

Ismerjük meg Földünk természeti kincseinek eredetét, előfordulásait szűkebb hazánkban, értékesítési lehetőségeit

I. rész

A természettudományok mai elmélete szerint a világegyetemünk kialakulása nagy valószínűség szerint 13-15 milliárd évvel ezelőtt nagyon nagy sűrűségű és nyomású neutrongáz hirtelen felrobbanásával történt. Ezt az eseményt nevezik a természettudósok „ősrobbanásnak” (Big Bang), ami biztosította a protonok képződésének a feltételét (vagyis az első elem, a hidrogén atommagjának a megjelenését). Az adott körülmények között amikor a tér adott pontjaiban a protonok sűrűsége elér egy nagyon nagy értéket (10^5kg/m^3) a gravitációs energia kinetikus energiává alakul, így a hőmérséklet nagyon megnő ($10^6 - 10^8 \text{K}$ -re). A csillagok képződését ezzel magyarázzák.¹ A nagy anyagsűrűségben a nagy energiájú protonok ütközésével megvalósul a magfúzió (egyesülés) feltétele is, ezt a folyamatot nevezik „hidrogénégésnek”, ami héliummag (α -részecske) képződését eredményezi. Ez a változás exoterm, aminek során a rendszer hőmérséklete és sűrűsége is még jobban növekszik, s beindulhat az α -részecskék fúziója (héliumégés), ami szén, oxigén, neon magokat eredményezhet. Az atomfizikusok feltételezése szerint a hidrogénnél és héliumnál nehezebb atomú elemek a csillagokban ennek a két könnyű magféleségnek a lépcsőzetesen lejátszódó magreakcióiból jöttek létre. Az eredményes változások mind kisebb valószínűséggel valósulnak meg, mivel nagyon nagy munkavégzésre van szükség ahhoz, hogy az azonos elektromos töltésű részecskék annyira közel kerüljenek egymáshoz, hogy egybeolvadassanak, s újabb, nehezebb magok keletkezzenek. Ezért az elemek gyakorisága a világegyetemben (Univerzum) nagyon különböző, s nagymértékben csökken a magok tömegének növekedésével.

A legtöbb ismerettel a földkéreg elemi összetételéről rendelkezünk, tömegszázalékos mennyiségét az elemeknek a mellékelt táblázat tartalmazza.

Az emberiség a nemfémek közül ősidők óta az életteréből csak kettőt ismert: elemi állapotban, a szenet és a kén (nem számítva a levegő és a víz alkotóit, amelyek életfenntartásához szükségesek, de tudatosan csak a közelmúltban ismerte meg). Írott emlékeket a kénről már a Bibliában is több helyen találunk (pl. Isten egy angyalt küldött, hogy tüzes esőt és kénkövet zúdítson Szodomára és Gomorára:

Amint látható a számadatokból, a kén gyakorisága a földkéregben jelentős (g/tonna egységben kifejezve a kéné 340, a szénéé 180). Ugye nem is gondoltátok volna, hogy a kénből sokkal több van a földkéregben, mint szénből. Vajon mi lehet ennek az oka? Földi viszonylatban a természetben a kén elemi állapotban és különböző, szerves-

Elem	Tömeg%	Elem	Tömeg%
O	46,60	Mn	0,10
Si	27,72	F	0,07
Al	9,13	S	0,052
Fe	5,00	Sr	0,045
Ca	3,63	Ba	0,040
Na	2,83	C	0,032
K	2,59	Cl	0,020
Mg	2,09	Cr	0,020
Ti	0,44	Zr	0,016
H	0,14	Rb	0,012
P	0,118	V	0,011
Összesen		99,706	

len és szerves vegyületeiben változatos formában található. Elemi formában csak ritkán koncentrálódik olyan mértékben, hogy gazdaságos legyen a kitermelése.

Erdély területén is több helyen fordul elő kén elemi állapotban, aminek eredete különböző okokra vezethető vissza. A legrégebben feltárt telepek vulkanikus eredetűek. Így a Keleti-Kárpátok vulkáni vonulatának a Kelemen-, Görgényi-, Hargita-havasok altalajában kén található, aminek bányászatáról történelmi emlékeink vannak. Bocskai István, erdélyi fejedelem (1605-1606) egyik oklevelében a torjai ként országjövendelmi forrásként említi. Szintén egy XVII. századi oklevélből ismert, hogy Brandenburgi Katalin 1630. május 26-án Fogarason keltezett rendeletében utasította Mikó Ferenc kincstárnokot, hogy a „kénbánya munkásai a bányát szorgalmasabban művelnék”. A Nyugat-Európában beinduló iparosodás során a szén mellett mind értékesebbé vált a kénsavgyártáshoz szükséges kén.

Benkő József szerint a XVIII. század elején még művelték a torjai kénkő bányát. Kővári László⁷ is említi a torjai kénbányák használatát A Hargitának délkeleti részén, a Büdöshegyen, amit a Torjai-hágó határol, még a XVIII. század elején is bányásztak ként, csak a XIX. század közepétől nem használták kén kitermelésre.

A Székelyföld földtani tanulmányozásával tudományosan a XIX. század második felétől kezdtek foglalkozni^{3,4,5,6}. Koch Antal² (1843-1927), kolozsvári egyetemi tanár, neves geológus számításai szerint, a Hargita vulkáni működésének (lávaömlés) utolsó ideje óta kb. 300000 év telt el, mégis a környék közetszerkezetében a vulkáni utóhatások sok módosulást okoztak. Az andezit tömegben számos repedés keletkezett, melyekből a vulkanikus utóhatások eredményeként ásványvizek, fortyogók, gázfeltörések észlelhetők ma is. Aszerint, hogy ezen jelenségeket milyen anyagok feltörése kíséri, különböző névvel illetik őket: vízgőz esetén fumarolának, kénhidrogén és kénessav (SO₂) esetében szulfatárának, szénsav (CO₂) esetén mofettának nevezik.

A Büdöshegy környékén több mofetta és szolfatára ma is erősen működik. A Büdöshegy Torja község tulajdonát képezte valamikor, ezért a kén kitermelése is a torjaiak kiváltsága volt. Később a torjai Apor bárók tulajdona lett.

A hegy délkeleti oldalában 1052m magasságban egy felhagyott kénbányában található a Torjai-Büdösbarlang, amelynek kijáratát 1892-ben Apor Gábor rakatta ki faragott kövekkel, s látogathatóvá és gyógykezelésre alkalmassá tették a barlang előterét, amit ma a fényképfelvételeken látható rácszat választ el a barlang belső terétől. Ilosvay Lajos⁶ 1884-ben közölt adatai szerint a Torjai Büdös barlang 10m hosszú, 2m széles, s átlagos magassága 3m, „egy helyütt azonban 6m magasra emelkedett. Jelenleg belső üregét kőfal választja el az előcsarnoktól”.

A barlang kigőzölgéseit Ilosvay elemezte megállapítva, hogy naponta mintegy 3000m³ gáz áramlik ki a barlangból, aminek 95,55%-a szén-dioxid, 0,37%-a hidrogén-szulfid, 0,11%-a oxigén, 2,61%-a nitrogén és 1,31%-a vízgőz. Mérései eredményei alapján kiszámolta, hogy évenként 1,448·10⁶kg szén-dioxid és 4,340·10³kg hidrogén-szulfid áramlik ki a barlang nyílásából. (adataival egybehangzóak a jelenkori mérések is). A kiáramló hidrogén-szulfid érintkezve a környező levegővel, oxidálódik elemi kénné, ami finom por formájában kiválik és a barlang falait „bekérgezi”. Ilosvay szerint ezzel egyidőben „az erdős területeken kiáramló kénes gőzöket az erdő humuszának a nedvessége elnyeli és a humuszsavak kiválasztják a ként”. Így keletkezhetnek a sok-



Mezei Elemér felvétele

szor félméteres magasságú kéntelepek, az ún. kénfészkek, melyeket bányásztak. A 1920-as években ezeket említi Hexner Béla⁸, kolozsvári vegyész-mémők, beszámolva a háromszéki kénkészletről (kb. 10 és 400m hosszúságban, 120m szélességben és 0,4-1m vastagságban) és a Kelemen-havasoki kénkő telepekről.

Elemi kén a kősótelepek fedőkőzetében is előfordul, amit az anaerob baktériumok termeltek az üledékes rétegek szulfát lerakódásainak redukciójával. A szénhidrogén telepeken is található kénvegyületek, melyeket a baktériumok energiaforrásként használnak (oxigén helyett hidrogénmegkötőként) miközben vizet, kalcium-karbonátot és kénhidrogént állítanak elő. A kénhidrogén oxidálódhat kolloid kéné, ami a Ca^{2+} -ionokkal hidro-szulfidot és polyszulfidot képez. Ezek a baktérium által termelt CO_2 -al kristályos kén és kalcit kiválását eredményezik. Ilyenkor találnak a mészkő fedőkőzetben ként. Ilyen az 1953-ban felfedezett lengyelországi kénlelet, amely egy beszáradt tengeröbölben mészkővel, gipszsel fordul elő. Nem mindenhol található kén a mészköves fedőkőzetekben, ennek oka az, hogy az adott körülmények között a kén-hidrogén elillan az oxidáció elől. A baktériumok által aszimilált kén azok elhalása után elemi állapotban visszamarad. A földkéreg kén-tartalmának nagyobb része nem elemi állapotban (ebben a kénatom oxidációs száma 0), hanem vegyületei formájában fordul elő, melyekben különböző oxidációs állapotban található: a szulfidokban (fém- és hidrogén-szulfid, szerves vegyületek közül a tiolok, tioéterek) oxidációs száma -2, a diszulfidokban (S_2^{2-}) -1, a kén-dioxidban, szulfitokban +4, a szulfátokban +6. Annak oka, hogy a szénhez képest sokkal többféle ásványi anyagot képez fémekkel, azzal magyarázható, hogy atommérete sokkal nagyobb, a vegyérték elektronhájában kedvezőbbek a feltételek a magja vonzóterébe kerülő elektronok számára, egymástól távolabb lehetnek az elektronpárok, s így a köztük levő taszítás kisebb. Koordinatív kötések kialakítására is képes. Számos biológiai funkcióval rendelkező, az élő szervezetek létszükségű molekulái, a növényi és állati fehérjéket alkotó esszenciális aminosav-molekulák közül a cisztein, a cisztin és a metionin tartalmaz ként.

Ipari mennyiségben gazdaságos kénkitermelést biztosítanak a szulfidásványok, a szulfát-tartalmú ásványok (ezek közül a jövő szempontjából legnagyobb mennyiségű nyersanyagot az óceánokban oldott Mg^{2+} , Ca^{2+} , K^+ -szulfátok jelentik, melyekből kb.1 millió tonna ként tartalmaz 1km³ víz), a savanyú földgázok (H_2S tartalom), a nyersolajok (szerves-kénvegyületek), az olajpalák és szenek.

A kén és vegyületeinek felhasználása olyan széleskörű az iparban, hogy egy ország kénfelhasználását gyakran tekintik a gazdasága fejlettségi mutatójának.

Forrásmunkák

1. Biblia, 2. Papp Sándor (szerk.): A földkéreg fő alkotóelemei, (Környezeti kémia, egyetemi jegyzet, Pannon Egyetem, Veszprém, 2008, 3. Koch Antal: *Ásvány- és kőzettani közlemények Erdélyből*. Bp, M T A, 1878, 4. Dr.Herbich Ferenc: A Székelyföld földtani és őslénytani leírása, A m.k. Földtani Intézet Évkönyve V. kötet, Bp. 1878, 5. Koch A. közleményei a *Természettudományi Közlöny*, a *Matematikai és Természettudományi Értesítő*, a *Földtani Közlöny*, az *Orvos-Természettudományi Értesítő* és az *Erdélyi Múzeum* Egyesület *Földtani Közlönyében*, *Az erdélyrészi medencze harmadkori (tertiar) képződésményei I–III*. Bp., 1894–1900, *Erdély ásványainak kritikai átnézete*. Kolozsvár, 1885., *Erdély őtertiár-echinidjei*: A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve 1884., 6. Ilosvay Lajos: A torjai Büdos-barlang levegőjének chemiai és fizikai vizsgálata, K.m.Természettud.Társulat, Bp.1895, 7. Kővári László: Erdély földje ritkaságai, kilenc fametszvénnyel Kolozsvárt, 1853., 8. Hexner B. *Industria si Bogățiile Naturale din Ardeal și Bănat*, Camera de Comerț și Industrie din Cluj, 1927

Máthé Enikő