartalmaznak. Vannak olyan vizek, amelyeknek Mg/Ca aránya a nagy magnézium tartalmú kalcit kiválását teszik lehetővé. Az evaporáció során a vizekben a kalciummal szemben a magnézium mennyisége emelkedik. A magnézium ion azután kora-diagenetikusán a kalcit rácsterkezetébe beépülve dolomitá alakul át.

- A CO_3/Ca arány minden víztípusnál nagyobb mint egy, sőt sok víznél nagyságrendileg nagyobb, amely a dolomitképződéshez szükséges, így az a dolomit-képződést elősegíti.

A ródliszéki talajvíz 14 000 mg/l körüli sótartalma a területen történő sertés hígtrágyázásra is felhívhatja a figyelmet.

Az egyes felszíni gödrök vízből történő öntözés a talaj szikesedését okozhatja. Megállapítható, hogy 2005/2006 -ban a a felszíni, de gyakran a talajvizek is a 2004 évihez képest nagyobb hőmérsékletet értek el, mert a felszíni vizek többször voltak 35°C felettiék. Ez a karbonát-képződéshez szintén előnyös.

A Duna, a Tisza, a Duna—Tisza közti réteg-talaj és felszíni vizek stabil izotóp vizsgálata alapján négy csoport különíthető el.

- Az I. csoportba a csapadék és a folyóvizek tartoznak. Ezek stabil oxigén és deutérium értékei az elméletileg számítottakhoz a legközelebbiek.

- A II. csoportba uralkodólag a felszíni gödrök vizeinek értékei találhatók. Ezek a legkevésbé negatívak, amely a vizek erős evaporációját tükrözik.

- A III csoportba uralkodólag a sekély szikes tavak vizei tartoznak, amelyeknél az evaporációs hatás még szintén erős.

- A IV. csoportba főleg a talajvizek vannak és a kora tavasszal gyűjtött vízmták, amikor az evaporáció még alárendelt. Ezek a legnegatívabb értékűek.

Az adatokat a korábbi karbonát stabil izotóp eredményekkel összehasonlítva, megállapítható, hogy a dolomitok a legkisebb negatívitással, vagy éppen pozitív stabil izotóp értékekkel rendelkeznek, vagyis a legmelegebb időszakban, a legerősebb evaporáció idején váltak ki, a kalcit pedig a kevésbé evaporációs időszakban, vagy a növények nagyobb széndioxid elvonó hatására.

A vizsgált karbonát-szelvények stabil $\delta^{13}\text{C}_{(0/00)\text{PDB}}$ és $\delta^{18}\text{O}_{(0/00)\text{PDB}}$ értékei az első esetben – 3,57-- -10,02 a másodikban 2,9-- -9,36 közötti. Az értékek elsősorban a karbonát evaporáció hatására történő kiválását tükrözik.

A karbonátok pórusvizeinek stabil $\delta^{18}\text{O}_{(0/00)\text{SMOW}}$ értékei 1,3-- -2,5, és a $\delta\text{D}_{(0/00)\text{SMOW}}$ pedig – 4,4-- -19,0 közötti, ami szintén az erős evaporációs hatást tükrözi, a ródliszéki tózeges bázissal rendelkező minta alsó részének kivételével, ahol az első értéke -6,5, a második pedig - 46,0.

A szíksók röntgen vizsgálattal uralkodólag termonátrit (Na_2CO_3), tróna ($\text{Na}_3\text{H}(\text{CO}_3)_2$), thenardit (Na_2SO_4) és dolomit összetételűek, amelyek a vizekből evaporáció hatására váltak ki.

A karbonátokban a szerves anyag-tartalom alapján két típus különíthető el. A tőzeges karbonátokban jelentős szerves anyag-tartalom van, amely humuszból, cellulózból, fuzitból, lipidekből és pollen szemcsékből áll. A karbonát kiválását ezeknél uralkodólag a növények széndioxid elvonó hatása idézte elő és a karbonátok kalcit összetételűek (ásotthalmi típus). A tőzegmentes karbonátokban kevés a szerves anyag, amely főleg állati eredetű lipid. Ezeknél a karbonát kiválását az evaporáció okozta és a karbonát összetétele dolomit (ródliszéki típus).

A Ródliszék szelvényben a karbonát szerves szén-tartalma a szervessel szemben túlsúlyban van, ami uralkodólag szintén a karbonát (dolomit) szerves eredetét bizonyítja.

Korábban település alapján feltételeztük, hogy a karbonátok a teljes holocénben képződtek, most C^{14} vizsgálattal sikerült is ezt a tényt bizonyítani.

Novemberben az MTA Agrokémiai és Talajtani Kutató Intézet felkérésére a szikesedési témakörben tartottunk előadást. Ennek anyagát az Agrokémiai és Talajtani c. folyóirat várja. Utolsó vízmintavételre 2006 december 16-án került sor, saját vizsgálataink után azt német kutató partnereinknek Németországba szintén kiküldtük. Ezek ottani vizsgálatára év végén került sor. Ez azt jelenti, hogy munkánk eredményeit még további publikációkban jelentetjük meg. A témakörből a kutatásban résztvevő Jenei M. PhD ösztöndíjas doktori dolgozatát elkészítette és védésre benyújtotta.